



N° d'ordre : 2006-29

N° de série : H69

# THESE

présentée devant

L'ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE DE RENNES

Pour l'obtention du titre de Docteur de l'ENSAR  
Mention : Halieutique

par Denis POIGNONEC

**Apport de la combinaison  
cartographie cognitive/ontologie  
dans la compréhension de la perception du fonctionnement  
d'un écosystème récifo-lagonaire de Nouvelle-Calédonie par  
les acteurs locaux**

*Volume I*

Thèse soutenue le 6 Décembre 2006 devant le jury composé de :

|                      |                      |               |
|----------------------|----------------------|---------------|
| DAVID Gilbert        | IRD, La Réunion      | Rapporteur    |
| LOISEAU Stéphane     | Univ. Angers         | Rapporteur    |
| FONTENELLE Guy       | Agrocampus Rennes    | Directeur     |
| FERRARIS Jocelyne    | IRD – EPHE Perpignan | Co-Directrice |
| REY-VALETTE Hélène   | Univ. Montpellier II | Examinatrice  |
| SARRAMEGNA Sébastien | Koniambo Nickel SAS  | Examineur     |



*L'Expérience est le Nom  
que chacun donne à ses Erreurs*

*Oscar Wilde*



# REMERCIEMENTS

Initié à la fin de mon stage de fin d'étude d'ingénieur agro-halieupe en 2002, ce travail de recherche a occupé une très grande place dans ma vie durant ces 4 dernières années.

Voici ici pour moi le moment venu de remercier :

## Au niveau institutionnel :

### ● **Falconbridge NC SAS**

MM. Bruce DUMVILLE, Brian KENNY et Michel RIOUX, directeurs successifs de Falconbridge NC.

MM. Martin BOUCHER, Bernard SWARBRICK et Luc LORTIE, directeurs successifs du Service Environnement pour m'avoir accueilli au sein de l'entreprise et sans qui cette thèse n'aurait pu être financée.

M. Sébastien SARRAMEGNA, biologiste marin du service environnement, pour m'avoir encadré et soutenu tout au long de mon parcours associé à Falconbridge.

Je remercie également l'ensemble de l'équipe de Falconbridge NC et Koniambo SAS aussi bien à Nouméa qu'à Koné pour leur aide et leur soutien.

### ● **L'Agrocampus de Rennes**

MM. Pierre THIVEND Grégoire THOMAS, les directeurs successifs de l'ENSAR et d'Agrocampus de Rennes.

MM. Jean-Pierre BOUDE et Didier GASCUEL, directeurs successifs du département et du pôle halieutique, ainsi que l'ensemble de l'équipe du pôle pour leur accueil, leur aide, leur soutien et leurs conseils.

Je remercie particulièrement M. Guy FONTENELLE, professeur et directeur de mon doctorat, pour m'avoir encadré et pour la confiance qu'il m'a accordée au cours de ces années.

### ● **L'Institut de Recherche pour le Développement de Nouméa**

MM. Christian COLIN et Fabrice COLIN les directeurs du centre de Nouméa pour m'avoir accueilli dans leurs locaux durant une majeure partie de mon doctorat.

Mme Jocelyne FERRARIS, directrice de l'Unité de Recherche 128 CoRéUs et co-directrice de ce travail de doctorat, pour m'avoir accueilli au sein de son laboratoire et pour l'autonomie et la confiance qu'elle m'a accordées tout au long de mes recherches.

L'ensemble de l'équipe CoRéUs pour leur soutien et leur bonne humeur

L'ensemble du personnel de l'IRD de Nouméa, pour leur accueil toujours souriant.

- **L'ensemble du Service d'Aquaculture et de la Pêche de Province Nord** : Mme Nathalie BAILLON, directrice du SAP, MM. Christian QUIDET et Nathaniel CORNUET ancien responsable et responsable actuel de la filière pêche pour leur aide, ainsi que toute l'équipe du service.
- **L'Association Nationale pour la Recherche Technique (ANRT)**, pour m'avoir accordé les financements nécessaires à ce travail de doctorat.
- **Le Ministère de l'Outre Mer (MOM)**, qui a permis, grâce à son soutien financier, la finalisation de ce travail.

Au niveau personnel :

- Avant toute chose, je remercie ma famille pour tout le soutien moral et l'aide qu'elle m'a apporté. Mes pensées vont également à mes grands-parents qui nous ont quittés.
- Je remercie également mes familles "d'adoption" et "d'accueil" du caillou, et aussi l'ensemble de mes amis, "d'ici et d'ailleurs". Il y a eu des hauts, des bas, mais vous m'avez tous toujours supporté. Merci.
- A titre personnel, je remercie également Pascale CHABANET pour son aide, son soutien et sa bonne humeur, Christine LARGOUËT, Morgan MANGEAS ainsi que Jean-Brice HERRENSCHMIDT pour leur aide et leurs conseils.
- Je remercie Gwenolé HELY, qui m'a apporté son aide et ses connaissances pour la partie informatique de ce travail.
- Je remercie Marie-Anne HOUCHOT pour ses conseils et son aide.
- Je remercie également toutes les personnes de la tribu d'Oundjo et des villages de Voh-Koné-Pouembout que j'ai pu rencontrer lors de l'ensemble de ce travail, pour leur gentillesse, leur patience et leur hospitalité.
- Finalement, je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

A tous,

Merçi  
 Denis

## ***SOMMAIRE GENERAL***



## **INTRODUCTION GENERALE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. LES RECIFS CORALLIENS : UN ECOSYSTEME RICHE, COMPLEXE MAIS FRAGILE</b>  | <b>3</b>  |
| I.1. Perturbations naturelles _____   | 3         |
| I.2. Perturbations anthropiques _____   | 4         |
| <b>II. CONTEXTE DE L'ETUDE</b>  | <b>6</b>  |
| II.1. La Nouvelle Calédonie _____   | 6         |
| II.2. Présentation de la zone d'étude : zone d'influence du projet Koniambo _____   | 12        |
| II.3. Bilan : représentation simplifiée et connaissances disponibles de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout _____ | 19        |
| <b>III. PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE</b>  | <b>25</b> |
| <b>Synthèse</b>   | 29        |

## **CHAPITRE I : RECOLTE DU SAVOIR COMMUN PARTAGE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. MATERIEL ET METHODES</b>  | <b>33</b> |
| I.1. Identification des catégories d'acteurs _____  | 33        |
| I.2. Identification des acteurs au sein de chaque catégorie : choix de la méthode d'échantillonnage _____ | 40        |
| I.3. Entretien et synthèse des connaissances _____  | 42        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>II. RESULTATS</b>   | <b>46</b> |
| II.1. Analyse des enquêtes_____  | 46        |
| II.2. Passé, Présent, Futur : synthèse du savoir commun partagé. _____ | 51        |
| <b>III. DISCUSSION</b>   | <b>77</b> |
| III.1. Échantillonnages et entretiens _____                            | 77        |
| III.2. Le savoir commun partagé _____                                  | 81        |
| <b>Synthèse</b>  | <b>87</b> |

## **CHAPITRE II : CARTOGRAPHIE COGNITIVE ET ONTOLOGIE**

|   |            |
|---|------------|
| <b>I. MATERIEL ET METHODES</b>                                  | <b>91</b>  |
| I.1. La Cartographie Cognitive _____                            | 91         |
| I.2. L'Ontologie _____  | 105        |
| <b>II. RESULTATS</b>  | <b>117</b> |
| II.1. Exemple de Cartes Cognitives _____                        | 117        |
| II.2. Compréhension de la méthodologie _____                    | 123        |
| II.3. Mise en place de l'ontologie _____                        | 125        |
| <b>III. DISCUSSION</b>  | <b>132</b> |
| III.1. Mise en perspective du tracé des cartes cognitives _____ | 132        |
| III.2. L'ontologie _____  | 134        |
| <b>Synthèse</b>   | <b>139</b> |

## **CHAPITRE III : METHODES DE COMPARAISON DES VISIONS IDIOSYNCRATIQUES : ANALYSES INTER-CARTES**

|   |            |
|---|------------|
| <b>I. MATERIEL ET METHODES</b>  | <b>143</b> |
| I.1. Saisie des cartes _____  | 143        |
| I.2. Analyse des Cartes Cognitives Individuelles _____  | 155        |
| I.3. Représentation graphique : le MultiDimensional Scaling (MDS)   | 165        |
| <b>II. RESULTATS</b>  | <b>166</b> |
| II.1. Courbes d'accumulation des variables _____  | 166        |
| II.2. Hiérarchisation de l'importance des variables au sein des Cartes<br>Cognitives _____                                | 169        |
| II.3. Analyse de la distance entre les différentes cartes cognitives basée sur<br>la mesure de Markoczy et Goldberg _____ | 176        |
| II.4. Analyse de la distance entre les différentes cartes cognitives basée sur<br>la mesure de centralité _____           | 180        |
| <b>III. ANALYSE ET DISCUSSION</b>   | <b>185</b> |
| III.1. Validation de l'échantillonnage _____  | 185        |
| III.2. Comparaison des deux approches d'estimation de la distance entre<br>cartes et interprétation _____                 | 188        |
| III.3. Proposition d'amélioration des mesures de distances _____  | 194        |
| <b>Synthèse</b>   | <b>201</b> |

## **DISCUSSION GENERALE**

|   |            |
|---|------------|
| <b>I. ADEQUATION ENTRE LES DIRES DES ACTEURS, LEURS ATTENTES ET LE COUPLAGE<br/>CARTES COGNITIVES/ONTOLOGIE</b> | <b>205</b> |
|---|------------|

- I.1. Passé : évolution conjointe de l'état des ressources ichthyologiques et des techniques de pêche \_\_\_\_\_ 206
- I.2. État actuel des ressources récifo-lagonaires et causes de variations 207
- I.3. Bilan : Savoir commun partagé et cartes cognitives \_\_\_\_\_ 218

|  |            |
|--|------------|
| <b>II. UTILISATION DES CARTES COGNITIVES ET DE L'ONTOLOGIE</b> | <b>222</b> |
|--|------------|

- II.1. Comme outil scientifique \_\_\_\_\_ 222
- II.2. Comme outil de gestion \_\_\_\_\_ 225
- II.3. Comme outil de communication \_\_\_\_\_ 232

|  |
|--|
| <b>III. PERSPECTIVES = MODELISATION ET SIMULATION DANS UNE FINALITE DE GESTION<br/>241</b> |
|--|

- III.1. Les "What if" scénarios de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout \_\_\_\_\_ 241
- III.2. Proposition d'une démarche de modélisation et de simulation 244

**Synthèse** 249

## **CONCLUSION GENERALE**

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>I. CONCLUSION GENERALE</b> | <b>253</b> |
|-------------------------------|------------|

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| <b>II. PERSPECTIVES</b> | <b>257</b> |
|-------------------------|------------|

## **BIBLIOGRAPHIE GENERALE**

## ***INTRODUCTION GENERALE***



# I. Les récifs coralliens : un écosystème riche, complexe mais fragile

C'est dans le Pacifique Sud que se trouvent quelques-uns des plus beaux lagons du monde. Ces écosystèmes, fragiles, sont caractérisés par une exceptionnelle richesse de l'ensemble de la faune et de la flore, créant ainsi une très grande diversité de paysages sous-marins. Depuis leur arrivée, les habitants de ces pays et états insulaires, ont développé une relation très étroite avec les écosystèmes marins qui les entourent, notamment par les ressources récifo lagonaires associées. En particulier l'ensemble des ressources récifo-lagonaires constitue la principale source de protéines animales pour les îliens : 80% des captures côtières sont issues d'une pêche de subsistance (Dalzell *et al.* 1996).

## I.1. Perturbations naturelles

Les **conditions écologiques** nécessaires à la construction d'un récif corallien sont assez strictes. Elles sont essentiellement thermiques, de salinité et de limpidité de l'eau (Veron 1995).

- Au niveau de la **température**, les coraux ne se développent que dans des eaux oscillant entre 25 et 29°C. On ne trouve donc des coraux qu'entre le 32<sup>ème</sup> degré de latitude Nord et le 30<sup>ème</sup> degré de latitude Sud.
- Les coraux nécessitent une eau dont le **coefficient de salinité** est élevé et supérieur ou égal à 35 g/L. Ceci explique qu'il n'y a pas de coraux à proximité des embouchures de cours d'eau.
- Enfin, les coraux ont besoin d'une eau claire, tant pour la **luminosité** que pour le taux élevé **d'oxygène dissout**. Une forte turbidité entraîne souvent un étouffement des polypes. Par ailleurs, la faible luminosité liée à une forte teneur en matière en suspension accroît la dépense énergétique des organismes et les fragilise, puisque la lumière est indispensable à la nutrition des coraux. La richesse en oxygène de l'eau est liée à sa limpidité et à l'absence de particule en suspension dans la colonne d'eau. Ces particules empêchent la dissolution des gaz.

Tout élément susceptible de perturber fortement ou de manière durable ce fragile équilibre est néfaste pour la survie de la colonie corallienne.

Naturellement, les récifs coralliens sont soumis à de **nombreuses pressions environnementales**. Ces pressions et les perturbations qui les accompagnent, sont à l'origine de leur **organisation** (Hughes and Connell 1999 ; Nystrom and Folke 2001).

Les dégradations les plus notables de la couverture corallienne dans de nombreux pays sont souvent dues aux **cyclones** et à la prolifération invasive d'une étoile de mer prédatrice du corail, l'*Acanthaster planci* (Jones and Syms 1998 ; Sano 2000 ; Sano 2001 ; Crosby *et al.* 2002 ; McClanahan *et al.* 2002).

Du à une augmentation de la température sur une large échelle spatiale, le **blanchissement des coraux** est un phénomène qui peut dégrader massivement l'état des récifs : sous l'influence d'un stress, le polype corallien expulse les zooxanthelles (algues symbiotiques) de ses tissus, ce qui se traduit par une coloration blanche correspondant au squelette calcaire. Cette situation, en cas de stress passager n'est pas irréversible. Mais si l'augmentation de l'intensité du stress et la répétition des épisodes se combinent, alors toute la colonie meurt (Hughes and Connell 1999). Le **réchauffement** général de la planète ainsi que certains épisodes climatiques, notamment les

**phénomènes ENSO** (El Niño Southern Oscillation) ont été identifiés comme les facteurs les plus importants pour expliquer ce phénomène (Bythell *et al.* 2000 ; McClanahan *et al.* 2002 ; Joannot *et al.* 2002 ; Sulu *et al.* 2002).

A plus longue échéance, du fait des changements climatiques mondiaux, la dégradation des zones côtières pourrait s'aggraver et accélérer la destruction des récifs coralliens du fait des inondations, de l'élévation du niveau de la mer, de la fréquence et de l'intensité accrue des tempêtes (Crosby *et al.* 2002 ; Nystrom *et al.* 2000).

## I.2. Perturbations anthropiques

Comme à l'échelle de tous les pays de la planète, **la demande en produits de la mer** de ces pays et états insulaires du Pacifique Sud, est en plein essor, principalement due à un accroissement de la population et à une augmentation des exportations (Pauly and Thia-Eng 1988 ; Hanley and Couriel 1992 ; Zann 1994). Ce phénomène est amplifié par le développement relativement récent de l'urbanisation et de l'économie, parfois favorisé par l'apport de capitaux venant des anciennes métropoles coloniales (Cornforth 1994). Sur les grandes îles, l'économie vivrière se transforme peu à peu en une économie marchande, en liaison avec le développement du tourisme et des activités industrielles. De plus on observe également un dépeuplement des petites îles voisines au profit d'îles plus importantes (Labrosse *et al.* 2000b).

Cette augmentation de la population, le développement de ces îles et **l'urbanisation** qui en résulte se traduisent par d'importantes dégradations des récifs coralliens.

**Physiquement**, la construction d'ouvrages et d'infrastructures portuaires, routières et urbaines empiète sur les récifs côtiers. A ceci s'ajoutent les perturbations **physico-chimiques** du milieu dans les zones urbaines, industrielles et agricoles, avec les pollutions chimiques par les métaux lourds, les engrais et pesticides, les effluents, les apports terrigènes liés à la déforestation ou aux activités minières (Chou 1988 ; Grigg and Dollar 1990 ; Bryant 1994 ; Grigg 1994 ; Van Woesik 2000 ; Sulu *et al.* 2002).

A la croissance démographique de nombreux pays du Pacifique, on doit associer une plus grande **fréquentation touristique**. Le piétinement des platiers, l'arrachage des coraux par les ancres de bateaux, ainsi que les coups de palmes des plongeurs dans des sites très fréquentés comptent parmi les principaux dommages créés sur le milieu récifo-lagonaire (Hawkins *et al.* 1999 ; Tratalos and Austin 2001 ; Roupheal and Inglis 2001 ; Crosby *et al.* 2002 ; Zakai and Chadwick-Furman 2002 ; Barker and Roberts 2004).

Toutes ces **perturbations anthropiques** induisent des changements parfois importants dans les communautés ichtyologiques récifo-lagonaires. Il peut s'agir d'effets directs sur la structure des communautés, la croissance, la reproduction ou le comportement des populations et d'effets indirects comme la disparition ou l'altération des habitats ou des proies, la bio-accumulation de métaux lourds ou de produits toxiques (Hughes 1994 ; Chabanet *et al.* 1995 ; Hodgson 1999 ; Harmelin-Vivien 1992 ; Chou 1988 ; Bythell *et al.* 2000). Ces effets, qui peuvent être difficiles à identifier et très lents à se résorber, selon la résilience des écosystèmes, sont très dommageables à l'ensemble des populations dépendantes de la pêche (Hughes 1994 ; Jennings and Polunin 1996 ; Jennings and Lock 1996 ; McClanahan *et al.* 2002).

Evidemment, la **pêche elle-même** constitue l'une des perturbations majeures des écosystèmes coralliens, car elle peut influencer l'ensemble de l'écosystème en modifiant les interactions trophiques (Jennings and Polunin 1996 ; Grigg and Dollar 1990 ; Jennings and Lock 1996 ; Jennings and Kaiser 1998 ; Russ and Alcalá 1989 ; Polunin and Roberts 1996). De surcroît, l'utilisation de certaines techniques de pêche (notamment la dynamite et l'empoisonnement)

endommagement de l'habitat récifo-coralien (Jennings and Polunin 1996), en plus de la mortalité non sélective des espèces qu'elle entraîne.

D'une manière générale, **la dynamique des impacts anthropiques sur un écosystème lagunaire est encore très mal connue** (Hodgson 1999 ; Hodgson 2001).

La **gestion durable des écosystèmes récifo-lagonaires et de leurs usages** est au cœur des problématiques actuelles de ces pays insulaires, compte tenu de l'importance de ces ressources pour les communautés locales (Jennings and Polunin 1996 ; Grigg and Dollar 1990 ; Jennings and Lock 1996 ; Jennings and Kaiser 1998 ; Russ and Alcala 1989 ; Polunin and Roberts 1996 ; Dalzell *et al.* 1996).

La compréhension exhaustive du fonctionnement de la dynamique de ces écosystèmes est peu envisageable, du fait de leur variabilité et de leur complexité (Polunin and Graham 2003 ; Hughes *et al.* 2003). Cependant, dans le contexte des pêcheries récifales des îles du Pacifique Sud, le manque de données scientifiques sur le fonctionnement des écosystèmes récifo-lagonaires (Cornforth 1994) ne doit pas constituer un prétexte à ne pas gérer ces ressources.

Par ailleurs, les grands principes de gestion des ressources halieutiques d'inspiration occidentale, qui font une large place à l'acquisition de données, ne sont guère adaptés aux nombreuses petites pêcheries du Pacifique Sud (Johannes *et al.* 2002).

Enfin, la prise en compte de la **dimension écologique et écosystémique** est désormais incontournable dans l'étude des ressources (Brethes and Fontana 1992 ; Jennings and Polunin 1996 ; Pitcher and Pauly 1998 ; Jennings and Kaiser 1998 ; Munro 2003).

Le niveau élevé de dépendance de nombreux pays insulaires vis-à-vis des ressources halieutiques (Leblic 1999 ; Leblic 1991) exige pourtant de gérer leurs écosystèmes productifs. Comme il faut se résoudre à accepter que jamais toutes les données ne seront disponibles et, afin de palier cette insuffisance, il semble possible d'incorporer les connaissances empiriques acquises par les acteurs locaux. Ces **acteurs locaux** constituent en effet une source de savoir non négligeable qui peut contribuer à mieux comprendre le fonctionnement d'un écosystème récifo-lagunaire, notamment dans un objectif de gestion écosystémique (Dalzell 1998 ; Johannes 1998 ; Wilson 1999 ; Jentoft 2000 ; Hollup 2000 ; Johannes *et al.* 2001 ; Visser 2003).

## II. Contexte de l'étude

### II.1. La Nouvelle Calédonie

#### II.1.1. Présentation générale

La **Nouvelle-Calédonie** est un Pays d'Outre Mer situé dans le Sud-Ouest du Pacifique (Figure 1). Au Nord du Tropique du Capricorne, à 1 500 km de l'Australie et à 1 700 km de la Nouvelle-Zélande (ORSTOM 1981 ; Ramade 2002).

Elle se compose d'une **île principale**, des 4 **îles Loyautés** (Ouvéa, Lifou, Tiga, Maré), de l'archipel de **Bélep** au Nord, de l'**Ile des Pins** au Sud et d'un chapelet d'îles et d'îlots (Chesterfield, Walpole, Surprise, Huon, Matthew, Fearn, Hunter, Beautemps-Beaupré, ...). L'**île principale**, la "Grande terre", se divise en deux Provinces (Nord et Sud). D'une superficie de 16 500 km<sup>2</sup>, c'est la 4<sup>ème</sup> île du Pacifique Sud. La Grande terre est entourée d'une **barrière de corail** quasi-continue qui délimite l'un des plus grands lagons du monde d'une superficie de 24 000 km<sup>2</sup> (Clavier *et al.* 1995). S'étirant sur 400 km selon un axe Sud-Est/Nord-Ouest, sa largeur n'excède cependant par 50 km. La zone économique exclusive des 200 miles (ZEE) qui entoure l'ensemble du territoire de la Nouvelle-Calédonie et de ses dépendances s'étend sur 1 450 000 km<sup>2</sup> (Labrosse *et al.* 2000b).

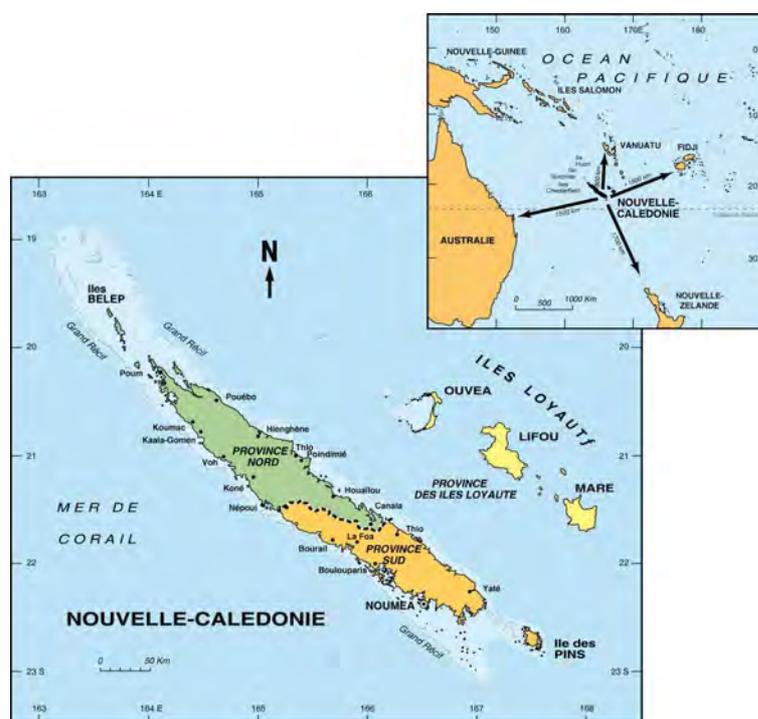


Figure 1 : Situation de la Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique Sud (source IRD)

#### II.1.2. Démographie et économie calédoniennes

En 1996, la population était estimée à environ 200 000 hab. dont 11% dans les îles Loyautés, 21% dans la Province Nord de la Grande terre et 68% dans la Province Sud, principalement autour de la capitale, Nouméa (INSEE-ITSEE 1997). Malgré un taux de croissance naturel élevé (19%), la

densité moyenne de 10,4 hab./km<sup>2</sup> reste l'une des plus faibles du Pacifique Sud (Labrosse *et al.* 2000b).

En 2004, la population recensée est de 231 000 hab., ce qui correspond à une augmentation de 2 % par rapport à 1996. La population se répartit alors de la façon suivante (ISEE 2005) :

- Iles Loyautés: 22 000 hab. (10 % de la population totale)
- Province Nord : 44 500 hab. (19 % de la population totale)
- Province Sud : 164 500 hab. (71 % de la population totale)

D'un point de vue économique, les **produits miniers et métallurgiques** représentent la majeure partie de la valeur totale des exportations (Figure 2) (Boncoeur 1992 ; ISEE 2005).

Les **produits de la mer**, principalement la crevette (aquaculture) et les thonidés (pêche industrielle), occupent une lointaine deuxième place (Figure 2) (Labrosse *et al.* 2000b).

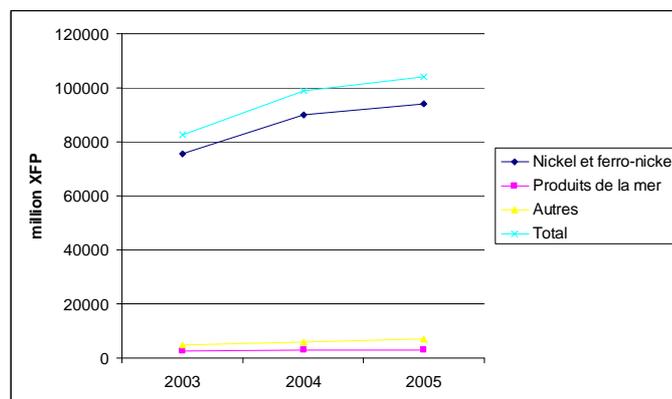


Figure 2 : Répartition des exportations entre 2003 et 2005 (ISEE 2005)

Enfin, malgré un potentiel **touristique** indéniable, le nombre de visiteurs reste faible (environ 100 000 visiteurs en 2005) (ISEE 2005).

### II.1.3. Présentation des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie

Les formations récifales néo-calédoniennes forment un ensemble corallien d'une superficie totale de 8 000 km<sup>2</sup> (Dandonneau *et al.* 1981). Cet ensemble comprend :

- une barrière récifale d'une longueur totale de 1 600 km qui forme une ceinture quasi-continue autour de la "Grande Terre". Elle se compose de plusieurs récifs séparés les uns des autres par des passes et délimite un lagon de 23 400 km<sup>2</sup> dont la profondeur dépasse rarement 40 m (Dandonneau *et al.* 1981)
- des îlots coralliens
- des récifs émergés
- des récifs frangeants

L'ensemble lagonaire néo-calédonien, dans sa configuration actuelle, est âgé d'environ 8 000 ans. Richer de Forges *et al.* (1987) le divisent en plusieurs entités homogènes de plus petite taille :

- le "lagon sud-ouest" compris entre Teremba au nord et l'île des Pins au sud,

- le "lagon est" compris entre le canal de la Havannah au sud et la passe d'Amos au nord,
- le "lagon nord" compris entre l'estuaire du Diahot au sud et le grand passage du nord,
- le "lagon nord-ouest" compris entre Poya au sud et l'île de Yandé au nord.

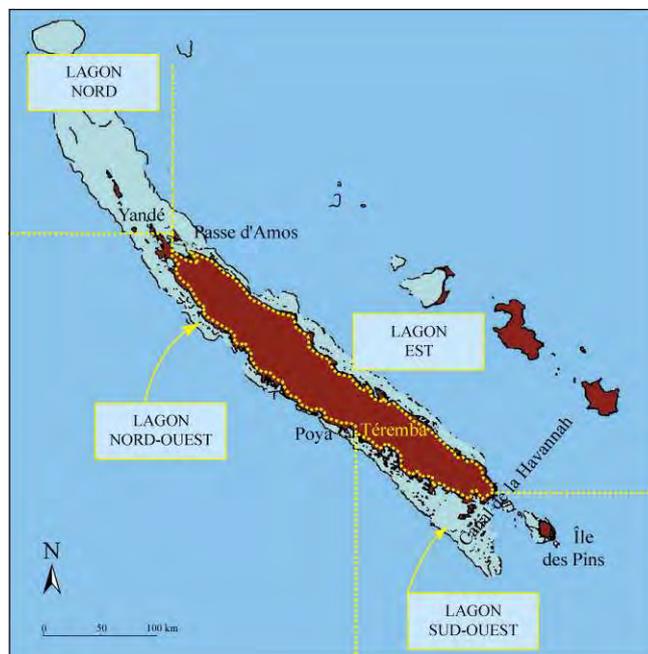


Figure 3 : Localisation des différents lagons autour de la Grande Terre (Richer de Forges *et al.* 1987)

## II.1.4. Perturbations du milieu récifo-lagonaire et des ressources associées

### 1. Perturbations naturelles

Par rapport à d'autres régions du Sud Pacifique, l'état global de l'écosystème récifo-lagonaire de Nouvelle-Calédonie semble avoir été relativement **épargné** par les perturbations naturelles (Bozec 2006).

Au niveau du **blanchissement corallien**, les épisodes récents (notamment l'épisode massif de blanchissement de 1998 constaté au niveau mondial) n'ont affecté que modérément les récifs coralliens calédoniens (South and Skelton 2000 ; Sulu *et al.* 2002 ; Lovell *et al.* 2004). De même, la densité d'étoile de mer *Acanthaster planci* reste relativement faible (Labrosse *et al.* 2000b), même si, autour de Nouméa, des proliférations ont été observées (South and Skelton 2000 ; Sulu *et al.* 2002).

Enfin, avec une fréquence moyenne de 1,5 fois par an (Météo France 1995), les **cyclones** représentent la première source naturelle de dégradation des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie<sup>1</sup> (Lovell *et al.* 2004) même si les dégâts causés par de tels phénomènes restent très limités (Kulbicki *et al.* 2004).

<sup>1</sup> Lors du dernier épisode cyclonique de 2003, le cyclone Erika a détruit entre 10 et 80% de la couverture corallienne à certains endroits (Lovell *et al.* 2004)

## 2. Perturbations anthropiques

### a. Développement humain

Finalement, ce sont essentiellement les dégradations liées au développement humain qui constituent la principale menace pour les récifs calédoniens.

Joannot *et al.* (2002) les classent de la façon suivante :

- Mines et sédimentation terrigène
- Aménagement du littoral, remblais et dragages
- Pollutions industrielles et domestiques
- Exploitation des ressources
- Collecte de loisir d'organismes marins (non quantifiée)
- Exploitation des coraux (localisée et réglementée)
- Tourisme et activités de loisir
- Trafic maritime dans le lagon et risques de pollution
- Aquaculture et eutrophisation des eaux

### b. Pêche et activités de loisir

Comme pour la majorité des pays et états insulaires du Pacifique Sud, la pêche récifo-lagonaire est l'activité la plus répandue sur les côtes avec une **pêcherie vivrière importante** (43 % des prises totales en 1994), car le poisson est une source majeure de protéines animales (Leblic 1999). Parallèlement, se sont développées une pêche professionnelle mais aussi une pêche récréative (Kulbicki 1998 ; Virly 2000).

Ces pêches, souvent peu (pêche professionnelle), voire non structurées (pêche vivrière et pêche plaisancière) et mal définies (Virly 2000), ont pour principales caractéristiques d'être **diversifiées, dispersées, multi-engins et multi-spécifiques** (Loubens and Charreire 1978). La place très importante qu'occupent actuellement les ressources halieutiques dans les revenus et l'alimentation des foyers explique l'exploitation et l'utilisation qui en sont faites. En effet, même si la population calédonienne est principalement tournée vers l'agriculture et l'élevage (Labrosse *et al.* 2000b), la pêche d'autosubsistance représente encore près de 92% des captures en Province Nord (Labrosse *et al.* 2000a).

Si la pêche est une activité traditionnelle importante dans la culture mélanésienne (Leblic 1993), elle a beaucoup évolué avec l'apparition de **nouveaux engins de pêche** et de nouveaux matériaux, mais, surtout, à cause d'une **augmentation de la demande** en produits de la mer (Kulbicki *et al.* 2000 ; Labrosse *et al.* 2000b). Même si la Nouvelle-Calédonie présente un niveau d'exploitation des ressources récifo-lagonaires nettement inférieur à la plupart des pays et états insulaires du Pacifique Sud (Kulbicki 1998), les perturbations affectant les ressources vivantes côtières prennent de plus en plus d'ampleur.

Enfin, la beauté des eaux et des fonds récifo-calédoniens en font un lieu privilégié de loisirs. L'augmentation de ces **activités de loisir** s'accompagne de toute une série d'impacts directs sur les récifs, notamment à cause des **mouillages** des innombrables embarcations et de la destruction des coraux lors de la pratique de la **plongée sous-marine** (Zakai and Chadwick-Furman 2002 ; Garrigue 2002 ; Hawkins *et al.* 1999 ; Tratalos and Austin 2001 ; Roupheal and Inglis 2001 ; Gallo *et al.* unpublished ; Barker and Roberts 2004 ; Medio *et al.* 1997 ; Davis 1977).

### c. Exploitations minières

C'est en **1864** que le géologue **Jules Garnier** découvre le nickel en Nouvelle-Calédonie. Il met en place, avec l'aide de l'homme d'affaire John Higginson la première mine de nickel au Mont D'or (actuel Mont Dore) en 1874. Cette activité s'est rapidement étendue à d'autres massifs et, en 1981, on estime que 110 millions de tonnes de minerai ont été extraites des sols calédoniens (Bird and Dubois 1984).

En fonction des estimations, entre **10 et 40 % des réserves mondiales** de nickel se trouvent dans le sol calédonien, ce qui fait de l'île la plus grande réserve au monde : elle pourrait alimenter le marché pendant environ 200 ans (Bird and Dubois 1984).

En 1965, sous l'effet conjugué de la croissance des pays industriels et de la guerre du Vietnam, les cours du nickel sur le marché mondial s'envolent, mais retombent aussi brutalement en 1972 en raison de la fluctuation des marchés internationaux et de la concurrence. Le développement économique de la Nouvelle-Calédonie a été spectaculaire durant cette période du "**Boom du nickel**" (Lagadec *et al.* 1992).

Actuellement, avec l'émergence de la Chine et l'explosion des cours mondiaux des matières premières (voir encadré sur l'historique du Projet Koniambo), le nickel calédonien représente à nouveau un enjeu stratégique majeur au niveau international (Wéry C. 2005 ; Buffer 2006 ; Pélouas 2006). Mais cette exploitation n'est pas sans conséquences sur l'environnement.

Potentiellement, les impacts directs d'une exploitation minière sur l'environnement sont de **10 sortes** : pollution visuelle, de l'air, de l'eau, ou sonore, les vibrations du sol, les explosions, le transport des matériaux, les déchets et leur stockage et finalement les déformations de surface (Down and Stocks 1977 ; Ellis 1987 ; Dudka and Adriano 1997 ; Hertig *et al.* 1999 ; Johansen and Asmund 1977).

Pour les milieux littoraux, le **dragage** constitue un impact plus complexe. Les recherches ont surtout porté sur les conséquences du dragage sur le milieu, aussi bien en milieu tropical (Bak 1978 ; Chansang 1988) que tempéré (Cruickshank and Hess 1975 ; Cialone and Stauble 1998 ; Desprez 2000).

En ce qui concerne les **métaux lourds** dans le milieu aquatique, les recherches ont principalement porté sur leurs origines, leur bio-accumulation dans les organismes et leur toxicité pour les consommateurs (Forstner and Wittmann 1981 ; Furness and Rainbow 1990 ; Goldberg 1992 ; Florence *et al.* 1994 ; Swales *et al.* 1998 ; Bedsworth and Seldak 1999 ; Esslemont 1999 ; Nascimento *et al.* 2000 ; Rayment and Barry 2000 ; Kang *et al.* 2001).

Enfin, les conséquences directes et indirectes de la **décharge et du stockage des stériles miniers** et autres déchets dans la mer ont été étudiées (Ellis *et al.* 1995 ; Johnson and Frid 1995 ; Poling 1995 ; Ellis and Robertson 1999). Toutefois il faut noter que, depuis 1972, la Convention de Londres interdit tout rejet en mer de déchets radioactifs et industriels.

Si les normes nationales et internationales ont été instaurées pour limiter les impacts associés aux exploitations minières, leurs finalités restent relativement restreintes (par exemple dans un objectif de développement durable, de préservation d'espèces ou de toxicologie) et ne prennent pas en compte les différents niveaux possibles de répercussion de ces impacts sur l'ensemble de l'écosystème, notamment en ce qui concerne des changements de phase. En effet, au cours de son évolution, un écosystème se caractérise par plusieurs états ou phases de stabilité (Steele 1998 ; Crober 1999). La résilience de cet écosystème se définit par sa capacité à absorber des changements, et à revenir à un état proche de l'état de stabilité initial. Cependant, au-delà d'un

certain seuil de perturbation, cet écosystème bascule, passant ainsi d'une phase de stabilité à une autre (Kay and Schneider 1994 ; Kay and Regier 2000 ; Kay 2000b). Dans le cadre des écosystèmes récifo-lagonaires, plusieurs questions se posent :

- Quels sont les différents états possibles pour un écosystème donné ?
- Quel est le degré de résilience de l'écosystème ?
- Quel est le seuil de changement de phase ?

En Nouvelle-Calédonie, les impacts négatifs associés au développement de l'activité minière se caractérisent surtout par une forte **érosion** des sols dont le lessivage, accru par le déboisement, entraîne un apport massif de matières en suspension ou par charriage dans l'ensemble du réseau hydrologique terrestre. Depuis le début des activités minières en Nouvelle-Calédonie, on estime que plus de **300 millions de m<sup>3</sup>** de sol ont été lessivés, à cause de l'érosion et de la déforestation (Labrosse *et al.* 2000b). Ces **particules terrigènes** sont charriées et drainées jusqu'aux **récifs frangeants** situés au pied des bassins versants miniers. Les vents, courants, marées et crues remettent en suspension ces particules qui vont alors se déposer dans l'ensemble du lagon. En période de fortes pluies, ces sédiments forment un large panache rouge qui peut s'étendre bien au-delà des passes situées en face des cours principaux des bassins versants miniers (plus d'une dizaine de kilomètres) (KBR 2003a ; KBR 2003b).

La **relation entre activité minière et population humaine** a souvent été étudiée de manière unidirectionnelle : en effet, les études d'impact ont analysé les conséquences **de** ces impacts **sur** l'environnement et **sur** les populations (notamment au niveau de la santé publique et des retombées économiques). En plus des retombées économiques, les études d'impact canadiennes du *Bureau d'Audiences Publiques sur l'environnement* prennent en compte l'avis, les attentes et les craintes de la population riveraine du site d'installation de la mine (Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE) 1997 ; Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE) 1998 ; Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE) 2000 ; Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE) 2001). De même, les Etats-Unis d'Amérique ont mis en place un "Guide pour la réalisation d'études d'impact sociales" (International Association for Impact Assessment (IAIA) 1994).

Cependant, la relation "réciproque" des impacts **de** la population **associée** à un projet minier **sur** l'environnement n'est que très rarement prise en compte et les études sur cet aspect font cruellement défaut.

Ainsi, en plus des influences directes associées à l'activité minière, on évoque peu les **impacts anthropiques indirects** liés à **l'augmentation de la population**, consécutive à l'essor économique. Ceux-ci pourraient être les plus dommageables pour l'ensemble de l'écosystème récifo-lagonaire (Chabanet *et al.* 1995 ; Al-Jufaili *et al.* 1999).

## II.2. Présentation de la zone d'étude : zone d'influence du projet Koniambo

### II.2.1. Le projet Koniambo

#### 1. Présentation générale

Localisé sur les communes de Voh et de Koné, côté Ouest de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie (Figure 5), le **massif du Koniambo** est long d'environ 20 km sur 6-10 km de large et 940 m de haut (Figure 4).



Figure 4 : Massif du Koniambo<sup>2</sup>

Exploité depuis 1988 par une multitude de petites entreprises, il a connu un pic d'activité entre 1938 et 1942. En 1940, la SLN commence l'exploitation exclusive de ce massif. Après en avoir extrait autant de nickel que possible, compte tenu des méthodes d'extraction de l'époque, cette société cesse ses activités sur le massif en 1947. Mais si ses sommets et ses pentes sont encore relativement intacts, les cours d'eau fortement engravés ont subi de nombreuses modifications du fait de ces activités minières passées (Bird and Dubois 1984).

Cependant, la saprolite des sols restants (destinée à un traitement pyrométallurgique), recouverte par de la limonite minéralisée (destinée à un traitement hydrométallurgique), recèle encore environ **132 millions de tonnes de minerais** de ferronickel, d'une teneur minimale de **2,46 %**, ce qui fait de ce massif l'une des plus grosses réserves mondiales de nickel (Falconbridge NC SAS 2001b).

C'est ainsi que plus récemment, la société minière canadienne Falconbridge NC SAS et la Société Minière du Sud Pacifique (SMSP) ont projeté la mise en place d'un **complexe minier** pour la mise en valeur et l'exploitation des gisements de ferronickel du massif du Koniambo (voir encadré ci-dessous). Ces deux sociétés se sont engagées à inscrire leurs activités dans un cadre de **développement durable**, par la mise en œuvre de pratiques et de politiques devant favoriser le développement économique, tout en préservant un environnement sain, ainsi que de contribuer au bien-être de la population (Falconbridge NC SAS 1999 ; Falconbridge NC SAS 2001b).

Cependant, ce complexe minier se situe en bordure de lagon. De ce fait, sa mise en place va générer une série d'impacts directs et indirects sur l'écosystème environnant. L'ensemble des

---

<sup>2</sup> Source Falconbridge NC SAS (2001b)

régions géographiques dont les caractéristiques environnementales pourraient être influencées par ce projet, définit la "zone d'influence" du projet Koniambo (Figure 5).

Cette zone géographique, qui délimite notre cadre d'étude, est couramment appelée "**zone Voh-Koné-Pouembout**" (VKP) des noms des trois principaux villages qu'elle englobe. Elle a une superficie de **3 266 km<sup>2</sup>** dont 1 900 km<sup>2</sup> pour la partie terrestre et côtière (en incluant les zones de mangroves) et de 1 366 km<sup>2</sup> pour la partie marine.

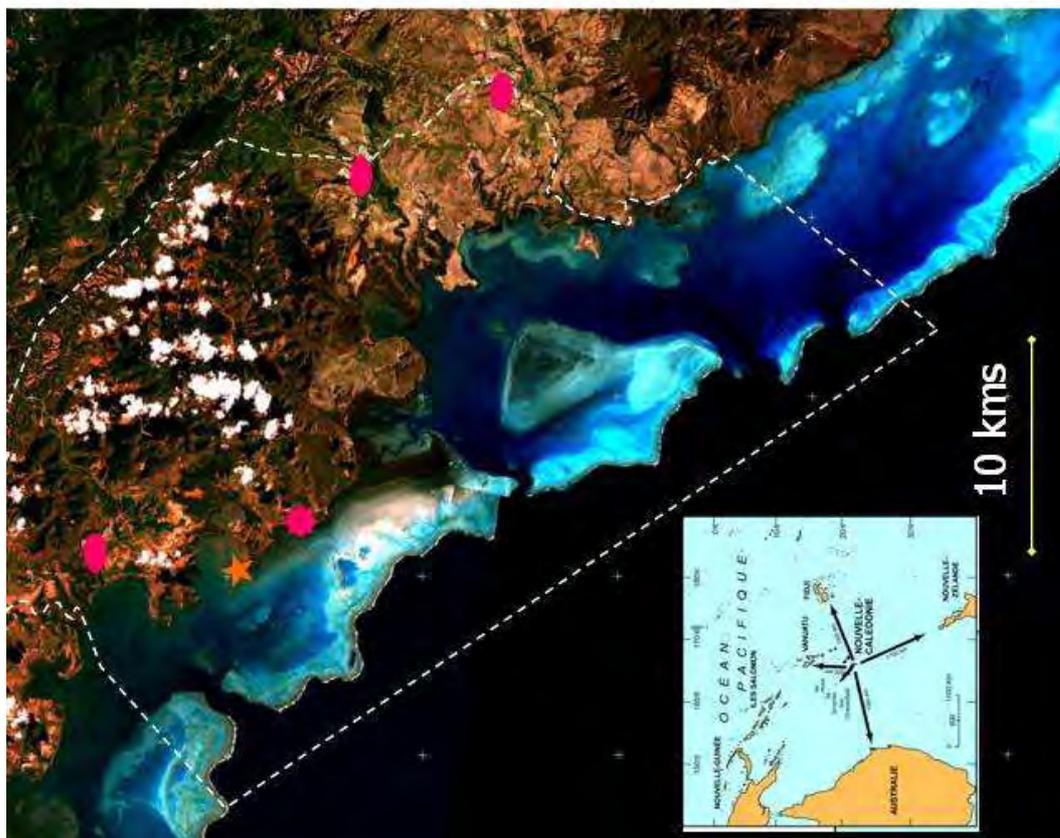
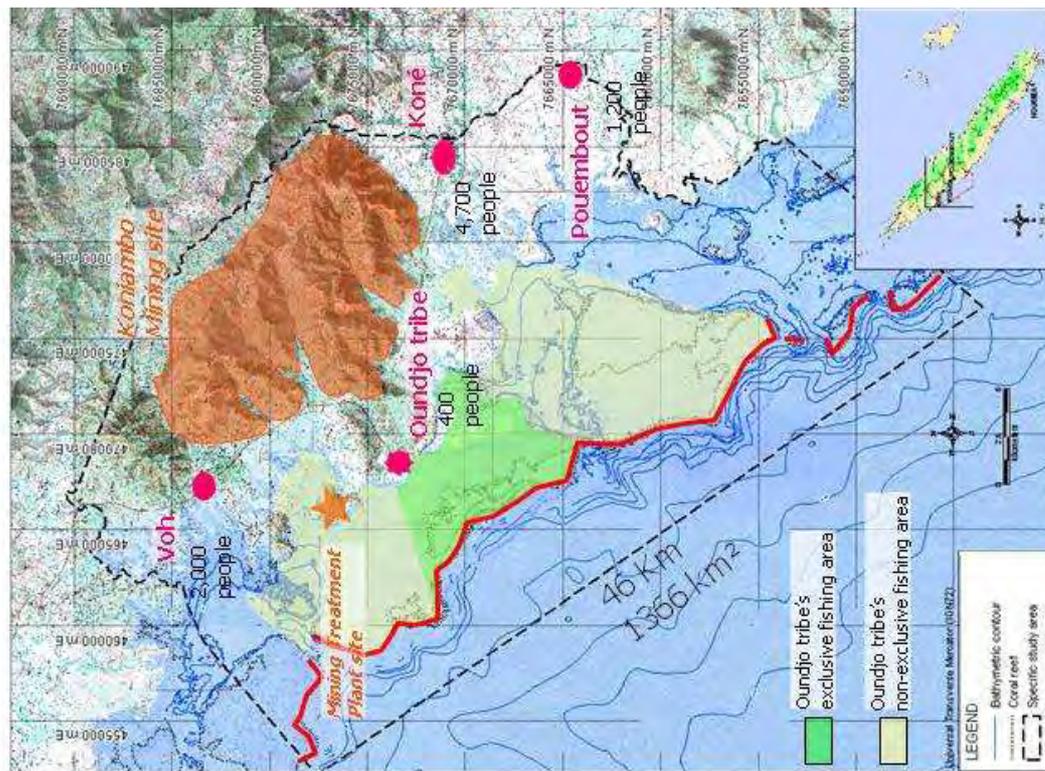


Figure 5 : Présentation de la zone d'étude : zone de Voh-Koné-Pouembout<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Source : Image Landsat : IRD. Carte : Falconbridge NC SAS

### Historique du projet

En 1994, après le refus de la société Eramet, le président directeur général de la **Société Minière du Sud Pacifique (SMSP)**, André Dang contacte **Falconbridge** (détenue alors à 48 % par la société canadienne Noranda Inc.) en vue d'une association pour la construction d'une usine pyrométallurgique de nickel en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. Falconbridge est alors le troisième producteur mondial de nickel.

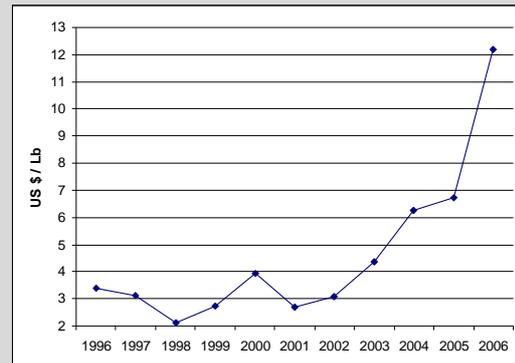
Fin 1996, la SMSP présente le projet de l'**usine du Nord** au Gouvernement français : l'usine pyrométallurgique qui sera mise en place pourra raffiner 3,1 millions de tonnes (poids humide) de minerai de nickel d'origine saprolitique et ainsi produire 54 000 t de nickel par an, ce qui doublera la production calédonienne de l'époque.

La mise en œuvre d'un tel projet ne peut se faire que par l'exploitation d'un massif suffisamment riche en ressources minières. La SMSP propose alors à la Société Le Nickel (SLN) l'échange des titres miniers du massif de Tiébaghi (détenu par la SLN) contre ceux du massif de Poum (détenu par la SMSP). Cependant, le Gouvernement français n'autorise pas ces transferts de titres. En revanche il propose l'échange des titres miniers du massif du Koniambo (détenu par la SLN) contre ceux du massif de Poum. Le **1<sup>er</sup> Février 1998**, le Gouvernement français, le Territoire de la Nouvelle-Calédonie, Eramet (société mère de la SLN), la SLN et la SMSP signent les **Accords de Bercy**. Ces accords stipulent que l'échange des titres miniers entre le massif de Poum de la SMSP et ceux du massif du Koniambo de la SLN ne pourra se faire qu'aux 3 conditions suivantes :

- Réalisation et validation des études de faisabilité technico-économiques
- Commandes fermes d'au moins 100 millions de dollars US
- Engagement ferme et irrévocable de construction de l'usine avant le 1<sup>er</sup> Janvier 2006.

L'objectif politique de cet accord est également d'assurer le développement d'un second pôle calédonien, en Province Nord, afin de **rééquilibrer** le poids économique joué par Nouméa et, d'une manière plus générale, par la Province Sud.

En raison de la croissance rapide et importante des cours du nickel (Figure 1) et pour lutter contre des offres publiques d'achat "inamicales", **Falconbridge** et **Noranda Inc.** fusionnent le **30 Juin 2005** et accroissent ainsi leur position de chef de file sur le marché mondial du nickel.



**Figure 1 : Évolution du cours de la livre de nickel au London Stock Exchange depuis 1996 (ISEE 2005)**

Après la levée des dernières conditions suspensives des accords de Bercy en Décembre 2005, l'**échange des titres miniers** du massif de Poum et de celui du Koniambo entre la SLN et la SMSP est réalisé. Les deux sociétés SMSP et Falconbridge NC SAS s'associent pour créer leur filiale **Koniambo Nickel SAS**, au capital de 170 Millions €. Falconbridge assure la réalisation de l'étude de faisabilité et détient 49 % du capital et la SMSP apporte le gisement et détient 51 % du capital.

Enfin, toujours en raison des envolées du cours du nickel et des matières premières en général, Falconbridge Limitée se rapproche de son compatriote canadien Inco (ainsi que du groupe Phelps Dodge) pour une offre publique d'achat (OPA) amicale, afin de repousser l'OPA hostile de la compagnie suisse Xstrata. Cependant, le **15 Aout 2006**, **Falconbridge Limitée** est quand même rachetée par l'entreprise suisse **Xstrata**. La fusion des deux sociétés donne naissance à un groupe de 37 Milliards d'euros (Les Nouvelles Calédoniennes 2006a). Au moment de la rédaction de ce rapport, certains doutes planent toujours sur l'avenir du nickel calédonien et de l'usine du nord (Les Nouvelles Calédoniennes 2006b).

## 2. Projet Koniambo, environnement et développement de la région de Voh-Koné-Pouembout

Située dans une zone encore peu développée économiquement, le projet Koniambo constitue un véritable fer de lance pour le développement de la province Nord (Institut Louis Harris 2002). Toutefois, même si ce développement est vital pour le futur de la zone, il ne peut se faire de manière anarchique et doit nécessairement prendre en compte les populations locales, leur besoins et leurs attentes, aussi bien en termes d'emplois, qu'en termes de préservation et de conservation d'un environnement sain. Aussi, c'est dans une démarche de **développement durable** que la société Falconbridge SAS s'est inscrite pour mettre en place le projet Koniambo (Falconbridge NC SAS 1999).

Sur la zone d'influence du projet Koniambo, une **étude environnementale de base** (Falconbridge NC SAS 2001a ; Falconbridge NC SAS 2001b) et une **étude d'impact** (ROCHE 2005) ont été réalisées sur la partie terrestre et sur la partie marine. L'objectif de ces études est d'établir un état initial de la zone avant la mise en place du complexe minier, aussi bien au niveau des habitats que des peuplements. Il s'agit ainsi d'estimer les différentes répercussions de la mise en place de ce projet sur son environnement immédiat.

### Impacts directs

En ce qui concerne le **domaine marin**, les principaux impacts directs identifiés sont essentiellement liés à la construction des **infrastructures portuaires** sur le site de la future usine (KBR 2003b). La construction du port avec l'utilisation de **remblais** et le **dragage** d'un chenal d'accès dans le substrat dur des fonds du lagon, seront les principaux éléments perturbateurs pour l'écosystème corallien. De nombreuses mesures préventives et compensatoires ont été prévues pour minimiser ces impacts (ROCHE 2005) (Volume II Figure 1).

Au cours de l'**exploitation de la mine**, des mesures pour la gestion des **pollutions** dues aux **eaux de ruissellement** sur mine seront mises en place, afin d'éviter tout lessivage et lixiviation anormales des sols. Un programme de **fermeture des anciennes mines** et de **réhabilitation** d'anciennes carrières, de chemins miniers ou d'anciens sites de prospection, est, parallèlement, en cours de réalisation. L'objectif est de diminuer la **surcharge sédimentaire** des cours d'eau du massif et ainsi de limiter les pollutions terrigènes dans le lagon. De plus, malgré le fort taux d'endémisme des végétaux néo-calédoniens et des conditions extrêmement stressantes des terrains miniers, un programme de **revégétalisation** des sols viendra renforcer les mesures précédentes (ROCHE 2005).

En cours d'exploitation, le principal impact de l'**usine pyrométallurgique** sera l'augmentation de la température liée au **relargage** dans le lagon des eaux utilisées pour le refroidissement des processus de traitement du minerai. Pour prévenir tout dommage sur la faune et la flore récifolagunaire, l'émissaire de relargage sera placé au plus profond de la passe la plus proche (située en face du village de Voh). L'impact de l'arrivée d'eau chaude dans le lagon sera ainsi minimisée en étant circonscrit aux abords de la bouche de l'émissaire (KBR 2003b ; ROCHE 2005) (voir Volume II Figure 2).

### Impacts indirects

Le principal **impact indirect** lié à la réalisation de ce complexe minier consiste sans doute en une augmentation rapide et importante de la population sur cette zone. Selon les estimations réalisées lors de la mise en place du Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU), compte tenu de la prévision d'emplois directs et induits liés à la construction et à l'exploitation du projet de l'usine du Nord, la population sur zone est censée **doubler, voir tripler** dans les **10 prochaines années** (Institut Louis Harris 2002 ; Institut Louis Harris 2004a). Hormis la croissance démographique naturelle dans les tribus (2,4%) (INSEE-ITSEE 1997), l'essentiel de cet augmentation de population va probablement s'installer dans les **villes**, notamment **Koné**, chef-lieu et futur pôle économique de la Province Nord (Institut Louis Harris 2002).

Actuellement près de la moitié des habitants d'un village littoral se définissent comme **pêcheurs**. Il s'agit essentiellement de pêcheurs plaisanciers (75 %). Seuls 23% ont déclaré pratiquer une pêche de subsistance (Poignonec 2002). Même si ces proportions évoluent, notamment grâce à l'aménagement et à la facilitation des accès à la mer, l'essor de la population sur zone va inévitablement entraîner un accroissement important de **l'utilisation du lagon** et de ses ressources, notamment des **ressources ichtyologiques**. Parallèlement, cet accroissement de population en bordure de lagon va aller de pair avec une augmentation de l'utilisation des sols (lotissements, infrastructures, agriculture/élevage) et une augmentation des pollutions citadines (déchets, eaux usées) (Institut Louis Harris 2002 ; Institut Louis Harris 2004a ; Institut Louis Harris 2004b ; Institut Louis Harris 2003).

## **II.2.2. Villages et tribu**

Située dans la zone d'étude, le village de **Koné** est le chef lieu économique et politique de la Province Nord. Avec les villages de **Voh** et de **Pouembout**, ils constituent un axe névralgique sur lequel le rééquilibrage économique de la Nouvelle-Calédonie doit s'établir, grâce à la mise en place du projet Koniambo (Institut Louis Harris 2002).

Historiquement, ce sont les riches terres fluviales de la plaine agropastorale de **Koné** qui ont incité le gouverneur Orly à y fonder un nouveau centre de colonisation en 1880. Accueillant la grande majorité des migrants venus en Nouvelle-Calédonie sous le contrôle du département des colonies, Koné reçoit, entre 1880 et 1890, quelques cinquante familles et célibataires. Mais, les flux migratoires sont faibles et irréguliers. En 1887, le village ne compte que 173 habitants, puis 141 en 1891. C'est à cette date que les dernières parcelles de terre sont attribuées aux nouveaux arrivants. Le centre de colonisation est alors considéré comme complet.

Commencée à **Voh** en 1892, à l'initiative du gouverneur Laffon, la "colonisation libre" connaît son plus grand développement avec l'arrivée du gouverneur Feuillet. Le principe est simple : toute nouvelle famille arrivant se voit octroyer gratuitement entre 15 à 25 ha de terre (Merlé 1995).

Un siècle plus tard, lors du recensement de 1996, la population était estimée à 9 200 habitants sur l'ensemble des trois communes (INSEE-ITSEE 1997). Entre 1996 et 2004, elle a augmenté de 10 % (Figure 6). Elle est estimée actuellement à **10 200 habitants** (ISEE 2005)

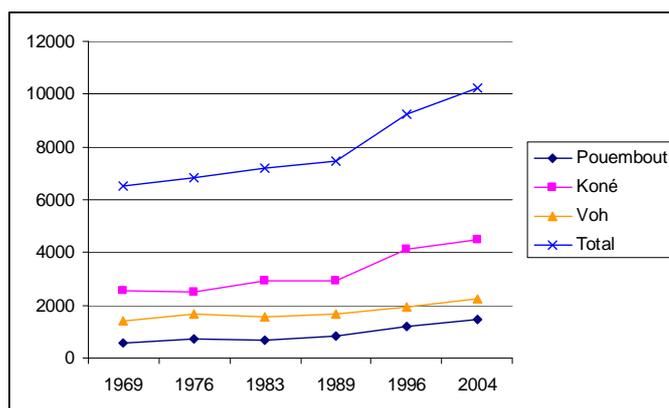


Figure 6 : Évolution de la population des communes de Voh-Koné-Pouembout entre 1969 et 2004<sup>4</sup>

Parmi les 9 tribus présentes dans la zone d'étude, la **tribu d'Oundjo** joue un rôle particulier, en raison de sa proximité géographique avec le site de la future usine de raffinement des minerais située sur la péninsule de Vavuto (Figure 5), mais également en raison de ses liens étroits avec le milieu récifo-lagonaire, tant du point de vue économique que vivrier.

Créée en 1901, la tribu d'Oundjo est constituée de **300** habitants (INSEE-ITSEE 1997). Elle fait partie de l'aire coutumière de Hoot Ma Waap (Service territorial de la Marine Marchande et des pêches maritimes 1988).

Reconnue comme étant une tribu de pêcheurs, elle s'est définie une zone de pêche exclusive située en face de la tribu (Figure 5), qu'elle considère comme propriété foncière<sup>5</sup> (Houchot 2003). Ce territoire, communément appelé "**zone réserve de la tribu**", est interdit d'accès à toute personne étrangère, sous peine de représailles parfois musclées.

Créé en 1981, le groupement d'intérêt économique (GIE) **GaOu** regroupait environ 150 pêcheurs (dont une trentaine de pêcheurs réguliers) issus de la tribu d'Oundjo et de la tribu voisine de Gatope. Au plus fort de son activité, près de 600 kg de poissons étaient transportés à Nouméa toutes les semaines. Parallèlement, une coopérative avait été mise en place ainsi qu'un chantier naval. Sa quasi-banqueroute en 1999 s'explique par des conflits inter-claniques au sein de la tribu d'Oundjo (Service territorial de la Marine Marchande et des pêches Maritimes).

Même si actuellement l'activité de pêche professionnelle est nettement moins présente au sein de cette tribu, elle bénéficie toujours de la renommée que lui conférait le GIE, tant au niveau de sa position vis-à-vis des autres tribus et villages, que du respect imposé de ses zones de réserves de pêche (Houchot 2003). Enfin, il faut noter que certaines études récentes relativisent l'importance de la pêche vivrière au sein de la tribu (Poignonec 2002 ; Horowitz 2003 ; Houchot 2003).

Mais finalement, la proximité de la tribu de la future usine de traitement du nickel et la relative dépendance de ses habitants vis-à-vis de l'écosystème récifo-lagonaire font des habitants de la **tribu d'Oundjo** des acteurs importants à prendre en compte dans le cadre de ce travail de recherche.

<sup>4</sup> Source : ISEE (2005)

<sup>5</sup> Ce qui est contraire à l'état actuel de la législation française sur l'utilisation du domaine côtier maritime

## II.3. Bilan : représentation simplifiée et connaissances disponibles de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout

Compte tenu de la fragilité des écosystèmes récifo-coralliens et de l'ensemble des perturbations attendues sur la zone de Voh-Koné-Pouembout, de nombreuses questions se posent quant à leurs conséquences sur la dynamique de l'écosystème.

- Du point de vue des impacts qualifiés de directs, essentiellement liés aux implantations minières, quels éléments de l'écosystème vont influencer et quelles vont être leurs répercussions sur l'ensemble de la structure et de la dynamique de l'écosystème récifo-lagonaire ?
- En ce qui concerne les impacts indirects, essentiellement liés à une augmentation de la population sur zone, comment les différents usages actuels de l'écosystème récifo-lagonaire dans la zone d'étude vont-ils évoluer ?
- D'une manière générale, quels sont les différents éléments constitutifs de l'ensemble de l'écosystème de Voh-Koné-Pouembout à prendre en compte pour obtenir une représentation de son fonctionnement, afin de mieux apprécier la portée de l'ensemble de ces impacts ?

### II.3.1. Image de l'écosystème de la zone d'étude

Par définition, un **système** est une combinaison d'éléments qui interagissent entre eux de manière à former un ensemble (De Rosnay 1975). Complexe par nature, la compréhension de son fonctionnement ne peut se faire par une approche classique linéaire, qui consisterait à analyser chaque élément constituant ce système de manière isolée. Pour comprendre comment ses différents usages peuvent affecter son fonctionnement et son évolution ne peut se faire que par une **approche systémique** (Brethes and Fontana 1992 ; Pitcher and Pauly 1998 ; Jennings and Kaiser 1998 ; Crober 1999 ; Munro 2003).

Pour comprendre le **fonctionnement** d'un système, il est donc inapproprié de chercher à analyser chacun de ces éléments en l'isolant du reste du système (Hatcher 1997). Mais, en termes de structure, chaque élément peut être perçu comme étant lui-même un système à part entière, qui peut à son tour comporter de nombreux sous-systèmes. Cette ramification à des échelles de plus en plus petites pourrait théoriquement être continuée jusqu'aux limites imposées par les techniques d'observation actuelles. Réciproquement, le système étudié peut être considéré comme étant à son tour un élément d'un système plus grand, lui-même élément d'un système encore plus étendu, qui l'engloberait dans sa totalité. Cet aspect de matriochka (poupées russes), reliées et interagissant entre elles à des échelles différentes, définit la **structure holarchique** d'un système (Figure 7) (Kay and Regier 1999 ; Kay and Schneider 1994 ; Kay *et al.* 1999 ; Boyle 1998).

Si l'on s'intéresse à la **structure** du système, l'objectif d'une approche systémique est de chercher à prendre en compte sa **nature composite** (Smith and Maltby 2003 ; Korn *et al.* 2003 ; Korn *et al.* 1999). En effet, les relations qui relient les différents éléments constitutifs du système ne sont pas uniquement **linéaires** et de nombreux processus de **rétroaction** doivent être pris en compte pour appréhender le fonctionnement d'un système étudié (Dickerson and Kosko 1994 ; Taber 1991 ; Kay and Regier 1999).

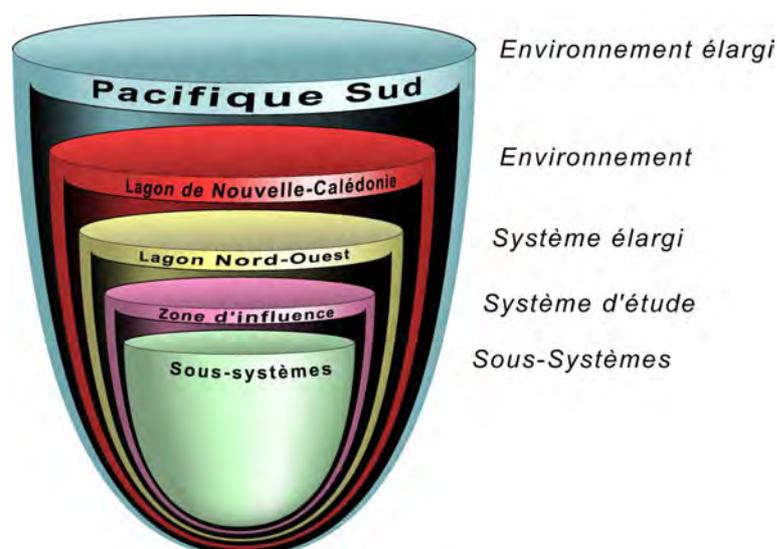


Figure 7 : Exemple d'approche holarchique. Adaptation à notre système de la description du lac Huron de Kay (1999)

Concrètement, lors de l'étude d'un système donné selon une approche systémique, les deux premières étapes sont (Crober 1999 ; Kay 2000a) :

1. de définir précisément les limites spatiales du système
2. de prendre en compte l'ensemble des interactions qui existent entre ce système et l'ensemble des systèmes existants à des échelles inférieures et supérieures.

Dans le cadre de l'étude de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout les limites géographiques sont relativement fixes (Figure 5), l'objectif ici est d'identifier les limites d'un point de vue fonctionnel. Cela consiste à déterminer quels sont les principaux systèmes pouvant influencer ou être influencés par l'évolution du système récifo-lagonaire de la zone d'étude.

Compte tenu de l'ensemble des éléments précédemment décrits, au sein de la zone d'influence du projet Koniambo, trois principaux systèmes ont été identifiés : système Récif-lagon, Système Terrestre et Sociosystème.

- En se plaçant dans un objectif de compréhension du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire, le **système Récif-lagon** constitue l'élément central de cette étude. Celui-ci se compose de deux sous systèmes : les "habitats"<sup>6</sup> et les "ressources ichtyologiques".
- Le second système identifié comme influençant notre système central, est le **système Terrestre**. Ce dernier se compose à son tour de trois principaux sous-systèmes qui interagissent avec les éléments du système d'intérêt : Agriculture et élevage, Aquaculture et enfin Rejets et déchets. Au cours de la phase de construction et d'exploitation du complexe minier, un nouveau sous-système sera à prendre en compte : le Complexe minier lui même.
- Le troisième système à considérer est le **Sociosystème**. Bien qu'il fasse partie intégrante de l'écosystème, il est cependant plus judicieux de le définir comme étant un système à part entière. Cela permet d'identifier et de décrire plus facilement les interactions, souvent complexes qu'il entretient avec les autres systèmes. Dans la zone d'influence du projet Koniambo, deux principales entités se dégagent en termes d'occupation de l'espace par

<sup>6</sup> "L'habitat correspond [...] au lieu où vit l'espèce, à son environnement immédiat, à la fois biotique et abiotique" (Ramade 2002)

l'homme : les villages et les tribus. Compte tenu de la localisation du complexe minier, l'arrivée probable des nouveaux habitants sur zone se fera essentiellement dans les villages de Voh, Koné et Pouembout. Enfin, comme nous l'avons vu précédemment, la tribu d'Oundjo joue un rôle particulier dans la région si on tient compte des bouleversements à venir et des répercussions directes et indirectes qu'ils auront sur le système récifo-lagonaire dont ses habitants dépendent.

L'identification des différents systèmes d'intérêt en fonction des principales interactions qu'ils sont susceptibles d'avoir les uns vis à vis des autres et leurs représentations sous une forme schématique (Figure 8) offre une **première vision** de la structure et du fonctionnement de l'écosystème d'étude dans son intégralité.

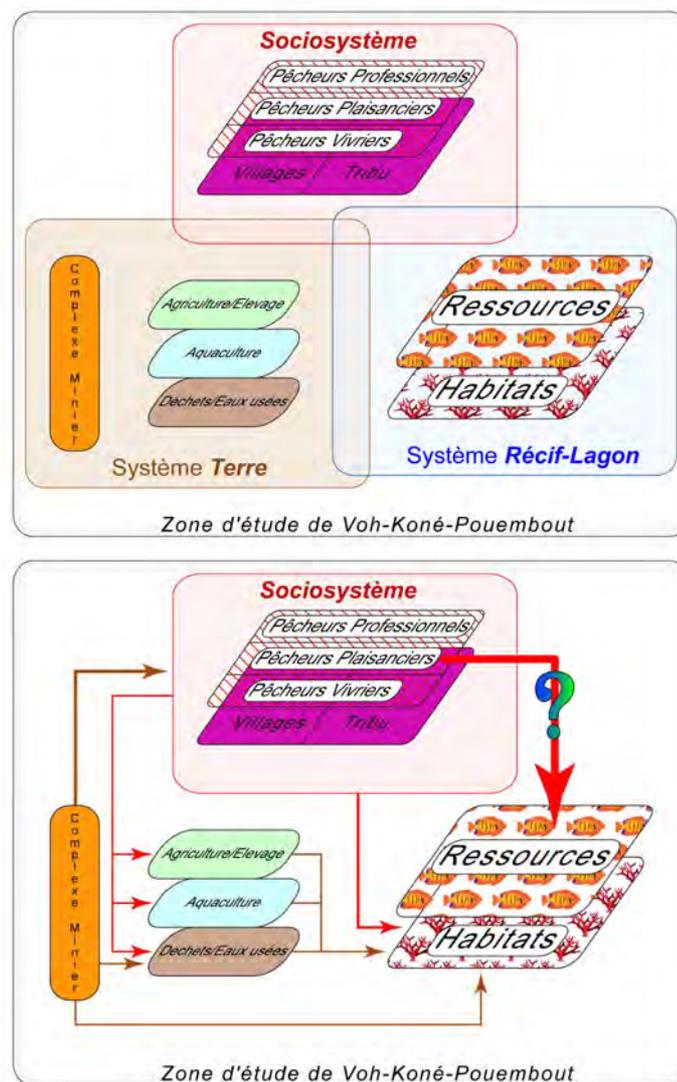


Figure 8 : Structure simplifiée de l'écosystème de la zone de Voh-Koné-Pouembout

### II.3.2. État des connaissances disponibles sur l'écosystème d'étude

Après avoir identifier a priori les principaux éléments à prendre en compte pour appréhender le fonctionnement du système récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout, il est nécessaire de faire un état des connaissances scientifiques déjà disponibles sur zone.

De la même manière qu'il est nécessaire de se placer à différents niveaux d'observation pour établir une vision simplifiée du système d'étude, il est nécessaire de chercher à intégrer les savoirs disponibles à différents niveaux de résolution.

#### 1. Approche spatiale et géographique

Tout comme les autres récifs français, le lagon et les récifs de Nouvelle-Calédonie commencent à être mieux connus au plan géographique, grâce aux travaux de l'Initiative Française pour les Récifs Coralliens (**IFRECOR**).

L'IFRECOR est une action nationale en faveur des récifs coralliens des collectivités de l'Outre-mer, engagée en mars 1999 sur décision du Premier Ministre. Elle est portée par les ministères chargés des secteurs de l'environnement et de l'outre-mer. Le comité local Néo-Calédonien de l'Ifrecor a donc lancé en 2001 une étude pour réaliser une cartographie de l'ensemble des récifs calédoniens. L'ensemble des 1 500 images collectées dans cet objectif sont de type **Landsat 7 ETM+**. Le traitement de ces images et la classification des récifs calédoniens se sont achevés en 2003 (Andréfouët and Torres-Pullizza 2004).

Sur la zone d'étude, en plus de la classification précédente des récifs (Figure 9), des images **satellitaires métriques** (de type **Quickbird**) ponctuelles ont été commandées par Falconbridge, notamment lors de l'établissement de l'état initial (Falconbridge NC SAS 2001b). Enfin l'entreprise a également fait réaliser une couverture complète de la zone par **orthophotos** lors de campagnes de **survol aériens**.

Cependant, aussi précises soient elles, ces images sont ponctuelles et ne permettent pas de percevoir la **dynamique** de fonctionnement de l'écosystème de cette zone d'étude. Pour avoir une idée de l'**évolution temporelle** de ce système, il faudrait réaliser ce type de campagnes à intervalles réguliers. Hélas ceci est très **coûteux** et reste insuffisant car les dimensions biologiques et sociales, ainsi que la dynamique de fonctionnement du système ne sont pas perçues.

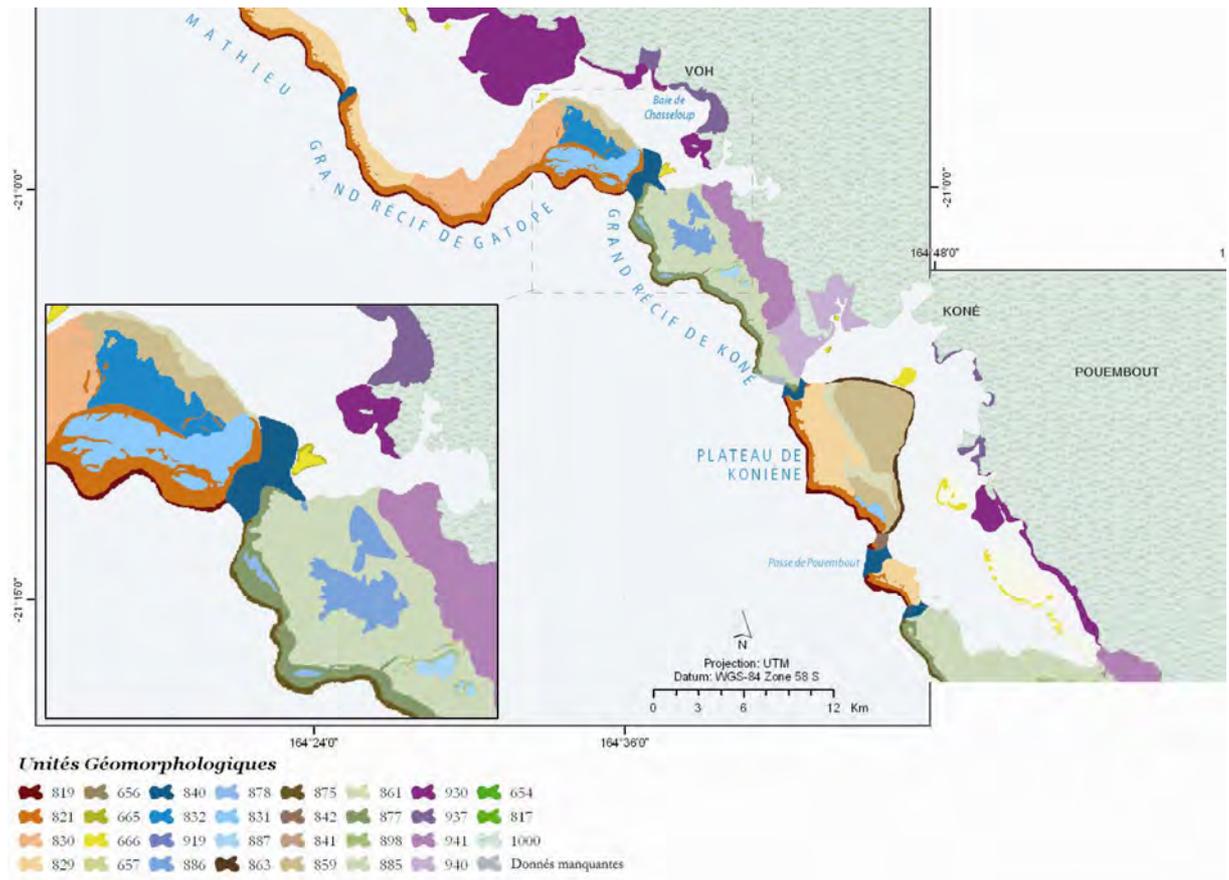


Figure 9 : Classification des récifs de la zone de Voh-Koné-Pouembout selon Andréfouët *et al.* (2004)<sup>7</sup>

## 2. Domaine bioécologique

Le domaine bioécologique est un secteur de recherche très vaste. Compte tenu du caractère halieutique et du centre d'intérêt de ce travail de recherche, seules les connaissances disponibles sur les ressources ichtyologiques récifo-lagonaires sont prises en compte.

En Nouvelle-Calédonie, même si l'impact de la pêche, notamment artisanale, est encore peu connu (Labrosse *et al.* 2000b) (Letourneur, Labrosse, *et al.* 2000 #L009), plusieurs **évaluations de stocks** (notamment en Province Nord) ont été réalisées pour certaines espèces d'intérêt commercial.

Deux approches ont été mises en place :

- Approche directe de l'estimation des stocks par comptages ou prélèvements (Wantiez 1993 ; Kulbicki *et al.* 1994 ; Kulbicki 1997 ; Kulbicki *et al.* 1995 ; Kulbicki *et al.* 2000 ; Kulbicki *et al.* 2004 ; Labrosse *et al.* 1996 ; Labrosse *et al.* 1997 ; Labrosse *et al.* 2000 ; Letourneur *et al.* 1998 ; Letourneur *et al.* 2000 ; Letourneur *et al.* 1997 ; Letourneur *et al.* 2000). Des analyses de la structure des peuplements ont été réalisées (Kulbicki *et al.* 2004), notamment dans un objectif d'optimisation de l'échantillonnage de la zone (Guillemot 2005).

<sup>7</sup> Pour la signification des codes d'unités géomorphologiques, se référer au Tableau 2 p 17-21 d'Andréfouët *et al.* (2004)

- Approche indirecte, en particulier par le biais de la consommation (Leopold 2000 ; Labrosse *et al.* 2000a ; Léopold *et al.* 2004).

Parallèlement des études ont été menées pour connaître les importances relatives de la **pêche artisanale, professionnelle et plaisancière** (Quidet 2000 ; Virly 2000 ; Virly 2001).

Les principaux résultats de l'ensemble des études menées sur le lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie et en particulier dans la zone de Voh-Koné-Pouembout sont synthétisés sous forme de fiches dans le Volume II Annexe 1.

En fait, parmi l'ensemble des données disponibles sur la zone d'étude, seule la mise en place du **suivi des peuplements récifaux et des habitats** par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le Secrétariat générale de la Communauté du Pacifique (CPS) et Falconbridge NC permet d'avoir un recul temporel des connaissances de la zone (Kulbicki *et al.* 2004 ; Merlé 1995). Toutefois, si ces études permettent de constater les variations de l'état des peuplements ichtyologiques récifo-lagonaires de Voh-Koné-Pouembout, elles ne permettent pas d'en comprendre les causes ni les mécanismes, ou, si elles le font, ce n'est que de manière très limitée.

### 3. Domaine halieutique

Au niveau de la pêche professionnelle sur zone, seul un suivi des débarquements du poisson a été instauré depuis 1995 par le Service de l'Aquaculture et de la Pêche en Province Nord.

Mais même si la déclaration des quantités débarquées par espèce est obligatoire pour tout pêcheur professionnel, le manque de contrôle et de suivi amoindrit considérablement la qualité et la fiabilité de ces données.

Les principaux résultats pour la zone de Voh-Koné-Pouembout sont synthétisés sous forme de fiches dans le Volume II Annexe 1.

### 4. Domaine sociologique

Dans le domaine de la sociologie, peu d'études sont spécifiques à la zone concernée. Centrés essentiellement sur la tribu d'Oundjo, seuls les travaux de Horowitz [023 /d] et Houchot (2003) portent sur les relations des habitants de la tribu avec le milieu marin récifo-lagonaire.

D'une manière générale les connaissances disponibles sur le système de la zone d'étude sont relativement **compartimentées** et **parcellaires**. Si elles permettent d'établir une image du système actuel, il ne s'agit que d'instantanés. Il n'est actuellement pas réellement possible d'établir de **liens** entre ces domaines pour appréhender la **structure dynamique** du fonctionnement de ce système.

### III. Problématique de recherche

L'évolution de la zone d'influence du projet Koniambo apparaît donc comme un cas d'étude pertinent pour les pays insulaires de la zone pacifique : c'est une **portion d'un système insulaire tournée vers son lagon**. Des **nuisances directes** (notamment des risques de pollution et des risques d'augmentation des apports terrigènes) et **indirectes** (augmentation de la population et donc des impacts anthropiques, avec notamment un accroissement des rejets urbains et de la pression de pêche) sont attendues sur cette zone, dès le début de la mise en place du projet Koniambo. Au niveau du lagon, tous ces impacts risquent de se traduire par une modification des paysages benthiques, une transformation de la structure des communautés ichtyologiques récifo-lagonaires et une augmentation des pressions de pêche sur les ressources vivantes marines côtières.

A l'image des îles du Pacifique Sud, les connaissances scientifiques disponibles sur le fonctionnement des écosystèmes récifo-lagonaires de la zone d'étude et des ressources associées sont **peu nombreuses** et **fragmentées** (Cornforth 1994 ; Dalzell 1998). Le manque de recul temporel ne permet que d'établir un instantané de l'état du système, sans en percevoir la structure. Par ailleurs, la faible disponibilité de ces connaissances et leur hétérogénéité du point de vue des échelles d'analyse ne permettent pas de répondre de manière appropriée à la question de l'évolution probable de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout.

Finalement, l'une des principales sources de savoir sur le fonctionnement de ce système réside peut-être dans les connaissances traditionnelles accumulées par les différents acteurs locaux (Johannes 1998 ; Johannes *et al.* 2001). Ainsi, là où les données quantitatives font défaut, la prise en compte de données qualitatives doit s'imposer (Ozesmi and Ozesmi 2004 ; Neuman 2000). En effet, même si ces connaissances ne sont pas absolues, l'information qu'elles apportent est souvent loin d'être négligeable (Dalzell 1998 ; Johannes 1998 ; Wilson 1999 ; Jentoft 2000 ; Hollup 2000 ; Johannes *et al.* 2001 ; Visser 2003).

Dans une approche globale **d'amélioration de la compréhension du fonctionnement** d'un écosystème récifo-lagonaire centré sur les ressources ichtyologiques associées, l'objectif de ce travail de recherche est de mettre en place une démarche afin **d'intégrer les connaissances des acteurs locaux** dans cette vision du fonctionnement.

Compte tenu du cadre d'étude, cette démarche doit répondre à **plusieurs attentes** :

- **D'un point de vue scientifique**, ce travail s'inscrit dans la problématique de recherche de l'Unité 128 CoRéUs<sup>8</sup> de l'IRD, dont l'un des objectifs est de définir des règles générales qui gouvernent certains aspects de l'organisation des communautés récifo-lagonaires et de leur exploitation. Les attentes des scientifiques portent donc d'une part sur la capacité d'une méthodologie à **appréhender le fonctionnement** d'un écosystème récifo-lagonaire donné, mais

<sup>8</sup> "Approche écosystémique des Communauté Récifale et de leurs Usage dans le Pacifique insulaire"

surtout sur la **transférabilité** de cette méthodologie et son **applicabilité** à d'autres sites du Sud Pacifique.

● **Pour les gestionnaires industriels du projet Koniambo**, la problématique générale porte sur la volonté de pouvoir faire la **distinction**, parmi **les influences** exercées sur le lagon, entre celles qui sont liées directement à la mise en place du **complexe minier** et celles qui sont liées à **l'augmentation de la population**.

Compte tenu de la proximité physique des populations et du site du projet, les attentes, vis-à-vis de ce travail, portent également sur sa capacité à **récolter les perceptions qu'ont les acteurs locaux** des impacts (positifs comme négatifs) possibles de ce complexe minier sur l'écosystème récifo-lagonaire, afin d'intégrer les attentes, craintes et questionnements des populations locales concernant le projet Koniambo, pour pouvoir y répondre au mieux.

● **Du point de vue des gestionnaires des pêches de la Province Nord**, l'intérêt de cette étude porte essentiellement sur la possibilité de récolter la vision des acteurs locaux sur le fonctionnement de l'écosystème. Les gestionnaires des pêches souhaitent pouvoir **appréhender la complexité** et les **spécificités** de l'écosystème récifo-lagonaire, notamment par le biais de la vision des acteurs locaux, afin de les **intégrer** dans leurs mesures de gestion des ressources associées.

Pour répondre à l'ensemble de ces questionnements, compte tenu des objectifs de ce travail de recherche, la démarche va consister à **récolter le savoir** des différents acteurs sur la **structure** et le **fonctionnement** de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone d'étude. En effet, que ce soit les scientifiques, les gestionnaires industriels, les gestionnaires des pêches, ou les différents pêcheurs, chacun va percevoir le système qui l'entoure à travers une grille d'analyse qui lui est propre (Bauer 1975). Nous avons donc privilégié une méthodologie permettant de capter chacune de ces visions est récoltée au cours d'entretiens individuels, par le tracé de diagrammes causaux spécifiques : les **cartes cognitives** (Axelrod 1976). Ces visions individuelles sont ensuite **agrégées** en **cartes cognitives de groupes** (Crossan 1991). La concaténation de ces savoirs individuels permet ensuite d'obtenir une vision globale des acteurs locaux du fonctionnement de l'écosystème qui les entoure (Fiol and Huff 1992 ; Ozesmi 1999). Par ailleurs, le **couplage** de la **cartographie cognitive** avec une **ontologie** va permettre de comparer les visions des différents groupes d'acteurs et d'identifier ainsi les ressemblances et divergences des points de vue. Comprendre les perceptions des autres est une étape préliminaire essentielle, notamment dans une perspective de gestion intégrée des zones côtières.

La présentation des travaux réalisés dans le cadre de ce travail de recherche s'organise donc autour de 3 principaux chapitres :

1 \_ En se basant sur la structure initiale de l'écosystème de Voh-Koné-Pouembout, le **premier chapitre** de ce travail de recherche consiste à **identifier les acteurs et les catégories d'acteurs** susceptibles de jouer un rôle plus ou moins direct dans le fonctionnement de ce système.

Ce chapitre vise essentiellement à présenter une **synthèse des connaissances et perceptions** des acteurs locaux sur le fonctionnement du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout et plus particulièrement sur les évolutions de l'état de ses ressources ichthyologiques dans le temps.

2 \_ Le **second chapitre**, plus théorique, présente les deux approches utilisées dans ce travail de recherche : la **cartographie cognitive** et l'**ontologie**. L'objectif de ce chapitre est de mettre en perspective ces deux méthodologies dans ce cadre d'étude spécifique, ainsi que de présenter les principaux résultats et de faire une synthèse des avantages et des inconvénients rencontrés lors de leur mise en application.

3 \_ Enfin le **troisième chapitre** présente les différentes démarches qui ont été développées et appliquées dans le cadre de ce travail de recherche pour **homogénéiser les visions** des différents acteurs sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout, afin de pouvoir les comparer les unes aux autres.

Enfin, une discussion générale permet de **mettre en perspective** la méthodologie proposée dans cette étude, en confrontant les résultats obtenus aux connaissances des acteurs locaux précédemment récoltées et en analysant dans quelle mesure cette méthodologie **répond aux attentes** formulées par les différents acteurs.



## *Synthèse*

C'est dans le **Pacifique Sud** que se trouvent certains des plus beaux lagons du monde. Ces écosystèmes sont caractérisés par l'exceptionnelle richesse et diversité des paysages sous marins, mais aussi et surtout par leur très grande fragilité.

Parmi les **perturbations naturelles** possibles de cet écosystème corallien, les épisodes cycloniques et les invasions de l'étoile *Acanthaster planci* sont les deux principales sources de bouleversements. Au niveau mondial, les changements climatiques chroniques (réchauffement du climat) et épisodiques (ENSO), constituent l'une des plus grandes menaces potentielles pour ces écosystèmes.

Parallèlement, **l'augmentation de la population** associée au développement économique génère également de nombreux impacts fortement négatifs sur ces milieux : dégradations physiques (constructions portuaires ou d'infrastructures), ou physico-chimiques (eaux usées, effluents agricoles, apports terrigènes). La **pêche** pratiquée par ces populations constitue l'une des perturbations majeures des écosystèmes, en modifiant les relations d'équilibre trophique entre les différentes communautés. Enfin le **développement touristique** dans ces îles constitue un facteur aggravant.

Compte tenu de l'importance des **ressources associées aux écosystèmes récifo-lagonaires** pour les populations locales (notamment comme source principale de protéine animale dans leur alimentation) la **gestion durable** de ces ressources et de leurs usages constitue l'une des priorités de ces pays insulaires.

Cependant, le peu de connaissances scientifiques disponibles concernant le fonctionnement de ces écosystèmes complexes nécessite **l'intégration du savoir traditionnel** des communautés locales dans une **approche écosystémique**, afin d'améliorer la **compréhension de leur fonctionnement**.

Au Nord-Ouest de la **Nouvelle-Calédonie**, sur la zone de **Voh-Koné-Pouembout**, la mise en place d'un **complexe minier** en bordure de lagon dans cette zone, à proximité de la **tribu de pêcheurs d'Oundjo**, va engendrer toute une série d'impacts directs et indirects sur l'écosystème environnant.

En corollaire, un **doublement**, voir un triplement, de la **population** sur la zone (essentiellement dans les villages), est attendu au cours des 10 prochaines années. L'augmentation massive et brutale des impacts anthropiques associés va fortement retentir sur l'état de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone. Les conséquences seront alors fortement dommageables tant pour l'écosystème lui-même que pour la tribu de pêcheurs adjacente.

Une **approche écosystémique** a permis de proposer une vision schématique du **fonctionnement de l'écosystème** de la zone d'étude de Voh-Koné-Pouembout, en identifiant les principaux systèmes en interaction. Compte tenu du **manque de données scientifiques** et de **recul temporel** sur ce fonctionnement, nous proposons de chercher à appréhender le savoir accumulé des populations locales.

Dans une approche globale **d'amélioration de la compréhension du fonctionnement** d'un écosystème récifo-lagonaire, l'objectif de ce travail de recherche est de mettre en place une démarche qui permettra **d'intégrer les connaissances des acteurs locaux** dans cette vision du fonctionnement.



*Chapitre I*

***RECOLTE DU SAVOIR COMMUN PARTAGE***



## I. Matériel et méthodes

### I.1. Identification des catégories d'acteurs

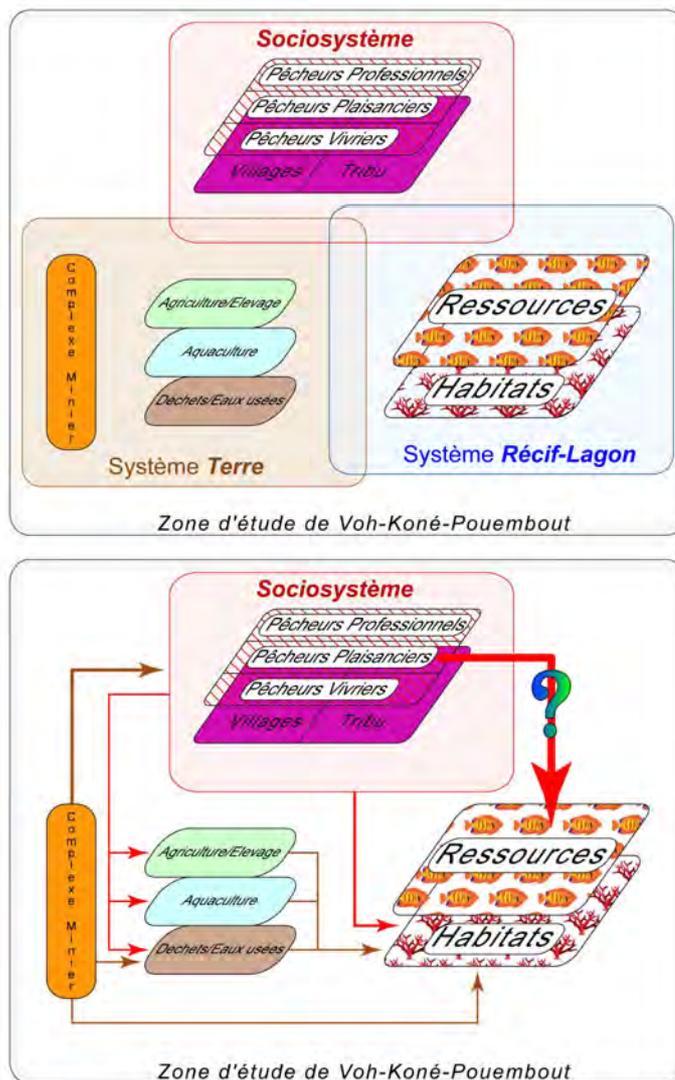
D'une manière générale, un **acteur** peut être défini comme un individu prenant une part déterminante dans une action (Le Robert 2006). En matière de gestion, ce terme désigne des **entités** (individus, représentants d'un groupe, administration ou toute entité juridique) ayant un **intérêt en commun**. Dans une approche environnementale, cet intérêt commun porte sur une **ressource**, que ce soit pour son devenir, son utilisation ou tout résultat lié à cette utilisation (Clark 2002). D'une manière générale le terme de ressource désigne l'élément d'un écosystème en **interaction** avec l'homme (Lasswell and McDougal 1992 ; Clark *et al.* 2000). En ce sens, le terme anglais de *Stakeholder* est plus approprié puisqu'il signifie littéralement : "*qui détient des intérêts*", ce qui donne en plus la notion d'implication de l'acteur (voir d'appropriation) au niveau de ces ressources.

Par la suite, pour éviter toute ambiguïté, le terme d'**acteur** sera utilisé pour définir un individu unique et le terme de **catégorie d'acteurs** désignera un groupe d'acteurs.

Dans le cadre de cette étude, l'identification des différentes catégories d'acteurs s'est faite par la combinaison de **deux approches** distinctes (théorique et pragmatique), tout en laissant à l'enquêteur la possibilité de **réajuster les limites** des catégories identifiées au préalable compte tenu de la réalité du terrain.

#### I.1.1. 1ère étape : Une approche systémique

Dans le cadre de la zone d'étude de Voh-Koné-Pouembout, deux principaux systèmes ont été identifiés comme pouvant influencer directement l'état des ressources récifo-lagonaires : le sociosystème et le système terrestre. Dans une approche holarchique, une analyse plus fine de cet écosystème d'étude, montre une sous-structuration de chacun des systèmes en sous-systèmes (Introduction générale Figure 8).



Introduction générale Figure 8 : Rappel de la structure simplifiée de l'écosystème de la zone de Voh-Koné-Pouembout

La démarche d'identification des acteurs s'appuie sur cette représentation synthétique du système d'étude. Elle consiste à identifier quels sont les acteurs ou catégories d'acteurs qui sont les plus **représentatifs** des différents systèmes et sous-systèmes d'études pris en compte (Introduction générale Figure ).

Pour certains systèmes, la relation "Système ⇔ Acteurs" est **immédiate**, comme par exemple le couple "Agriculture/Élevage ⇔ Agriculteurs/Éleveurs".

Cependant il serait très réducteur de ne se restreindre qu'à cette correspondance directe. En effet, si l'on reprend l'exemple ci-dessus, il est possible de déterminer une autre catégorie d'acteurs associée au système Agriculture/Élevage : les gestionnaires de l'agriculture et de l'élevage.

De la même manière qu'il a fallu considérer plusieurs niveaux d'imbrication dans la définition du système d'étude (approche holarchique), il est nécessaire de raisonner à **plusieurs niveaux d'influence** (directe, indirecte, indirecte au second degré, ...) pour définir les différentes catégories d'acteurs.

### 1.1.2. 2ième étape : Une approche sociologique

Toutefois, cette analyse directe ne suffit pas à identifier l'ensemble des catégories d'acteurs influençant plus ou moins directement les ressources récifo-lagonaires. Deux autres approches sont possibles. La première consiste à se baser sur l'ensemble des **connaissances descriptives disponibles** des acteurs de la zone. Cette source de savoir réside essentiellement dans les études (souvent à caractère sociologique et géographique) réalisées sur zone.

La seconde consiste à identifier des **personnes-ressources** (Blanchet and Gotman 1993). Il s'agit d'individus reconnus pour leurs connaissances, leur recul et leur compréhension des articulations entre les différentes catégories d'acteurs (forces, tensions, faiblesses, luttes d'influence et de pouvoir) (Lasswell 1971). Ces individus sont généralement des personnes confrontées à l'ensemble des acteurs possibles et exercent souvent un rôle de médiateur. Typiquement, il s'agira de chargés de missions, de responsables de communication ou des médias locaux.

S'il est relativement aisé d'avoir accès à la première source de connaissance (sous réserve de disponibilité des rapports, parfois confidentiels), il est nettement moins évident d'identifier les personnes-ressources, compte tenu du caractère souvent tacite des rapports et relations existant entre les différents acteurs. Cependant, ces informations peuvent être obtenues au cours d'entretiens.

En ce qui concerne notre système d'étude, l'approche basée sur la connaissance des acteurs a mis en évidence la nécessité de faire une **dichotomie entre village et tribu**, notamment en ce qui concerne les pêcheurs. En effet, les habitudes de pêche (méthodes et surtout zones de pêche) sont suffisamment différentes pour qu'il soit nécessaire de faire cette distinction (Service territorial de la Marine Marchande et des pêches maritimes 1988 ; Horowitz 2003 ; Houchot 2003).

Enfin, l'approche basée sur l'identification des personnes ressources nous a permis d'identifier de nouveaux acteurs, comme par exemple la catégorie "Autres gestionnaires". Si l'on ne s'était contenté que de l'analyse directe des interactions entre systèmes (Introduction générale Figure ), cette catégorie n'aurait très certainement pas été prise en compte. En effet leur rôle sur l'état des ressources récifo-lagonaires de la zone d'étude n'est ni immédiat (comme les pêcheurs) ni indirect (comme des gestionnaires des pêches), mais se place à un troisième degré d'influence. Il s'agit en effet d'associations qui vont parfois faire le lien entre pêcheurs et gestionnaires, ou servir d'organes externes de surveillance (voir d'alarme) de l'état des ressources. Ce cas de figure reflète parfaitement la nécessité de ne pas se focaliser sur le système d'intérêt et de **combiner plusieurs angles d'approches** pour obtenir une vision globale du fonctionnement du système d'étude.

D'une manière générale, l'un des points les plus difficiles est de déterminer les différentes sources de savoir (Taber 1991).

Finalement **15 catégories** différentes d'acteurs ont ainsi été **initialement** définies (Figure 1) :

- Les pêcheurs professionnels (Villages/Tribus)
- Les pêcheurs plaisanciers (Villages/Tribus)
- Les pêcheurs vivriers (Villages/Tribus)
- Les utilisateurs non pêcheurs du lagon (Villages/Tribu)

- Les aquaculteurs
- Les agriculteurs
- Les gestionnaires des pêches et de l'aquaculture
- Les gestionnaires de l'agriculture, environnement et eaux usées
- Les gestionnaires industriels (Falconbridge)
- Les autres gestionnaires
- Les scientifiques

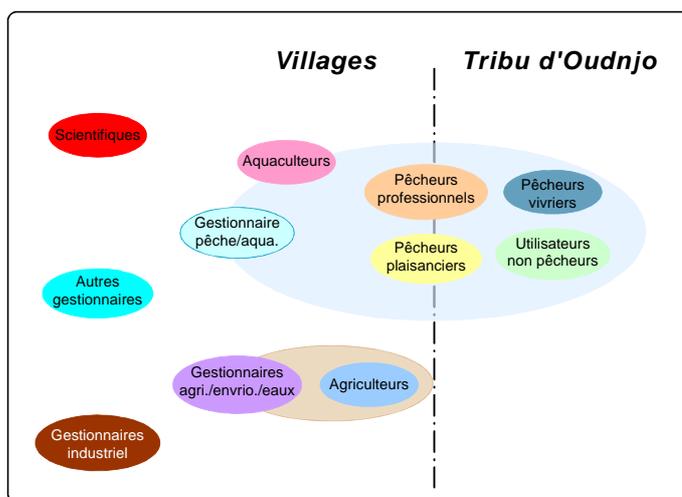


Figure 1 : Identification des différentes catégories d'acteurs

### 1.1.3. 3<sup>ème</sup> étape : Confrontation avec la réalité perçue

Il est fondamental de souligner le caractère non exhaustif de cette liste. En effet, la non prise en compte des filtres individuels de perception au cours des entretiens avec les personnes ressources, tout comme la diversité des sujets et des objectifs des études déjà réalisées sur zone, favorisent l'établissement d'un biais dans l'identification des catégories d'acteurs.

Au cours de la réalisation des enquêtes, il est donc nécessaire de s'assurer de la bonne concordance entre la catégorie d'appartenance présumée d'un acteur interrogé et sa catégorie d'appartenance réelle (Clark 2002).

Dans le cas où il y a inadéquation entre la liste des différentes catégories d'acteurs définie initialement et la réalité terrain, il ne faut pas hésiter à redéfinir cette liste.

Par exemple, il se peut qu'initialement deux catégories distinctes A et B aient été définies. Une fois les différents acteurs rencontrés, il se peut que la différence entre la catégorie A et B soit imperceptible. A ce moment là, il est préférable de fusionner ces deux catégories initiales en une seule et même catégorie AB.

### 1.1.4. Description des différentes catégories d'acteurs

#### 1. Pêcheurs

Le terme de pêcheur regroupe plusieurs catégories.

**Les pêcheurs professionnels** : Il s'agit de la catégorie la plus aisée à définir. En effet d'un point de vue administratif, un pêcheur est identifié comme professionnel par le Service des Pêches et de l'Aquaculture à partir du moment où il est à la fois en possession d'un numéro de RIDET<sup>1</sup> et d'une licence de pêche.

**Les pêcheurs vivriers** (sens strict) sont définis comme des individus dont les ressources en protéines animales dépendent majoritairement des produits de la pêche.

D'un point de vue administratif, un **pêcheur plaisancier** est défini comme étant un pêcheur non professionnel. Ainsi, il n'y a donc pas de distinction entre pêcheur vivrier et plaisancier. Pour cette raison, un pêcheur plaisancier sera défini comme un pêcheur non professionnel, mais disposant d'un revenu non associé à la pêche lui permettant de ne pas dépendre de celle-ci en matière de ressources protéiniques.

## 2. Utilisateurs non pêcheurs

Un utilisateur non pêcheur du lagon est un individu qui utilise le lagon à des fins personnelles ou professionnelles, mais qui ne cible pas les ressources ichtyologiques récifo-lagonaires. Il s'agira par exemple de plongeurs, ou de plaisanciers pratiquant des sports nautiques.

Cependant, qu'il soit plongeur ou plaisancier, son impact sur les récifs et ses ressources associées est loin d'être négligeable (Davis 1977 ; Rouphael and Inglis 2001 ; Rouphael and Inglis 2002 ; Tratalos and Austin 2001 ; Zakai and Chadwick-Furman 2002 ; Gallo *et al.* unpublished). C'est pourquoi cette catégorie a été prise en compte dans le cadre de cette étude.

## 3. Gestionnaires des pêches et de l'aquaculture

La gestion de la pêche et de l'aquaculture est devenue compétence provinciale, depuis les accords de Nouméa (Anonyme 1998).

L'objectif du **Service de la Pêche et de l'Aquaculture** est de mettre en place et de communiquer sur les réglementations relatives à la gestion des ressources marines. Le service participe également au développement et au suivi des projets des filières pêche et aquaculture. Il fournit, entre autre, une aide technique dans différents domaines (formation, subvention de projets, études de faisabilité) et met en œuvre les moyens nécessaires à la mise en place et à la gestion de nouvelles filières d'exploitation des ressources marines (pêche côtière, pêche hauturière, aquaculture diversifiée). La mission du service comprend également l'encadrement de l'ensemble des activités ayant un rapport avec l'environnement marin.

---

<sup>1</sup> RIDET : Répertoire d'Identification des Entreprises et des Établissements. Identifiant du répertoire ISEE (Institut de la Statistique et des Études Économiques – Nouvelle-Calédonie) fondé par l'arrêté n° 83661/CG du 20 décembre 1983 permet l'identification précise, stricte et unique des entreprises et établissements de Nouvelle-Calédonie auprès de l'administration. Il a également une finalité statistique dans le cadre de la collecte et de la codification des renseignements économiques.

#### **4. Gestionnaires de l'agriculture, de l'environnement et des eaux usées**

Tout comme pour le domaine de la pêche et de l'aquaculture, la Province Nord a compétence en matière de **gestion de l'agriculture/élevage**, de **l'environnement** et des **déchets** (Anonyme 1998).

L'augmentation de l'occupation du milieu terrestre par l'homme n'est pas sans conséquences sur l'évolution de l'état des récifs et des ressources associées (Chabanet *et al.* 1995 ; Hodgson 1999 ; Nystrom *et al.* 2000). C'est pourquoi, les catégories d'acteurs associées directement ou indirectement à ces domaines ont été incluses dans cette étude.

Compte tenu du faible nombre de gestionnaires dans ces deux domaines (agriculture, environnement et eaux usées) sur la zone d'étude et de la similarité de leurs problématiques (notamment vis-à-vis du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire) ils ont été rassemblés en une seule catégorie.

#### **5. Agriculteurs**

L'agriculture est encore relativement peu développée dans l'ensemble de la plaine agropastorale de Voh-Koné-Pouembout. Les cultures, surtout maraîchères du côté de Pouembout, n'ont pas un caractère intensif et le taux d'utilisation des engrais et des pesticides reste relativement faible. L'élevage, essentiellement allaitant et équin, se pratique à de très faibles chargements (moins de 1 UGB/ha). Le seul risque ponctuel de pollution réside dans une mauvaise gestion des "bains à bétail", notamment en bordure de rivière. C'est la raison pour laquelle les éleveurs ont été considérés comme catégorie d'acteurs.

#### **6. Aquaculteurs**

L'activité crevettière est en **pleine expansion** en Nouvelle-Calédonie, notamment en Province Nord où plusieurs projets de petites et moyennes échelles sont en cours d'élaboration.

Dans la zone Voh-Koné-Pouembout, deux grandes fermes aquacoles sont présentes (Volume II Figure 3). Compte tenu des impacts potentiels de ce type d'activité en bordure de lagon lors de la mise en place des fermes (Chevillon 1999 ; Garrigue *et al.* 1999), ainsi que lors de leurs exploitations (Jackson *et al.* 2003 ; Bio *et al.* 2004), cette catégorie d'acteurs ne pouvait être tenue à l'écart de cette étude.

Les responsables des exploitations ont donc été identifiés comme acteurs ressources pour cette catégorie.

#### **7. Autres gestionnaires**

Dans la zone d'étude, plusieurs entités visent à protéger l'environnement, notamment lagonaire, ainsi que les ressources associées. Il s'agit essentiellement **d'associations de protection de l'environnement** et des **syndicats d'initiatives**.

#### **8. Scientifiques**

Plusieurs projets scientifiques ont été mis en place sur la zone d'étude, en partenariat avec l'entreprise minière Koniambo Nickel SAS. Un suivi des ressources ichthyologiques annuel a été

mis en place depuis 3 ans (Kulbicki *et al.* 2004 ; Guillemot 2005). Compte tenu du rôle influent que peut avoir la communauté scientifique dans la gestion des ressources lagunaires par ses travaux de recherches et les conclusions établies, cette catégorie d'acteurs a nécessairement été prise en compte, même si elle n'apparaissait pas sur le schéma initial de détermination des systèmes (Introduction générale Figure ).

## 9. Gestionnaires industriels (Falconbridge)

Dans le cadre de sa politique de développement durable, en matière d'environnement, le Projet Koniambo s'est engagé à respecter les conventions, les politiques, les lois et les règlements applicables en Nouvelle-Calédonie, les normes de la Banque Mondiale et celles auxquelles le Canada souscrit (Falconbridge NC SAS 1999).

Dans cette optique, une étude environnementale de base a été réalisée en 2001 (Falconbridge NC SAS 2001), ainsi qu'une étude d'impact en 2005 (ROCHE 2005). Cependant, même si la mine se situe à une distance relativement importante du lagon (Volume II Figure 3 et 4), les risques d'impacts sur ce dernier ne sont pas négligeables, notamment par le biais du ruissellement (Letourneur *et al.* 1998).

Au sein de Koniambo Nickel SAS, le **Service Environnement** est chargé de réaliser le suivi environnemental au cours de la mise en place du complexe minier et de l'exploitation de la mine. Les personnes responsables de la partie marine de ce service ont donc été identifiées comme personnes ressources pour cette catégorie.

## 10. Acteurs ayant une "double casquette"

Il n'est pas rare que parmi les différentes personnes ressources identifiées, certaines personnes puissent appartenir à **plusieurs catégories** d'acteurs. Par exemple il n'est pas impossible qu'un agriculteur de profession soit pêcheur durant ses moments de loisir.

Il convient donc de faire très attention lors de la rencontre de ces personnes, à bien préciser avec "*quel acteur*" on souhaite s'entretenir.

Il faut cependant noter que dans certains cas, si cette distinction n'est pas faite, ceci ne portera que modérément préjudice à la fiabilité des données récoltées. En effet, il n'est pas souhaitable de dissocier le cognitif de l'affectif (Cossette and Audet 1992).

L'objectif de cette étude est de récolter la vision idiosyncratique des différents acteurs sur le fonctionnement du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout. Par conséquent si un gestionnaire des pêches est lui-même pêcheur loisir, il ne pourra qu'avoir une meilleure vision du fonctionnement du système qu'il gère. Et la représentation qu'il en aura sera une synthèse de son vécu professionnel et personnel. Les données récoltées seront plus fiables.

Cependant, ceci ne reste vrai que dans la mesure où cette synthèse est réalisée, c'est-à-dire que la personne interrogée ne se transpose pas entièrement dans une autre catégorie, en omettant de donner le point de vue pour lequel elle est interrogée. A titre d'exemple ceci reviendrait pour un agriculteur à ne parler que de son loisir de pêche, sans aborder le point de vue de l'acteur "agriculteur".

## 11. Particularité des Gestionnaires et des Décideurs

Que ce soit au niveau des villages ou des tribus, il est important de ne pas confondre gestionnaires et décideurs.

Le terme de *décideur* signifie littéralement "qui prend des décisions" (Le Robert 2006). Cette précision qui peut paraître anodine voir ironique, montre qu'il est nécessaire de faire une distinction entre les personnes qui mettent en place des réglementations (les gestionnaires) et les personnes qui votent leur application (les décideurs).

L'un des rôles des **gestionnaires** est de gérer la ressource ichthyologique récifo-lagonaire, notamment en se basant sur une connaissance de l'état des ressources pour mettre en place un processus de gestion afin d'assurer la durabilité de ces ressources.

A l'inverse, les **décideurs**, le plus souvent des personnes engagées dans la vie politique, n'ont pas d'influence, au sens stricte du terme, sur l'évolution de l'état des ressources récifales. En effet, leur rôle est de valider ou non une loi ou une proposition faite par les gestionnaires. Leur influence directe sur l'état des ressources récifo-lagonaire reste donc très limitée.

Pour cette raison, seuls les différents types de gestionnaires ont été pris en compte comme catégories d'acteurs ressources.

## **I.2. Identification des acteurs au sein de chaque catégorie : choix de la méthode d'échantillonnage**

Pour récolter le savoir commun, c'est-à-dire les connaissances sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire des différents acteurs de la zone de Voh-Koné-Pouembout, la démarche utilisée vise à privilégier des entretiens individuels. Une fois les catégories d'acteurs identifiées, il est nécessaire d'adopter une stratégie d'échantillonnage adaptée à chacune des catégories.

Compte tenu de la forte disparité dans le nombre d'acteurs au sein de chacune de ces catégories, deux approches ont été envisagées.

### **I.2.1. Cas des catégories à faible nombre d'acteurs**

Dans le cas des catégories constituées d'un très faible nombre d'acteurs (1 à 3 personnes), la méthodologie d'échantillonnage utilisée consiste alors simplement à interroger la totalité ou quasi-totalité des personnes appartenant à cette catégorie.

Compte tenu des spécificités de la zone d'étude, ce type d'échantillonnage sera parfaitement adapté pour des catégories comme :

- Les pêcheurs professionnels (Villages/Tribu)
- Les aquaculteurs
- Les gestionnaires des pêches et de l'aquaculture
- Les gestionnaires de l'agriculture, environnement et eaux usées
- Les autres gestionnaires
- Les scientifiques
- Les gestionnaires industriels (Falconbridge)

## 1.2.2. Cas des catégories à grand nombre d'acteurs

Contrairement au cas précédent, les pêcheurs plaisanciers, vivriers et les utilisateurs non-pêcheurs du lagon sont des catégories où le nombre d'acteurs est trop important pour pouvoir effectuer un échantillonnage total.

Compte tenu des différences entre les populations des villages et de la tribu d'Oundjo (densité, mais surtout traditions et coutumes), deux stratégies d'échantillonnage différentes ont été mises en place.

### 1. Au sein des villages

Même s'il s'agit de villages de petites et moyennes tailles (Voh = 2 000 hab., Koné = 4 100 hab., Pouembout = 1 200 hab.<sup>2</sup>), ils se structurent suivant un modèle européen. Il s'agit donc d'effectuer un échantillonnage. Plusieurs méthodes ont été envisagées :

1/ en partant du principe que tout pêcheur possède un bateau pour aller pratiquer son activité sur le lagon et que chaque bateau doit être immatriculé auprès des **Affaires Maritimes**, ces dernières ont été contactées afin d'obtenir une liste nominative des personnes possédant un bateau sur la zone de Voh, Koné et Pouembout. A partir de cette liste, un tirage aléatoire aurait permis d'échantillonner les différentes catégories d'utilisateurs du lagon.

Cependant, pour des raisons de confidentialité (Loi informatique et liberté), il n'a pas été possible de se procurer une telle liste.

2/ la seconde méthode envisagée consiste à **déambuler** dans les villages, en interrogeant de manière **aléatoire** ou **systématique** les personnes rencontrées (Ardilly 1994). Il est également possible de réaliser une telle démarche parmi les habitations, en se basant sur la présence ou non d'une embarcation à proximité des maisons.

3/ enfin, la 3<sup>ème</sup> méthode, consiste à reprendre la **liste des personnes** interrogées dans le cadre d'enquêtes réalisées en 2002 (Poignonec 2002). L'un des objectifs de ces enquêtes était de définir la part relative des différentes catégories d'utilisateurs du lagon (plaisanciers, professionnels, vivriers, utilisateurs non-pêcheur et non-utilisateurs) parmi la population du village de Koné. Par échantillonnage aléatoire, 147 personnes avaient été interrogées. Si aucun nom n'a été cité lors de la synthèse de ces enquêtes, les données originales, nominatives, ont été conservées.

Parmi ces méthodes, la 3<sup>ème</sup> est apparue comme la plus efficace. En effet, les différentes catégories d'acteurs étaient déjà identifiées et ce, de manière nominative. En retrouvant les coordonnées individuelles, il était donc possible de reprendre contact avec une partie des personnes rencontrées en 2002. Un **échantillonnage aléatoire** a été réalisé au sein de chacune des catégories, avec pour objectif de rencontrer le maximum d'acteurs au sein de chacune de ces catégories.

Par ailleurs, la rencontre des différents acteurs se faisant sous la forme d'entretiens individuels, il est possible de demander à toute personne enquêtée si elle connaît d'autres personnes susceptibles d'être intéressées par ce type d'étude afin de les contacter. Ceci permet également **d'augmenter efficacement** le réseau des personnes ressources.

---

<sup>2</sup> Données INSEE-ITSEE (1997)

Enfin pour toucher le maximum de personne, les médias locaux ont été sollicités (l'article publié est disponible en Annexe 5, Volume II).

## 2. Au sein des tribus

Compte tenu des spécificités tribales (population restreinte, structure clanique, traditions et coutumes fortes), deux méthodes d'échantillonnage ont été envisagées :

1/ la première méthode se base sur la technique d'échantillonnage retenue pour les villages. Suite aux travaux réalisés en 2002 (Poignonec 2002) et en 2003 (Houchot 2003) au sein de cette tribu, les deux listes suivantes avaient été établies :

- la liste quasi-exhaustive des personnes habitant la tribu
- la liste des personnes rencontrées en 2002 par catégorie d'acteurs

Par **échantillonnage aléatoire** au sein des différentes catégories, il est alors possible de chercher à enquêter le maximum de personnes.

2/ la seconde approche s'appuie sur les **spécificités tribales**. Après une période de rencontre, de prise de contacts et d'intégration dans le contexte tribal, cette méthode consiste à demander aux personnes de la tribu quels sont les individus représentatifs de chaque type de catégories d'acteurs.

Si la deuxième méthode est plus longue que la première, elle permet d'obtenir des **données beaucoup** plus fiables car elle se heurte moins à la volonté d'instrumentalisation de l'enquêteur de la part des personnes interrogées. Ce dernier critère, jugé comme essentiel pour ce travail, a été déterminant dans le choix de la seconde méthode.

## I.3. Entretien et synthèse des connaissances

### I.3.1. Déroulement de l'entretien auprès des acteurs rencontrés

L'entretien se déroule en quatre principales *étapes*, s'articulant autour des trois thèmes : *Passé*, *Présent* et *Futur*.

Quelle que soit la personne rencontrée, l'entretien est basé sur un questionnement ouvert (Allard-Poesi 1996). L'enquêteur reste le plus neutre possible, tant dans la formulation de ses questions (Grize 1989), que dans ses propos (Watzlawick *et al.* 1979), ou son attitude (Argentin 1989).

#### 1. 1/ Présentation

La première partie de l'entretien débute par une présentation de l'enquêteur ainsi que du sujet d'étude. Les **trois règles de base** de l'interview sont alors rappelées (Beaud and Weber 2003) :

- Confidentialité
- Possibilité d'arrêter l'entretien à tout moment pour le reprendre plus tard

- Confiance mutuelle : l'objectif de cet entretien n'est pas de juger la personne, mais de chercher à comprendre son point de vue

Il est alors demandé l'autorisation **d'enregistrer l'entretien**. L'objectif de cet enregistrement est double. Le premier est de garder une trace de l'entretien de façon à pouvoir retrouver les termes exacts utilisés par la personne au cours de la discussion. Le second objectif, plus pratique, est surtout de pouvoir parler directement et librement avec la personne enquêtée, sans avoir à prendre de notes en permanence. Ceci favorise les échanges et facilite le dialogue (Beaud and Weber 2003).

Lors de ce premier contact, il est capital d'établir une **relation de confiance** entre l'intervieweur et l'interviewé (Cossette and Audet 1992 ; Laukkanen 1994).. Ce type d'entretien a pour but de comprendre et de partager le savoir des gens. Cette d'approche se base donc sur la volonté des individus à partager leurs connaissances. Si l'enquêté perçoit correctement l'objectif de l'enquête et le rôle que lui même peut jouer dans cette finalité, un climat de confiance s'établit et les langues se délient. Le savoir ainsi récolté est moins biaisé.

Le principal biais rencontré est la volonté **d'instrumentalisation de l'enquêteur**<sup>3</sup> par la personne interrogée. En effet, selon leurs implications dans la vie communautaire locale ou leurs affinités avec d'autres catégories d'acteurs, il n'est pas rare que certaines personnes interprètent mal la finalité de l'enquête. Ils adoptent une stratégie qui cherche à influencer le point de vue de l'enquêteur pour le rallier à sa cause, ou à défaut, pour influencer son jugement.

Pour **limiter ce biais**, l'objectif de cette première partie d'entretien, informelle, est de faire comprendre à la personne interrogée l'inutilité de mettre en place toute stratégie d'instrumentalisation. Le principe est de lui laisser sous entendre que sa position et son point de vue vis-à-vis du problème évoqué sont en partie connus de l'enquêteur et que tout ce qui pourra être dit, sera nécessairement nuancé selon ces données. Ceci invite fortement la personne à se débarrasser de ses préjugés en donnant son propre point de vue. Il est donc nécessaire au préalable de **croiser des informations** sur les relations entre les acteurs, leurs points de vue respectifs et d'une manière plus générale d'appréhender la **compétition sociale locale**.

Lorsque la personne enquêtée prend la parole, elle commence généralement par se positionner par rapport au sujet évoqué. Elle se présente et **s'identifie** naturellement à une catégorie d'acteurs. C'est à ce moment précis qu'il faut identifier toute déviation possible afin de limiter tout biais futur. Il n'est pas rare qu'une même personne appartienne à **plusieurs catégories d'acteurs**. Dans ce cas de figure, il est important que l'enquêteur précise avec quel acteur il souhaite s'entretenir. Cependant il est évident que cette personne aura tendance à "changer de casquette" selon le thème abordé. Ceci ne doit pas être perdu de vue au cours de l'entretien.

Pour conclure, il est très important de noter que malgré le **caractère souvent officieux** de cette étape, elle est essentielle pour **optimiser la fiabilité** de l'ensemble des entretiens et donc de la méthodologie des cartes cognitives.

---

<sup>3</sup> Ce concept est à rapprocher de la notion de *stratégie d'acteur* explicité par Pennanguer (2005), p.251

## 2. 2/ Le Passé : "Comment a évolué l'état des ressources récifo-lagonaires ?"

L'entretien continue par une **question ouverte** : "Comment, selon vous, a évolué l'état des ressources récifo-lagonaires ?". Si la personne estime qu'il y a eu des évolutions de l'état des ressources, il lui est alors demandé de préciser quelles peuvent être les causes de ces changements observés. Sinon, des précisions lui sont demandées sur l'estimation qu'elle a de l'état actuel des ressources.

Cette deuxième étape de l'entretien présente un double intérêt. Elle permet d'une part d'avoir le **point de vue de la personne** interrogée sur l'état des ressources présentes dans le passé, ainsi que les causes pouvant expliquer les variations, mais elle permet également d'établir la **première vision** qu'à cette personne du fonctionnement de l'écosystème.

En effet lorsque la personne interrogée parle de l'état des ressources passées, elle établit implicitement un parallèle entre la situation passée et la situation présente. Si certaines personnes sont très structurées dans leur façon de présenter l'état passé, les causes d'une variation de cet état et l'état présent des ressources, il est cependant beaucoup plus fréquent que la personne enquêtée fasse de **nombreux allers-retours** entre situation présente (observée) et passée (dans ses souvenirs). Ceci permet de **définir une échelle temporelle** sur laquelle se base l'enquêté. De plus, ce jeu de comparaison "passé - présent", permet de définir une première liste d'éléments interagissant entre eux qui, selon la personne, expliquent le fonctionnement de l'écosystème. Cette liste, tacite, sera reprise au cours de l'étape suivante pour éventuellement diriger l'interviewé en cas de difficultés pour le tracé de sa carte cognitive.

## 3. 3/ Le présent : "Comment fonctionne l'écosystème ?" - Les Cartes Cognitives

L'objectif final de cette troisième partie est d'obtenir la **représentation idiosyncratique** (*propre à elle-même*) de la personne interrogée sur le fonctionnement de l'**écosystème** qui l'entoure, en centrant les réflexions sur les **ressources ichtyologiques récifo-lagonaires**.

Ceci se fait par le tracé d'une carte cognitive. Cette méthodologie ainsi que cette partie de l'entretien seront détaillées ultérieurement (Chapitre II).

## 4. 4/ Le futur : Les Attentes.

L'entretien se conclut par une discussion ouverte sur la vision du futur qu'a l'interviewé, au regard de ce qu'il vient d'écrire (sa propre vision).

Cette dernière partie est généralement très rapide. Elle constitue essentiellement une **synthèse des éléments** que l'enquêté a, pour la plupart, déjà mentionnés implicitement lors des premières parties.

Enfin la personne interrogée est invitée à **recontacter l'enquêteur** en cas d'oubli d'un quelconque élément.

Si aucune autre information n'est à rajouter, l'entretien se termine.

### 1.3.2. Analyse des dires d'acteurs : extraction du savoir commun

Par définition, le savoir commun partagé est "une forme de savoir élaboré et partagé par la société dans un but pratique et qui se met en place en parallèle de la construction d'une réalité commune à l'ensemble du groupe social" (Jodelet 1989p. 36). L'objectif de l'analyse des dires d'acteurs est donc d'extraire et de synthétiser ces connaissances.

Comme le souligne Werber (2003) :

*"Entre ce que je pense, ce que je veux dire, ce que je crois dire, ce que je dis, ce que vous avez envie d'entendre, ce que vous entendez, ce que vous comprenez ... il y a dix possibilités qu'on ait des difficultés à communiquer. Mais essayons quand même ..."*

Loin d'être ironique, ceci traduit parfaitement les **difficultés** que peuvent rencontrer des acteurs à **communiquer**. Cela illustre également les difficultés auxquelles est confronté un enquêteur aussi bien durant les enquêtes, que lors de la phase d'analyse de ces dernières. A ceci se rajoute un **filtre d'interprétation** et d'intégration des dires d'acteurs.

Plusieurs approches sont possibles pour analyser le contenu d'un dialogue tel que celui qui est établi entre l'enquêteur et l'enquêté. L'**analyse catégorielle** ou **thématique** est la plus appropriée : elle consiste en une opération de découpage du dialogue ou du texte en unités, suivie d'une classification de ces unités par catégories ou thèmes (Bardin 1983).

De manière à rester le plus neutre et rationnel possible dans l'interprétation des dires des différents acteurs, la méthode la plus adaptée reste l'établissement d'une **grille d'analyse** (Ghiglione *et al.* 1980), qui croise *thèmes abordés* et *acteurs* (Volume II Annexe 4).

Dans le cadre de cette étude, des grilles d'analyses par **catégories** et par **origines** des acteurs interrogés (Villages/Tribu) ont également été réalisées à partir des grilles individuelles (Volume II Annexe 4).

## II. Résultats

### II.1. Analyse des enquêtes

#### II.1.1. Enquêtes auprès des acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout

##### 1. Identification des acteurs ciblés

En se basant sur les listes nominatives établies lors de la campagne d'enquêtes préliminaires faite en 2002, ainsi qu'en demandant à chaque personne rencontrée des contacts supplémentaires, 67 personnes ont été définies comme personnes ressources.

Sur ces 67 personnes, 25 ont été injoignables, 6 n'ont pas souhaité participer à cette enquête pour des raisons de surcharge professionnelle essentiellement et 3 d'entre elles, par manque d'intérêt évident pour ce genre d'étude. Enfin, 9 personnes ne se sont pas présentées aux entretiens, pour raisons personnelles (maladie), professionnelles (rendez-vous ou déplacement imprévisibles) ou non précisées (Figure 2).

Au final, 28 personnes ont été enquêtées au cours de 27 entretiens (2 personnes ont été rencontrées au cours d'un même entretien).

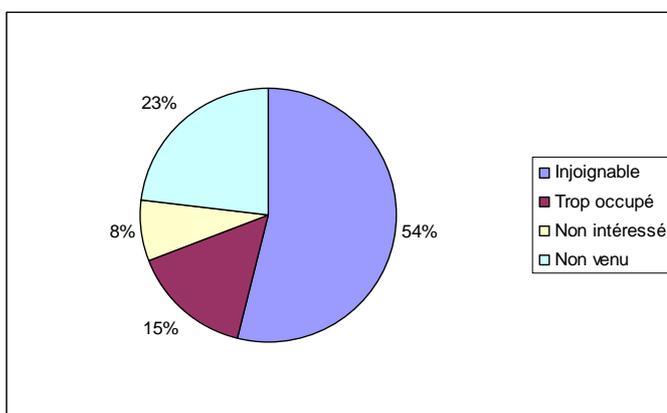


Figure 2 : Répartition des différents acteurs non rencontrés

##### 2. Cas particulier des pêcheurs vivriers

Sur la base de la liste nominative établie en 2002 lors de précédentes enquêtes, des pêcheurs vivriers ont été recontactés. Toutefois aucun pêcheur vivrier n'a été rencontré. Plusieurs raisons à cela :

1/ Constatés en 2002, le **turn over** des habitants de la zone est assez rapide. En effet, sur l'ensemble des contacts enregistrés en 2002, près d'un tiers des personnes listées n'habitait plus le village de Koné. Cependant, ceci n'explique qu'en partie le faible nombre de pêcheurs vivriers rencontrés.

2/ Un recoupement a été fait entre les différentes catégories identifiées en 2002. Certains pêcheurs plaisanciers s'étaient définis comme vivriers en se basant sur le fait qu'ils **consommaient** le poisson qu'ils péchaient. Ceci explique aussi en partie le faible nombre de pêcheurs réellement vivriers dans le village de Koné.

3/ En cherchant à reprendre contact avec les personnes ayant répondu qu'elles habitaient dans le village de Koné et qui se définissaient comme des pêcheurs vivriers, il s'est avéré que bon nombre d'entre elles habitait dans les **tribus avoisinant** le village, mais pas directement au sein du village. Hormis la non-compréhension de la question, cette déclaration d'appartenance peut traduire une volonté d'intégration au village de la part de ces personnes. Plus généralement cela reflète surtout une certaine curiosité vis-à-vis de l'enquête et un désir d'y participer, puisque seules les personnes répondant positivement à la question "Habitez-vous le village de Koné ?" étaient interrogées.

Après réajustement des chiffres annoncés en 2002, la proportion des pêcheurs plaisanciers est très nettement supérieure en 2005, au détriment des vivriers (Tableau 1). Toutefois, il semblerait que la part des pêcheurs vivriers de Koné soit ici encore **nettement surestimée** (obs. pers.). En effet, si l'on se réfère à la définition donnée dans le paragraphe I.B.2.a de ce chapitre, un pêcheur est considéré comme vivrier à partir du moment où ses ressources protéiniques dépendent du produit de sa pêche. Compte tenu des observations faites lors de la phase de récolte de données dans les villages de Voh-Koné-Pouembout, a priori, **aucun acteur** ne correspond à cette définition.

Tableau 1 : Répartition des différentes catégories de pêcheurs du village de Koné (par rapport aux pêcheurs de la zone) (Poignonec, 2002)

|      | Professionnels | Vivriers | Plaisanciers |
|------|----------------|----------|--------------|
| 2002 | 1,5%           | 22,9%    | 74,6%        |
| 2005 | 1,9%           | 5,5%     | 92,6%        |

Finalement, aucun pêcheur vivrier des villages de Voh, Koné et Pouembout a pu être interrogé.

### 3. Statistiques d'enquêtes

#### a. Sex ratio

Sur l'ensemble des personnes interrogées, 75% sont des **hommes** et 25% des **femmes**.

Les **femmes** sont présentes parmi les gestionnaires associatifs (66%), les scientifiques (50%), les gestionnaires de pêches (33%), les pêcheurs plaisanciers (29%) et les non-pêcheurs (20%).

#### b. Durée des entretiens

Sur l'ensemble des 28 personnes interrogées, la **durée moyenne** d'un entretien est de **2h25min**.

La durée **minimale** a été de **1h** et la durée **maximale** de **4h30**.

La durée moyenne des entretiens par catégorie d'acteurs se répartie comme suit (Figure 3) :

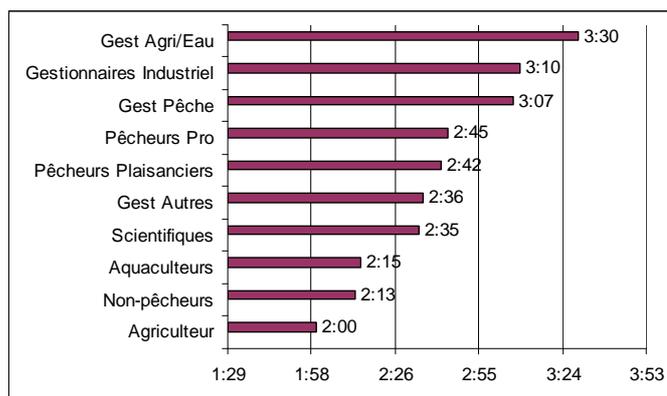


Figure 3 : Durée moyenne des entretiens par catégorie d'acteurs

### c. Répartition des personnes interrogées par catégorie

Le Tableau 2 présente le nombre de personnes interrogées au sein des villages de Voh-Koné-Pouembout en fonction des différentes catégories d'acteurs.

Tableau 2 : Nombre d'acteurs interrogés par catégorie au sein des villages de Voh-Koné-Pouembout

| Catégorie                                | Num. | Nbre acteurs |
|--|------|--------------|
| Pêcheur professionnel                    | 1    | 1            |
| Pêcheur loisir                           | 3    | 7            |
| Ancien pêcheur/Non pêcheur               | 4    | 5            |
| Gestionnaires Pêches                     | 5    | 4            |
| Gestionnaires Agri/pollution eaux/enviro | 6    | 2            |
| Gestionnaires Autres                     | 7    | 3            |
| Agriculteur                              | 8    | 1            |
| Aquaculteur                              | 9    | 2            |
| Scientifique                             | 10   | 2            |
| Gestionnaire industriel                  | 11   | 1            |

Comme il est précisé dans le chapitre III de cette étude, la notion de **validité de l'échantillonnage** réalisé se base, dans le cadre de cette approche, sur des critères différents de ceux utilisés "traditionnellement" dans ce type de situation. En effet, dans ce cadre d'étude, un échantillon est représentatif à partir du moment où les éléments cités par les acteurs au cours d'un entretien se répètent et que les entretiens supplémentaires n'apportent que très peu de nouveauté (Ozesmi 1999). Ceci est amplement détaillé dans le Chapitre III, §III.A.

## II.1.2. Enquêtes auprès des acteurs de la tribu d'Oundjo

### 1. Particularité des catégories d'acteurs de la tribu d'Oundjo

D'après des résultats obtenus lors de l'enquête réalisée en 2002, la pêche au sein de la tribu d'Oundjo revêt essentiellement un caractère vivrier (Tableau 3).

Tableau 3 : Répartition des différentes catégories de pêcheurs de la tribu d'Oundjo (par rapport à la population de la tribu) (Poignonec, 2002)

|        | Professionnels | Vivriers | Plaisanciers |
|--------|----------------|----------|--------------|
| Oundjo | 5,8%           | 84,6%    | 9,6%         |

De la même façon que des modifications ont été apportées à cette répartition des acteurs au sein du village de Koné, les résultats obtenus au sein de la tribu ont, dans un premier temps, été remis en question. Tout comme le soulignent Horowitz (2003) et Houchot (2003), une telle **segmentation** entre ces catégories d'acteurs est impossible et **inappropriée** au sein de la tribu.

Les termes utilisés ici sont inadéquats, dans la mesure où la réalité observée ne correspond pas aux définitions données précédemment de ces termes. En effet, si la définition d'un pêcheur professionnel se réfère aux textes de loi régissant cette activité, les définitions d'un pêcheur vivrier et d'un plaisancier ne sont établies que vis-à-vis d'un référentiel occidental européen : un pêcheur vivrier est défini comme un individu dont la principale source alimentaire de protéines animales dépend de son activité de pêche. Le corollaire de cette définition est qu'un pêcheur plaisancier est un individu pour qui la pêche n'est pas une activité principale à sa survie, mais constitue une activité de loisir.

Ce référentiel européen ne peut s'appliquer à la culture kanak

Il est donc rapidement apparu que seule la notion de pêcheur professionnel pouvait être conservée dans le cadre des enquêtes réalisées dans la tribu, car elle correspondait à une référence commune à la culture kanak et à la culture occidentale.

On peut également dire que la distinction entre pêcheur vivrier et plaisancier est obsolète. En effet, au sein de la tribu d'Oundjo **tout le monde pêche**. Cela signifie que chaque personne pratique ou a pratiqué cette activité de manière plus ou moins importante au cours de sa vie. Seuls certains "Vieux"<sup>4</sup> ne pratiquent plus cette activité. De plus, la pêche aux poissons (par opposition à la pêche aux crabes) est une activité essentiellement **masculine** (alors que les crabes ne sont pêchés principalement que par les femmes (Rocklin 2006 ; Bailleul 2006)). Ceci relève de la tradition et de la culture. Comme le précise une vieille : "C'est une affaire d'homme. Nous les femmes, c'est les crabes".

Afin que les catégories d'acteurs identifiées correspondent à celles observées lors des enquêtes, **trois catégories d'acteurs** supplémentaires ont été définies :

- Les vrais pêcheurs
- Les pêcheurs occasionnels
- Les anciens pêcheurs.

Comme précisé ci-dessus : au sein de la tribu tout le monde pêche. Plusieurs types de pêche sont pratiqués : la pêche des femmes consiste essentiellement à "mouiller la ligne"<sup>5</sup> au bout de la jetée du port. Elle ne constitue pas à ce titre une activité de pêche suffisante pour être prise en compte dans cette étude. La **pêche des hommes** est considérée comme une "vraie pêche dans la mesure où elle consiste à sortir dans le lagon et à utiliser des engins de pêche spécifiques (filet, sagaie, fusil sous-marins). Ainsi, toute personne peut être considérée comme pêcheur

<sup>4</sup> Le terme de *Vieux*, utilisé par les kanak, désigne respectueusement les personnes âgées, possédant le savoir et garant de la tradition

<sup>5</sup> Les expressions entre guillemets sont issues des entretiens menés durant cette campagne.

occasionnel à moins qu'elle même précise qu'elle ne pratique plus cette activité. A ce moment là, elle est considérée comme un "*ancien pêcheur*".

Les *pêcheurs occasionnels* peuvent pratiquer cette activité par loisir (souvent les jeunes ou les travailleurs salariés), ou pour répondre à un besoin ponctuel d'argent (vrais pêcheurs).

Si l'on devait faire concorder ces définitions avec les catégories précédemment définies (§I.1.2.), la notion d'*ancien pêcheur* pourrait s'apparenter à la catégorie de *non-pêcheur*. Les catégories de *pêcheurs occasionnels* et de *vrais pêcheurs* correspondrait aux *pêcheurs de loisir*. Cependant cette analogie est artificielle : les expressions utilisées ne peuvent prendre leur plein sens que si elles sont interprétées sous un référentiel culturel kanak.

La notion de "*vrai pêcheur*" est réellement propre à la vie tribale. En effet, sont définis comme tels par les autres membres de la tribu, les personnes qui pratiquent cette activité de manière soutenue et régulière. Ainsi ces individus pourraient s'apparenter à plus d'un titre à des pêcheurs professionnels mais ne possédant pas de patente. Il s'agit donc d'une catégorie d'acteurs, dont les revenus financiers dépendent directement de la pêche. Au sein de la tribu d'Oundjo moins d'une dizaine de personnes a été définie comme telle.

Finalement, la catégorie "*pêcheur vivrier*", qui définit les personnes dont la source alimentaire de protéines animales dépend directement des fruits de la pêche, n'existe pas, ou est anecdotique au sein de la tribu d'Oundjo. Si l'on devait artificiellement associer un groupe de personnes à cette catégorie, seuls les "*vrais pêcheurs*" pourraient, à la rigueur, s'apparenter à cette notion de "*pêcheur vivrier*", dans la mesure où leur source de **revenu financier** dépend essentiellement de la pêche.

Toutefois, par soucis d'analogie avec les acteurs des villages, vrais pêcheurs et pêcheurs occasionnels seront regroupés au sein de la même catégorie "*pêcheurs*", comparable à la catégorie "*pêcheurs de loisir*" des villages.

## 2. Les acteurs interrogés

Sur l'ensemble des trois semaines, **13 personnes** ont été enquêtées et 12 cartes établies (Figure 4). Les 3 pêcheurs professionnels de la tribu ont été interrogés, ainsi que 6 "vrais" pêcheurs, ce qui correspond à la presque totalité des vrais pêcheurs de la tribu.

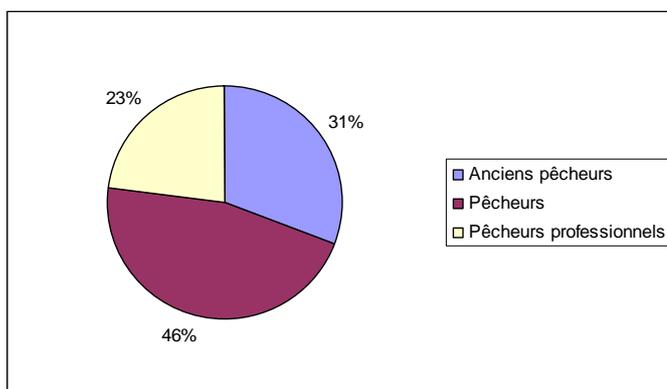


Figure 4 : Répartition des entretiens par catégories d'acteurs

La pêche étant une activité quasi-masculine, seule **une femme** a été interrogée. Il s'agit d'une pêcheuse professionnelle. Si elle pratique essentiellement la pêche aux crabes, son activité de

pêche aux poissons lagunaires n'est pas négligeable. C'est la raison pour laquelle elle a été incluse dans les personnes enquêtées<sup>6</sup>.

Par catégorie, le nombre d'acteurs interrogés se répartit comme suit (Tableau 4) :

Tableau 4 : Nombre d'acteurs interrogés par catégorie pour la tribu d'Oundjo

| Catégorie                  | Num. | Nbre acteurs |
|----------------------------|------|--------------|
| Pêcheur professionnel      | 1    | 4            |
| Pêcheur                    | 2    | 6            |
| Ancien pêcheur/Non pêcheur | 4    | 3            |

### 3. Durée des entretiens

Sur l'ensemble des 13 personnes interrogées, la **durée moyenne d'un entretien est de 1h20**. La durée minimale a été de 30 minutes et la durée maximale de 2h20.

La durée moyenne des entretiens par catégorie d'acteurs est la suivante (Figure 5) :

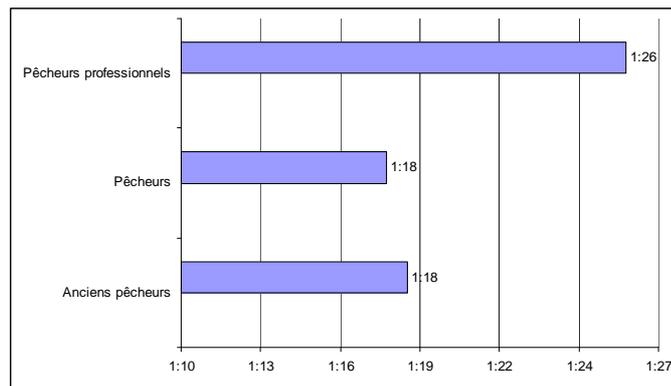


Figure 5 : Durée moyenne des entretiens par catégorie d'acteurs

## II.2. Passé, Présent, Futur : synthèse du savoir commun partagé.

### II.2.1. Pour les acteurs des villages de Voh, Koné et Pouembout

#### 1. Évolution de l'état des ressources ichtyologiques récifolagunaires : le passé

Deux visions apparemment antagonistes ont été rencontrées, en proportion à peu près égale parmi les personnes interrogées.

<sup>6</sup> Pour assurer l'anonymat des entretiens, seul la forme masculine sera conventionnellement utilisée pour faire référence aux acteurs, indépendamment de leur sexe.

Pour près de la moitié des personnes rencontrées, le lagon de Voh-Koné-Pouembout est **encore en bon** état et il n'y a pas eu d'évolution visible de l'état des ressources. Les principales variations observées sont essentiellement dues aux **variations climatiques et saisonnières**. Pour eux, la variabilité naturelle de l'état des ressources suffit à elle seule à expliquer l'impression de baisse de l'état des ressources ressentie par les autres acteurs.

Pour illustrer cette évolution cyclique des ressources, la pêche au **thazard** (*Scomberomorus commerson*) est souvent donnée en exemple. La saison du thazard s'étale de début octobre à fin janvier. Il se pêche essentiellement à la traîne dans le lagon et les passes. Durant cette période, il rentre dans le lagon pour frayer. Il y a 5-6 ans, il y a eu une évolution notable de la quantité de thazards dans le lagon. Avant, les pêcheurs en remontaient une dizaine par sortie. Puis, de plus en plus de gens ont ciblé cette espèce et se sont mis à le pêcher au fusil. Le nombre de prises pouvait atteindre 40 à 45 poissons par plongeur. Pour certains pêcheurs, il y a eu surpêche, voir atteinte au stock de reproducteurs. Cependant la tendance semble s'inverser puisque, même si la pression de pêche n'a pas évolué, le nombre de thazards pêchés au cours de ces deux dernières saisons tend à augmenter à nouveau. Ceci illustrerait un aspect cyclique naturel de l'abondance de cette espèce.

Hormis cet aspect de variabilité naturelle des ressources, certains pêcheurs plaisanciers précisent qu'il est encore facile, à l'heure actuelle, pour 4 plongeurs de remonter près de 200 Kg de poissons en une matinée !

Pour les gestionnaires des pêches, le lagon et ses ressources sont encore en **bon état**. Leur vision de l'état du lagon est proche de celle des plaisanciers, puisque selon eux, les variations observées sont essentiellement dues aux aléas naturels. Ils justifient également cette vision en s'appuyant sur certains **rapports scientifiques** de Kulbicki *et al.* ( 1997 ; 2004).

Pour un des gestionnaires, il n'y a qu'en 2003 que ces études ont révélé une baisse sensible de la biomasse et de la densité des poissons (en liaison avec le cyclone Erika), avant de revenir à un état normal. Cependant, cette diminution n'a pas été notoirement ressentie par les autres acteurs. D'une manière générale, comme l'a défini un des gestionnaires, la vision négative de l'état des ressources des autres acteurs traduit le **caractère humain** du "c'était beaucoup mieux avant quand on était jeune", mais ne repose sur aucune réalité.

La seconde vision de l'évolution de l'état des ressources du lagon de Voh-Koné-Pouembout, est beaucoup plus **alarmiste**. En effet, pour l'autre moitié des personnes rencontrées, la diminution observée des ressources a été rapide et très importante. Certains n'hésitent pas à qualifier le **lagon de mort**.

A l'arrivée des premiers colons en **1850**, le lagon était très riche et très diversifié. La culture kanak se fondant sur l'appartenance à la terre, les ressources lagonaires étaient peu exploitées. Toutefois les premiers européens (les "grands-parents" comme les appellent les personnes interrogées), ont effectué des prélèvements non négligeables en pêchant à la ligne. Cependant, comme le précise un des gestionnaires associatifs, le **faible nombre de personnes** pratiquant cette activité n'a pas pu porter atteinte au lagon. Cet avis est partagé par une partie des scientifiques

Les principales diminutions des ressources datent du **boom du nickel**. Il s'agit de la génération suivant celle des "grands-parents". A cette époque, les méthodes de pêche se sont affinées et sont devenues plus efficaces. C'est à cette période que les **filets en coton** ont fait leur apparition. Les "parents" pêchent alors de grosses quantités, essentiellement en **bateau à voile**. Les prélèvements sont beaucoup plus importants. Le surplus pêché est salé, pour alimenter les travailleurs des mines de la région. La présence des mines et l'accès facile aux explosifs ont favorisé le développement d'une **pêche** destructive à la **dynamite**. Pour certains pêcheurs

plaisanciers, ceci reflète **l'abondance des ressources à cette époque**. "Les explosifs étaient utilisés pour pêcher beaucoup et pas très loin du bord. C'était avant tout une question de facilité". Il semblerait que ce type de pratique n'ait pas perduré. La principale raison est la dangerosité de la méthode et le nombre d'accidents survenus. Peu de personnes ont évoqué la trop grande destruction des ressources ou de l'habitat. Cependant, le faible nombre de personnes pêchant – bien qu'en nette augmentation par rapport à la génération précédente – ne permet d'expliquer qu'en partie la diminution massive des ressources. "Ils pêchaient pour manger et guère plus".

En effet, entre **1950 et 1960**, la génération suivant celle des "parents" (donc la génération âgée actuelle) peut encore bénéficier d'un **lagon excessivement poissonneux**. "Quand j'étais petit, on faisait encore des pêches miraculeuses à 50 m du bord". Un pêcheur professionnel souligne qu'en 2h de temps, il était possible de pêcher près de 200 Kg de poisson. "Maintenant il faut aller beaucoup plus loin dans le lagon" précise un ancien pêcheur. Pour la plupart des personnes interrogées, la baisse des ressources s'est essentiellement traduite par une **diminution du nombre de poissons**. La diminution de leur taille n'a été citée que très rarement et essentiellement par des personnes ne pratiquant pas ou plus la pêche !

## 2. Le présent : état actuel de l'écosystème récifo-lagonaire

Les raisons actuelles qui expliquent la diminution massive des ressources ichthyologiques du lagon sont :

### a. La pêche

- Évolution du nombre de pêcheurs

L'une des premières raisons évoquée pour expliquer les variations de l'état des ressources concerne **l'augmentation du nombre de pêcheurs sur zone**. Pour la plupart des pêcheurs interrogés, le nombre de bateaux sur le lagon a énormément augmenté. Comme le soulignent les pêcheurs plaisanciers, les non pêcheurs, les gestionnaires associatifs et les scientifiques, l'augmentation du nombre de bateaux sur zone et donc du nombre de pêcheurs est directement lié à **l'augmentation de la population locale**. L'arrivée des militaires et des métropolitains suffit, selon certains plaisanciers, à expliquer cet accroissement de la population locale.

Un autre facteur explicatif est l'augmentation du nombre de plaisanciers venant du **Sud**. Même si le lagon est considéré comme moins poissonneux qu'avant, beaucoup le considèrent comme plus riche que celui de Nouméa. Durant les WE et les jours fériés, de nombreux plaisanciers du Sud montent pour pêcher et redescendent avec leurs prises. Si, selon un gestionnaire des pêches, le flux sortant de poissons du lagon a diminué au niveau de la pêche professionnelle sur la région, **l'export de biomasse** par les **plaisanciers** semble en constante augmentation.

Enfin, un ancien pêcheur professionnel a défini un **processus original** pour expliquer l'augmentation du nombre de pêcheurs sur zone. Selon lui, le lagon, par sa proximité, attire beaucoup de gens. Les personnes ayant un bateau amènent souvent des amis pour un "coup de pêche". Intéressées par cette activité, ces personnes deviennent à leur tour des pêcheurs et vont à l'occasion, faire découvrir cette pratique à d'autres amis. L'augmentation du nombre de pêcheurs apparaît comme un phénomène s'autoalimentant. Si l'on extrapole ce processus aux personnes venant du Sud de la grande terre, il est facile de comprendre comment le nombre de pêcheurs sur zone a pu augmenter de façon importante en peu de temps.

Pour certains plaisanciers, l'accession à la propriété d'un moyen naviguant et autres engins de pêche s'est trouvée facilitée par le développement des **crédits**. Ceci ne ferait qu'amplifier ce phénomène.

Toutefois, à l'heure actuelle, le **faible nombre d'accès à la mer** et leur faible accessibilité (voire dangerosité selon un plaisancier) joueraient en faveur d'une limitation de l'explosion du nombre de bateaux sur le lagon (Volume II Figure 3).

Cette vision est nettement nuancée par plusieurs gestionnaires des pêches. S'ils reconnaissent une certaine augmentation du nombre de bateaux sur le lagon, ils estiment que le **seuil critique**<sup>7</sup> est très loin d'être atteint et que lors de sorties en mer, "le nombre de bateaux visibles sur le lagon se compte sur les doigts de la main". Cette vision est également partagée par une partie des scientifiques.

- Évolution des mauvaises pratiques
  - Pêche excessive

Parmi les principales causes expliquant les diminutions des ressources, la pêche excessive a été très souvent citée par de nombreux acteurs. Plusieurs types de pêches excessives ont été répertoriées :

1/ Le **pêcheur local**, ou caldoche, est souvent qualifié de "dameur de glacière". Ceci signifie que ce type d'individu pêche de manière excessive et irraisonnée. Là où d'autres pêcheurs vont essentiellement prélever de quoi consommer immédiatement ou pour les 15 jours à venir en congelant, le "dameur de glacière" va pêcher à outrance. L'inconvénient de ce type de pratique est qu'à la sortie suivante, ces mêmes pêcheurs vont de nouveau prélever bien plus que leurs propres besoins. Ils vont alors entasser les poissons dans leur congélateur. Lorsque le congélateur est plein, le poisson au fond du congélateur, qui a été pêché depuis longtemps, n'est plus consommable et est jeté au dépotoir (localisation du dépotoir Volume II Figure 3). Ceci est particulièrement visible à la saison du thazard.

2/ Les **pêcheurs professionnels de Nouméa**. Il y a une dizaine d'années, de nombreux pêcheurs professionnels de Nouméa sont montés dans le lagon nord-ouest, pour la pêche au troca ou aux poissons. Il s'agissait d'embarcations de 8 m minimum, avec un équipage essentiellement constitué de **Tahitiens** ou de **Wallisiens**. Pour de nombreux gestionnaires associatifs, certains plaisanciers et anciens pêcheurs, ces ethnies sont considérées comme des "bêtes noires" pour le lagon. En effet, ils jouissent d'une réputation d'excellents pêcheurs, mais incapables de s'arrêter. "Même quand ils pêchent le troca, ils tirent du poisson, des bénéitiers et des langoustes pour leur propre consommation. Ils ratissent le lagon" a expliqué un ancien pêcheur. Cette vision a été confirmée par un ancien pêcheur professionnel de Nouméa. Cependant, de nombreuses manifestations ont arrêté la progression de ces professionnels vers le nord. Si certaines personnes estiment que les pêcheurs professionnels sont encore responsables de la diminution des ressources, il semblerait que ce type de pratique n'ait plus cours.

3/ **Pêcheur plaisancier qui vend sa pêche**. Ce type de pratique a été cité par quasiment l'ensemble des acteurs comme étant LA Pratique responsable d'une grande partie de la diminution des ressources. D'un point de vue légal, la vente de poisson n'est autorisée qu'aux personnes en possession d'une patente de pêche et d'un numéro RIDET. Les pêcheurs remplissant ces conditions sont considérés comme professionnels. Ils doivent répondre à un

---

<sup>7</sup> Seuil critique : notion capitale en terme d'évolution d'un système, mais qu'actuellement les scientifiques sont incapables de définir

certain nombre de contraintes (administratives, hygiéniques, ou concernant des méthodes de pêche) et sont soumis à un contrôle et une obligation de déclarer leurs pêches et ventes.

A l'inverse le pêcheur plaisancier n'est pas soumis à l'ensemble de ces contraintes. Il est limité à 50 Kg<sup>8</sup> de poisson par sortie et a interdiction de vendre le produit de sa pêche. Cependant, de nombreux pêcheurs enfreignent cette loi. Deux types de pêcheurs ont été identifiés. Le premier est un pêcheur régulier, qui aime cette activité et qui va vendre une petite partie de ses prises pour **couvrir les frais** supplémentaires occasionnés par sa sortie (essentiellement les frais d'essence). Le second est un pêcheur assidu, qui va pêcher quasiment tous les jours **pour vendre sa pêche**. Son activité est proche de celle d'un professionnel. Cette démarche d'infraction à la loi est volontaire. Certains n'hésitent pas à pratiquer des pêches de nuit, voire en scaphandre autonome et au phare ! Dans les deux cas, les poissons sont vendus à des prix très bas. En effet le premier type de pêcheur/vendeur ne cherche pas de profit économique. Il cherche juste à couvrir une dépense ponctuelle. Le deuxième, qui lui vise un bénéfice de son activité, n'a pas l'ensemble des frais et contraintes imposés aux professionnels. Ceci leur permet de diminuer leurs marges et de vendre leur poisson à un prix très attractif. Par ailleurs, ils ne sont pas non plus imposés sur ces revenus non déclarés. "En plus de vider le lagon, ils tuent la pêche professionnelle" note amèrement un pêcheur professionnel. Parmi les plaisanciers rencontrés, plusieurs ont admis vendre une partie de leur pêche. Comme l'a précisé l'un d'entre eux : "Ici, tout le monde vend son poisson". Cependant, il semblerait que cette activité se limite à quelques centaines de kilos par an et par pêcheur pour la première catégorie. Par contre les pêcheurs de la seconde catégorie, moins nombreux, ont un impact néfaste beaucoup plus important sur les ressources, qui peut être comparable à celui d'un pêcheur professionnel, mais sans respect des réglementations. En interrogeant un gestionnaire des pêches sur ce sujet, il expliquait la conduite du premier type de pêcheur/vendeur par une non connaissance de la réglementation. Selon lui cette catégorie devrait naturellement diminuer avec le temps. Par contre en ce qui concerne la seconde catégorie, le gestionnaire considérait également ce type de pêcheur/vendeur comme néfaste pour les ressources, mais justifiait l'impuissance du service des pêches à contrôler ce type de pratique par le fait "qu'ils n'ont pas de contact avec ce type de pêcheurs". Au cours de l'enquête, plusieurs de ces faux pêcheurs plaisanciers ont été identifiés, mais aucun n'a participé à l'enquête (maladie ou non intérêt).

#### - Engins de pêche

La troisième principale cause citée de diminution des ressources ichthyologiques récifo-lagonaire liée à la pêche concerne directement les engins et méthodes de pêche.

##### 1/ La pêche au fusil

Pour la plupart des acteurs entendus, elle est synonyme de **destruction des ressources**. Cette technique de pêche s'est démocratisée il y a environ 10-15 ans. Ceci correspond à une période de diminution observée des ressources. Pour les pêcheurs professionnels, quelques pêcheurs plaisanciers, non pêcheurs et gestionnaires associatifs, la pêche au fusil sous-marin est extrêmement destructrice. "Les gens tirent sur tout et s'ils ne tuent pas, ils blessent" explique un ancien pêcheur. Certains seraient favorables à une interdiction de ce type de pratique.

Cependant, la vision d'autres acteurs est radicalement opposée. Très favorables à ce type de pratique, ils estiment que les autres techniques sont néfastes (pêche au filet). Pour eux, la pêche au fusil est une façon de **préserver la ressource**. Le poisson à sa chance. Pour les meilleurs

---

<sup>8</sup> Une nouvelle réglementation est en cours de soumission. Elle devrait limiter les prises maximales par bateau et par sortie.

pêcheurs, le fusil est également un moyen de contrôler l'impact sur la ressource, puisqu'il est possible, sous l'eau, de sélectionner le poisson que l'on veut pêcher et de choisir sa taille. Cela permet de ne prélever que ce dont le pêcheur a besoin.

## 2/ La pêche au filet

Tout comme la pêche au fusil, la pêche au filet suscite des réactions opposées. Pour l'autre partie des plaisanciers et non pêcheurs, ainsi que pour les gestionnaires (élevage et eaux usées) et les agriculteurs, la pêche au filet est une **technique très néfaste** pour les ressources. En effet, il s'agit avant tout d'une **pêche non sélective**, qui "ratisse" les fonds, sans distinction et en très grande quantité. Il y a énormément de pertes.

Outre l'engin de pêche, certaines pratiques sont décriées. La **pêche en bordure de mangrove** est, pour certains gestionnaires associatifs et anciens pêcheurs, extrêmement néfaste. En "barrant la mangrove" (pratique interdite par la loi), le filet empêche le poisson de migrer (obs. pers. : ceci est le principe même de ce type de pêche au filet) et récolte tout, y compris les juvéniles. Ceci affecte automatiquement la reproduction et donc à moyen terme l'état général des ressources.

La seconde pratique citée est le barrage des **embouchures de rivières** à l'aide de filets. Cette pratique est également interdite par la loi.

Cependant, beaucoup de pêcheurs (professionnels et plaisanciers) ont observé des pêcheurs kanak pratiquer ces deux types de technique.

Il est intéressant de noter ici que ce sont généralement des personnes anti-fusil qui sont favorables à la pêche au filet et inversement. De plus, un pêcheur plaisancier et un ancien pêcheur ont également soutenu le fait que la pêche au filet était quasi inexistante sur zone, ce qui peut surprendre compte tenu des dires des autres acteurs et des observations journalières.

## 3/ La pêche au jet ski de type "bombardier"

Il s'agit d'une nouvelle méthode de pêche liée à l'essor des puissantes motos marines : les bombardiers. Concrètement, ces engins sont utilisés pour se rendre rapidement sur une zone de pêche. Ils sont extrêmement **manœuvrants**. Les "pêcheurs" traquent le poisson en surface, le poursuivent dans les patates de corail et lorsque l'animal est bloqué, le pêcheur plonge et tire dessus au **fusil**. Cette pratique cible essentiellement les perroquets à bosses<sup>9</sup> (*Bolbometopon muricatum*), les dawas (*Naso unicornis*) et les napoléons (*Cheilinus undulatus*). Cette technique de pêche a été citée par trois personnes : un pêcheur professionnel, un ancien pêcheur professionnel aujourd'hui plaisancier et un gestionnaire associatif. Il semblerait même que certaines personnes pêchent au bombardier **à la traîne**, à l'extérieur du récif !

---

<sup>9</sup> Voir Volume II Annexe 2 pour la correspondance entre noms vernaculaires et noms scientifiques

#### 4/ La pêche à la ligne

Seule cette technique fait l'**unanimité** parmi les acteurs rencontrés. En effet, il s'agit d'une technique qui **impacte peu les ressources**. Elle "laisse la chance au poisson puisqu'il ne va mordre que s'il a faim" expliquent plusieurs anciens pêcheurs. Par ailleurs, cela permet de contrôler facilement la quantité de poissons pêchés.

D'une manière générale, les points de vue sur les techniques de pêche sont très contrastés, selon les utilisateurs et la façon dont elles sont mises en œuvre. Toutefois, il est intéressant de noter qu'aucun des gestionnaires des pêches ou industriel ni scientifique n'a soulevé ce type de problème.

#### - Concours de pêche

Bien que peu cités, les concours de pêche suscitent également des **avis divergeants**. Pour les pêcheurs professionnels et certains gestionnaires associatifs, les concours de pêche sont **extrêmement néfastes pour les ressources**. Actuellement il y a un concours de pêche annuel à Voh. Il concerne la pêche lagonaire et la pêche hors récif. Ce type d'activité suscite de plus en plus d'engouement et d'autres concours sont sur le point d'être mis en place par certains syndicats d'initiative (Koné).

Pour certains pêcheurs plaisanciers, ce type d'activité ne présente que **peu de risque** pour les ressources récifo-lagonaires. En effet, si l'effort de pêche est très important lors de ces concours, par l'engouement qu'ils suscitent, il n'est que très **ponctuel**. De plus, le règlement spécifie que seules les plus grosses espèces consommables sont prises en compte pour les résultats. Ceci limite un pillage du lagon. Les gestionnaires des pêches partagent cette opinion. Le seul reproche formulé est que bien souvent, les trophées et poissons pêchés durant ces concours sont **vendus**, ce qui est également interdit par la loi. Pour illustrer ceci, un des gestionnaires donnait en exemple l'anecdote suivante : dans un article du journal Les Nouvelles Calédoniennes, le journaliste précisait que la vente des produits de la pêche serait autorisée à la fin d'un concours de pêche qui était à venir. Un rappel des réglementations en vigueur a été envoyé au journal.

Un des scientifiques rencontré a justifié de manière originale l'état des ressources actuelles via les concours de pêche. En effet, selon lui, l'état des ressources actuelles est encore correct au vu de la quantité de poissons ramenés.

D'une manière générale, sur la zone d'étude, le **nombre de concours de pêche** dans l'année est **limité**. Mais compte tenu de l'engouement pour cette activité, d'autres concours sont en cours de préparation.

### b. Réglementation et Contrôles

Depuis 1995, la réglementation concernant la gestion des espèces relève de la compétence Provinciale. Il n'y a pas de règlement spécifique à la zone Voh-Koné-Pouembout, mais les arrêtés et délibérations sont applicables à l'ensemble de la Province Nord<sup>10</sup>. Deux grandes délibérations définissent les bases de la pêche en Nouvelle-Calédonie (délibération n°244 du 2 Juillet 1965), ainsi que l'accès à la pêche professionnelle (délibération n°245 du 2 Juillet 1981). En ce qui concerne les ressources ichtyologiques récifo-lagonaires, seuls les Picots<sup>11</sup> (arrêté n°82-577/CG du 09/11/1982) et les Mulets "queue bleue" (arrêté n°996 du 02/06/1956 et arrêté n°75 du

<sup>10</sup> Une réglementation spécifique à l'ensemble de la Province Nord est en cours de soumission

<sup>11</sup> Voir Volume II Annexe 2 pour la correspondance entre noms vernaculaires et noms scientifiques

07/05/1957) sont soumis à des restrictions au niveau de leur vente (les picots) ou de leur pêche en estuaires (mulets).

Selon les gestionnaires des pêches, les pêcheurs se plaignent souvent de **ne pas connaître la réglementation**. Cependant, pour les non pêcheurs, cette méconnaissance masque en fait une **volonté manifeste d'enfreindre la loi** : "Ca fait partie des mentalités".

Si les prises de décisions relèvent des compétences provinciales, **l'application** de ces réglementations est de **compétence étatique**. Les deux décrets régissant les contrôles et répressions sont les décrets n°84-846 du 12 septembre 1984 et n°99-1086 du 15 décembre 1999. Concrètement, dans les délibérations, il est stipulé que : "Les infractions aux dispositions de la présente délibération seront constatés par des procès verbaux dressés par les militaires de la gendarmerie, les officiers et agents de police judiciaire, les agents de surveillance des pêches maritimes, ainsi que toute personne ayant qualité pour verbaliser ou spécialement commissionnée à cet effet conformément à la réglementation en vigueur" (Article 8 de la dernière délibération n°124-2002 du 15 juillet 2002, qui concerne la pêche aux crabes de palétuviers).

D'une manière générale, il y a un consensus parmi l'ensemble des acteurs pour souligner le **manque de contrôles**. Plusieurs raisons sont évoquées :

1/ Pour certains pêcheurs plaisanciers, il y a une **connivence entre les gendarmes et les pêcheurs illégaux**. De cette manière, en leur fournissant des espèces interdites (crabes mous, tortues, dugongs), ces pêcheurs se mettent à l'abri de sanction.

2/ Un autre problème soulevé par beaucoup de plaisanciers, est la **non équité des contrôles**. En effet, beaucoup soulignent le fait que les pêcheurs kanak "ne semblent pas soumis aux mêmes réglementations que les autres pêcheurs, dans la pratique".

3/ D'une manière générale, la cause évoquée par les pêcheurs plaisanciers, est un certain **laxisme de la part des gendarmes**. Comme ils ne sont présents sur zone que pour trois ans, ils s'impliquent peu et cela suffirait à expliquer, selon certains non pêcheurs, un relâchement délibéré de l'attention des gendarmes. Comme le souligne un des gestionnaires associatifs : "ils ne veulent pas de problème".

4/ A ceci s'ajoute, pour les gestionnaires, un **manque de moyens** évident pour réaliser les contrôles, tant au niveau des effectifs, du temps que du matériel. Par ailleurs beaucoup de personnes interrogées soulignent le fait qu'actuellement la priorité de la gendarmerie est de faire respecter la **réglementation routière** et non celle des pêches.

5/ Parallèlement, selon certains pêcheurs professionnels et gestionnaires associatifs, ce manque de moyens traduirait une **volonté délibérée** de la part des **responsables politiques** locaux de **fermer les yeux**. En effet, selon ces acteurs, une majeure partie de l'électorat local est constitué de pêcheurs. La prise de mesures à l'encontre des pêcheurs serait une décision peu populaire, qui pourrait se traduire par un vote de sanction. Ceci justifierait donc les grands axes de la politique de contrôle des pêches.

En conclusion, comme le résume un ancien pêcheur : "les réglementations sont bien faites, mais ne sont pas suivies".

### c. Éducation

Les **mauvaises pratiques** de pêche et ce **non respect des réglementations** sont étroitement liés à la notion d'**éducation**. Comme le précise un non pêcheur, "il n'y a pas de conscience écologique. Les calédoniens – que ce soit les mélanésiens, les européens, les indonésiens, ... – ne sont pas respectueux de l'environnement. Ils n'ont pas la fibre de protection". Le comportement des gens est très **individualiste** : "je suis seul au monde et je ramasse autant que je peux, quitte à faire couler le bateau" ironise un plaisancier. Il y a un "jemenfoutisme général aigu". Un gestionnaire de l'élevage et des eaux usées précise "qu'on retrouve le même comportement qu'en France il y a 20-30 ans".

Deux explications sont apportées à ce comportement : la première se base sur la **colonisation** de la Nouvelle-Calédonie. Les premières populations étaient constituées, pour la plupart, de repris de justice. Ils ont donc naturellement cherché à se démarquer du pouvoir et à s'éloigner des valeurs légales. Ce type de comportement est resté ancré dans le mode de vie local. La seconde explication fait référence aux **mauvaises pratiques de pêche**. Selon un des pêcheurs plaisanciers, les pêcheurs locaux ont eu l'habitude de l'abondance au niveau des ressources marines. Ceci explique qu'ils ne savent pas s'arrêter.

Selon les gestionnaires des pêches et les scientifiques, l'éducation des gens passe par trois étapes. 1/ une **remise en question**. Bon nombre de personnes crient "haro sur le baudet", sans jamais se remettre en cause. 2/ une **éducation du consommateur**. Élément final de la filière pêche, c'est le consommateur qui va créer la demande (en augmentation au niveau mondial) et donc pousser les pêcheurs à un non respect des réglementations. 3/ enfin favoriser la prise de **conscience écologique** des jeunes générations. Cette dernière étape concerne également certains plaisanciers.

### d. Constructions humaines

Plusieurs infrastructures ont été citées pour leurs impacts fortement négatifs sur les ressources récifo-lagonaires, parmi lesquelles :

- Les dépotoirs

Sur les trois communes, le dépotoir de **Voh** est celui qui semble soulever le plus de mécontentements. Il a été construit en **bordure de lagon, sur la mangrove** (Volume II Figure 3). De la même manière, celui de **Koné** jouxte la rivière Cataviti, qui rejoint la principale rivière du bassin versant, la Koné, à son embouchure.

Comme l'ont constaté des pêcheurs professionnels et des non pêcheurs, le dépotoir de Voh pollue énormément. Lors de **grosses pluies**, il n'est pas rare de retrouver des canettes et des sacs plastiques au milieu de la mangrove, ainsi qu'aux embouchures des rivières. Il en est de même pour tout ce qui touche la pollution chimique. Pour un gestionnaire associatif, ce dépotoir a détruit la mangrove lors de sa construction, puis l'abîme régulièrement lors de l'entassement et du stockage des déchets.

Pendant, comme le précise un non pêcheur, il n'y a **aucune décharge aux normes** sur les trois communes. Il n'y a donc aucun intérêt à la déplacer, car cela polluerait un autre site, sans pour autant résoudre le problème de celui-ci.

Un autre problème soulevé par les aquaculteurs est la pollution des eaux par des **insecticides** du dépotoir. Si actuellement aucun problème ne s'est encore posé, ce risque n'est pas négligeable et pourrait générer une mortalité très importante, pour des doses minimales de pollution. Ce risque inquiète les aquaculteurs.

- Barrage anti-sel

Pour la plupart des acteurs, le barrage anti-sel sur la Koné est également une infrastructure néfaste pour l'écosystème marin (Volume II Figure 3). Il a été construit il y a un an environ afin d'empêcher les remontées d'eaux salées de mer et de favoriser ainsi le **développement de maraîchages**. Cependant, comme l'explique un gestionnaire associatif, aucune terre n'a réellement été cultivée depuis. Selon lui, les experts du service hydrographique de la marine nationale ont défini les **embouchures** de la Koné et de la Pouembout comme **mortes**, essentiellement à cause de ce type d'infrastructure. Un des gestionnaires de l'agriculture précise que si le barrage anti-sel de Pouembout est utile pour l'agriculture locale, celui de Koné est inutile et favorise **l'envasement de la rivière**. Ceci a également été constaté par plusieurs plaisanciers.

Pour illustrer les méfaits de ce type de constructions, certains plaisanciers et gestionnaires associatifs expliquent qu'avant la construction du barrage, de nombreux poissons remontaient la rivière pour aller frayer et qu'il n'était pas rare de voir des requins au niveau du pont de la Koné.

- Station d'épuration et traitement des eaux usées

Actuellement dans le village de Koné, il n'y a **aucun réseau de tout-à-l'égout**. Comme le précise un agriculteur, seul le lotissement récent des Cigales bénéficie de la construction de trois bassins de décantation.

Sur la zone Voh-Koné-Pouembout, seul le village de Pouembout est équipé d'une **station d'épuration**, mais sa vétusté ne lui permet plus d'assurer pleinement son rôle (Falconbridge NC SAS 2003).

Selon un des gestionnaires de l'agriculture et des eaux usées, l'absence de station d'épuration n'est pas un mal en soi, car cela oblige les gens à mettre en place des **fosses sceptiques**, ce qui est nettement plus favorable pour l'environnement. Cependant, actuellement, près de 50% des fosses sceptiques de la zone ne fonctionnent pas correctement.

### e. Les Exploitation Minières

Sujet d'actualité, les mines suscitent des avis tranchés et controversés, au sein même des différentes catégories d'acteurs.

Pour un non pêcheur, un gestionnaire associatif et un plaisancier, les pollutions engendrées par les mines **portent atteinte au milieu récifo-lagonaire** et donc aux ressources.

Cependant, pour une grande partie des autres acteurs, les **sédiments** apportés par les mines n'ont que très **peu d'impact sur les ressources**. En effet, selon eux, les mines ont toujours existé et les rivières ont toujours été rouges et ce bien avant que l'on constate une diminution de l'état des ressources. Ces deux éléments sont liés mais pas de façon importante.

Pour un agriculteur, la mine de Népoui est un bon exemple puisque selon lui, depuis l'ouverture de la mine, l'état de la rivière principale de ce bassin versant, la Népoui, s'est même amélioré.

### f. Corail, Acanthaster et Ciguatera

Au même titre que l'état des ressources ichtyologiques récifo-lagonaires, il était demandé aux interviewés s'ils avaient observé des variations de l'état du corail.

Une majorité des personnes interrogées ne s'estimait **pas en mesure de répondre** à cette question, car ils n'avaient pas prêté attention à l'état du corail.

Seul un gestionnaire associatif, un non pêcheur et un gestionnaire industriel ont estimé que l'état du **corail variait beaucoup après un cyclone**, mais qu'autrement, l'état du corail était stable. Ceci a également été dit par un plaisancier, qui a même estimé une amélioration de l'état général du corail.

Plus réservé, le reste des non pêcheurs, plaisanciers, agriculteurs, gestionnaires de l'agriculture et les gestionnaires des pêches ont estimé que l'état du corail était correct, même si des différences pouvaient être observées selon la localisation. Cependant ils ne voulaient pas généraliser cette impression, faute de recul suffisant. Par expérience, un scientifique souligne que la **croissance naturelle des récifs coralliens** est un facteur non négligeable pour expliquer le comblement de certaines zones du lagon.

Seul un pêcheur professionnel a estimé qu'il y avait une augmentation du nombre **d'acanthaster**.

En ce qui concerne la présence ou non de **ciguatera**<sup>12</sup>, les anciens pêcheurs estiment qu'elle a toujours été présente sur zone, même si pour un plaisancier, elle n'est pas encore très importante.

### g. Agriculture et Aquaculture

Selon les gestionnaires de l'agriculture, le **sol et le climat** calédonien **ne sont pas favorables** à la pratique de l'agriculture. En Province Nord, seuls 3 000 ha sont cultivés sur les 10 000 ha de

---

<sup>12</sup> La ciguatera, ou gratte, est un ichtyosarcotisme lié à la bio-accumulation de toxines (ciguatoxines et maïtotoxine, deux neurotoxines). Ces toxines sont produites par un dinoflagellé (*Gambierdiscus toxicus*), qui se développe surtout sur les coraux morts.

terres cultivables. Toutefois, ils estiment que les pratiques agricoles ne sont **pas très performantes** et peuvent être comparées à celle de la Bretagne au début des années 30.

Pour un des gestionnaires associatifs, la principale source de pollution de l'activité pastorale est la pollution du milieu par les **insecticides**. En effet, le bétail est régulièrement soumis à des **bains d'anti-tiques**. En cas de fortes pluies, certaines de ces "baignoires à bétail" sont inondées, ce qui pollue le lagon. Ce risque a également été évoqué par les agriculteurs, qui se défendent de mettre en place de tels dispositifs dans des zones inondables.

Sur la plaine agro-pastorale de Voh-Koné-Pouembout, l'élevage allaitant et l'engraissement sont les principales activités. Il s'agit essentiellement **d'élevages extensifs** avec des chargements inférieurs à 1 UGB/ha ! De plus, les prairies mises en place ont un turn over de 50 ans, pour un apport d'engrais minime (une fois tous les 4 ans pour une parcelle en pâturage).

En ce qui concerne l'aquaculture (Volume II Figure 3), **l'impact** des fermes aquacoles sur l'environnement est, selon les aquaculteurs, essentiellement **positif**. En effet, le phytoplancton qui se développe dans les bassins de grossissement des crevettes, ainsi que les excédents d'aliments non digérés et les rejets des crevettes sont relargués en sortie des bassins. Cet excédent de nutriments bénéficie aussi bien à la **mangrove** (visiblement plus luxuriante) à proximité des bassins et des digues (phénomènes de percolation), qu'aux ressources en tilapia dans le chenal de sortie ou les arroyos. Pour un des gestionnaires associatifs, ceci est perçu comme un **impact négatif car artificiel**.

Enfin, l'utilisation de **sodium métabisulfite** lors du pré conditionnement des crevettes avant leur envoi vers des usines de conditionnement, pourrait soulever le problème de la pollution des mangroves. En effet, en fin de pré conditionnement, les bacs contenant ce produit sont déversés directement dans la mangrove environnante. Le sodium métabisulfite est un composé chimique très corrosif, mais qui se dénature très vite au soleil. Selon les aquaculteurs, il ne porte pas atteinte au milieu.

#### h. Le climat

Deux pêcheurs plaisanciers interrogés ont constaté des changements dans le climat depuis une dizaine d'années. Selon eux, il n'y a plus de **saisons froides** réellement marquées, ce qui affecte le comportement et donc la pêche de certaines espèces. L'exemple donné concerne les ressources en "bec de cane" (*Lethrinus nebulosus*). Cette espèce est particulièrement pêchée lors des périodes froides. Pourtant il ne serait désormais pas rare de la pêcher de manière abondante durant toute l'année.

L'autre changement climatique observé par un agriculteur est une diminution notable de la **pluviométrie**. Or, selon un ancien pêcheur, ceci est important puisque ce serait après des périodes de grosses pluies et **d'inondations**, que les platiers et d'une manière générale les lagons, seraient les plus riches.

#### i. La mangrove

La mangrove est un **lien fondamental** entre le bord et le récif, souligne un gestionnaire industriel (Volume II Figure 4). Si la mangrove est dégradée, à terme, le récif le sera également. Un scientifique rajoute que ceci se répercutera au niveau des ressources récifo-lagonaires, compte tenu du rôle de **nourricerie** qu'elle joue, ainsi que celui de **filtre** vis-à-vis de l'érosion des sols.

Pour un pêcheur plaisancier et un gestionnaire, l'état de la mangrove est fortement menacé par les **produits chimiques** qui sont relargués dedans (dépotoir, aquaculture et eaux usées). Un gestionnaire insiste en précisant que les **cyclones** et la **pêche illégale** des huitres de palétuviers jouent également un rôle non négligeable sur son état.

#### j. Tribu de pêcheurs d'Oundjo

Comme les pêcheurs d'Oundjo vivent à proximité des villages de Voh et de Koné, il a été demandé aux personnes interrogées quelles étaient leurs relations avec cette tribu.

Le premier sujet de discussion abordé est celui de la "**zone de réserve**". Selon certaines personnes qui ont toujours vécu sur zone, il semblerait que la zone de récif situé devant la tribu n'ait pas toujours été une zone de pêche réservée. En effet, il y a eu une appropriation de la zone par la tribu il y a une trentaine d'années. De plus, comme le précise un pêcheur plaisancier, avant 1984, kanak et caldoches allaient souvent pêcher ensemble. Mais depuis les *Evènements* de 1988 (voir encadré ci-dessous), ce type de pratique est devenu quasiment impossible.

La plupart des acteurs considèrent que cette zone de pêche est réservée aux pêcheurs d'Oundjo. Seul un ancien pêcheur professionnel a prétendu qu'il était autorisé à passer en bateau devant la tribu. Pour le reste des acteurs, ceci n'est pas autorisé. Ces règles tacites d'interdiction de pêche sur zone sont généralement respectées et il n'y a **pas eu de conflit** notoire depuis **5 ans** environ, précisent les gestionnaires des pêches. Un ancien pêcheur et un pêcheur professionnel ont toutefois noté la présence de bateaux en train de pêcher dans les trous bleus (zones tabou situées en face de la tribu, au niveau du récif barrière), en particulier le Dimanche matin.

Pour les gestionnaires des pêches, un gestionnaire associatif et un plaisancier, la **gestion des ressources** ichtyologiques récifo-lagonaires de la zone située en face de la tribu se fait encore essentiellement de manière **communautaire traditionnelle**, ce qui est une bonne chose.

Un des scientifiques souligne qu'au niveau des ressources prélevées, les pêcheurs de la tribu ciblent surtout des espèces migratrices comme le mullet, ce qui ne pose pas trop de problème du point de vue de l'état des ressources.

Cependant, si cette tribu est appelée "tribu de pêcheurs" et que la plupart des habitants pêchent, seuls quelques personnes sont de vrais pêcheurs, estime un des gestionnaires des pêches. Mais la **jeune génération** ne semble pas attirée par cette activité. Pour la plupart des plaisanciers, seules quelques personnes de la tribu sont réellement des pêcheurs vivriers, dans le sens où leur alimentation dépend de leur pêche. En cas de besoin de liquidité, ils **vendent leur pêche** soit directement dans les villages (même si ceci est interdit), soit à un colporteur. En effet sur l'ensemble des entretiens, seul un non pêcheur pensait que le Groupement d'Intérêt Économique (GIE) GaOu était encore en activité (il a fonctionné de 1980 à 1995).

Pour un scientifique, il y a eu de nombreux projets de développement mis en place avec les acteurs de la tribu. Mais quasiment tous ont avorté. Selon-lui, le plus important est de savoir pourquoi ces projets n'ont pas abouti de manière à ne pas répéter les mêmes erreurs dans le futur.

Pour conclure, citons un ancien pêcheur qui parle couramment plusieurs langues kanak et qui précise que le nom de la tribu signifierait "Là où l'on mange le premier igname" et serait une déformation de "Vou" (Ignose) et "Djone" (année). Ceci souligne bien l'attachement à la terre de la culture kanak, notamment pour cette tribu et non à la mer comme cette dernière souhaiterait le faire croire.

### Les Evènements

Entre 1984 et 1988, la montée en puissance de partis indépendantistes, tel que le Front de Libération Kanak Socialiste (FLNKS) dirigé par **Jean-Marie Tjibaou**, entraîne une augmentation des tensions politiques et sociales, générant de nombreux conflits entre les communautés. Cette crise atteint son paroxysme le 22 avril 1988, où des militants indépendantistes kanak enlèvent plusieurs gendarmes, se réfugient dans la grotte de **Gossanah** sur l'île d'Ouvéa et tuent 4 des otages. Le 5 mai 1988, l'assaut de la grotte est donné : trois soldats et 19 kanak y trouveront la mort. Ces années de violences se terminent un mois plus tard, le 26 juin 1988, par la signature des **accords de Nouméa**, qui promettait la restitution des terres coutumières aux kanak, la promotion de la culture kanak, la préparation de la future élite calédonienne, le développement des activités rurales et prévoyait enfin la mise en place d'un référendum en 1998 sur l'indépendance de la Nouvelle-Calédonie vis-à-vis de la République française (Rocard 2002 ; Mokaddem 2002 ; Lehé 2002 ; Horowitz 2003).

### 3. Le futur : les attentes

En fin d'entretien, il était demandé aux personnes interrogées, quelles étaient leurs attentes dans le futur compte tenu de la vision qu'il venait de donner. Ces attentes peuvent être regroupées en 6 points :

#### a. La pêche

La réaction d'un des gestionnaires des pêches résume l'ensemble des attentes des pêcheurs plaisanciers : "du point de vue de l'état des ressources ? ... qu'il n'y ait **pas de diminution** !".

En effet, pour certains plaisanciers, le seuil limite de pêcheurs sur le lagon est bientôt atteint. Selon eux, à ce rythme, dans 15 ans il n'y aura plus de poisson. Cette **vision alarmiste** souligne le désir des gens de pouvoir continuer leur activité de pêche et d'y trouver le même plaisir, c'est-à-dire que l'état des ressources ne diminue pas. Un seul pêcheur espère qu'une augmentation de l'état des ressources soit encore possible. L'ensemble de ces points de vue est synthétisé par un non pêcheur qui explique que "les gens veulent **continuer à faire leurs "coups de pêche"** !".

Les scientifiques, quant à eux, estiment cependant que la connaissance des ressources récifales est relativement bonne, mais qu'il faut développer les **pêches expérimentales** notamment sur les fonds meubles. En effet, actuellement les études menées sur la zone d'étude portent essentiellement sur les peuplements ichtyologiques récifales, et les fonds meubles du lagon n'ont été que très peu étudiés.

#### b. Réglementations et Contrôles

Pêcheurs professionnels, plaisanciers, anciens pêcheurs et gestionnaires associatifs demandent un **renforcement de la réglementation** dans les domaines des **engins** de pêche et des **espèces** autorisées à la pêche. En effet, près d'un tiers de personnes interrogées est favorable à une réglementation portant sur les spécificités des engins de pêche. Il s'agit essentiellement d'une réglementation plus stricte de la pêche au **fusil** (voir pour certains professionnels et gestionnaires associatifs, une interdiction pure et simple de ce type de pratique), mais également de la pêche au **filet**.

Pour un des pêcheurs plaisanciers, les pêcheurs professionnels et un des gestionnaires associatifs, il serait nécessaire de définir précisément quelles **espèces** sont autorisées à la pêche. Cette vision est également partagée par un des gestionnaires des pêches. L'un d'entre eux évoque même le bénéfice d'une réglementation portant sur l'interdiction de pêcher certaines espèces durant les **rassemblements de reproduction**. Enfin, pour les pêcheurs professionnels et certains gestionnaires associatifs, il faudrait bannir la pêche au bombardier, car elle ne laisse aucune chance au poisson. A défaut de pouvoir limiter les quantités pêchées, certains

plaisanciers souhaiteraient la mise en place d'un processus qui limiterait le **nombre de pêcheurs**.

Pour limiter les risques futurs pour le lagon, certains gestionnaires associatifs ainsi que près de la moitié des plaisanciers rencontrés ont souhaité la mise en place rapide **d'aires maritimes protégées**. Deux personnes ont même défini plus précisément des aires de type réserves **tournantes**.

Toutefois, pour certains gestionnaires des pêches, la mise en place de réserves n'est pas nécessairement la meilleure des solutions, du moins pour le court terme. Si cette demande provient de nombreuses personnes, cela pourra être mis en place afin de répondre aux demandes des usagers du lagon. Toutefois, les aires maritimes protégées sont considérées comme des **mesures de protection**, c'est à dire à mettre en place lorsque la prévention aura échoué. Cependant, comme le souligne un non pêcheur et un des gestionnaires des pêches, la gestion des ressources ne se fait pas sur du court terme. Il faut pouvoir avoir un recul sur les observations. Pour cela des **séries temporelles** sont nécessaires.

Enfin un seul pêcheur plaisancier a exprimé le souhait d'une réglementation interdisant les **"ancres à corail"**<sup>13</sup>. Il s'agit de grappins artisanaux en fers à béton, que les gens jettent sur le corail afin d'assurer une bonne grippe de l'ancre et éviter tout dérapage du bateau. Ce type d'engin endommage fortement le corail.

En termes de contrôles, l'ensemble des acteurs est favorable à leur **renforcement** et surtout à **l'équité de ces contrôles**, vis à vis des différentes ethnies. Ceci pourrait essentiellement se faire par une augmentation des moyens humains et matériels attribués aux gendarmes ce qui permettrait un accroissement du nombre et de la fréquence des contrôles.

Cependant, comme le souligne un des pêcheurs professionnels, l'équité des contrôles sera grandement accrue si ces derniers sont réalisés par des **personnes extérieures au village** (obs. pers. : ce qui est actuellement le cas puisqu'ils sont réalisés par la gendarmerie nationale) et s'il y a une réelle **volonté politique** derrière.

Un des gestionnaires des pêches évoque également la nécessité d'une ré-évaluation de **l'échelle des peines**, qui à l'heure actuelle sont minimales et encourage la fraude.

### c. Éducation

Comme le souligne les plaisanciers et l'ensemble des gestionnaires et scientifiques, la répression n'est pas la solution la plus pertinente pour résoudre ce type de problèmes environnementaux. En effet, si actuellement la **conscience écologique** est encore peu développée, c'est par l'éducation que celle-ci pourrait se renforcer. Ceci comprend une amélioration de la prise de conscience individuelle au niveau des populations de pêcheurs actuelles, mais aussi et surtout au niveau des **générations futures**.

La mise en place de **programmes de sensibilisation** serait très appréciée.

L'ensemble de ces aspects est fondamental pour un des scientifiques interrogés. En effet, pour lui, il est très important que cette sensibilisation se fasse auprès des personnes de la zone avant

---

<sup>13</sup> Les "ancres à corail" sont des ancres artisanales, souvent constituées à partir de fers à béton soudés. Les crochets formés par les fers s'accrochent alors au corail pour assurer une meilleure prise du mouillage.

l'arrivée massive des **populations attendues** du fait du développement minier. En effet, il est beaucoup plus profitable de **prévenir** la mise en place des mauvaises habitudes en termes de pratiques de pêche, que de **guérir** une fois celles-ci acquises.

En parallèle il est important que chacun prenne **conscience de l'existence de l'autre**. En effet, chaque ethnie a des perceptions différentes du milieu et des approches différentes vis-à-vis des ressources. Il est nécessaire que chacun conserve son identité et ses valeurs, tout en intégrant celles des autres.

Seul un non pêcheur s'est montré favorable à une répression accrue. Selon lui, c'est actuellement le seul moyen efficace pour que les gens prennent conscience de leurs erreurs.

#### d. Constructions humaines

- Dépotoirs et traitements des eaux

Pour certains aquaculteurs, il serait souhaitable de **déplacer le dépotoir** afin de préserver les mangroves et la qualité des eaux des rivières jouxtant les déchets. Par contre pour certains non pêcheurs, déplacer le dépotoir serait une aberration. Ceci reviendrait à polluer simultanément deux sites. Il serait préférable de construire une **décharge aux normes**.

La plupart des non pêcheurs sont favorables à l'**amélioration du traitement des eaux usées**, par exemple, avec la mise en place d'un réseau d'assainissement. Cette vision est partagée par les gestionnaires associatifs, qui estiment que ces mesures seraient fondamentales pour améliorer la qualité de l'eau des rivières. En effet, il s'agit essentiellement de ce type de pollution chimique diffuse que redoutent les aquaculteurs, particulièrement lorsque des courants défavorables ramènent les rejets des embouchures de rivières à proximité des eaux de pompage.

- Barrage anti-sel de Koné

Compte tenu des impacts fortement négatifs décrits par une partie des gestionnaires et des plaisanciers, ces acteurs sont favorables à une **suppression** du barrage anti-sel de Koné. Cependant, ceci doit se faire de façon raisonnée, de manière à ne pas dégrader encore plus l'environnement suffisamment dégradé par ce barrage.

- Accès à la mer

Selon deux pêcheurs plaisanciers, les accès à la mer dans la zone Voh-Koné-Pouembout font défaut. L'un d'eux se demande s'il y a une réelle **volonté des pouvoirs publics** de fournir des accès à la mer. De plus, selon cet acteur, le **balisage marin** parti lors du dernier événement cyclonique Erika n'a toujours pas été remis en place, ce qui constitue un danger potentiel pour les utilisateurs du lagon. Il serait donc souhaitable qu'une politique soit mise en place pour favoriser ces aspects **accès et sécurité en mer**.

#### e. Le Projet Koniambo

Comme le souligne un scientifique, le développement de ce projet va générer les mêmes conséquences que celles survenues il y a 30-40 ans (augmentation de la population et développement économique), mais, cette fois-ci, sur un laps de temps beaucoup plus court de 5-10 ans.

C'est pourquoi, la mise en place du complexe minier du massif du Koniambo suscite certaines **appréhensions**. Cependant, dans les attentes et craintes futures, peu de personnes rencontrées ont directement évoqué le projet Koniambo de façon spontanée. La principale source de préoccupations est la **pollution des rivières**. En effet, un non pêcheur se demande si les gestionnaires du projet vont effectivement mettre en place les mesures de protection et de retenue des sédiments. Plus pessimiste, un pêcheur plaisancier estime que "quelles que soient les garanties données, il y aura toujours de la pollution".

La seconde source de questionnement est le **dragage du chenal** d'accès au port. En effet, les aquaculteurs craignent une remise en suspension des sédiments ce qui pourrait dégrader de façon significative la qualité des eaux de pompage et donc générer un risque pour leurs exploitations. Cette hyper-sédimentation locale est également crainte par les scientifiques, notamment pour l'état des coraux et des ressources alentours. Enfin, il faut signaler le point de vue d'un des pêcheurs professionnels selon qui ce dragage sera vite dépassé. En effet, le chenal creusé va se remplir très vite des sédiments de la baie de Vavuto, par effet de chasse, obligeant à re-draguer le chenal très souvent.

Finalement, l'objectif actuel du gestionnaire industriel est de pouvoir distinguer la **part humaine et la part naturelle** dans les variations observées des ressources, de manière à pouvoir distinguer celles de l'usine, une fois cette dernière mise en place. L'objectif final étant de développer l'usine tout en préservant le mieux possible le milieu pour que tous puissent vivre les uns à côté des autres en harmonie.

## II.2.2. Pour les acteurs de la tribu d'Oundjo

### 1. Évolution de l'état des ressources ichthyologiques récifolagunaires : le passé

Pour la quasi-totalité des pêcheurs rencontrés, l'évolution passée de l'état des ressources récifolagunaires se divise en 5 grandes phases.

La première phase, décrite par un vieux pêcheur, un ancien pêcheur et 3 pêcheurs, date de l'époque de leurs grands-parents. Cette période d'abondance est essentiellement caractérisée par un **accès très facile à la ressource** et par des méthodes de pêche simples. "Au temps de mes grands-parents, on allait pêcher les picots au bord à la sagaie", "Il n'y avait ni filet ni moteur". Les premiers filets ont été construits au tout début du siècle. Ils étaient fabriqués en bourre de coco ou de bourao. Les plombs étaient des coquillages et les flotteurs en peau de niaouli". Mais comme le précise un pêcheur professionnel, "les bateaux étaient à voile".

Les filets en coton ont rapidement succédé aux filets en bourre de coco. Enfin c'est vers les années **1950-1960** que les filets en **monofilament** ont fait leur apparition au sein de la tribu. Ceci a entraîné une modification des techniques de pêche "avant on pêchait au barrage dans le lagon. Maintenant, on encercle le poisson". Pour près de 50% des personnes interrogées, l'utilisation du filet en nylon serait l'une des premières causes de la **diminution des ressources**.

La seconde période de baisse des ressources date des **années 1970-1980**. A cette période, on observe une **augmentation du nombre des pêcheurs**, en relation avec l'augmentation de la population tribale. Par ailleurs, un pêcheur note qu'"entre mes parents et moi, un nouveau terme est apparu dans le langage : celui de revenu". "Avant, il y avait peu de commercialisation, on pêchait surtout pour vivre et pour manger". "De plus, il n'y avait pas de congélateur, on salait". Ces différentes citations montrent qu'en parallèle de l'évolution des techniques de pêche,

il y a également eu une évolution des **mentalités** et des **finalités** de la pêche. La pêche vivrière, au sens strict du terme, devient progressivement une **pêche de revenu**.

La mise en place du **GIE Gaou**, a entraîné de nombreux changements, tant au niveau du **nombre** de pêcheurs que des **quantités** de poissons prélevées. En effet, un pêcheur professionnel se souvient que le groupement faisait en moyenne entre 500 et 600 Kg/semaine (au minimum entre 300 et 400 Kg/semaine). D'une manière générale, ce sont les anciens pêcheurs qui se sont le plus exprimés sur le groupement car il s'agit, pour la plupart d'entre eux, d'anciens pêcheurs du groupement qui ont dû chercher un emploi après l'arrêt de Gaou. Parmi les nombreux avantages du groupement, celui de la **fréquence des jours de pêche** est celui qui est cité en premier. En effet, le camion du groupement partait le jeudi vers Nouméa. La pêche se faisait donc essentiellement entre le Lundi et le Mercredi, ce qui limitait le nombre de jours de pêche. De plus "le groupement **limitait** la quantité pêchée", ce qui était considéré comme un avantage. Trois des quatre anciens pêcheurs précisent que ceci constituait un facteur limitant les **mauvaises pratiques**. En effet, il n'était pas rare que les pêcheurs barrent la mangrove ou une petite baie avec un important linéaire de filet, de manière à obtenir de très forts rendements (de l'ordre de 200 Kg pour une pêche). Avec la limitation des quantités pêchées, une seule sortie permettait d'avoir la quantité de poisson demandée par le groupement. Cependant, il existait une compétition facile entre les pêcheurs, ce qui favorisait une "surpêche par orgueil", quitte à jeter les poissons non pris par le groupement.

Au moment du plein fonctionnement du GIE, un ancien pêcheur souligne qu'il y avait plus de **30 bateaux à la pêche par jour**.

Enfin, depuis la fermeture du groupement en 1998, le nombre de pêcheurs a diminué. D'anciens pêcheurs soulignent que s'il y a eu une **diminution des ressources**, c'est essentiellement dû à la **surpêche** durant la période d'exploitation du groupement. Deux pêcheurs vont plus loin dans le raisonnement en notant que "depuis la fermeture du GIE, les poissons reviennent". Cependant, mis à part un ancien pêcheur, personne n'explique la diminution des ressources observées par les **mauvaises pratiques** des pêcheurs du groupement.

Finalement seul un seul pêcheur professionnel a fait allusion au problème lié aux **pêcheurs professionnels** de Nouméa qui venaient pêcher sur leur zone de pêche. Il semblerait que ce conflit ait été rapidement résolu par une confiscation de l'ensemble des filets et une mise en garde sommaire et musclée de la part des pêcheurs de la tribu.

## 2. Le présent : état actuel de l'écosystème récifo-lagonaire

### a. La pêche actuelle

La quasi-totalité des personnes rencontrées estime que la zone de pêche d'Oundjo est une zone encore très **poissonneuse**. Si les pêcheurs professionnels considèrent qu'il y a "autant de poissons qu'avant", pêcheurs et anciens pêcheurs estiment "qu'il y a encore pas mal de poissons", même si pour l'ensemble des pêcheurs, une légère baisse a été observée.

Cette observation concerne essentiellement les **mulets**, principale espèce ciblée : "ici, c'est un coin à mulets". Même si pour un pêcheur, la mise en place de l'interdiction des filets à petites mailles suffit à expliquer une recrudescence de cette ressource, la plupart des pêcheurs professionnels, des vrais pêcheurs, mais aussi des anciens pêcheurs, estime qu'il y a eu une **disparition des bancs de mulets**. Ceci serait surtout visible sur le plateau de **Koniène** (cf.

§ *Mauvaises pratiques et Zone de pêche*). Pour deux pêcheurs, cette diminution des ressources est également visible sur les stocks de **bec de cane** (*Lethrinus nébulosus*) du plateau de Koniène.

D'une manière générale, l'ensemble des personnes rencontrées s'accorde à dire que la zone de réserve située en face de la tribu est nettement plus poissonneuse que l'extérieur, ce qui en fait un objet de **convoitise** pour les pêcheurs extérieurs à la tribu.

Actuellement la pêche se fait principalement au filet. Si la ligne est considérée comme un bon engin de pêche dans la mesure où elle est plus sélective pour la ressource (même en étant pratiquée de nuit), le **filet** est considéré comme l'engin qui **prélève le plus**. Ce type de pêche a essentiellement lieu sur les herbiers en face de la tribu ou sur le plateau de Koniène, le long des mangroves (le long de la baie de Vavuto et le long de la tribu ou de Pinjan) ou en sortie des petites criques et des baies. La pêche "à la plonge", c'est-à-dire au **fusil sous-marin**, est peu pratiquée au sein de la tribu, ce qui explique, pour la moitié des pêcheurs, le bon état des stocks en face de la tribu.

Le type de pêche pratiquée dépend de l'objectif de chacun. En effet, "actuellement, les gens sont partagés entre leur intérêt personnel (celui de faire de l'argent) et communautaire", explique un pêcheur. Ceci explique l'apparition de mauvaises **pratiques de pêches**. "Plus il y a de modernisme, plus les engins sont efficaces et plus il y a de massacres", ajoute ce même pêcheur. A ceci s'ajoute le fait que désormais, les gens ont plus de moyens pour s'acheter des engins performants.

Cependant, pour 20% des personnes interrogées, la **pêche au moteur** et le stress généré par le bruit des engins, suffirait à expliquer cette diminution des ressources. De plus, tout le monde s'accorde à dire que "le poisson est plus sauvage" (essentiellement en parlant du mullet), ce qui prouve l'existence d'une pression de pêche réelle sur la zone.

Exceptés les vrais pêcheurs et les pêcheurs professionnels, les pêcheurs occasionnels sont surtout "les gosses de 15 ans, le samedi et pendant les vacances, qui vont se faire plaisir". Il s'agit essentiellement d'une pêche au **mulet**, sur l'herbier en face de la tribu, à la **senne à main** et à la **sagaie**. "On pêche quelques poissons pour le jour même". Les filles et les femmes ne font que "mouiller la ligne le long de la jetée". "Mais il y a une évolution des mentalités" regrette un pêcheur, "les jeunes veulent avoir du travail et ne s'intéressent plus à la vie sous l'eau".

Cependant, plusieurs mauvaises pratiques de pêche ont été relevées, qui peuvent également expliquer en partie cette variation observée des ressources.

## b. Les mauvaises pratiques de pêche

Pour l'ensemble des personnes interrogées, à l'exception de deux pêcheurs, la **pêche de nuit** et une mauvaise utilisation du **filet** sont les deux principales pratiques qui impactent le plus la ressource.

En ce qui concerne la **pêche de nuit**, il s'agit essentiellement de la chasse au **fusil sous-marin**, à l'aide d'un **projecteur**. C'est une technique extrêmement destructrice selon les personnes interrogées, mais qui n'est pas pratiquée dans la tribu. Un ancien pêcheur précise "qu'avant, il y avait des gens qui la faisait, mais pas en tribu, car les anciens râlent". Cependant, un pêcheur ajoute que si cette pêche n'est pas courante, elle est pratiquée de temps en temps, uniquement lorsqu'il y a d'importantes cérémonies. Mais dans ce cadre, l'accord du conseil des anciens est

demandé et les pêcheurs minimisent les captures (2 glacières de 100 L). Un des pêcheurs professionnels souligne qu'il n'est pas rare que des gens des villages pratiquent cette activité dans les passes de Koné et de Voh.

Le filet a été défini comme l'engin le plus susceptible de dégrader de façon notable la ressource. Pour qualifier ce genre de pratique, les personnes interrogées utilisent systématiquement le terme de "*massacre*". Plusieurs types de techniques ont été décrits :

Le **barrage** : cela consiste à laisser plusieurs kilomètres de filet dans le lagon ou sur le plateau de Koniène, durant toute la nuit. Cette méthode assure de très bons rendements, mais n'est absolument pas sélective. Ainsi, tous les poissons non consommés ou non consommables (abîmés ou mangés par les requins) sont rejetés à la mer. "La pêche de nuit au filet entraîne une baisse directe des ressources" explique un pêcheur professionnel.

Le second type de barrage consiste à mettre des filets bout à bout et à "**barrer la mangrove**", c'est-à-dire à poser les filets le long des palétuviers. Généralement ce genre de barrage est posé la nuit, en fonction de la marée (étale de pleine mer) et de la lune. Un ancien pêcheur de Gaou estime que "les plus grands massacres se font à la senne, lorsque l'on barre les palétuviers". Comme précédemment, le poisson non consommable ou en excès est soit rejeté à la mer soit "se retrouve le lendemain au dépotoir". Si cette technique a été définie comme habituelle par les anciens pêcheurs de Gaou, il semblerait qu'elle soit moins pratiquée "depuis que le conseil des anciens l'a interdite". Cette technique de pêche permettait essentiellement de faire en une seule pêche ce qui aurait pris plus de temps par des pratiques plus légales. Cependant, certains pêcheurs occasionnels, pratiquent encore ce genre de pêche pour répondre à un besoin financier ponctuel. En interrogeant un ancien pêcheur sur ces pratiques, il se confie : "on sait que barrer les palétuviers ce n'est pas bien, mais on le fait quand même, pour les sous : le linge, la bouffe, ...". "On ne pense pas à plus tard. Les sous, c'est maintenant". Il va même jusqu'à pousser son raisonnement en admettant "qu'heureusement que Gaou se soit arrêté, sinon, on aurait continué le massacre".

Selon un pêcheur professionnel, certains n'hésitent pas à **barrer toute une baie** à l'aide de sennes à maquereaux pour tout récupérer. Comme précédemment, "les gens mettent de longs filets, ramassent les poissons qu'ils vont vendre et jettent le reste".

Après la plongée de nuit et les barrages aux filets, le **non respect des réglementations** a été le plus souvent cité comme mauvaise pratique. Ce sont essentiellement les pêcheurs actuels qui ont admis, directement ou indirectement, ne pas tenir compte de la législation en vigueur. Hormis la pêche de trocas (*Trochus niloticus*) trop petits et de langoustes grainées, ces mauvaises pratiques touchent essentiellement les picots et les mulets. "Il y a une destruction des nids de picots". "Nous, on pêche durant la saison de fermeture des picots". Mais la faute n'est pas imputable qu'aux pêcheurs, puisque cette même personne estime "que c'est aussi de la faute des **acheteurs**. Si il n'y avait pas d'acheteur, on n'en pêcherait pas". L'exemple le plus flagrant du non respect volontaire de la réglementation concerne le mullet. En effet, selon la législation en vigueur, il est interdit de pêcher les mulets durant la période de fraie. Cependant, un pêcheur explique "qu'ici, on aime manger les œufs de mullet. Donc on va surtout pêcher les femelles et surtout pendant la période de reproduction". De plus "ils coûtent plus cher à la vente". Toutefois il existe un début de prise de conscience. En effet, même s'il précise que "nous on ne respecte pas ça", ce même pêcheur ajoute que "peut être que ce n'est pas bien de pêcher comme ça", mais justifie ces pratiques par le fait que "c'est beaucoup plus facile à pêcher, la tentation est plus grande. Mais bon, il y a toujours autant de mulets". Une seule personne estime que "le risque, ce n'est pas de ne plus en trouver pour vendre, mais surtout de ne plus en trouver pour manger".

Une autre pratique très surprenante, qui n'a été citée que par deux pêcheurs et un pêcheur professionnel, est la pêche aux **balles explosives**. De fabrication artisanale, il s'agit de flèches de fusil sous-marin, filetées, sur lesquelles est vissée une cartouche explosive. Cette méthode n'est pas employée par les gens de la tribu, mais il n'est pas rare de trouver de grosses loches au dépotoir dont les marques ne laissent pas de doute quant à la méthode de pêche utilisée. Accessoirement, ceci est également parfois utilisé sur des lamantins (*Dugong dugong*), qui sont achevés au fusil. Heureusement ce genre de pratique n'est que très peu utilisé.

Pour deux anciens pêcheurs, la diminution observée des ressources (à l'extérieur de la zone de pêche d'Oundjo) serait en partie imputable aux **personnes venant de Nouméa**. En effet, ce sont eux qui pêchent le plus. On note aussi que certains pêcheurs professionnels de trocas viennent encore régulièrement sur zone. S'agissant de personnes d'origine wallisienne, ils pêchent le poisson qui leur sert à se nourrir, en plus du troca. Ceci expliquerait aussi le "ratissage des fonds".

Enfin, la dernière cause évoquée pour expliquer une baisse perçue des ressources concerne la **pollution en mer**. En effet, les personnes qui vont pêcher dans le lagon ne se soucient guère du devenir des canettes et autres conserves qu'ils emmènent pour le repas et jetées par-dessus bord. Une autre forme de pollution, pour un des pêcheurs professionnels, est représentée par les **filets abîmés** laissés en mer, car ils continuent de pêcher.

### c. L'évolution du nombre de pêcheurs

Dans les années 1970, il n'y avait encore que peu de pêcheurs au sein de la tribu. Comme l'explique un ancien pêcheur et un pêcheur, entre 1960 et actuellement, la **population a triplé**. On dénombre environ 300 personnes au sein de la tribu aujourd'hui. En parallèle à cette augmentation du nombre d'habitants, le nombre de pêcheurs a lui aussi progressivement augmenté pour atteindre son maximum au moment où le **GIE** était en activité.

"A la fin du GIE tout le monde avait son bateau ou presque. Mais depuis, le nombre de pêcheurs a diminué", expliquent deux anciens pêcheurs. L'ensemble des personnes interrogées a précisé qu'actuellement, la tribu ne compte plus qu'une **dizaine de "vrais pêcheurs"**, qui vivent réellement de la pêche, ou plus exactement du produit de la vente de leur pêche.

Cependant, durant les fins de semaines et les vacances scolaires, le nombre de pêcheurs occasionnels augmente, puisque "tous les p'tits mecs de la tribu vont pêcher pour le plaisir", comme l'explique un pêcheur. Il s'agit essentiellement des jeunes adolescents encore scolarisés qui passent le week-end ainsi que leurs vacances au sein de la tribu.

Seul un pêcheur professionnel a estimé qu'il y a **actuellement trop de pêcheurs** au sein de la tribu : "il y a les gosses qui pêchent le week-end et pendant les vacances et les autres pêcheurs qui pêchent toute la semaine". Il fait allusion à deux types de pêcheurs occasionnels. Les premiers ont une activité très ponctuelle dont l'objectif est de pêcher pour changer le plat quotidien, essentiellement basé sur le poulet. Les seconds sont des pêcheurs plus réguliers, qui vivent du produit de la vente de leur pêche. Il s'agit de la dizaine de "vrais pêcheurs" définis précédemment.

Finalement, un seul pêcheur a évoqué l'augmentation de la **population de la zone Voh-Koné-Pouembout**. Selon lui, cela va amener plus de bouches à nourrir, donc va entraîner

**mécaniquement** une **augmentation du nombre de pêcheurs** sur la zone (à l'extérieur de la zone de pêche de la tribu) et indirectement des **mauvaises pratiques**.

#### d. La vente

Pour les pêcheurs professionnels et les "vrais pêcheurs", "vivre du poisson, c'est pêcher pour vendre et donc se payer à manger". Un pêcheur renchérit en disant que "nous, on ne travaille pas, mais on va pêcher".

D'une manière générale, excepté pour les pêcheurs occasionnels, "la pêche, c'est pour des besoins pécuniaires". "La plupart des gens vivent au jour le jour et ne sont intéressés que par la **couleur du billet**". Cette expression a souvent été notée au cours des entretiens. Les ressources récifo-lagonaires ne sont plus considérées comme une réserve de nourriture, mais plus comme une **réserve d'argent**, dans laquelle les pêcheurs professionnels et vrais pêcheurs puisent pour travailler. Les autres pêcheurs s'en servent pour répondre à un besoin ponctuel d'argent "pour construire une case ou pour acheter une voiture".

Cependant, un pêcheur souligne que la vente est aussi un problème en soi. L'**appât du gain** est grand et favorise le développement de **mauvaises pratiques**.

Enfin, si "dans les années 1970-1980 il n'y avait que très peu de bateaux dans les villages, maintenant tout le monde en a un" constate amèrement un ancien pêcheur, "ils pêchent et nous on ne peut plus vendre". En effet, lorsque le GIE était encore en activité, les pêcheurs n'avaient pas besoin de **sortir de la tribu** pour vendre le poisson. Maintenant, les pêcheurs qui veulent écouler le produit de leur pêche doivent se rendre dans les villages, ce qui occasionne des frais et des difficultés supplémentaires : proportionnellement à l'augmentation de la population dans les villages, le nombre des personnes qui demandent du poisson a diminué. Enfin, se déplacer dans les villages devient problématique pour les personnes qui n'ont pas de moyen de **locomotion**.

#### e. Patentes de pêche

Actuellement au sein de la tribu d'Oundjo, seules **trois personnes** possèdent une licence de pêche et sont définies officiellement comme "pêcheur professionnel". Les vrais pêcheurs eux sont donc des pêcheurs professionnels dans le sens où ils pêchent, commercialisent et vivent du produit de la vente de leur pêche. Toutefois, cette activité est pratiquée en toute illégalité, puisque sans licence, la vente de tous produits de la mer est interdite.

Une licence de pêche coûte 3000 CFP<sup>14</sup> par an. Un ancien pêcheur de Gaou nous a expliqué que lorsqu'il pêchait pour le groupement, il possédait une licence. "Cela permettait de bénéficier **d'aides** pour les bateaux et les moteurs. Mais maintenant ça ne sert plus à rien, car tout le monde va pêcher pour vendre". Un vrai pêcheur nous donne une autre raison : théoriquement, le propriétaire d'une licence de pêche peut bénéficier de **tarifs préférentiels** concernant le matériel de pêche, ainsi qu'une **aide au carburant**. Cependant, en Province Nord, cette aide au carburant n'est pas appliquée et "les magasins ne jouent pas le jeu. Il faut aller sur Nouméa pour qu'ils prennent la licence en compte". Enfin, un pêcheur précise que s'il était en possession d'une patente de pêche, il ne bénéficierait plus de la **couverture maladie universelle**, ce qui représenterait une grosse dépense qu'il ne pourrait assurer.

---

<sup>14</sup> 3 000 CFP = 25,14 €

Finalement, comme le conclut un vrai pêcheur, "nous on veut bien respecter les règles et jouer le jeu, mais il n'y a **aucun suivi**. De plus, quand on demande de **l'aide**, ça prend beaucoup de **temps** et c'est très **difficile**. Il n'y a aucun avantage en bout de course". Ironiquement il ajoute que "les politiciens veulent un développement économique, mais quand les pêcheurs demandent de l'aide justement pour faire du développement économique, ils ne sont pas aidés".

#### f. La coutume

D'une manière générale, le terme de **coutume** est utilisé pour parler d'un acte traditionnel consistant en un don ou un échange de poisson. En ce qui concerne la pêche et les ressources en poissons, deux types de coutumes sont à distinguer.

Le premier type de coutume consiste à **partager le produit de sa pêche**, notamment sous forme de dons, avec des proches ou des membres de la famille, ou des personnes ne pouvant plus pratiquer ce genre d'activité. Cette pratique permet de maintenir une réelle **cohésion** au sein de la tribu. Ce type de pratique est quotidien, notamment pour les pêcheurs occasionnels, ou alors, comme nous l'explique un vrai pêcheur, "quand on a vraiment pêché beaucoup".

Le second type de coutume fait référence aux dons lors de **cérémonies coutumières** (mariage, deuil, fêtes traditionnelles avec une autre tribu). A ce moment là, "quand il y a coutume, il y a vraiment beaucoup de poisson qui est pêché", remarque un pêcheur professionnel.

Si nous n'avons pas eu l'occasion de participer à ce genre de cérémonie coutumière, il nous a été possible de prendre part à une sortie de pêche avec 3 jeunes de la tribu. La pêche a consisté à encercler deux bancs de mulets sur les herbiers en face de la tribu. Sur les 40 Kg pêchés, plus de 20 Kg ont été redistribués à la famille ou aux amis et les 15 Kg restants ont été partagés entre les trois pêcheurs. Dans le même ordre de grandeur, un vrai pêcheur nous explique que sur deux glacières de 100 L, il n'est pas rare qu'il en donne une à de la famille dans une autre tribu, ou bien il donne 50 L à de la famille au sein de la tribu d'Oundjo et se garde 50 L pour lui. Ce même pêcheur précise qu'il amène en moyenne une glacière de 100 L par mois à de la famille à Nouméa.

Finalement, si un ancien pêcheur estime qu'en comparaison avec la partie vendue, la quantité de poisson pêchée pour la coutume ne représente qu'une part **minime**, certains professionnels et vrais pêcheurs estiment que la proportion de poisson donnée est nettement **plus importante** que celle vendue, en considérant l'ensemble des pratiques coutumières.

#### g. Pêcheurs extérieurs et respect des zones de pêche

La zone de pêche de la tribu d'Oundjo est, d'une manière générale définie, **reconnue** par l'ensemble des usagers du lagon et **définie** par les pêcheurs de la tribu. Pendant la période de fonctionnement du GIE, la zone de pêche de la tribu d'Oundjo était particulièrement bien respectée, car le nombre de pêcheurs de Gaou sur le lagon par jour étant relativement élevé, tout intrus était rapidement **repéré et chassé** hors de la zone.

Pendant, depuis l'arrêt du groupement, "de plus en plus de gens viennent pêcher chez nous", constate un ancien pêcheur. "Ils viennent **pêcher de nuit**. Quand on les prend, on leur dit de

partir. Ils partent, mais il reviennent". "Alors on est obligé de montrer les dents" constate un pêcheur professionnel.

D'une manière générale, les pêcheurs d'Oundjo ont noté que les gens des autres villages viennent essentiellement pêcher le **dimanche**. Selon un ancien pêcheur, "ils viennent le dimanche, car ils savent que le dimanche c'est sabbat et que l'on ne fait rien. Alors ils en profitent".

Les deux zones de pêche où viennent les gens des villages sont les **trous bleus**, zones tabous près du récif en face de la tribu et le **plateau de Koniène** (Volume II Figure 4). Pour la plupart des personnes interrogées, le plateau de Koniène, situé en face du village de Koné, fait partie intégrante de la réserve de pêche d'Oundjo. A ce titre, "il est interdit aux gens de venir pêcher dessus. Ils peuvent pêcher autour, c'est toléré, mais pas dessus". Cette augmentation de la fréquentation reflète, selon les habitants de la tribu, une **volonté délibérée des personnes des villages** de venir "braconner" sur les zones de pêche de la tribu. Ceci s'explique, selon eux par une **plus grande abondance des ressources** au sein de cette réserve.

#### h. Contrôles et réglementation

Ce thème a essentiellement été abordé par deux vrais pêcheurs et deux anciens pêcheurs.

En ce qui concerne la réglementation, un ancien pêcheur estime qu'elle est **bien faite**, mais qu'elle arrive **trop tard**, dans la mesure où les dégâts sont déjà faits. A l'inverse un vrai pêcheur estime que cette réglementation est **très mal adaptée**. En effet, elle interdit la pêche au picot de novembre à février, alors que la période de fraie selon lui a lieu bien après la fermeture. De même pour les mullets : il est interdit de les pêcher pendant la période de fraie, alors que c'est exactement ce que les pêcheurs font.

De plus, il faut noter que la réglementation actuelle est **peu connue**. Lorsque des précisions sont demandées (longueurs de filets et mailles autorisés, chasse au fusil), peu de pêcheurs répondent correctement.

En matière de contrôles, deux opinions opposées ressortent des entretiens. Un ancien pêcheur estime "qu'il ne faut pas qu'il y ait de contrôle ici. Nous on fait ça pour vivre". Cette vision est corroborée par un pêcheur, pour qui **l'absence de contrôle** au sein de la tribu n'est pas un mal. Il évoque même une certaine **accointance** entre gendarmes et pêcheurs de la tribu.

Ceci est confirmé par un vieux, qui se souvient qu'avant, il y avait plus de contrôles. Mais désormais, "les gendarmes ont **peur**", explique un pêcheur. Pourtant selon lui, il n'y aurait pas nécessairement besoin de verbaliser. Des sommations orales seraient bien suffisantes pour **dissuader** les fautifs de recommencer.

#### i. Pollution minière

Seules 4 des 13 personnes interrogées ont évoqué la pollution minière comme une cause notoire de la baisse des ressources récifo-lagonaires.

Un pêcheur professionnel estime que ce ne sont pas les anciennes mines qui polluent le plus, mais les **mines actuelles**, notamment celle du Koniambo. Un autre professionnel estime que cette augmentation de la pollution dans les rivières date d'il y a un ou **deux ans**. Deux pêcheurs se souviennent qu'étant jeunes, les rivières étaient aussi rouges. Mais ils estiment que

désormais, "dès qu'il pleut, c'est beaucoup plus rouge". Cette notion est reprise par un des professionnels. Toutefois l'explication de ce ressenti passe non pas à travers l'observation de la diminution des ressources, mais à travers un vécu. En effet, les deux pêcheurs précédents remettent surtout en cause l'efficacité des barrages anti-pollution situés sur le Koniambo, car selon eux, le **barrage de retenue** qui sert à alimenter la tribu en eau potable, se situe au  **pied de la mine**. Ils ont ainsi constaté que peu de temps après une grosse pluie, l'eau utilisée par les habitants de la tribu se colore en rouge et n'est plus consommable. Seul un ancien pêcheur estime que **l'apport sédimentaire** des rivières dans le lagon n'est pas suffisant pour expliquer les variations des ressources, car selon lui, "avant les mines, il y avait pas mal de terre rouge, mais il y avait aussi pas mal de poissons".

En termes de fluctuations des ressources, les variations observées imputables aux rivières, sont essentiellement dues aux **apports en eau douce**. En effet, les pêcheurs ont observé que lorsqu'il y a des **grosses pluies** et donc des **panaches turbides** aux embouchures des rivières, il y a nettement **moins de poissons** (surtout dawa et perroquets) dans le lagon, mais plus de **poissons d'eau saumâtre** comme les picots, les brèmes et les mullets. "Ils ont l'habitude des eaux troubles et saumâtres". Les rivières les plus touchées sont la Confiance, la Pandanus, la Népia et la Coco (qui se jette dans la baie de Vavuto). Ils expliquent également que lorsqu'il y a du vent d'Ouest, des courants ou des marées, les détritiques de la Coco sont ramenés devant la tribu. Et durant les alizés, ce sont les détritiques de la Koné qui se retrouvent dans le lagon en face de la tribu. De même, ce sont les alizés qui soulèvent les sédiments qui sont déposés dans le lagon et qui les ramènent en face de la tribu.

#### j. Corail

L'ensemble des personnes ayant évoqué l'état du corail est d'accord sur le fait que ce dernier **s'améliore**. Selon eux, "le corail a beaucoup **poussé**". En effet, trois personnes ont cité l'exemple de la passe de Koné. Selon eux, en l'espace de 30-40 ans la profondeur de la passe a diminué : avant, ils ne voyaient pas le fond, alors que désormais, il est visible depuis la surface. Il en est de même pour le platier en face de la tribu : "Avant on passait beaucoup plus facilement avec les bateaux", relate un ancien pêcheur. Seul un pêcheur professionnel a évoqué le dernier **cyclone**. Selon lui, Erika a entraîné une détérioration de l'état du corail, même si globalement, depuis plusieurs années, il y a une amélioration générale de cet état.

### 3. Le futur : les attentes

Sur l'ensemble des personnes interrogées, seules 8 d'entre-elles ont clairement défini des attentes vis-à-vis du futur. Celles-ci peuvent être regroupées en 4 points :

#### a. Mine : le projet Koniambo

- Dragage du chenal sur Vavuto

La mise en place des accès maritimes du futur port de la presqu'île de Vavuto semble soulever certaines appréhensions. En effet, selon un pêcheur, si les populations de poissons peuvent s'habituer à des **érosions naturelles** de la dalle corallienne, elles seront incapables de s'adapter aux changements provoqués par ce **dragage**. Ceci s'explique par le fait que les changements naturels sont **progressifs**. Cela laisse le temps aux poissons de s'adapter, ce qui ne sera pas le cas lors du dragage. Il compare cet impact à celui qui a été créé par le creusement du **chenal d'accès au lagon** de la tribu. "En 1984, lorsque les anciens ont décidé de faire construire ce chenal, ils n'avaient pas pensé que, plus tard, il n'y aurait plus de maquereau".

De plus, selon lui, il y a encore actuellement des dugongs et des tortues dans la baie de Vavuto. Il se demande donc également si le creusement de ce chenal ne va pas affecter les **comportements** de ces animaux.

Seul un ancien pêcheur a également exprimé une certaine crainte sur ce sujet. Elle concerne l'impact néfaste possible du dragage sur **l'état des coraux**.

- Pollution minière

Pour un des pêcheurs professionnels, le principal risque associé à la mise en place de la mine est l'augmentation de la **pollution des rivières**, qui retentira de manière fortement négative sur les ressources lagonaires.

Cette inquiétude vis-à-vis de la pollution des rivières a été également citée par un pêcheur, qui craint essentiellement **l'utilisation massive de la dynamite** lors de la construction et de l'exploitation du massif. En effet, selon lui, l'utilisation de la dynamite lors de l'exploitation minière du massif du Koniambo générerait une augmentation très importante des matières en suspension dans les cours d'eau et les rivières du massif, et donc dans le lagon.

Enfin, pour deux autres pêcheurs, il serait nécessaire de revoir le fonctionnement des **barrages anti-pollution** (notamment en amont du barrage de la réserve d'eau potable de la tribu).

## b. La pêche

Un des pêcheurs rencontrés souhaite que soit "préservée leur pêche culturelle". "Demain, si je veut faire un coup de mullet, je veux être sûr de pouvoir en trouver".

La principale source d'interrogation sur la pêche concerne les **pratiques des pêcheurs extérieurs à la tribu**. Ceci est également repris par un professionnel qui souhaite qu'il y ait une diminution de la pêche de nuit.

Enfin, en termes de développement futur, un pêcheur souligne la nécessité d'un **groupement et d'un chantier naval** pour que la pêche dans la tribu puisse se redévelopper et que le poisson pêché puisse facilement être écoulé.

Un pêcheur a également souhaité la mise en place de **mesures de gestions** de manière à ce que "tout le monde puisse profiter du lagon". Enfin un des vrais pêcheurs souligne que la mise en place de réserves maritimes au niveau de la tribu ne pourrait répondre à cette attente. En effet, il pense que ce type de mesure ne ferait que **pénaliser les pêcheurs** puisqu'il leur serait interdit de pratiquer leurs activités dans la réserve.

## c. Contrôle

Seule une personne de chaque catégorie a souhaité voir une **augmentation des contrôles**.

Un pêcheur et un professionnel souhaitent que cette augmentation touche aussi bien les gens de la tribu que les **plaisanciers**, de façon à ce que la réglementation soit mieux respectée. Il est également favorable à la mise en place **d'unités de contrôles maritimes**.

## d. Éducation/Sensibilisation

Une seule personne a évoqué la nécessité d'une prise de conscience concernant les poissons à **proximité des mangroves**, dont les mullets. Selon lui, "il faut que chacun réalise qu'il y a un problème, si l'on veut pouvoir encore manger du mullet demain".

## III. Discussion

### III.1. Échantillonnages et entretiens

#### III.1.1. Dans le cadre des entretiens menés auprès des acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout

Dans un **puzzle**, chaque pièce contient une bribe d'information, nécessaire mais insuffisante pour pouvoir construire l'ensemble du puzzle. Celui-ci est constitué de l'imbrication des pièces et l'image finale obtenue (*propriété émergente*) représente bien plus que la somme des informations récoltées au niveau de chacune de ses pièces (*synergie*). Ces notions de **synergie** et de **propriétés émergentes** sont les principes fondamentaux de ce type d'enquêtes.

Si les visions individuelles du fonctionnement du système récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout peuvent paraître incomplètes, confuses voire inintéressantes, la mise en commun de ces connaissances "parcellaires" permet d'approcher une **vision globale** du système. Quel que soit le groupe auquel ce processus est appliqué (Catégories ou Villages/Tribu), les informations qui résultent de cette **mise en commun des savoirs individuels** sont beaucoup plus riches que celles qui sont apportées par chacun des savoirs individuels.

L'identification des différentes catégories d'acteurs s'est faite par analyse du fonctionnement global de l'écosystème selon une approche systémique, complétée par les connaissances de personnes ressources. En revanche, la détermination des différents individus constitutifs des catégories s'est faite selon une méthode **d'échantillonnage** plus classique. Ceci se rapproche d'un échantillonnage stratifié.

En effet, dans le cas où le **nombre** d'acteurs au sein d'une catégorie (strate) est **faible**, un échantillonnage **exhaustif** a été conduit. Dans le cas inverse, un échantillonnage **aléatoire** a été réalisé.

Puisqu'il est impossible d'estimer la validité d'un tel échantillonnage de manière classique compte tenu des données récoltées (purements qualitatives pour cette partie de l'entretien), il est en revanche possible d'en définir la **représentativité**. En effet, lors de l'analyse des entretiens, la mise en place d'une grille d'analyse a permis de dégager différents thèmes cités par les acteurs (Volume II Annexe 4). Qualitativement, un tel échantillonnage sera considéré comme représentatif de l'ensemble des visions des différents acteurs à partir du moment où le **nombre de thèmes** identifiés lors de l'analyse des dires d'acteurs se **répète** et que les entretiens supplémentaires n'apportent que très peu de nouveauté (Ozesmi 1999). Du point de vue des enquêtes cela signifie qu'il faudrait fournir un effort d'échantillonnage beaucoup plus important pour qu'un nouveau thème soit cité. Il est important de noter qu'il s'agit ici des thèmes abordés et non des dires d'acteurs. En effet, pour un même thème, au sein d'une même catégorie, les points de vue individuels peuvent être divergents, sans pour autant constituer un thème à part entière.

Dans le cadre de ces enquêtes, deux cas se sont présentés.

Pour les catégories à **faible nombre d'acteurs**, un échantillonnage exhaustif était visé. Ainsi les visions récoltées sont complètes et le nombre de thèmes abordés connu avec une certaine exactitude. En effet, il est toujours possible d'arguer qu'une seule enquête ne peut suffire à aborder l'ensemble des thèmes possibles. Cet argument est parfaitement recevable. Cependant, dans le cadre de cette étude, les entretiens individuels n'étaient pas limités dans le temps.

Chaque répondant pouvait prendre le temps nécessaire pour donner son point de vue, quitte à le donner en plusieurs fois, ce qui a, d'ailleurs, été fait par un certain nombre d'acteurs. Ceci limite fortement le nombre des thèmes non abordés.

Pour les catégories à **grand nombre d'acteurs**, un échantillonnage aléatoire était réalisé. Dans ce cas, la représentativité des propos tenus se définit donc par la saturation du nombre de thèmes abordés au cours des entretiens. D'un point de vue pratique, seule la possibilité de rencontrer un nombre suffisant d'acteurs constitue un facteur limitant.

Dans le laps de temps consacré aux enquêtes, deux principales raisons expliquent qu'une personne ait pu, ou non, être interrogée.

La première concerne la **disponibilité** des individus. En effet, même si l'enquêteur reste à la disposition des enquêtés, les activités de ces derniers (professionnelles ou non) peuvent les rendre indisponibles pour tout entretien. Ceci peut également servir de **prétexte** de la part de certains acteurs non désireux de participer à ce type d'enquêtes. L'exemple le plus flagrant est celui d'un retraité, officiellement pêcheur loisir, mais dont les activités de braconnage et de ventes illégales des produits de la pêche sont connues de tous. Arrivé sans excuse avec une heure et demie de retard à un rendez-vous fixé à 6h du matin, cette personne a demandé un autre rendez-vous à 21h, auquel il ne s'est pas non plus présenté. Il eut été plus simple (et plus agréable) d'exprimer dès le départ un refus de participer à l'entretien.

La deuxième raison pouvant jouer sur le nombre de personnes rencontrées rejoint cet exemple : il s'agit de la **volonté** des acteurs de se **prêter au jeu ou pas**. Si, d'une manière générale, l'ensemble des personnes rencontrées a parfaitement joué son rôle, le comportement de certains individus contraste de façon notable. C'est le cas d'un aquaculteur manifestement peu désireux (sans l'exprimer) de participer à l'entretien, qui a estimé ne rien connaître du fonctionnement du lagon et de l'état des ressources récifo-lagonaires. Toutefois, cette réticence particulièrement évidente en début d'entretien s'est estompée par la suite.

Les **agriculteurs/éleveurs** constituent un cas à part. En effet, au sein des villages de Voh-Koné-Pouembout, leur nombre et les coordonnées individuelles n'ont pu être obtenus. Les raisons données par l'INSEE ou le service de l'agriculture ont été les mêmes que celles fournies par les Affaires Maritimes, lorsqu'il s'agissait d'obtenir la liste nominative des personnes possédant un navire dans ces mêmes villages. Cependant, par recoupement de données récoltées auprès des différents acteurs rencontrés lors des entretiens précédents, **une liste** d'acteurs agriculteurs/éleveurs a pu être constituée. Parmi les personnes identifiées sur cette liste, un seul agriculteur/éleveur a pu être rencontré. Pour les autres acteurs, les horaires, les rythmes et charges de travail étaient incompatibles avec toute prise de rendez-vous. Aussi, seuls les résultats obtenus pour cette catégorie d'acteurs peuvent être discutables.

En ce qui concerne la stratégie d'échantillonnage adoptée, la possibilité de demander à chaque personne rencontrée de désigner des **contacts supplémentaires**, est extrêmement précieuse. En effet, ceci permet de téléphoner de la part, généralement, d'un ami, ce qui ôte une partie de la **méfiance** naturelle de la personne contactée à l'égard de l'enquêteur, mais cela permet également à l'enquêteur de récolter des **informations préalables** sur la personne à rencontrer. L'inconvénient de cette méthode est le risque pour l'enquêteur de se retrouver confiné dans un **cercle restreint** de personnes qui se connaissent et qui, bien souvent, partagent des points de vue semblables. Ce risque a été écarté par l'utilisation des listes nominatives issues des enquêtes de 2002. En effet, compte tenu du grand nombre de personnes interrogées au cours de cette précédente campagne (147 individus), la probabilité de rencontrer plusieurs personnes qui se

connaissent et qui partagent des points de vue communs est quasi-nulle du fait de l'échantillonnage aléatoire pratiqué.

Cependant, ce dernier point est nettement plus sensible dans le cadre des enquêtes réalisées au sein de la tribu d'Oundjo.

Il est intéressant de noter la grande **diversité** des points de vue des acteurs sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout même si tout le monde pense parler du même objet. Comme le note Pennanguer (2005), la métaphore de Ferber (1997) avec l'eau illustre bien la diversité des visions du monde qui peut exister au sein d'un groupe d'individus :

*"Tout le monde peut parler de l'eau, mais il est cependant bien difficile d'en donner une vision unifiée et claire. En effet parler de l'eau, c'est mettre en présence un grand nombre de concepts : pour celui qui a soif, l'eau est un liquide que l'on boit et qui permet d'étancher sa soif, pour le plombier, l'eau est quelque chose qui coule le long des tuyaux et qui peut s'échapper des canalisations (les fuites), pour le chimiste, c'est la molécule H<sub>2</sub>O, pour le peintre, c'est un solvant et un diluant ..."*

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des différents points de vue permet de mettre en évidence de nombreux parallèles ou antagonismes entre les visions des acteurs. Les **parallèles** forment des lignes directrices qui peuvent être des éléments moteurs dans le cadre de la mise en place d'un processus de concertation. A l'inverse, l'identification des **antagonismes** permet de mettre en exergue des points de **conflits sociaux**, qu'il sera nécessaire de résoudre avant de pouvoir continuer dans une démarche participative.

### III.1.2. Dans le cadre des entretiens menés auprès des acteurs de la tribu d'Oundjo

Dans le cadre de cette étude, trois catégories d'acteurs ont été identifiées parmi les habitants de la tribu d'Oundjo : les pêcheurs professionnels, les pêcheurs et les anciens pêcheurs.

Celles ci diffèrent sensiblement des catégories identifiées lors des enquêtes menées en 2002, qui étaient : pêcheurs professionnels, pêcheurs plaisanciers et pêcheurs vivriers.

Les différences avec la classification utilisée dans cette étude s'expliquent de la façon suivante :

- **Pêcheurs professionnels.** Seule cette catégorie a été conservée, car elle repose sur le référentiel administratif européen, plus que sur celui des pratiques culturelles kanak. Quelque soit son appartenance ethnique ou sa culture, un pêcheur professionnel est défini comme une personne détentrice d'une licence de pêche.
- **Pêcheurs plaisanciers/vivriers.** Si la distinction entre ces deux catégories s'imposait lors des enquêtes de 2002, elle n'est pas adaptée au contexte de la tribu ou un continuum existe entre les deux catégories (Virly 2000 ; Houchot 2003). Lors des enquêtes réalisées en 2002, la différenciation de ces deux groupes reposait, en fait, sur une erreur liée à la **barrière de la langue**. En effet, s'il est possible de demander à une personne des villages si sa pêche est essentiellement vivrière ou non, cette formulation est impossible pour les habitants des tribus, car la culture kanak est encore très présente et les langues locales (Haveke, Habeke, Paici) sont encore plus couramment parlées que le français. Il a donc été demandé aux personnes rencontrées en 2002 si elles "pêchaient pour la gamelle". Il semblerait que la plupart de ces personnes ait mal interprété cette question, en répondant en se basant sur l'utilisation faite du poisson pêché (consommé dans ce cas présent) et non sur la nature même de la pêche pratiquée.
- **Les pêcheurs et les anciens pêcheurs** correspondent à des catégories bien identifiables au sein de la tribu

Le choix de la méthode d'échantillonnage a surtout été fait dans un objectif de **fiabilisation des données** récoltées. En effet, compte tenu du caractère relativement clos d'une tribu, tout nouvel arrivant est considéré comme un **étranger**. Il y a donc naturellement une période d'**intégration** qui s'impose. Accueilli au sein d'une famille, cette période a essentiellement permis à l'enquêteur de déterminer le rôle de chaque individu dans ce **microcosme**, ainsi que le **fonctionnement** global de la tribu et a donc grandement facilité l'identification des personnes à rencontrer. Par ailleurs, la présence d'une personne étrangère au cours d'événements sociaux (débroussaillage, repas communs, prière), favorise le **questionnement** entre habitants (le bouche-à-oreille) et facilite ainsi la **transmission d'informations** sur la finalité de sa présence au sein de la tribu.

Au cours de la campagne d'enquêtes, cette approche plus "passive" a porté ses fruits. En effet, en plus des acteurs rencontrés par une **démarche volontaire** de l'enquêteur, de nombreuses personnes sont venues **d'elles-mêmes** à la rencontre de l'enquêteur, afin de pouvoir exprimer leurs points de vue sur la problématique des ressources.

Enfin, compte tenu de l'étendue géographique relativement restreinte de la tribu et de la promiscuité que cela engendre, ce type d'approche permet surtout de retrouver les gens déjà interrogés dans des **situations** très **différentes** de celle de l'enquête. Cela favorise donc les **échanges** informels et permet d'obtenir des points de vue parfois différents, ou des compléments d'informations, validant ou infirmant le discours tenu par les acteurs dans le cadre de l'entretien. D'une manière générale, une telle approche, qui **favorise les allers-retours** entre enquêteur et enquêtés, permet de **fiabiliser** de manière très importante le jeu des données.

Enfin, le **questionnement ouvert** lors des entretiens, qui s'apparentent plus alors à un échange qu'à un questionnement a également permis aux acteurs de la tribu de jouer un rôle plus actif.

Tout ceci peut être résumé par les propos d'un ancien pêcheur, qui, en parlant de cette démarche d'enquête, estime que "c'est bien, car les gens n'aiment pas qu'on leur pose des questions. Moi je leur dis : il ne pose pas de questions, il écoute ce que vous avez à dire".

Si le fait d'être accueilli par une famille au sein de la tribu offre un avantage non négligeable en termes d'intégration, cela pose aussi quelques problèmes méthodologiques comparables à ceux rencontrés lors des enquêtes dans les villages. En effet, lors des enquêtes auprès des acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout, il était demandé à la fin de chaque entretien si la personne interrogée pouvait donner le nom d'une ou de plusieurs personnes susceptibles d'être à leur tour enquêtées. Cela soulevait un problème de **représentativité**. En effet, d'une manière générale les personnes "ressources" ne donnaient que les noms de personnes qu'elles connaissaient bien et qui partageaient les mêmes activités et centres d'intérêt qu'elles même. Cela risquait d'**homogénéiser artificiellement** les différents points de vue et ainsi de biaiser les résultats de ces enquêtes. Il en est de même dans la tribu. En effet, compte tenu de la hiérarchisation des intérêts des personnes interrogées, lorsqu'il était demandé aux membres de la famille d'accueil d'indiquer la ou les personnes susceptibles de correspondre aux individus ressources pour une catégorie, ils recherchaient en priorité parmi les membres de la famille proche, puis parmi les membres des clans proches. La communication entre ces groupes de personnes étant facilitée, cela assurait d'une part une meilleure prise de contact (et donc une meilleure fiabilité des données récoltées), mais augmentait le risque de se retrouver avec une **uniformisation** artificielle **des points de vue**. Ceci s'est particulièrement ressenti lorsqu'il a été demandé de rencontrer une personne définie par les autres pêcheurs comme un vrai pêcheur, mais qui était membre d'un autre clan que celui de la famille d'accueil. A ce moment là, seule la localisation de sa case a été indiquée, mais personne n'a pu se libérer pour guider l'enquêteur jusqu'à la personne. De ce fait, il a été nettement plus difficile de rencontrer cet individu.

Cependant, cette **démarche volontaire et active** est indispensable pour pouvoir établir une synthèse représentative des savoirs communs partagés des différents types d'acteurs de la tribu. Le second problème qui est apparu dans la tribu concerne **l'instrumentalisation de l'enquêteur**. En effet, si ceci avait déjà été rencontré lors de la précédente campagne, ce problème a été beaucoup plus marqué durant cette série d'entretiens. En effet, si le bouche à oreille procure un avantage certain en termes de diffusion de l'information et de possibilité de rencontres, cela implique aussi un risque de déformation de cette information. En effet, pour qu'une tierce personne soit informée de la raison de la présence de l'enquêteur au sein de la tribu, ainsi que du sujet de l'étude, il est nécessaire qu'un individu, souvent un membre de la famille d'accueil, ait joué le rôle d'intermédiaire. Cela implique que cet **intermédiaire** ait bien intégré le sujet d'étude et que la transmission de l'information se fasse intégralement, c'est-à-dire sans perte ni déformation. Ceci soulève le problème des **filtres de compréhension, d'interprétation** et d'une manière générale de **communication** (Neuman 2000). Une mauvaise interprétation de l'identité et/ou du rôle de l'enquêteur peut conduire, de manière volontaire ou non, à une tentative d'instrumentalisation de ce dernier de la part de l'enquêté. Ceci est amplifié par le fait que la tradition kanak est une **tradition orale**. En effet, la parole va servir à la fois d'élément de communication et de média pour convaincre l'autre et/ou entériner des décisions. Si on couple ceci à la notion de hiérarchisation des centres d'intérêt, il est facile de comprendre qu'une même personne puisse tenir des discours qui, selon l'intérêt servi au moment où elle s'exprime, vont paraître incohérents voir contradictoires pour tout individu n'ayant pas intégré ce référentiel kanak. Il est donc ironique de constater que ce qui est défini comme "instrumentalisation de l'enquêteur", est en majeure partie imputable, pour le cas de la tribu, à ce décalage culturel. Bien entendu, il ne faut pas non plus perdre de vue qu'il peut y avoir, parfois, une volonté réelle de vouloir faire adhérer l'enquêteur à sa propre vision des choses et donc d'influencer son jugement.

A titre d'exemple, il est possible de citer le cas de ce **pêcheur occasionnel** qui a tenu un discours très européen, axé sur la nécessité d'une prise de conscience écologique et le besoin de préserver les aspects culturels et leurs pratiques. Cependant, dans le même entretien, cette même personne a défendu la pêche au mullet en période de fraie, son opposition aux contrôles, mais a souhaité "une prise de conscience de la baisse des stocks de mullets" de la part des membres de la tribu. Un second exemple, encore plus flagrant, a été donné par la grande majorité des acteurs rencontrés. Lorsqu'il leur est demandé le **nombre de pêcheurs** au sein de la tribu, généralement la réponse se résume à : "6 ou 7, pas plus. Il n'y a plus de pêcheur au sein de la tribu". Cependant, si au cours de la discussion il convient de comparer acteurs de la tribu et acteurs des villages, la réplique est immédiate : "Oundjo est une tribu de pêcheurs. Ici tout le monde pêche". Et ces deux types de réponses, antagonistes à première vue, peuvent être faits à moins de 5 minutes d'intervalle, sans que cela ne gêne l'enquêté ou ne lui paraisse incohérent.

Loin d'être incohérent ou non sincère dans ses propos, cela reflète bien le **décalage** qui existe dans l'importance relative (ou **hiérarchisation**) qu'un individu accorde à ses **centres d'intérêt** : personnel, familial ou clanique, tribal et ethnique<sup>15</sup>.

## III.2. Le savoir commun partagé

### III.2.1. Des acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout

La première partie des entretiens menés auprès des différents acteurs porte sur **l'état passé et présent** des ressources ichtyologiques récifo-lagonaires de la zone de Voh-Koné-Pouembout.

<sup>15</sup> Proche de la notion d'*économie de la grandeur*, explicité par Pennanguer (2005)

Plus précisément, cette étape s'intéresse essentiellement aux **causes et mécanismes** qui expliquent, selon la personne interrogée, le passage de cet état passé à l'état présent.

**Deux visions** apparemment contradictoires ont été relevées. En effet pour près de 50% des personnes interrogées, **l'état présent** des ressources est **comparable** à celui du passé, alors que pour l'autre moitié des personnes rencontrées, les ressources ont radicalement **diminuées** entre le passé et le présent.

Mais ces deux visions sont-elles réellement contradictoires ? Comme l'a souligné un des gestionnaires, la gestion des ressources doit se faire avec du **recul**, c'est-à-dire qu'il est nécessaire de considérer un grand laps de temps pour constater une évolution. Sous ce nouveau regard, les deux assertions confirment cette hypothèse. En effet, pour la première moitié des acteurs, l'état des ressources n'a pas bougé entre le moment où ils ont pêché pour la première fois et maintenant. Or, ces acteurs ne sont présents sur zone, pour la plupart, que depuis **10 à 15 ans** au plus. La seconde catégorie de personnes est quant à elle présente sur zone depuis l'enfance, voire, pour certaines personnes, depuis plusieurs générations. Ils ont alors un recul de **60 à 70 ans** sur l'évolution de l'état des ressources. Ceci illustre parfaitement la nécessité de définir l'échelle de temps à laquelle la personne enquêtée fait référence. Cette échelle est implicite, car évidente pour la personne interviewée, mais donne un autre angle d'analyse à l'enquêteur. Finalement si on reprend les dires des différentes personnes, on constate que ces deux visions sont **complémentaires**.

En effet, il y a une **soixantaine d'années**, la génération "âgée" actuelle avait 10 à 15 ans. Leurs souvenirs sont donc fondés sur une **observation** réelle de la pêche à cette période là (père pêcheur ou pêcheurs eux-mêmes), mais également sur leurs **souvenirs**. Or comme le souligne un non pêcheur, "la mémoire déforme beaucoup". En effet, pour l'adulte, l'encodage des souvenirs et leurs rappels font appel à des systèmes de classification complexes utilisant à la fois des éléments **affectifs** et **cognitifs** de la pensée (Loftus 1983). Chez **le sujet plus jeune**, qui vit plus dans le présent, cette mémorisation se fait essentiellement en liaison avec des caractéristiques **sensorielles** (Gusdorf 1951). Associés à des émotions intenses, ces souvenirs, même rares et parcellaires, ont ainsi une **apparence de réalité** (Istomina 1975), ce qui explique en partie cette **fascination** de l'adulte pour ces souvenirs de l'enfance (Athanassiou 1988 ; Freud 2002). Aussi, du point de vue des entretiens, il est fondamental de ne pas chercher à dissocier l'affectif du cognitif (Cossette and Audet 1992). Cependant, au cours des entretiens, plusieurs acteurs ont insisté sur la diminution réelle et radicale des ressources en poissons du lagon. Les raisons évoquées sont essentiellement une **augmentation du nombre de pêcheurs** et une **amélioration** notable de **l'efficacité des techniques de pêche**. Il est possible de trouver une autre cause à ces "captures miracles du bon vieux temps". En effet, ces personnes évoquent leurs souvenirs de jeunesse. Ceux-ci remontent à 60 ans environ, soit dans les années 45-50, à la sortie de la **seconde guerre mondiale**. A l'échelle mondiale, l'ensemble des stocks halieutiques a bénéficié d'une période de 5-6 ans où la pression de pêche a été très limitée. Cela est également applicable aux ressources récifo-lagonaires. Cette abondance peut donc s'expliquer par un retour artificiel forcé à un état presque vierge. Cette notion était également accentuée par le faible nombre de pêcheurs sur zone pendant cette période. Finalement, l'augmentation du nombre de pêcheurs semble être la réelle cause de cette diminution des ressources, en plus de pratiques non respectueuses des pêches.

En ce qui concerne la remise en cause du **comportement** des pêcheurs et des **techniques** de pêche, il semblerait que ces deux raisons soient essentiellement liées à un problème de prise de **conscience écologique et d'éducation**. L'origine coloniale d'une partie de la population ne suffit pas à expliquer les comportements individualistes et irrespectueux de l'environnement. Il est intéressant de noter que les gestionnaires des pêches n'ont pas évoqué ce type de problème. En effet, comme il l'a été précisé, les **gestionnaires des pêches** sont essentiellement au contact des

**professionnels**. Hormis le fait que cette catégorie d'acteurs est plus contrôlée et surveillée, elle a plus naturellement tendance à préserver les ressources, puisque leur avenir dépend d'elles. Leurs pratiques et techniques sont donc plus adaptées aux pêches pratiquées et espèces ciblées. Dans le même ordre d'idée, ceci souligne le manque de conscience écologique d'une grande partie des pêcheurs **plaisanciers**. Comme l'a souligné, non sans ironie, un gestionnaire : "au niveau écologie et environnement, on a un retard de 20-30 ans avec la France". Un gros travail de sensibilisation et d'éducation écologique reste encore à faire sur zone.

Ce constat rejoint également la **contradiction** entre les pratiques des pêcheurs **plaisanciers** et leurs **attentes** en terme de gestion. En effet, les personnes rencontrées critiquent les autres pêcheurs, mais sans aucune **remise en cause individuelle**. Ainsi, s'estimant être de bons pêcheurs eux-mêmes, ils souhaitent un renforcement des réglementations et des contrôles. Pourtant, nombre d'entre eux vendent une partie de leur pêche ou pratiquent certaines techniques non réglementaires. D'un autre côté, il serait envisageable de saisir cette opportunité de demande de réglementation pour effectivement mettre en place une politique des pêches nettement plus stricte.

Pour le cas des nombreuses demandes de **mise en réserve**, cela soulève encore une contradiction entre les souhaits et la réalité. En effet, si actuellement, alors que les contrôles sont faibles voir inexistant, les personnes ne sont pas assez **disciplinées** pour respecter d'elles-mêmes les réglementations, comment vont-elles pouvoir dans des conditions similaires, respecter les zones de réserves ? Par ailleurs, les réserves demandées sont souvent des réserves de type "**garde manger**". C'est-à-dire qu'idéalement, il s'agirait de réserves où seule une poignée de personnes, privilégiées, serait autorisée à pêcher. Ceci pourrait éventuellement s'apparenter à la pêcherie de homards aux États-Unis, où des zones de pêche sont attribuées aux pêcheurs et gardées par eux mêmes (McCay and Acheson 1987 ; Acheson 1989). La gestion se fait donc à une échelle communautaire, évitant ainsi tout phénomène de passager clandestin (Giraud 2004), particulièrement présent en Nouvelle-Calédonie. Mais compte tenu du manque de discipline actuel, la réussite de ce type de gestion ne risquerait-elle pas d'être **compromise** avant même de voir le jour ?

Une remarque peut être faite sur la question du **dépotoir**. En effet, la mise en place de ces infrastructures sur des zones de mangrove en bordure de lagon ne semble pas très cohérente avec une politique environnementale. Cependant la solution de déplacer ce dépotoir ou de créer une décharge aux normes ne permet pas de résoudre le problème principal qui est celui de la **pollution** des mangroves, des rivières et donc plus ou moins directement du lagon et de ses ressources. En effet, comme le souligne un non pêcheur, le site actuel est déjà pollué. Déplacer l'infrastructure ne résoudra en rien la pollution déjà présente à long terme. Cependant ceci permettrait peut être de **limiter** une accentuation de cette pollution et une aggravation de la dégradation du milieu.

Enfin, il est possible de souligner l'originalité de la réponse des personnes interrogées sur l'**état du corail**. La plupart d'entre elles ne s'estime pas en mesure de donner des tendances d'évolution de l'état général du corail. La raison évoquée est simple : "je n'ai jamais fait attention". Ceci confirme le **manque de connaissance** et de **conscience écologique** d'une bonne partie des pêcheurs. Par ailleurs, il semble raisonnable de penser que s'il y avait eu une évolution notoire de l'état des coraux sur la zone (comme un blanchissement ou une dégradation massive), les personnes s'en seraient rendu compte, par le biais de la diminution des ressources en poissons associés au substrat. Tout ceci tendrait à faire penser que l'**état** des coraux de la zone d'étude est resté globalement **stable** dans le temps.

### III.2.2. Des acteurs de la tribu d'Oundjo

La principale difficulté rencontrée lors de cette première partie de l'entretien, a concerné l'établissement d'une **échelle temporelle**. Si cela a déjà été noté lors des entretiens avec les habitants des villages, ce problème est exacerbé dans le cas d'une tribu. En effet, dans les langues traditionnelles parlées au sein de la tribu d'Oundjo, les **formes passées** des verbes n'existent pas. On parle de la même façon au présent ou au passé. Ceci est particulièrement net dans le français parlé. Au cours des entretiens plusieurs anciens pêcheurs se sont exprimés au présent en parlant de leur activité de pêche, qui n'avait plus été pratiquée depuis la fermeture du groupement (18 ans). La formulation du passé se fait souvent par l'ajout du terme "avant" dans la phrase. Cependant si aucune date n'était donnée, il était impossible d'établir une **relativité** entre les événements. Il était donc d'une part nécessaire de bien identifier la personne interrogée, notamment de connaître au préalable son statut de pêcheur et d'autre part de faire très attention à la temporalité des événements cités. Cela fait de nouveau ressortir la nécessité de se **renseigner** au préalable, souvent de manière officieuse, sur les personnes interrogées.

Contrairement à la synthèse réalisée pour les personnes enquêtées dans les villages, il n'y a **aucune réelle différence** marquée entre les différentes catégories de pêcheurs dans la tribu. Ici encore un **continuum** peut être défini et ce, quel que soit le thème abordé. Ceci peut facilement s'expliquer par l'**aspect fermé** de la tribu. En effet, si de nombreux liens existent avec les gens de l'extérieur, la tribu constitue avant tout une communauté. A ce titre les informations sont diffusées de manière plus rapide et on observe une uniformisation des réflexions et des pensées. Ceci pourrait s'apparenter à un **processus de concertation** optimisé. En effet, de part la nature orale de la culture kanak, de nombreux conflits ou problèmes sont discutés afin de parvenir à un accord. Ces palabres se font également pour l'ensemble des sujets de la vie courante. Le dialogue en est ainsi facilité et les pensées partagées, ce qui constitue un gros avantage en terme de représentativité des données récoltées. Ceci permet également de repérer plus facilement les individus dont les propos sont significativement différents de ceux des autres. Deux solutions sont alors possibles. Soit cette personne exprime de nouvelles idées, qui seront ultérieurement discutées lors de réunions, puis acceptées ou rejetées. Elles feront éventuellement l'objet d'un futur consensus du point de vue collectif. La seconde hypothèse qu'il est possible de formuler à l'égard de cet individu est la mise en place délibérée d'une démarche d'instrumentalisation. Cependant, à notre échelle, il est très difficile de différencier les deux attitudes. Un **recul supplémentaire** serait nécessaire de manière à intégrer le temps d'évolution des mentalités aux changements survenant au sein de la tribu.

En ce qui concerne l'évolution de l'**état des ressources** récifo-lagonaires, l'ensemble des acteurs s'accorde sur le fait que cet état est resté globalement **stable** au cours du temps, si l'on considère l'ensemble des espèces. Cependant, si les pêcheurs professionnels n'ont, dans l'ensemble, noté aucune évolution, les autres pêcheurs ont estimé qu'il y a eu une **légère diminution** de l'état général des ressources. Ceci reflète une différence dans les pratiques de pêche, notamment en ce qui concerne les **espèces ciblées**. En effet, mis à part les vrais pêcheurs, les pêcheurs occasionnels de la tribu ciblent essentiellement le **mulet**. Ces derniers ont constatés une baisse des stocks de mulets, notamment sur le plateau de Koniène. A l'inverse les pêcheurs professionnels n'ont pas observé de variations générales concernant l'état des autres ressources. Ceci est lié au fait qu'ils ciblent essentiellement des espèces que eux mêmes ne consomment pas ou peu, mais qui, par leur **forte demande** et leur forte **valeur ajoutée**, sont essentiellement réservées à la vente. Ces espèces sont plus difficilement capturables ou du moins nécessitent des techniques de pêche et des moyens que les pêcheurs occasionnels n'ont pas. Cependant, compte tenu du faible nombre de pêcheurs professionnels, la **pression de pêche** sur ces espèces (picots, dawa, bec de cane) est **plus faible** que pour les mulets, mais, selon un pêcheur

professionnel, les bancs de becs de cane du plateau de Koniène ont également disparu. Compte tenu de l'écologie de cette espèce, qui vit en bordure de plateau, ceci peut s'expliquer par une **double pression** de pêche à la fois des pêcheurs de la tribu, mais aussi de ceux des villages.

Comme pour les enquêtes réalisées dans les villages de Voh-Koné-Pouembout, de nombreuses **mauvaises pratiques** ont été citées. Ces mauvaises pratiques de pêche, notamment au filet, sont aussi évoquées dans la tribu, mais rares sont les individus qui ont reconnu pratiquer ce genre de techniques. En fait, seuls quelques anciens pêcheurs l'ont admis. Ceci est très certainement lié au fait qu'ils n'exercent plus cette activité et que désormais l'impact qu'ils peuvent avoir sur la ressource est nul. L'une des principales causes de l'existence de ces mauvaises pratiques se situe dans la **hiérarchisation des intérêts individuels**. Ceci peut conduire un pêcheur à avoir des discours et des attitudes qui peuvent paraître de prime abord contradictoires, mais justifiables selon le point de vue qu'il défend. Si l'on prend comme exemple le **barrage** systématique des **mangroves**, ce type de pratique est non seulement néfaste pour les ressources de bord de mer, mais est également interdit par la loi. C'est donc sciemment qu'un pêcheur va pratiquer cette pêche. Si l'on s'intéresse au point de vue **tribal**, ce type de pratique n'est pas défendable, car elle va à l'encontre d'une préservation pour les générations futures : elle est l'exacte opposée de cette optique. Par contre, du point de vue individuel, ce type de méthode assure des captures très importantes pour un effort minimal. Si l'**intérêt personnel** consiste à récolter une somme d'argent ou une grosse quantité de poissons en vue d'une cérémonie coutumière, cela suffit alors à justifier le barrage des mangroves. L'aspect ponctuel justifiant à lui seul des impacts soi-disant faibles sur la ressource.

D'une manière générale, la plupart des personnes interrogées sait si une pratique est bonne ou mauvaise aussi bien en termes d'impacts sur la ressource que pour l'ensemble des pêcheurs, ils connaissent les causes et les raisons, mais ne font rien pour y remédier.

La seule structure existante pour modérer et gérer ce genre de pratiques est le **conseil des anciens**. Structure clé du fonctionnement de la tribu, le conseil des anciens a pour rôle de dépasser les conflits individuels afin de ne s'intéresser et de ne prendre en compte que le bien-fondé d'un acte vis-à-vis de la collectivité. C'est la raison pour laquelle le conseil des anciens de la tribu d'Oundjo a interdit certaines pratiques de pêche, trop néfastes pour les ressources et qui auraient, à plus ou moins long terme, pénalisé l'ensemble de la tribu.

Du point de vue des acteurs des villages, le rôle joué par le conseil des anciens n'avait été cité par aucune personne interrogée. Ceci montre à quel point il est difficile de se placer dans le **référentiel** d'une autre personne et a fortiori dans celui d'une autre **culture**. Cependant, il est intéressant de noter que ce rôle joué par le conseil des anciens, cité par la plupart des acteurs tribaux, ne peut être applicable qu'à la tribu. Ceci est également révélateur du caractère relativement "**égocentrique**" de la tribu. En effet, très peu d'individus ont parlé du lagon et des ressources à l'extérieur de la zone de pêche de la tribu.

En ce qui concerne ces zones de pêche, notamment le **plateau de Koniène**, il est intéressant de noter une **mauvaise interprétation** de la part des personnes des villages vis-à-vis des habitants de la tribu et réciproquement. Selon les personnes interrogées à la tribu, ce plateau, situé en face de Koné, fait partie intégrante de leur zone de pêche. De ce point de vue, toute personne y pêchant est considérée comme un intrus. Il est donc interdit aux gens des villages de venir pêcher sur ce plateau. Selon les personnes enquêtées, les villageois vont délibérément pêcher sur le plateau le week-end, en particulier le dimanche, en sachant pertinemment qu'il n'y aura aucun pêcheur pour les chasser. Cependant, si l'on reprend les points de vue des personnes rencontrées dans les villages, notamment celui de Koné, elles expliquent que cette zone n'est pas une zone de pêche de la tribu d'Oundjo. Par conséquent, elles estiment avoir le droit d'y

pêcher. Or, comme la plupart des personnes de ces villages sont salariées, leur seul moment de liberté pour pratiquer ce loisir est le dimanche, jour férié. On constate donc qu'il y a ici aussi une mauvaise interprétation des actions des uns et des autres, essentiellement due à une différence culturelle.

Cet exemple de l'utilisation et de l'appropriation du plateau de Koniène illustre parfaitement les **conflits d'usages** sous-jacents qui existent. Actuellement sans grande importance, ce type de conflit peut potentiellement prendre une ampleur non négligeable, qui pourra être accrue par des jeux d'acteurs, notamment s'il s'agit pour les gens de la tribu de défendre un point de vue kanak vis-à-vis de celui des acteurs des villages.

Cependant il serait erroné de considérer la tribu d'**Oundjo** comme **isolée** du monde extérieur (Houchot 2003). En effet, le **mélange culturel** qui existe entre culture kanak et culture européenne transparait dans le discours de certaines personnes interrogées. En effet, le **lobbysme écologique** de plus en plus présent dans la société européenne, se retrouve également dans les propos de la société kanak, ce qui n'est pas sans présenter certaines **contradictions**. En effet, un pêcheur occasionnel a tenu un discours très axé sur la préservation de l'environnement et des ressources. Cependant, dans la pratique, ce même pêcheur a justifié la capture des mullets durant la période de fraie par un accès plus facile à la ressource et par leur prix élevé à la vente. Cet exemple montre bien l'amalgame existant entre **l'intérêt collectif**, plus attaché au caractère traditionnel kanak et **l'intérêt individuel**, calqué sur la société occidentale. Un autre exemple est révélateur de l'importance de l'influence exercée par les **médias** de masse, dans la prise en compte de l'environnement. Certains pêcheurs ont exprimé de manière claire qu'au moment où le GIE fonctionnait, le nombre de pêcheurs était relativement important et que l'état des ressources avait fortement diminué au moment du fonctionnement du GIE. Mais lorsqu'il leur était demandé qu'elle pouvait être la principale cause de la diminution constatée des ressources, la seule et unique réponse fut : la pollution minière. En répondant ceci, elles font écho aux préoccupations environnementales véhiculées par l'ensemble des médias de Nouvelle-Calédonie, sans chercher à analyser leurs propres perceptions des choses.

L'apparition de ce genre de réponse dans ce type d'enquête reflète une certaine **acceptation** et **appropriation** des points de vue occidentaux. Ceci a été évoqué par certaines personnes, qui ont précisé qu'entre la génération de leurs parents et la leur, les termes de "*travail*" et de "*revenu*" avaient fait leur apparition dans le langage. En effet, la fermeture du GIE couplé au **développement économique** de la région en liaison avec la mise en place de **l'usine du Nord** a offert de nouveaux débouchés et de nouvelles possibilités en termes **d'emplois**. Les activités salariées ont peu à peu pris une place importante dans la vie de la tribu. C'est ce qui explique que désormais les gens ont plus de moyens pour s'acheter des bateaux ou des engins performants. Ainsi la pêche est passée de l'état d'activité de subsistance à celle de "*loisir*", puisque le salaire permet de couvrir la plupart des besoins vitaux.

## Synthèse

Dans le cadre de la **zone de Voh-Koné-Pouembout**, les **connaissances scientifiques** existantes sur le **fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaires** sont peu nombreuses et peu disponibles. Ceci est particulièrement vrai pour les différentes interactions entre l'homme et le milieu. Les **connaissances des acteurs** locaux constituent donc une source importante de savoir.

La première étape pour une récolte de ce savoir consiste à **identifier les acteurs et catégories d'acteurs** susceptibles de jouer un rôle plus ou moins direct dans le fonctionnement de ce système. La détermination des catégories se fait sur la base d'une **approche systémique**, corrigées en fonction des observations réalisées sur le terrain. L'identification des acteurs au niveau individuel est fonction de la population statistique de chacune des catégories. Dans le cas où les catégories sont constituées d'un faible nombre d'acteurs, un **échantillonnage total** est réalisé. Dans le cas contraire, un **échantillonnage aléatoire** est réalisé. Au final, **41 acteurs** ont été rencontrés, regroupés en **13 catégories** :

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Pêcheurs professionnels (Villages/Tribu)       | Autres gestionnaires     |
| Pêcheurs loisirs/Pêcheurs (Villages/Tribu)     | Agriculteurs/Éleveurs    |
| Non pêcheurs/Anciens pêcheurs (Villages/Tribu) | Aquaculteurs             |
| Gestionnaires des pêches et de l'aquaculture   | Scientifiques            |
| Gestionnaires Agriculture/Pollution/Eaux usées | Gestionnaires Industriel |

Les entretiens individuels abordent 3 principaux aspects de l'état des ressources récifo-lagonaires : **l'état passé des ressources**, les **raisons du passage de cet état passé à l'état présent** et les **attentes futures** des acteurs. L'objectif étant d'obtenir une idée de l'état passé, mais surtout de connaître les raisons et les **mécanismes** qui expliquent le passage de cet état passé à l'état présent, afin d'appréhender indirectement le **fonctionnement** actuel de ce système complexe. Les craintes et les attentes de chacun sont également prises en compte.

D'une manière générale, si l'écosystème récifo-lagonaires de la zone est un sujet de préoccupation commun, acteurs des villages et de la tribu d'Oundjo n'en ont pas la même vision de son fonctionnement. **Les acteurs tribaux** prennent essentiellement en considération des éléments propres à la tribu (zone de pêche, dons et échange coutumier, nécessité de vendre). Pour eux, les ressources se portent plutôt bien, d'autant plus que depuis l'arrêt du GIE, le nombre de pêcheurs et donc de mauvaises pratiques a diminué. En effet, même s'ils savent que ces mauvaises pratiques ont un impact négatif sur l'état des ressources, certains pêcheurs continuent à les mettre en œuvre. Le développement du complexe minier constitue l'une des principales sources d'interrogations pour l'avenir, notamment en termes d'augmentation des apports terrigènes dans le lagon.

L'apparente contradiction entre les différentes visions des **acteurs des villages** sur l'état des ressources s'explique essentiellement par le recul dans le temps auquel chacun fait référence. Pour les personnes âgées et pêchant depuis leur enfance, l'état des ressources a beaucoup diminué. Mais depuis une dizaine d'année, cet état semble stable, avec, quand même, une légère tendance à la baisse. Les principales raisons évoquées sont essentiellement les mauvaises pratiques de pêches (certains engins sont plus destructeurs que d'autres), la vente illicite des poissons et le manque de conscience écologique (qui concerne surtout *les autres*). Les principaux mécontentements portent sur la présence des dépotoirs en bordure de mangrove et les contrôles (laxisme ou du moins non équité).



*Chapitre II*

***CARTOGRAPHIE COGNITIVE***

***ET***

***ONTOLOGIE***



Dans un objectif de compréhension du fonctionnement de l'écosystème, le savoir des **acteurs locaux** constitue une source de **connaissances** très importante (Jentoft 2000 ; Johannes *et al.* 2001). En effet, chaque individu, de par ses **acquis** et ses **expériences**, possède des connaissances sur le fonctionnement du monde qui l'entoure (Bauer 1975). Ce type de savoir, souvent en dehors des frontières établies par les sciences conventionnelles (Brewer and DeLeon 1983), est une base fondamentale dans une perspective de gestion (Clark 2002).

Si l'approche par entretiens telle que décrite dans le chapitre précédent permet de récolter le savoir commun partagé des acteurs rencontrés, elle ne permet pas d'appréhender la vision qu'ont ces acteurs du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire.

L'utilisation de la **cartographie cognitive**, associée à la mise en place d'une **ontologie**, permet de palier ce manque en intégrant ces perceptions et en recueillant ces connaissances locales.

Ce chapitre a pour but de présenter ces deux **méthodologies**, ainsi que les hypothèses sous-jacentes utilisées dans le cadre de ce travail. Il présente également les **implications** de ces choix méthodologiques au niveau de la récolte de la vision des acteurs locaux et donc des résultats obtenus. Enfin, les **expériences** vécues et les problèmes rencontrés au cours de ce travail sont également présentés.

## I. Matériel et méthodes

### I.1. La Cartographie Cognitive

La cartographie cognitive trouve ses origines dans la **théorie des graphes**. Les premières notions furent développées par Euler en 1763 (Ozesmi 1999). Dès lors la théorie des graphes a essentiellement été développée par les mathématiques. Ce n'est qu'en 1948 que Tolman (1948) utilise ce terme dans ses études, dont l'objectif est alors de trouver une alternative au modèle stimuli/réponse pour l'homme. Harary *et al.* (1965) utilisent pour la première fois des **graphes orientés** dans leurs recherches pour l'étude empirique des **propriétés structurelles** du monde. En effet, les anthropologistes ont longtemps utilisé les diagrammes orientés pour représenter les différentes structures dans la société humaine (Ozesmi 1999). Axelrod (1976) est le premier à avoir utilisé cette approche pour **représenter graphiquement** les **dires des personnes** qu'il interrogeait. Il emprunte le terme de *carte cognitive* à Tolman pour définir les relations causales reliant les variables définies par les personnes enquêtées.

Depuis, les cartes cognitives ont été utilisées dans de nombreux domaines (Taber 1991), là où le social et les liens de causalité peuvent inter évoluer de manière complexe (Dickerson and Kosko 1994). Actuellement, la cartographie cognitive est principalement utilisée dans le domaine de la **gestion en entreprise** (Eden *et al.* 1979 ; Fiol and Huff 1992), essentiellement dans un objectif d'amélioration des **principes organisationnels** et les **résolutions de conflits** (Cossette and Audet 1992 ; Komocar 2003 ; Cossette 2003b ; Cossette 2003a).

Dans le cadre de ces études, le chercheur utilise les cartes cognitives pour appréhender le **savoir commun partagé** des différents acteurs interrogés (Ozesmi and Ozesmi 2004 ; Eden and Ackermann 2004 ; Eden 1992 ; Eden 1980). Par définition, le savoir commun partagé est "une forme de savoir élaboré et partagé par la société dans un but pratique et qui se met en place en parallèle de la construction d'une réalité commune à l'ensemble du groupe social" (Jodelet 1989p. 36). L'hypothèse sous-jacente de la cartographie cognitive est que chaque individu a des

modèles de connaissances qui sont des représentations internes d'un monde partiellement observé (Bauer 1975). En effet, de la même manière qu'en géographie où chacun se construit une représentation mentale du monde physique qui l'entoure (Paulet 2002), chacun perçoit la réalité du fonctionnement de ce monde de manière sélective, au travers de **filtres de perception** (Eden 1980 ; Carley and Palmquist 1992). Dans le discours d'une personne, il y a une part de ce savoir commun partagé sur laquelle il s'appuie (volontairement ou non) pour se justifier ou convaincre (Cossette and Audet 1992).

Le terme de cartographie cognitive est souvent trompeur car il sous-entend que la carte est un modèle de la cognition, c'est-à-dire de la façon de penser d'une personne (Eden 1980). De plus, le terme de carte fait lui-même référence à une définition géographique qui n'est pas applicable dans ce cadre. Une carte cognitive est donc la **représentation des croyances** d'une personne dans un domaine particulier (Allard-Poesi 1996).

### 1.1.1. Cartes Cognitives : Approche et Définitions

D'une manière générale, il convient de ne pas confondre la **cartographie cognitive** (théorie) avec la **carte cognitive** (outil), où la seconde est au service de la première (Allard-Poesi 1996).

Une **carte cognitive** est une représentation graphique des liens directionnels et relationnels entre différentes variables définies et explicitées par un individu (Tolman 1948), pouvant comporter des boucles de rétroaction (Taber 1991).

Cette définition très généraliste met en avant le **caractère dynamique** des cartes cognitives, par la prise en compte de **phénomènes non linéaires** (Dickerson and Kosko 1994), ce qui permet d'appréhender plus facilement la dynamique du fonctionnement d'un système (Taber 1991). L'utilisation d'un tel outil est donc particulièrement adaptée pour représenter des **systèmes complexes** (Dickerson and Kosko 1994), notamment dans des domaines tels que l'écologie, la sociologie ou encore l'économie (Hobbs *et al.* 2002).

Finalement, le terme même de carte cognitive reste relativement générique. Hormis la définition succincte précédente, commune à toutes les cartes, la définition spécifique d'une carte cognitive dépend essentiellement de **sa finalité et de sa construction** (Cossette and Audet 1992).

Une carte cognitive se compose donc de deux éléments : des variables et des relations entre ces variables.

## 1. Les Variables

Par définition, une **variable ou concept**, est l'élément fondamental de la structure d'une carte cognitive. Les termes de *concepts* ou de *variables* sont indépendamment utilisés puisque ces éléments peuvent prendre différentes valeurs, représenter le niveau ou la présence/absence de quelque chose (Axelrod 1976). Qu'il s'agisse d'un simple **mot** (par exemple : "poisson") ou d'une **phrase** (par exemple : "bon état des poissons du lagon"), une variable est avant tout une **idée** exprimée par la personne interrogée (Carley and Palmquist 1992), ainsi que son **contraire** (Eden 1992).

Comme le soulignent Carley et Palmquist ( 1992), la signification d'une variable dépend essentiellement de son **contexte au sein d'une carte**, c'est-à-dire de l'ensemble des relations qui la relie aux autres variables de cette carte.

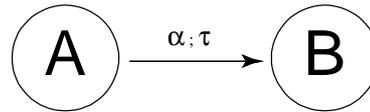
## 2. Les Relations

L'objectif d'une carte cognitive étant d'appréhender la dynamique de la représentation idiosyncratique de la personne interrogée sur un domaine, les relations entre les variables tracées au sein d'une carte jouent donc un rôle crucial dans la **structure** de cette carte.

Ces relations sont caractérisées par plusieurs **attributs** :

### a. Signification

La signification du lien entre deux variables peut varier d'une carte à l'autre. Par exemple, les liens peuvent être **d'égalité** (Figure 1 a.), **d'illustration** (Figure 1 b.), de **similarité** (Figure 1 c.) ou de **causalité** (Figure 1 d.) (Allard-Poesi 1996).



- a. L'évolution de A est **égale** à l'évolution de B
- b. L'évolution de A est **illustrée** par l'évolution de B
- c. L'évolution de A est **similaire** à l'évolution de B
- d. L'évolution de A **implique** l'évolution de B

Figure 1 : Significations possibles des relations au sein d'une carte cognitive

Pour les liens de causalité, il est possible de distinguer des liens de type **cause/effet** et des liens de type **moyen/fin** (Cossette and Audet 1992). Il s'agit donc de faire la différence entre un lien mécanique ("Je rajoute du poids *ce qui* alourdi"), d'un lien d'intentionnalité ("Je rajoute du poids *pour* alourdir") (Cossette 2003a).

Dans le cadre de cette étude, seuls les liens de **causalité** (Figure 1 d.) de premier type (cause/effet) seront pris en compte.

### b. Direction

Une relation entre deux variables peut être **adirectionnelle** (trait entre deux variables), **unidirectionnelle** (trait fléché à une seule extrémité) ou **bidirectionnelle** (trait fléché à ses deux extrémités).

Dans le cadre de cette étude, seules les relations unidirectionnelles seront prises en compte

### c. Valeur

La relation entre deux variables peut varier en valeur, montrant ainsi une relation **positive** ("augmente", "aime") ou **négative** ("diminue", "déteste"). Il faut noter qu'une relation donnée est soit positive soit négative mais ne peut être les deux en même temps.

Pour des **relations de causalité**, la valeur va renseigner sur la manière dont une variable influence une autre (Figure 2).

- Si l'augmentation d'une variable A implique une augmentation d'une variable B (Figure 2 a.), cette relation est caractérisée par une **valeur +**.
- A l'inverse, si l'augmentation d'une variable A implique une diminution d'une variable B (Figure 2 b.), cette relation est caractérisée par une **valeur -**.

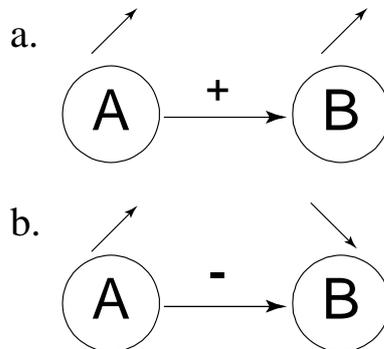


Figure 2 : Définition de la valeur d'une relation

Dans le cadre de cette étude, ce schéma de valeur sera utilisé pour caractériser les relations causales.

#### d. Force

Il est possible de définir une **force  $\alpha$**  pour chacune des relations causales tracées sur une carte cognitive afin de les pondérer.

Dans le cadre de **cartes dyadiques**, la force  $\alpha$  d'une relation est binaire.

- Si  $\alpha=1$ , la relation existe : elle est tracée
- Si  $\alpha=0$ , la relation n'existe pas : elle n'est pas tracée

Dans les autres cas, l'intensité de cette force  $\alpha$  peut être soit un entier **naturel positif** binaire (0 ou 1), ou compris entre 0 et 100, soit une **échelle semi-quantitative de valeurs**.

Dans le cadre de cette étude, une **échelle semi-quantitative de 1 à 5** a été utilisée pour qualifier la force de la relation de causalité entre deux éléments.

Par exemple, dans le cadre de la Figure 1 a., la force d'une relation doit être comprise de la façon suivante :

*"Pour expliquer l'augmentation de B, l'augmentation de A joue un rôle :*

- 1 \_ très peu important
- 2 \_ un peu important
- 3 \_ moyennement important
- 4 \_ important
- 5 \_ très important"

De plus, les relations d'intensité nulle ne sont pas prises en compte : les relations ne sont pas tracées.

### e. Degré de certitude

De la même manière que pour la force, il est possible de définir un degré de certitude de la **présence ou non** d'une relation entre deux variables (Carley and Palmquist 1992).

L'intensité de ce degré peut également être définie de manière absolue par un entier naturel positif binaire (0 ou 1), ou par une échelle semi-quantitative de valeurs.

Dans le cadre de cette étude le degré de certitude d'une relation est **binaire** : si la personne est sûre de la présence d'une relation entre deux variables, alors cette relation est tracée (degré de certitude 1). Dans le cas contraire, si la personne doute de la présence d'une relation entre deux variables, celle-ci n'est pas tracée (degré de certitude 0).

### f. Temps

Dans le cadre de cartes cognitives où seules des **relations causales** sont prises en compte, il est possible de définir une notion de temps (ponctuel, durée, répétition). Dans le cadre de ce travail, la notion de temps retenue est celle d'un **temps de latence** ou plus exactement de **conséquence temporelle** entre deux événements.

De la même façon que pour la force, il est possible de définir une **intensité  $\tau$**  pour le temps pour caractériser une relation. Cette intensité peut également être absolue ou définie par une échelle semi-quantitative.

Dans le cadre de cette étude, la valeur est définie sur une échelle de 1 à 5. Par exemple dans la Figure 2 a., la notion de temps doit être comprise de la façon suivante :

*"Lorsque A augmente, alors B augmente :*

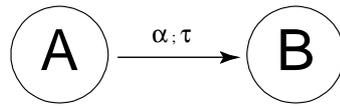
- 1 \_ *immédiatement*
- 2 \_ *à court terme*
- 3 \_ *à moyen terme*
- 4 \_ *à long terme*
- 5 \_ *à très long terme"*

Contrairement aux autres attributs (Signification, direction, valeur, force et degré de certitude), cette étude est la première à notre connaissance à caractériser les relations au sein d'une carte par cet attribut temporel.

Dans le cadre de cette étude, les cartes cognitives sont utilisées pour récolter le savoir commun partagé des acteurs de la zone de Voh-Koné-Pouembout sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire. Dans ce contexte la définition retenue est la suivante :

**Carte Cognitive** : Représentation graphique d'une représentation mentale d'un sujet (Axelrod 1976)

La Figure 3 récapitule les différents choix pour les attributs des relations dans le cadre de ce travail.



**Signification** : Lien de causalité de type cause/effet

**Valeur** : + ou -

**Force  $\alpha$**  : Pour expliquer l'évolution de B, l'évolution de A joue un rôle :

- 1 \_ très peu important
- 2 \_ un peu important
- 3 \_ moyennement important
- 4 \_ important
- 5 \_ très important

**Temps  $\tau$**  : Lorsque A évolue, B évolue :

- 1 \_ immédiatement
- 2 \_ à court terme
- 3 \_ à moyen terme
- 4 \_ à long terme
- 5 \_ à très long terme

Figure 3 : Synthèse des attributs des relations dans une carte cognitive dans le cadre de ce travail

## 1.1.2. Le tracé des cartes cognitives

### 1. Méthodes d'établissement

#### a. Les méthodes documentaires

Il est possible d'établir des cartes causales à partir de documents ou de retranscriptions de discours (Axelrod 1976). La première étape consiste à **répertorier** les liens de causalité présents dans le texte ou le discours, sous la forme cause/liens/effet. Les causes et effets sont ensuite transformés en **variables**. Enfin la carte est représentée graphiquement.

Cette approche permet surtout d'analyser des documents, rapports d'activités ou entretiens (Allard-Poesi 1996).

#### b. Les méthodes non-structurées

Elles se rapprochent des méthodes documentaires. En effet, les cartes cognitives sont obtenues après un **entretien en profondeur** sans questionnement direct, enregistré et approfondi.

Les techniques de codage utilisées sont difficiles à mettre en œuvre et ne sont pas envisageables à grande échelle (Allard-Poesi 1996).

#### c. Les méthodes structurées ou a priori

A l'inverse des approches plus naturelles, les méthodes dites "a priori" ont pour objectif de générer des données qui soient **directement comparables** entre elles et/ou **directement abrégables** (Allard-Poesi 1996).

Dans cette approche, le chercheur définit une série de **variables a priori** qu'il présente à la personne enquêtée. Ces variables peuvent être issues de la littérature ou de personnes ressources.

Pour l'établissement de la carte deux choix sont possibles.

- L'enquête considère les variables deux à deux et définit les différentes relations existantes
- L'enquête **choisit** parmi la liste de variables prédéfinies ses propres variables d'intérêt, puis, comme précédemment, considère les variables deux à deux pour établir les liens existants (Markoczy and Goldberg 1995)

#### d. Les méthodes semi-structurées

Méthodes intermédiaires entre les précédentes, elles privilégient l'aspect **idiosyncratique** des cartes cognitives (Allard-Poesi 1996).

Deux approches sont possibles pour cette même méthode :

- Lors d'un entretien en **deux parties**, la première étape consiste à définir une liste de variables que le répondant juge pertinente pour définir sa représentation. Dans la seconde partie de cet entretien, le répondant trace sa carte cognitive à partir de cette liste pré-établie (Langfield-Smith 1992).
- La seconde approche, plus interactive, consiste à ce que le chercheur construise la carte avec le répondant. Pour un thème retenu (**variable initiale** centrale de la carte), le chercheur demande quelles sont les autres **variables influençant** et **influencées**. Les nouveaux éléments ainsi notés font **systématiquement** l'objet du même questionnement et ce jusqu'à ce que la personne interrogée "sature", c'est-à-dire n'ait plus rien à ajouter (Eden *et al.* 1979).

Dans le cadre l'étude menée, l'utilisation des cartes cognitives a pour objectif d'appréhender la vision du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout par les acteurs de la zone. De manière à collecter, le plus d'informations, tout en diminuant les biais possibles liés à l'enquêteur, l'approche semi-structurée à questionnement systématique a été retenue pour ce travail.

## 2. Validité des cartes

La principale hypothèse de la cartographie cognitive est de dire que chaque individu a des modèles de connaissances qui sont des représentations internes d'un monde partiellement observé (Bauer 1975). **Cette hypothèse** a été largement **validée** par les travaux de psychologues, de physiologistes, d'anthropologistes et de sociologistes ( voir Ozesmi 1999).

Au niveau de la représentation graphique, l'objectif d'une carte cognitive n'est pas de représenter de manière fidèle ce que la personne interrogée a en tête. Et quand bien même ce le serait, il n'y a absolument aucun moyen de savoir si on est parvenu au bon résultat (Cossette and Audet 1992). Son objectif est de savoir si la représentation graphique obtenue **correspond** à la représentation mentale du sujet. **Seul ce dernier** peut répondre à cette question.

Cependant, s'assurer de l'adéquation entre ces deux représentations (graphique et mentale) reporte la question de la validité de cette carte sur sa **véracité**. En effet, seul le répondant sait si oui ou non ce qu'il a tracé correspond réellement à sa représentation mentale. A priori il est également le seul à savoir s'il a dit la vérité ou non. La question est donc de savoir dans quelle mesure les répondants disent la vérité.

Dans la méthode semi-structurée à questionnement systématique adoptée pour obtenir les cartes cognitives, l'enquêteur se comporte de la même façon qu'un enfant curieux qui ne fait que répéter inlassablement les mêmes questions "Pourquoi ?" et "Qu'est ce qui influence ou est influencé par ?". Une fois la réponse obtenue et notée, l'enquêteur persiste en posant de nouveau ces mêmes questions (Eden *et al.* 1979). Compte tenu de la durée nécessaire à l'établissement des cartes, il est alors **très difficile** pour la personne interrogée de ne pas dire la "vérité" ou du moins de ne pas se contredire sérieusement (Brown 1992). La méthodologie utilisée pour l'établissement des cartes favorise la validité et la véracité des données récoltées.

De ce fait, pour qu'une carte soit la **représentation idiosyncratique de la conceptualisation** du répondant, il est nécessaire que ce dernier exprime sa vision de manière **ouverte, spontanée, sincère et authentique** (Cossette and Audet 1992).

Finalement la validité des représentations obtenues dépend essentiellement du **climat dans lequel se déroule l'entretien** (Cossette 2003a ; Allard-Poesi 1996 ; Cossette and Audet 1992 ; Bougon *et al.* 1977).

### 3. L'entretien

La construction des cartes cognitives des acteurs se fait au cours **d'entretiens individuels** tels que décrits dans le chapitre précédent (Chapitre I §I.3.1). C'est une **étape préalable** indispensable à la construction des cartes en permettant à chaque partie de bien se positionner vis-à-vis du sujet aborder.

En plus des éléments décrits dans le chapitre précédent pour favoriser le bon déroulement des entretiens, certaines **spécificités** liées à la cartographie cognitive sont à prendre en compte, notamment pour améliorer la qualité des cartes récoltées.

#### a. Éléments à prendre en compte pour améliorer la qualité des données récoltées

Si certains éléments favorisent la création d'un climat de confiance entre l'enquêteur et la personne interrogée (confidentialité des données, explication des finalités de l'étude), la qualité des représentations obtenues dépend essentiellement des **qualités du chercheur**, en tant que personne qui écoute et qui interprète (Eden 2004).

Selon Brown ( 1992), les principales qualités requises sont :

- Capacité à reconnaître des points de bifurcation dans un entretien ou les moments de faire des pauses
- Capacité à féliciter et encourager
- Capacité d'amener un répondant, même fatigué, à un certain point souhaité
- Autres qualités relationnelles et interpersonnelles

Elle souligne également qu'un **entraînement** du chercheur aux entretiens non-directifs est essentiel au bon déroulement de cette méthodologie, en particulier pour en améliorer sa fiabilité en diminuant les biais liés à l'enquêteur (Brown 1992 ; Markoczy 1994 ; Markoczy and Goldberg 1995).

Plusieurs autres éléments peuvent grandement améliorer la validité des cartes récoltées.

Au cours de l'entretien, l'enquêteur doit essayer, dans la mesure du possible, **de ne pas s'impliquer ou du moins de ne pas montrer son point de vue** ("je suis tout à fait d'accord", "je pense la même chose", "vous pensez vraiment ça ?"). Même si les raisonnements peuvent paraître

faux ou illogiques au chercheur, ils doivent être notés tel quels. En effet, la différence entre "ce qui est" et "la façon dont on voudrait que ce soit" peut engendrer une schizophrénie chez le répondant, qui ne sera plus apte à faire la différence entre sa propre vision et celle de l'enquêteur (Brown 1992). Idéalement, il faudrait que l'enquêteur essaye de ne même pas penser à sa propre vision, puisque le moindre changement d'expression de son visage peut suffire à exprimer sa pensée. Ceci peut être facilité par la **construction préalable de sa propre carte** (Markoczy and Goldberg 1995 ; Ozesmi 1999). De cette façon, le chercheur aura conscience de sa propre conceptualisation et aura moins tendance à "l'imposer" au répondant.

Au moment du **tracé de la carte**, il est préférable que celui-ci soit fait à **la main**, par la personne interrogée elle-même. L'effet libérateur de remplir une feuille vierge avec un crayon est très valorisant pour le répondant et facilite les représentations non linéaires de la pensée (Brown 1992). De plus, au moment du tracé, pour améliorer la compréhension de la vision du répondant, il est préférable de **réduire la distance** entre deux variables notées, ainsi que le **nombre d'intersections** entre les relations causales (Carley and Palmquist 1992).

En outre, Cossette et Audet ( 1992) conseillent de chercher à obtenir le **système le plus complexe possible**. Cependant, il faut rappeler ici la nécessité d'une part de **ne pas séparer le cognitif de l'affectif**, pour ne pas générer comme précédemment une schizophrénie chez le sujet. D'autre part, il convient également **d'éviter de poser au répondant des questions visant à définir les variables** pour éviter une explosion inutile du nombre de concepts (création de variables intermédiaires).

Enfin, il faut accepter que le répondant **modifie sa carte** (variables et relations), afin de faire coller au mieux la représentation graphique à sa représentation mentale (Carley and Palmquist 1992 ; Ozesmi 1999).

## b. Application dans le cadre de cette étude

Dans le cadre de cette étude, le tracé des cartes fait partie intégrante de l'entretien présenté dans le Chapitre I.

Afin, d'une part, de s'assurer de l'homogénéité du discours tenu à chaque acteur et d'autre part de faciliter l'appropriation de la méthodologie par ce dernier, des **routines**<sup>1</sup> ont été mises en place.

La présentation de ces routines (ci-dessous) a essentiellement pour objectif de permettre au lecteur de mieux comprendre, dans le cadre d'un travail de terrain, l'application possible qui peut être faite des théories et des concepts présentés auparavant.

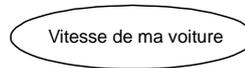
Le tracé des cartes se fait en deux étapes :

**Quels sont les éléments, variables ou concepts qui influencent ou sont influencés par l'état des ressources ichtyologiques récifo-lagonaires de Voh-Koné-Pouembout ?**

*"L'objectif maintenant est de représenter tout ce que vous venez de me dire sous la forme de boîtes et de flèches.*

<sup>1</sup> Terme souvent utilisé en stratégie commerciale (ainsi qu'en magie professionnelle) pour définir un discours type qui accompagne toujours une même présentation. Sans être du "par cœur" une routine permet de présenter toujours les mêmes éléments de manière vivante et conviviale.

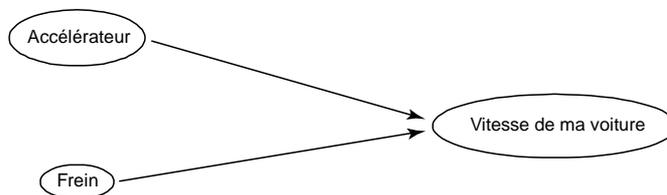
Prenons l'exemple d'une voiture : "comment fonctionne une voiture ?", c'est-à-dire quels sont les différents éléments ou variables qui pourraient expliquer le fonctionnement d'une voiture. Par exemple, je vais m'intéresser à la vitesse de ma voiture.



Je me pose la question : "quels sont les éléments qui pourraient expliquer une diminution ou une augmentation de la vitesse de ma voiture, c'est-à-dire qui influencent la vitesse de ma voiture?". Je définis deux autres éléments (que j'entoure), qui sont "l'accélérateur" et "les freins". On voit donc que les éléments qui nous intéressent peuvent aussi bien être des éléments physiques, tel que la "pédale d'accélérateur", ou quelque chose de plus "flou" comme une "vitesse", ou, par exemple, le "plaisir de conduite".



Dans le langage de tous les jours, on dit : "l'accélérateur influence la vitesse de ma voiture". Je trace donc une flèche qui relie l'élément "accélérateur" à l'élément "vitesse de ma voiture". De même les freins influencent la vitesse de ma voiture. Je trace donc également une flèche entre "freins" et "vitesse de ma voiture". On voit donc que l'on ne va s'intéresser qu'aux relations d'influence (relations de cause à effet) entre les différents éléments.

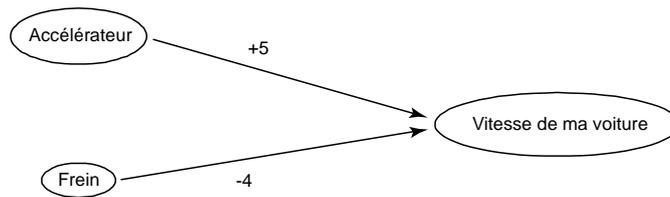


Or, définir ces relations ne nous suffit pas. Il serait très intéressant de pouvoir définir une force ou un poids pour ces relations. Pour cela on a défini une échelle d'importance de 1 à 5 (notée sur la feuille) :

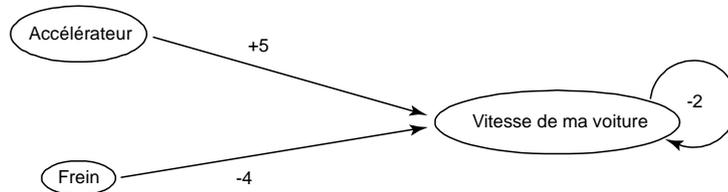
- |              |            |                 |           |          |
|--------------|------------|-----------------|-----------|----------|
| 1            | 2          | 3               | 4         | 5        |
| Très peu imp | Un peu imp | Moyennement imp | Important | Très imp |

Concrètement, sur l'exemple de la voiture, si l'on appuie sur l'accélérateur, la vitesse augmente. La relation que j'ai marquée est donc positive, puisque les deux éléments évoluent dans le même sens. Maintenant, compte tenu de l'échelle que j'ai marquée, j'estime que pour expliquer les variations de la vitesse de ma voiture, l'accélérateur joue un rôle très important. Donc je note "+5" sur la flèche reliant "accélérateur" à "vitesse de ma voiture".

De même si j'appuie sur le frein, la vitesse de ma voiture diminue. La relation que j'ai notée est donc négative (les deux éléments varient en sens opposé). Et j'estime que le frein joue un rôle important (donc "4") pour expliquer les variations de la vitesse de ma voiture. Je note donc "-4" sur la flèche reliant "frein" à "vitesse de ma voiture".



En effet j'estime que cette dernière relation est "importante", car en réfléchissant, je me dis que finalement, ma voiture se freine d'elle-même en roulant, à cause des frottements avec l'air ou avec la route. Ceci veut donc dire que la "vitesse de la voiture" s'influence elle-même, de manière négative (plus je roule vite et plus ma voiture est freinée par l'importance des frottements) et j'estime cette relation comme étant "peu importante" pour expliquer la vitesse globale de ma voiture. Je trace donc une flèche qui relie la vitesse de ma voiture à elle-même et je note "-2" à côté.



Des questions ? Alors maintenant, nous allons faire la même chose pour notre centre d'intérêt : les ressources récifo-lagonaires. La question initiale est la même que pour ma voiture : "Quels sont les éléments, concepts ou variables, qui pourraient expliquer ou influencer les variations de l'état des ressources en poissons récifo-lagonaires ?".

Pour répondre à cette question, je marque sur une feuille le premier élément qui nous intéresse "État des ressources" et comme pour la voiture, je vais chercher d'autres éléments qui pourraient influencer cette boîte.

Pour vous donner une piste de réflexion, trois grands domaines ont été identifiés : la "Mer" - puisque les ressources vivent dans la mer, il se peut qu'il y ait des éléments spécifiques à la mer qui expliquent les variations de l'état des ressources -, la "Terre" et enfin le côté "Humains".

A partir de maintenant, je vous laisse le crayon et c'est à vous de jouer."

Compte tenu de la méthodologie d'établissement semi-structurée retenue dans cette étude, la **variable initiale** centrale, point de départ de la construction de la carte de la personne interrogée, concerne *l'État des ressources ichtyologiques récifo-lagonaires*. Élément également central de la problématique de cette étude, il s'agit aussi d'une variable d'intérêt commun à l'ensemble des acteurs rencontrés. L'importance de cette variable suscite l'intérêt des personnes interrogées et leur implication dans le tracé des cartes. Indirectement cela favorise également la validité des données ainsi recueillies (Cossette and Audet 1992).

En plus de cette approche semi-structurée, un **questionnement systématique** est utilisé. Pour chaque nouvelle variable définie, la question suivante était posée : *"Quelles sont, selon-vous, les éléments – déjà notés sur la carte ou non – qui pourraient influencer cette nouvelle variable ?"*. La personne interrogée peut alors soit définir de nouveaux liens entre concepts déjà existant, soit définir de nouveaux concepts et relations.

En parallèle du tracé de sa carte par l'acteur et en plus de **l'enregistrement** de l'entretien, le chercheur note précisément la **définition** ou les **explications** que le répondant donne lui-même pour chacune de ses variables, ainsi que pour certaines des relations qu'il trace.

Le **tracé de la carte se termine** lorsque la personne interviewée n'est plus en mesure de définir de nouveaux concepts ou interactions (Allard-Poesi 1996 ; Ozesmi 1999). La question *"Voyez-vous d'autres éléments à rajouter ?"* lui est posée. Lors des entretiens réalisés dans le cadre de ce travail de recherche, plusieurs personnes ont conclu d'elles-mêmes en répondant : *"Non, ça correspond à ma vision des choses"*.

### **Introduction du temps**

La dernière étape du tracé consiste à introduire la notion de **temps** dans les cartes cognitives. Le principe est de reprendre chacune des relations causales précédemment tracées et de **caractériser** par une valeur de temps, comme précédemment défini (§I.1.1). Concrètement, la routine suivante est utilisée :

*"Maintenant, que nous avons fini de tracer ce schéma qui représente votre vision du fonctionnement du système dans sa globalité, nous allons reprendre chacune des relations afin de lui appliquer une notion de temps.*

*Tel que nous l'avons tracé, chaque relation est immédiate, c'est-à-dire que lorsqu'un élément varie, les éléments qu'il influence varient aussi et de façon instantanée. Si l'on reprend l'exemple précédent, lorsque j'appuie sur l'accélérateur, la vitesse de ma voiture augmente de façon immédiate. Or ceci n'est pas vrai pour toutes les relations.*

*On va donc prendre de nouveau une échelle de 1 à 5 :*

|          |             |             |            |                 |
|----------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1        | 2           | 3           | 4          | 5               |
| Immédiat | Court terme | Moyen terme | Long terme | Très long terme |

*Pour vous donner une idée, voici comment on pourrait expliquer ces notions de temps :*

*Immédiat*                      Je mets mon doigt sur une plaque chauffante et je me brûle

|                        |  |
|------------------------|--|
| <i>Court terme</i>     | Je me mets au soleil et je sens le soleil sur ma peau  |
| <i>Moyen terme</i>     | Je me mets au soleil et j'ai chaud. Il faut un délai plus long.  |
| <i>Long terme</i>      | Je me mets au soleil et j'ai un coup de soleil. Il faut donc que je sois resté plus longtemps au soleil. |
| <i>Très long terme</i> | Je me mets au soleil et j'ai un cancer de la peau.   |

*Bien sûr, il ne s'agit ici que d'exemples, pour bien comprendre la différence entre l'immédiat (instantané), et l'échelle de temps entre le court terme (quelques jours) et le très long terme (toute une vie voir plus).*

*On va donc pour chaque relation écrire à côté de la force ( $\pm 1-5$ ), en utilisant une autre couleur, l'indice de temps (1-5). "*

La méthode la plus sûre pour ne pas oublier de relation, est de reprendre, pour chaque élément, l'ensemble des relations qui **partent** de cette variable. Ceci permet de rester dans la même logique du questionnement systématique : "A influence B de manière immédiate, à court terme, moyen terme, long terme ou très long terme ?" puis "et A influence C de manière immédiate, à court terme ...?".

Ceci permet également de reprendre les relations une à une, de **vérifier** si elles correspondent bien à ce que pense l'enquêté, de corriger et éventuellement de rajouter des concepts ou des relations afin de l'adapter le plus possible à sa représentation mentale.

Finalement, il faut noter que dans le cadre de cette étude, **une seule** et même personne a réalisé l'ensemble des entretiens. Ceci assure une **homogénéité** entre les entretiens, diminue fortement les **biais** liés à l'enquêteur et permet d'obtenir des **comparaisons** plus fines entre les acteurs au niveau des résultats obtenus (Eden 2004).

### 1.1.3. Avantages et inconvénients

- Que ce soit dans leur conceptualisation, dans leur mise en œuvre ou dans leur exploitation, les cartes cognitives présentent de nombreux avantages :

#### Au niveau conceptuel

La carte cognitive est un outil qui permet de **structurer** et de **simplifier les pensées** et les **croiances** des personnes interrogées (Fiol and Huff 1992). Elle permettent de récupérer dans un temps relativement court une vision globale d'un système complexe, en favorisant une **approche pluridisciplinaire** (Hobbs *et al.* 2002).

Par ailleurs, la cartographie cognitive permet de **représenter des données subjectives** plus facilement et de manière plus compréhensible que d'autres approches (Eden 1992). Ceci

s'explique entre autre par la large possibilité d'utilisation de **concepts flous** (Carley and Palmquist 1992).

#### Au niveau de leurs mises en œuvre

L'un des principaux avantages des cartes cognitives réside dans leur **facilité d'utilisation**. La personne interrogée n'a pas besoin de formation pour la construction de sa propre carte en présence du chercheur (Allard-Poesi 1996). L'**appropriation** de la méthode par le répondant est rapide, ce qui confère à cette méthodologie un caractère **attirant** et **gratifiant** (Brown 1992). C'est une approche facile à mettre en œuvre auprès de personnes réticentes vis-à-vis des questionnaires (Ozesmi 1999).

Cette valorisation du sujet est accrue par le fait qu'au cours des entretiens, le chercheur prend en compte l'ensemble des éléments proposés par le sujet. L'**implication du sujet** dans le processus d'établissement des cartes et la **transparence du procédé** sont autant d'éléments favorables à l'obtention de **données viables et valides**. De plus, la liberté de réponse laissée à la personne interrogée contribue à l'obtention de **données très riches** (Brown 1992).

Enfin, la construction d'une carte cognitive par le sujet lui-même lui permet de **réfléchir à sa propre vision** et ainsi de mieux formaliser ses concepts et les relations existant entre ceux-ci (Cossette and Audet 1992). Cette **prise de recul** sur sa vision idiosyncratique favorise la **concentration** du répondant et **stimule** sa mémoire, ce qui va améliorer la **justesse** des idées retranscrites et donc l'adéquation entre sa conceptualisation mentale et le tracé final.

#### Au niveau de leurs exploitations

L'un des intérêt de la cartographie cognitive est de pouvoir **comparer les modèles conceptuels** de la pensée de plusieurs individus, de mettre en exergue les **informations partagées** par un groupe d'individus, ou, a contrario, d'identifier les différences entre le savoir d'une personne et celui d'un groupe (Carley and Palmquist 1992 ; Eden 1992).

De plus, les cartes cognitives sont avant tout un **outil de communication** (Allard-Poesi 1996 ; Eden 1992 ; Hobbs *et al.* 2002). Pour des gestionnaires, elles permettent de **prendre conscience de la complexité** de l'écosystème qu'ils gèrent (Eden 1992). Elles permettent de la même façon de **communiquer des informations** et de faciliter la **transmission de notions** complexes d'un individu à un autre (Fiol and Huff 1992).

Elles permettent également d'appréhender les visions stratégiques des gestionnaires (Cossette 2003a), de faciliter la **prise de décisions** et les **négociations** (Eden 1992). En effet, en déroulant les étapes successives notées sur une carte, il est possible de répondre à des questions de type "*que se passe-t-il si ?*" (Dickerson and Kosko 1994). Cet aspect laisse entrevoir une possibilité d'utilisation des cartographies cognitives dans un objectif de **simulation** (Eden 2004).

● Malgré cette abondance d'avantages, les cartes cognitives présentent également certains **inconvenients**.

En effet, cette approche est basée sur un entretien, c'est-à-dire un échange entre deux individus. En dépit de tous les efforts faits pour les limiter, les **biais** induits par des **ignorances** volontaires

ou non et des **incompréhensions** entre l'enquêté et l'enquêteur sont inévitablement enregistrés dans chacune des cartes (Ozesmi 1999).

De plus, lors des entretiens, il se peut qu'il existe certaines **barrières morales** pour le sujet. Ceci fait référence à l'omission, volontaire ou non, de certains liens ou variables que le répondant peut estimer être "politiquement incorrect" et ce indépendamment du climat de confiance instauré au préalable (Cossette and Audet 1992).

La **durée** des entretiens et le temps consacré à l'établissement des cartes peuvent parfois nuire à l'intérêt du répondant pour la méthode (Allard-Poesi 1996). Il convient à ce moment de faire des pauses afin de laisser les esprits se reposer (Brown 1992).

La durée totale d'un entretien individuel, relativement grande, restreint l'utilisation de cette méthodologie, pour une durée d'échantillonnage donnée, à des échantillons de plus petites tailles qu'avec l'utilisation de questionnaires d'enquêtes par exemple (Brown 1992). Cependant, comme le souligne Ozesmi (2004), ceci est compensé par le fait que la représentativité de l'échantillonnage pour ce type de méthodologie est obtenu avec un échantillon beaucoup plus restreint que pour les approches plus classiques (comme se serait, par exemple, le cas avec un entretien basé sur des questionnaires).

Par ailleurs, Brown (1992) met en avant l'un des inconvénients majeurs de la méthodologie utilisée dans cette étude (entretiens semi-structurés avec questionnement systématique) : les **données générées sont plus difficilement comparables** entre elles que celles qui sont issues d'entretiens structurés a priori, en raison de la grande richesse et diversité des variables prises en compte dans chacune des cartes.

En effet, au cours du tracé d'une carte individuelle, chaque acteur donne la vision qu'il a du fonctionnement de l'écosystème qui l'entoure, selon son **référentiel de perception** et s'exprime avec des **termes et des expressions** qui lui sont **propres**. Par exemple deux acteurs qui parlent d'une même relation d'influence entre deux facteurs, peuvent ne pas la décrire à un même niveau holarchique (l'un s'exprime à un niveau de détail plus fin que l'autre), ou n'utilisent pas les mêmes mots pour définir les mêmes variables. Finalement, même si le chercheur qui récolte les données peut comprendre que ces deux individus parlent de la même chose, les cartes cognitives tracées ne seront absolument pas comparables entre-elles à cause de ce manque de structures communes.

Pour améliorer cet aspect, il est nécessaire de **structurer ces variables** (Carley and Palmquist 1992) et de les formaliser, de manière à établir un **référentiel commun** à l'ensemble des acteurs pour pouvoir in fine comparer leurs visions du fonctionnement du système d'étude.

La mise en place d'une ontologie a pour principal objectif de palier à ce problème.

## 1.2. L'Ontologie

### 1.2.1. Approche et définitions

Imaginons la situation suivante : nous nous retrouvons en tête à tête avec un parfait inconnu et nous voulons demander à cet individu de quoi se sustenter. Comment s'y prendre ? Parle-t-il le même langage et va-t-il comprendre ce que nous lui demandons ? A défaut de s'exprimer oralement, il sera toujours possible de recourir aux gestes et de mimer ses besoins. Mais l'individu a-t-il le même référentiel que nous, c'est-à-dire utilisera-t-il les mêmes gestes que nous pour définir la même chose ? Au final, arriverons nous à avoir de quoi manger ?

Cette situation, quelque peu incongrue, illustre cependant parfaitement un problème élémentaire de communication

Dans les années 70-80, lorsque les systèmes d'Experts et les Bases de Connaissances ont vu le jour, les chercheurs ont très rapidement été confrontés à la diversité des langages informatiques utilisés (Psyché 2005). Brancher deux ordinateurs ensemble est une condition nécessaire pour pouvoir échanger des données, mais non suffisante. En effet, lorsque deux agents (êtres ou machines) communiquent, il y a, par définition, **échange d'informations**. Le problème ne réside pas dans la transmission ni la réception des messages échangés, mais dans leur **interprétation** et leur **compréhension** (White 2004). Ainsi, lorsque deux agents échangent des informations, les termes mobilisés, lorsqu'ils sont identiques, n'ont pas nécessairement le même sens pour chacun des deux agents. De plus, le sens des termes utilisés n'est habituellement pas défini de manière explicite, ce qui rend leur interprétation d'autant plus difficile, voire aléatoire et même impossible.

Ainsi, pour que deux agents communiquent, ils ont besoin d'une **terminologie commune** – ou langage, et d'une **sémantique commune** – ou signification. Ce sont ces deux principes qui définissent la base d'une ontologie.

L'Ontologie, du grec *Ontos* (être) et *Logos* (étude), est à l'origine une branche de la métaphysique dont la finalité est de traiter de la nature des choses et de l'organisation de la réalité.

D'un point de vue informatique, une ontologie est une "spécification explicite et formelle d'une conceptualisation partagée" (Bousquet 1995). Une *spécification explicite* signifie que les concepts de l'ontologie et les contraintes liées à leurs usages sont définis de façon explicite. Ceci permet de pallier les problèmes de terminologie et de sémantique précédemment illustrés. Cette spécification explicite devient *formelle* quand elle est interprétable par un ordinateur. L'intérêt essentiel d'une ontologie tient dans le fait qu'il s'agisse avant tout d'une *conceptualisation* et que celle-ci est *partagée*, c'est-à-dire qu'elle capture une connaissance consensuelle. En effet, construire une ontologie revient avant tout à s'intéresser aux propriétés essentielles des objets et non aux propriétés que ces objets peuvent avoir dans telle ou telle situation (Bachimont 1995). Avant tout, une ontologie est le **vocabulaire d'un domaine** (Carley and Palmquist 1992 ; Ethier 2004).

Concrètement, l'ontologie peut se présenter sous la forme d'une **classification hiérarchique** de termes pour décrire un domaine (Swartout *et al.* 1997). Chaque élément de l'ontologie se situe à un embranchement (ou nœud) de cet arbre de classification. Compte tenu de la définition d'une ontologie, pour un rang donné dans l'arbre de classification, chaque élément va être défini par l'ensemble des éléments de rang supérieur de cet embranchement et réciproquement. Cet élément est alors appelé *Classe* (Figure 4).

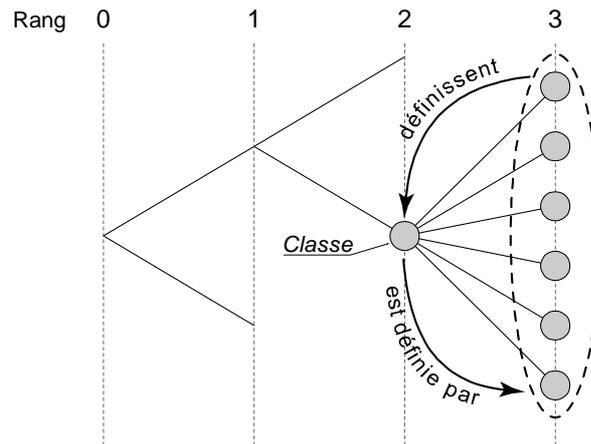


Figure 4 : Structure d'un arbre ontologique et définition des variables de classe

Il est intéressant de noter le parallèle entre l'**approche holarchique** (Kay 2000) utilisée lors de la description initiale du système d'étude et une ontologie (cf. Introduction générale). En effet lors de la définition de notre ensemble d'étude, les systèmes d'intérêts ont été identifiés en fonction de leurs interactions possibles avec les systèmes de rang inférieur et supérieur. Ceci de manière à obtenir une vision en perspective de la structure et du fonctionnement de notre système. Cette démarche se retrouve également dans une ontologie, puisqu'en se plaçant au niveau de la racine de la classification, nous avons une vision en perspective de l'ensemble des termes définissant notre système. A chaque rang, il est possible de voir les relations définissant les termes d'intérêt, avec les termes de rang inférieur et supérieur.

### 1.2.2. Définition des variables génériques et de classes : tris et groupements

L'analyse des cartes cognitives individuelles révèle une très grande richesse d'expressions et de termes employés (Brown 1992). Cependant, il est relativement facile, même au cours d'une première analyse visuelle des termes et expressions utilisées par les acteurs, d'observer des ressemblances tant dans le fond que dans la forme de certaines cartes.

En demandant à chaque acteur de s'exprimer sur le fonctionnement de l'écosystème récifolagunaire de la zone d'influence du projet Koniambo, certaines visions sont proches les unes des autres : des thèmes communs sont souvent abordés, ou des sujets de préoccupation sont mis en avant de manière récurrente. De même certains éléments clés du fonctionnement du système sont quasi systématiquement cités. Cependant, la volonté de laisser les gens s'exprimer avec leur propre vocabulaire ne facilite pas l'identification de ces propriétés émergentes. C'est la raison pour laquelle l'établissement d'une ontologie a été réalisé. Elle permettra d'avoir une **structure commune** à l'ensemble des acteurs, facilitant ainsi les **comparaisons** possibles de leurs **visions** et la mise en évidence de **propriétés émergentes**.

Avant d'établir toute **nouvelle ontologie**, il est impératif de rechercher au préalable l'existence d'une ontologie déjà réalisée sur le sujet ou un sujet proche (White 2004). Compte tenu de la spécificité du sujet abordé avec les acteurs ainsi que des préoccupations locales, il n'a pas été possible de trouver **une ontologie complète déjà existante** et ce malgré la richesse de certains outils disponibles (Noy and Hafner 1997). Seuls certains éléments de l'ontologie AGROVOC mise en place par la FAO ([http://www.fao.org/aims/ag\\_intro.htm](http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm)) ont servi en partie d'élément de référence dans le cadre de ce travail.

Afin d'établir une ontologie des termes et expressions utilisés dans les différentes cartes cognitives récoltées, il est nécessaire de déterminer une **terminologie commune** – ou langage et d'une **sémantique commune** – ou signification (White 2004).

Même si l'ensemble du travail terrain a été effectué en Nouvelle-Calédonie, le problème d'une **terminologie commune** (ou langage commun) aurait pu se poser. En effet, 2 à 3 des 28 dialectes kanaks présents en Nouvelle-Calédonie sont couramment parlés sur la zone (INSEE-ITSEE 1997). Cependant, le français a été utilisé comme langage commun de communication. Ceci assure donc une terminologie commune à l'ensemble des acteurs interrogés.

La principale difficulté rencontrée dans la création d'une ontologie, est l'établissement d'une **sémantique commune**. En effet, au cours des entretiens individuels, de manière à faciliter l'appropriation de la méthodologie par les personnes enquêtées et par là même améliorer la fiabilité des données récoltées, les acteurs étaient vivement incités à utiliser leur propre vocabulaire. En faisant ce choix d'un entretien semi-directif qui n'impose pas des termes aux acteurs interrogés, aucune base sémantique commune n'a été pré-établie. Cependant il est nécessaire de rappeler qu'un seul enquêteur a réalisé l'ensemble des interviews. Il est donc possible de définir un référentiel sémantique commun pour l'ensemble des personnes interrogées, indispensable pour l'établissement de l'ontologie : le référentiel de l'enquêteur. En effet, lors de chaque entretien, ce dernier a noté précisément la signification de chacune des variables inscrites sur une carte, avec ses propres termes. Ainsi chaque élément écrit par chaque acteur a pu être décrit de manière précise et toujours sous le même référentiel sémantique. Ceci fiabilise également de manière importante l'ontologie future : en effet, le fait de n'avoir qu'un seul et unique référentiel diminue significativement les erreurs liées à la confusion et à la mauvaise interprétation possibles lors de la mise en place de l'ontologie.

L'ontologie que nous souhaitons établir va donc consister essentiellement en une classification de l'hétérogénéité sémantique rencontrée au sein de l'ensemble des cartes cognitives.

**L'hétérogénéité sémantique** se décompose en deux éléments : **l'hétérogénéité cognitive** et **l'hétérogénéité de dénomination** (Klien *et al.* In Press). *L'hétérogénéité cognitive*, résulte de l'utilisation d'un même terme ou expression pour définir deux notions différentes. Par exemple, le terme de "poisson" peut être utilisé aussi bien pour définir l'animal que la nourriture. *L'hétérogénéité de dénomination* est le pendant de l'hétérogénéité cognitive. Elle résulte de la richesse d'une langue pour certains domaines, ou de la flexibilité dans l'utilisation de certains termes. Par exemple, dans le langage courant, les termes de sédiments ou de limons sont souvent indifféremment utilisés pour définir les matières en suspension présentes dans de l'eau. La classification ontologique va donc consister à analyser l'ensemble des termes rencontrés sous ces deux approches et à les trier.

Dans notre cas d'étude, la mise en place d'une ontologie du vocabulaire utilisé par les acteurs débute par une liste exhaustive des termes employés pour l'ensemble des éléments tracés dans chaque carte. Il est très important de conserver les liens entre les variables exprimées par un acteur, ou *variables d'acteur* et l'acteur lui-même (Brown 1992). Cela permettra dans un premier temps de s'assurer qu'aucun élément n'a été omis. Les allers-retours entre la variable prise en compte et les dires d'acteurs seront ainsi facilités, en cas de vérification de la signification de ladite variable. Enfin, cela facilitera la vérification de l'ontologie, ainsi que la saisie informatique des cartes. L'ensemble des concepts utilisés, ou variables, constitue le **vocabulaire** ou lexique de base de l'étude (Carley and Palmquist 1992).

Il faut rappeler qu'une ontologie est avant tout une conceptualisation, c'est-à-dire une abstraction d'un phénomène du monde (Guarino and Giarretta 1995). Or le tri de ces *variables d'acteur* ne suffit pas à extraire ces éléments du contexte spécifique de l'établissement des cartes. En parallèle de ce premier tri, il est donc nécessaire de définir de variables dites "*génériques*". Ces variables génériques vont regrouper, sous une appellation commune, l'ensemble des termes utilisés par les acteurs pour désigner une seule et même chose. Une ontologie étant également une spécification explicite, chaque variable générique doit être définie précisément (Volume II Figure 5). L'objectif est double. Il consiste à la fois à chercher la vision la plus générale et commune pour un élément ou une variable citée, tout en conservant leur unicité, puisque chaque acteur doit, au final, pouvoir se retrouver et s'identifier aux variables génériques définies. Il s'agit donc ici de palier l'hétérogénéité sémantique précédente, en se basant sur le référentiel sémantique commun disponible. La classification finale obtenue devra donc découler de cette conceptualisation et en aucun cas être le résultat d'une classification arbitraire et subjective de la part de la personne la réalisant. Les seuls éléments appartenant à cette personne, qui pourraient éventuellement transparaître dans l'ontologie, se retrouvent dans les termes employés au niveau de certaines variables génériques. Ceci se justifie naturellement par le caractère commun du référentiel sémantique utilisé.

La seconde étape de création de l'ontologie consiste à **associer** pour chacune des **variables génériques**, les **variables d'acteur** correspondantes. Il est très souvent nécessaire de retourner à la carte établie par l'acteur, aux notes prises au cours des entretiens, voire parfois à l'enregistrement audio, si celui-ci est disponible. Ceci permet de vérifier l'adéquation entre la variable d'acteur étudiée et la variable générique à laquelle elle s'associe. Ceci souligne l'importance de conserver un lien entre acteur et variables, lors du tri initial de ces dernières.

Enfin la troisième étape pour établir une ontologie est un **regroupement** de ces variables génériques, par domaine, thème ou catégorie. Une ontologie est également une classification hiérarchique de termes, où chaque nœud, ou *classe*, de l'arbre de classification est défini par l'ensemble des éléments de rang immédiatement inférieur de cette classe (Swartout *et al.* 1997). Réciproquement, l'ensemble des éléments appartenant à une même classe va définir une et une seule classe. Ainsi, en parallèle du regroupement des variables génériques par catégorie, il est nécessaire de définir des "*variables de classe*", qui vont résulter d'une synthèse de l'ensemble des variables de classes ou génériques de rang inférieur (Figure 4).

La mise en place d'une telle classification ne peut se faire que progressivement. En effet, il est impossible d'avoir le recul suffisant pour prendre en compte de prime abord l'ensemble des variables pour l'ensemble des acteurs. De même, compte tenu de la méthode de mise en place de l'ontologie, tout changement dans la définition d'une variable générique ou de classe nécessite de révéifier l'adéquation entre variables d'acteur et variables génériques, ainsi que le positionnement de chacune au sein des classes. Il en est de même en cas de modification dans la structure de l'arbre de classification. Il s'agit donc d'un **processus progressif et itératif**, où la prise en compte d'une nouvelle variable d'acteur peut entraîner une remise en cause de l'ensemble des définitions et des regroupements précédents (Figure 5) (Dickerson and Kosko 1994).

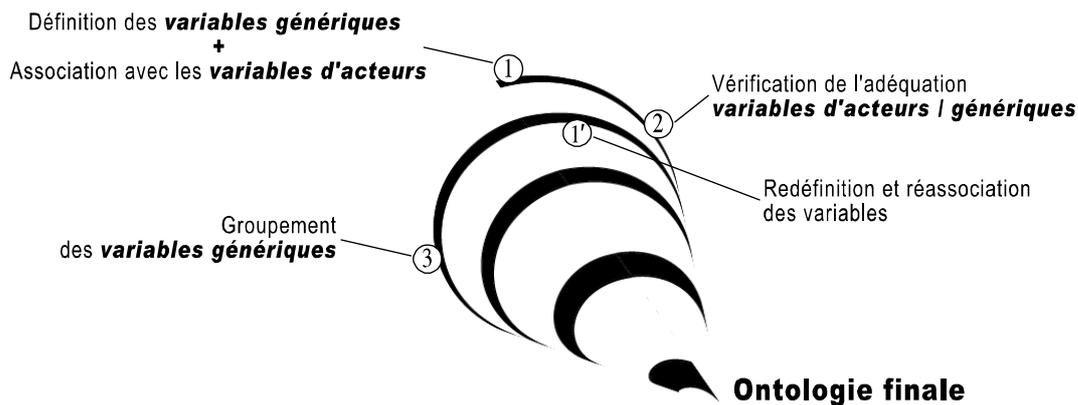


Figure 5 : Etapes du processus itératif de mise en place d'une ontologie

Selon Borst (1997), une ontologie est une **conceptualisation partagée** du monde. Cela signifie qu'en plus d'être une abstraction des phénomènes pris en compte de manière à en retirer tout aspect contextuel (en l'occurrence, le cadre dans lequel l'acteur se place lors du tracé de sa carte), elle doit être également **consensuelle**. Une ontologie doit donc refléter la pensée du plus grand nombre de personnes, dans ses termes et dans sa structure hiérarchique. Si les termes présents dans l'ontologie ne dépendent que des variables exprimées par les acteurs, il n'en est pas de même pour sa structure hiérarchique. En effet, la structure hiérarchique dépend essentiellement des regroupements de variables effectués *après* le tracé des cartes.

La **validation de l'ontologie** va essentiellement consister en une confrontation de cette structure à plusieurs points de vue de référence. Le choix du point de vue de ces personnes références s'effectue en fonction de leurs connaissances à la fois générales du sujet d'étude, ainsi que des éventuelles spécificités liées à la zone d'étude. Il ne s'agit pas nécessairement de scientifiques, mais de toute personne répondant aux critères précédents et qui soit capable d'une abstraction sur le bien-fondé de la présence ou non des éléments de l'ontologie obtenue, de manière à avoir un aspect critique sur la structure de celle-ci.

Il convient également de porter une attention toute particulière à l'**homogénéité ontologique**. Lors de l'établissement des cartes cognitives, les variables sont reliées entre elles par des relations causales. Les éléments caractérisant ces relations (valeur, force et temps) sont établis en considérant les évolutions relatives des variables, les unes par rapport aux autres. Aussi, compte tenu de la structure de l'ontologie (Figure 4), il est nécessaire de faire attention à ce que les variations d'une variable de classe aient la même signification pour les variables de sous-classes.

Par exemple, si l'on se place dans le cas de la Figure 6 , la relation au rang 2 (cas a.) se lit : *Une augmentation de l'envasement entraîne une diminution du nombre de poissons*. Si l'on étudie cette même relation au rang 1 (cas b.), elle se lit de la façon suivante : *Une amélioration de l'état de santé du lagon entraîne une diminution de l'état des ressources*. Ceci illustre l'importance de l'homogénéité ontologique : si elle n'est pas respectée, elle peut conduire à de mauvaises interprétations des visions des acteurs. Dans ce cas de figure, il aurait fallu remplacer la variable *Envasement* par *Diminution de l'envasement* et inverser la valeur de la relation causale.

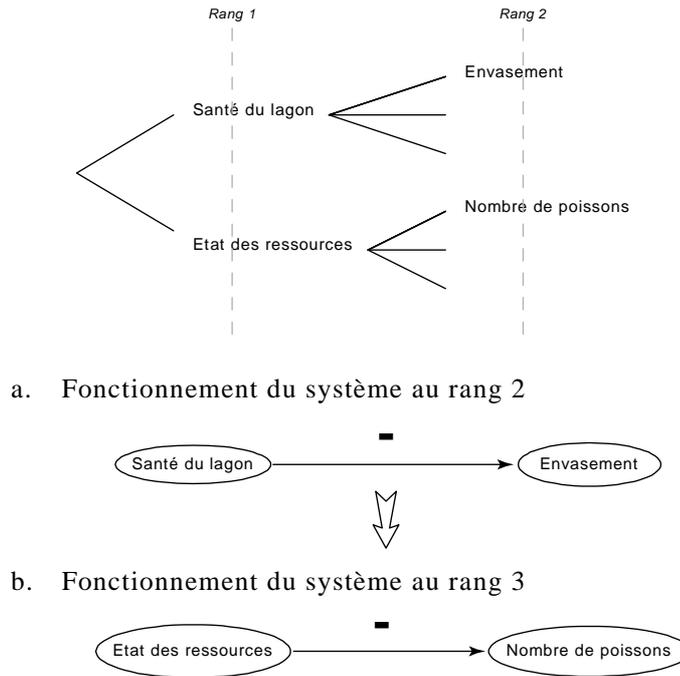


Figure 6 : Illustration de l'importance de l'homogénéité ontologique

L'ontologie finalement obtenue, résulte de trois étapes essentielles :

1. la prise en compte de l'hétérogénéité sémantique par la création de variables génériques clairement explicitées
2. la définition des variables de classes et par la même d'une structure hiérarchique
3. la validation de l'ensemble, de manière à rétablir l'aspect consensuel de l'ontologie.

### 1.2.3. Cas particuliers

La première étape de création d'une ontologie consiste à établir une liste exhaustive des variables d'acteur afin de définir des variables génériques. Le nombre total de concepts retenu importe peu, du moment que l'ensemble du champ d'étude est couvert (Markoczy and Goldberg 1995). Cependant, un problème récurrent se pose. Il s'agit essentiellement de savoir à partir de quel moment une variable d'acteur doit- être prise en compte pour l'établissement de l'ontologie. C'est-à-dire comment déterminer si une variable d'acteur peut être assimilée ou associée à une variable générique.

Au sein d'une carte cognitive, il est possible de trouver trois types de variables :

- Les *variables émettrices* ou *forçantes* : variables qui ne sont influencées par aucune autre variable mais qui influencent un ou plusieurs autres éléments de la carte (Figure 7 a.)
- Les *variables réceptrices* ou *forcées* : variables n'influençant aucune autre variable, mais influencées par un ou plusieurs autres éléments (Figure 7 b.)
- Les *variables de passage* ou *ordinaires* : variables influencées par ou influençant une ou plusieurs autres variables (Figure 7 c.)

D'une manière générale, toute variable de passage, influencée par ou influençant plusieurs autres variables doit être prise en considération pour l'établissement de l'ontologie. De même,

les variables émettrices et réceptrices ne posent pas de problème et sont généralement faciles à prendre en compte pour la mise en place de l'ontologie.

Cependant, compte tenu de la forte hétérogénéité sémantique, deux cas particuliers se rencontrent régulièrement : le cas du regroupement ou du dédoublement des variables d'acteur, ainsi que du cas spécifique et délicat des variables intermédiaires.

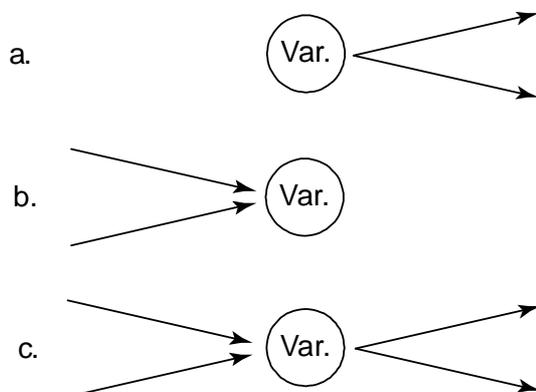


Figure 7 : Illustration des différents types de variables a. émettrice, b. réceptrice et c. de passage

## 1. Groupement/dédoublement de variables d'acteur

Lors du premier tri des variables d'acteur et lors de la définition des variables génériques, il est fréquent de se demander si, au sein d'une même carte, deux variables n'ont pas des significations proches, voir identiques (regroupement). A l'inverse, compte tenu de la définition qu'un enquêté a donné d'une de ses variables, la personne réalisant l'ontologie peut être tentée de séparer cet élément en deux parties qu'elle associera à deux variables génériques distinctes (dédoublement).

Le cas le plus fréquent de **regroupement de variables d'acteur** concerne des variables qualifiées de "**contraires**". En effet, par définition chaque variable est constituée d'une notion et de son contraire (Carley and Palmquist 1992 ; Allard-Poesi 1996). Au sein d'une même carte, il arrive régulièrement qu'un acteur définisse deux variables différentes mais dont les significations sont les conjuguées l'une de l'autre<sup>2</sup>. Compte tenu de la méthodologie du tracé des cartes, il n'est pas nécessaire de distinguer ces deux variables au sein de l'ontologie. Il suffit de considérer ces deux éléments comme **identiques**. Il convient de faire particulièrement attention aux valeurs des relations causales qui influencent ou qui sont influencées par cet élément. Ceci concerne le plus souvent des variables émettrices.

A titre d'exemple, une même personne peut citer la "*Pluie*" comme élément influençant de manière négative les "*Feux*" et le "*Soleil*" comme élément influençant positivement la "*Fréquence de sortie de pêche*". Cependant les variables *Pluie* et *Soleil* n'en font qu'une : ce sont deux concepts contraires l'un à l'autre. En regroupant ces variables, il suffira d'inverser la valeur<sup>3</sup> de la relation entre *Pluie* et *Fréquence de sortie de pêche* afin de conserver la vision de l'acteur (Figure 8).

<sup>2</sup> Il convient de rappeler ici qu'il s'agit de concepts. Il ne faut pas s'arrêter à la seule signification d'un terme mais intégrer l'ensemble du concept sous-jacent au terme utilisé par l'acteur.

<sup>3</sup> Rappel : la valeur d'une relation causale indique comment les deux variables reliées évoluent. Une valeur positive signifie qu'elles évoluent dans le même sens (lorsque *Soleil* augmente, *Fréquence de sortie de pêche* augmente et inversement), alors qu'une valeur négative indique qu'elles évoluent dans un sens opposé (lorsque *Pluie* augmente, *Feux* diminue et inversement).

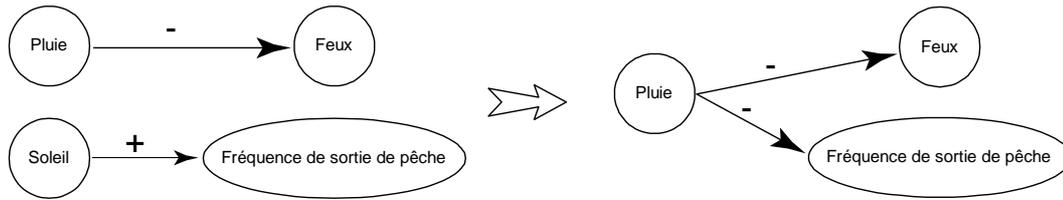


Figure 8 : Exemple de regroupement de variables d'acteur

L'autre cas possible de regroupement, concerne également une **hétérogénéité de dénomination** au sein d'une même carte, mais dans des cas moins évidents que précédemment. Il sera alors nécessaire de bien se référer aux explications données par l'acteur au cours du tracé de sa carte de manière à ne pas mal "interpréter" ces variables.

A titre d'exemple une personne pourra parler de "*Pratiques destructrices du corail*" et de "*Mouillage*" pour définir la même variable. Seulement, au cours du processus de construction de sa carte, elle aura oublié que la première des deux variables était déjà inscrite et aura jugé nécessaire de la redéfinir.

Le cas du **dédoublage de variables d'acteur** est plus délicat que celui du regroupement.

En effet, il peut arriver qu'après plusieurs regroupements de variables génériques au cours de l'établissement de la structure de l'ontologie, une variable d'acteur ne trouve plus sa place au sein de celle-ci. Plus précisément, elle correspondrait à deux variables génériques, sans pour autant pouvoir être identifiée comme une variable de classe. A ce moment là, il est nécessaire de retourner au niveau de la carte et des commentaires faits par l'acteur au cours du tracé de cette dernière, afin de vérifier s'il ne sous-entendait pas deux variables en une seule. Si tel est le cas, il sera possible de dédoubler cette variable afin de **l'associer à deux variables génériques distinctes**. Si au final tel n'était pas le cas, alors une nouvelle variable générique devra être créée.

Par exemple, au cours d'un entretien, une personne a utilisé la variable "*pollution de l'eau des rivières*". Or dans l'ontologie établie, les deux variables génériques "*Pollution physique de l'eau des rivières*" et "*Pollution chimique de l'eau des rivières*" sont distinctes. Après vérification dans les notes prises en cours d'entretien, il s'est avéré que l'acteur sous-entendait bien les deux variables génériques précédentes, mais par commodité, il avait préféré n'utiliser qu'un seul terme, là où d'autres personnes ont fait la distinction (Figure 9 a.).

Le second cas de dédoublage de variables d'acteur fréquemment rencontré est plus évident que le précédent. En effet, il arrive souvent qu'au cours du tracé de sa carte, un acteur définisse **deux variables distinctes**. Cependant, il s'aperçoit très vite que ces deux variables vont influencer et être influencées par d'autres éléments de manière identique. Par commodité de raisonnement et pour ne pas encombrer sa carte de flèches, il entoure alors ces deux variables de manière à ce qu'elles n'en forment plus qu'une. Une fois ce type de variable d'acteur identifiée, il suffit de la dédoubler de manière à retrouver les variables initiales de l'acteur, sans pour autant altérer sa vision. Il faut noter que l'identification de ce type de variable se fait généralement très facilement lors du tracé de la carte elle-même.

A titre d'exemple, une personne avait utilisé par commodité la variable "*El Niño / augmentation de la température*", alors que l'ensemble des autres acteurs a fait la distinction entre "*El Niño*" et "*Augmentation de la température*". Il est donc facile, au moment de l'établissement de l'ontologie, de séparer cette variable en deux éléments, afin de les associer à deux variables génériques distinctes (Figure 9 b.).

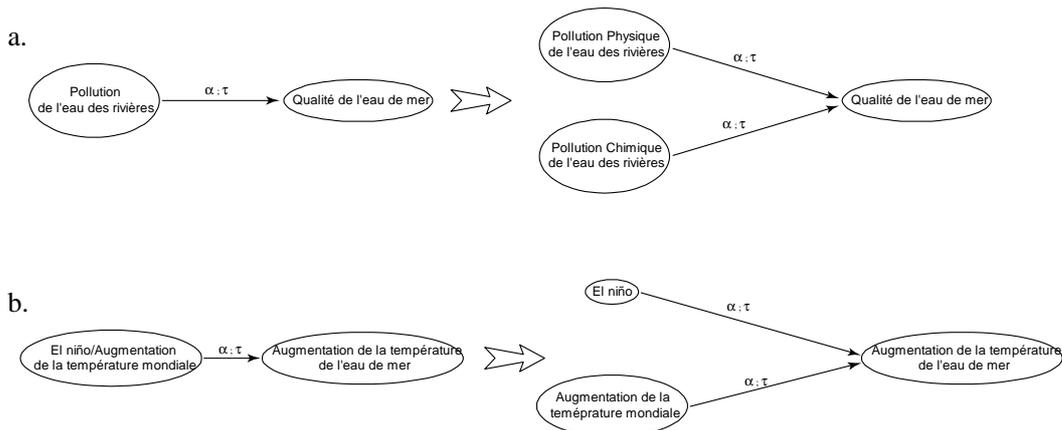


Figure 9 : Exemple de dédoublement de variables d'acteur

D'une manière générale, pour s'assurer de la bonne compréhension des variables d'acteur et de l'adéquation entre celles-ci et les variables génériques, il est indispensable de constamment se référer d'une part à la carte cognitive tracée par cet acteur et d'autre part aux notes prises en cours d'entretiens. Il ne faut pas non plus hésiter à recourir directement à l'enregistrement audio de l'entretien, si celui-ci est disponible.

## 2. Variables intermédiaires

L'identification des variables intermédiaires est beaucoup plus sensible que les cas précédents puisqu'il s'agit de statuer sur **l'existence ou non d'une variable**. Il s'agit de déterminer l'importance de cette variable dans la structure de la carte cognitive et ainsi d'estimer dans quelle mesure il serait bénéfique de la conserver ou préjudiciable de la supprimer.

Compte tenu de l'importance de chacune des variables d'acteur pour la compréhension du fonctionnement de l'écosystème d'étude, l'ajout ou la suppression d'une variable d'une carte peut avoir des conséquences non négligeables tant au niveau de la structure de l'ontologie, que des analyses qui seront réalisées par la suite sur cette carte ainsi que sur l'ensemble des cartes.

Par définition, une **variable intermédiaire**, est un élément qui n'apporte aucune information supplémentaire dans la carte tracée. Il s'agit d'informations redondantes, issues essentiellement de la décomposition d'une idée ou d'un schéma de fonctionnement en un trop grand nombre de variables. Il résulte de cette définition qu'une variable intermédiaire ne joue qu'un rôle mineur au sein de la structure d'une carte. Lors du tri des variables d'acteur, les variables intermédiaires vont pouvoir être identifiées par le fait qu'elles n'ont été citées qu'une seule fois et par un seul et unique acteur. En effet, ceci revient à considérer que plus la fréquence de citation d'une variable au sein d'une carte est importante, plus son rôle dans le fonctionnement du système est également important. Cette première approche de l'analyse d'une carte, relativement intuitive, est suffisamment robuste pour justifier cette méthode d'identification (Borgatti *et al.* 2006).

Cependant cela ne suffit pas à déterminer si une variable est intermédiaire ou non. Pour cela il est nécessaire de retourner au niveau de la carte d'acteur, afin d'analyser le réseau d'influences associé à cette variable. Par définition, une variable intermédiaire est nécessairement une **variable de passage** (Eden *et al.* 1992 ; Eden 2004). Comme pour la détermination des éléments pouvant être pris en compte dans la définition de l'ontologie, toute variable influencée par ou

influençant plusieurs autres variables ne peut être considérée comme intermédiaire. En effet, cela signifie que cette variable participe à un processus complexe d'interactions entre plusieurs éléments. Or par définition, une variable intermédiaire n'est qu'un éclairage supplémentaire sur une suite de relations causales entre deux éléments (Cossette and Audet 1992). Cela implique qu'une variable intermédiaire ne sera influencée que par une seule et unique variable et n'influencera à son tour qu'une seule et unique variable (Figure 10 a.).

Si au cours du tracé des cartes cognitives individuelles, la force ( $\alpha$ ) et le temps ( $\tau$ ) sont pris en compte pour chacune des relations causales (Figure 10), il est intéressant de regarder ce couple de valeurs pour les relations influençant ( $A \rightarrow I$ ) et influencée par ( $I \rightarrow B$ ) la variable supposée intermédiaire (I). En effet, si ces deux couples sont identiques, alors cela tend à confirmer le caractère intermédiaire de la variable considérée (Figure 10 a.) : en ôtant la variable I et en la remplaçant par un/des liens causaux ayant le même couple force/temps, on ne perdra que peu d'information (Figure 10 a.).

La Figure 10 montre deux types de variables intermédiaires possibles. Ces deux cas correspondent à la définition donnée par Cossette et Audet (1992) mais ne doivent pas être interprétés de la même façon. En effet, dans le premier cas de figure a., les trois variables décrivent une **succession causale d'évènements**, ou **cascade d'évènements**, expliquant comment un élément A influence un élément B via une variable I, intermédiaire dans cet exemple-ci. La détermination du caractère intermédiaire de I se fera de la façon précédemment décrite.

Le second cas de figure b. reprend la même cascade que précédemment, mais deux interprétations sont possibles concernant la variable I.

- Soit l'acteur sous entend la même séquence d'influence pour passer de la variable A à B, mais l'exprime de deux façons différentes. Il y a donc redondance d'informations et les deux chemins menant de A à B sont strictement identiques. I est donc immédiatement identifiée comme variable intermédiaire.
- Soit l'acteur a voulu exprimer deux séquences d'influence distinctes pour relier A et B (Cossette and Audet 1992). Dans ce cas de figure il convient d'analyser la partie supérieure de la Figure 10 b. de la même façon que pour la Figure 10 a.

De manière à facilement différencier les deux cas de figures présentés dans la Figure 10 b., il revient à l'enquêteur d'être très vigilant lors du tracé des cartes, en demandant régulièrement à l'enquêté, s'il s'agit ou non de deux chemins de causalité différents ou d'un même chemin, mais exprimé de deux façons différentes. A défaut d'avoir pu le faire au moment du tracé de la carte, il est toujours possible de se référer aux termes exacts utilisés par l'acteur, ainsi qu'aux notes ou à l'enregistrement audio pris en cours d'entretiens.

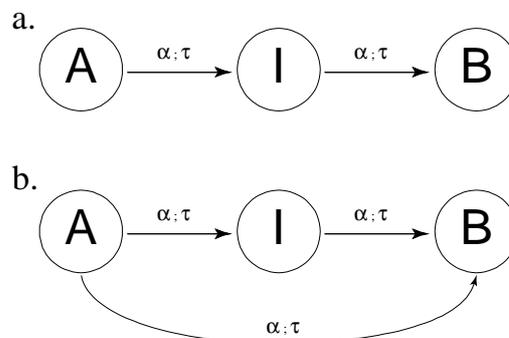


Figure 10 : Identification des variables intermédiaires

Par définition, une fois une variable intermédiaire identifiée, celle-ci n'est plus prise en compte dans la liste des variables d'acteur. Cependant, il est nécessaire de faire la différence entre **supprimer** une variable intermédiaire et **ne pas la prendre en compte**. En effet, une variable intermédiaire n'est que l'expression trop détaillée d'une relation de causalité entre deux éléments. Par nature, il n'est donc pas possible de la supprimer. Ne pas prendre en compte une variable intermédiaire dans la liste des variables d'acteur signifie fusionner celle-ci avec la variable influencée ou influençant (élément A ou B de la Figure 10), puisqu'il ne s'agit que d'une **information redondante** d'un point de vue structurel.

Il faut également noter que d'un point de vue de la compréhension de la vision de l'acteur considéré, une variable intermédiaire offre **un éclairage sur sa perception** du fonctionnement d'un processus particulier.

Au final l'identification des variables intermédiaires se fait par une analyse sur trois niveaux successifs.

- Il s'agit dans un premier temps de repérer, dans un tableau de synthèse de **fréquence de citations** des variables quelles sont celles qui n'ont été citées qu'une seule fois.
- La deuxième étape se fait au niveau de la carte d'acteur, en analysant le **réseau d'influence** autour de cette variable.
- Et enfin, comme précédemment, seul un **aller-retour** permanent entre la carte, les notes et les enregistrements audio permet de respecter le mieux possible la vision exprimée par l'acteur interrogé lors du tracé de sa carte et ainsi assurer une bonne validité de la méthodologie utilisée.

#### 1.2.4. Formalisation

La définition des variables génériques, décrites de manière explicite, leur structuration et la validation de celles-ci auprès de personnes ressource définissent une ontologie selon Gruber (Gruber 1993). Cependant, selon Studer (Studer *et al.* 1998), une ontologie ne prend tout son sens qu'à partir du moment où elle devient formelle, c'est-à-dire **interprétable par un ordinateur**.

L'objectif de la mise en place d'une ontologie du vocabulaire utilisé est d'établir un référentiel commun à l'ensemble des acteurs. La saisie de l'ontologie sur ordinateur et son interprétation par celui-ci vont permettre de faciliter la saisie informatique des cartes individuelles et surtout leurs **analyses comparatives**, ainsi que la création de cartes de synthèse pour l'ensemble des acteurs d'une catégorie (cf. Chapitre III).

## II. Résultats

### II.1. Exemple de Cartes Cognitives

La collecte des connaissances des acteurs locaux sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire se fait par le tracé de cartes cognitives au cours d'entretiens individuels. Dans la zone d'étude de Voh Koné Pouembout, 13 catégories d'acteurs ont été identifiées et **41 personnes** rencontrées, dont 28 dans les villages et 13 au sein de la tribu de pêcheurs d'Oundjo. Au total, **39 cartes cognitives** ont été établies (à deux reprises une carte a été établie conjointement par un couple d'acteurs).

Les exemples ci-dessous sont des reproductions des cartes **cognitives brutes** récoltées auprès des acteurs des villages et de la tribu d'Oundjo, présentées par ordre de complexité visuelle croissante.

Pour chacune des cartes, la variable entourée de rouge est la variable initiale mise en place pour la construction de la carte : *État des ressources ichthyologiques récifo-lagonaires* (cf. §I.1.2)

L'objectif ici n'est pas de présenter en détail l'ensemble des cartes cognitives individuelles obtenues, mais uniquement **d'illustrer** les différents types de résultats obtenus auprès des acteurs, afin que le lecteur puisse être confronté à des exemples concrets de représentations graphiques.

#### II.1.1. Cartes cognitives des acteurs de la tribu d'Oundjo

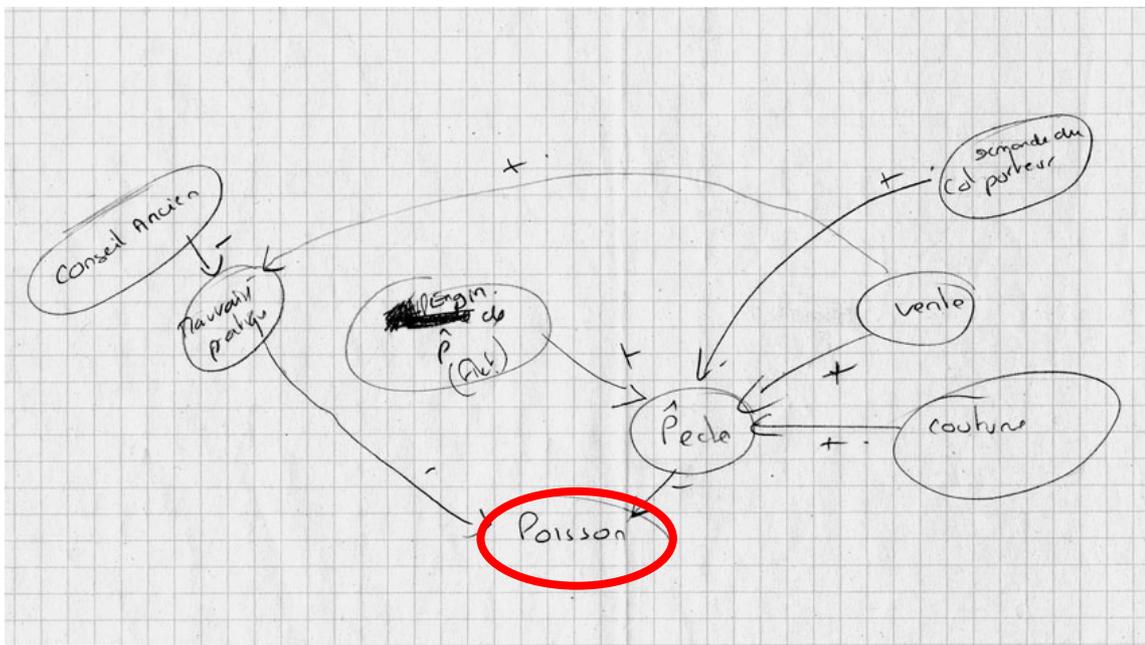


Figure 11 : Exemple de carte cognitive tracée par un acteur de la tribu d'Oundjo. L'élément entouré est la variable centrale, point de départ du tracé de la carte cognitive individuelle









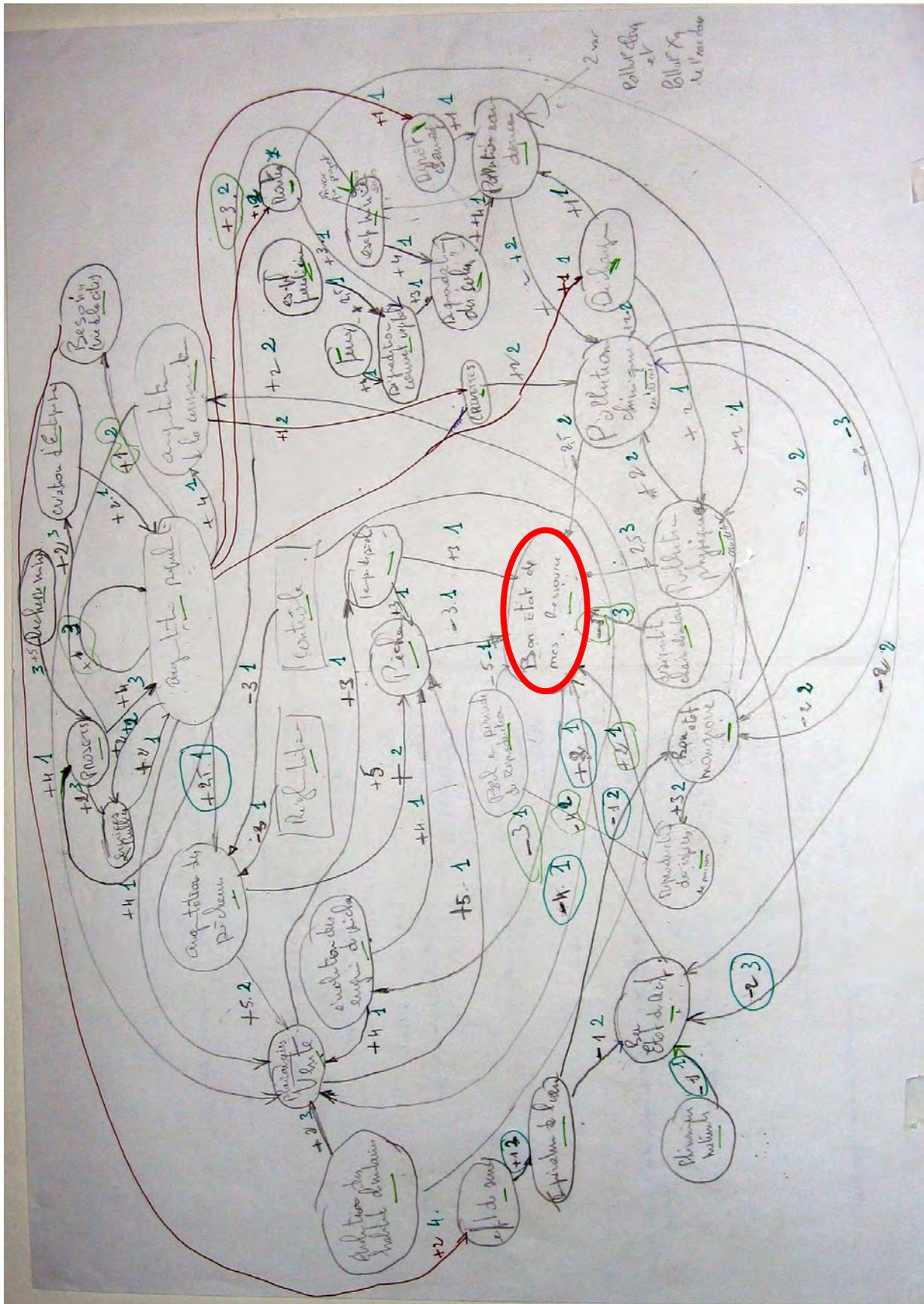


Figure 17 : Exemple de carte cognitive tracée par un acteur des villages de Voh-Koné-Pouembout. L'élément entouré est la variable centrale, point de départ du tracé de la carte

## II.2. Compréhension de la méthodologie

A la fin de chaque entretien, la **compréhension** et l'**appropriation** de la **méthodologie** (tracé de la carte cognitive) a été évaluée pour chaque personne interrogée. Il a été fait de même pour la compréhension et l'appropriation de la notion de "**Temps**" dans le tracé des cartes.

Pour les acteurs de la **tribu d'Oundjo**, les notions de force et de temps, trop complexes, n'ont pas été abordées. De plus, la quasi-totalité des acteurs de la tribu a préféré que ce soit le chercheur qui trace la carte sous leur dictée. Les estimations de compréhension et d'appropriation de la méthodologie par cette catégorie d'acteurs prennent en compte ces particularités.

Une échelle de 0 à 4 est utilisée pour qualifier cette compréhension/appropriation :

|       |        |         |       |            |
|-------|--------|---------|-------|------------|
| 0     | 1      | 2       | 3     | 4          |
| Nulle | Faible | Moyenne | Bonne | Excellente |

Sur l'ensemble des entretiens des acteurs des **villages de Voh-Koné-Pouembout**, la compréhension/appropriation de la méthodologie moyenne est de **2,6/4** et celle du temps est de **2,9/4**.

D'une manière générale, ces deux valeurs se situent dans la moitié supérieure de l'échelle de jugement, ce qui tend à montrer une bonne compréhension et appropriation de la méthodologie dans son ensemble. Toutefois, on peut noter que les personnes interrogées se sont légèrement moins bien appropriées le tracé que la notion du temps.

En ce qui concerne la compréhension/appropriation de la méthodologie (Figure 18) et du temps par catégorie d'acteurs (Figure 19), ce sont globalement les Scientifiques et les Gestionnaires qui ont eu une meilleure compréhension du tracé des cartes et de la notion de temps. A l'inverse, ce sont les Aquaculteurs et les Pêcheurs professionnels qui ont eu le plus de difficultés avec cette méthodologie.

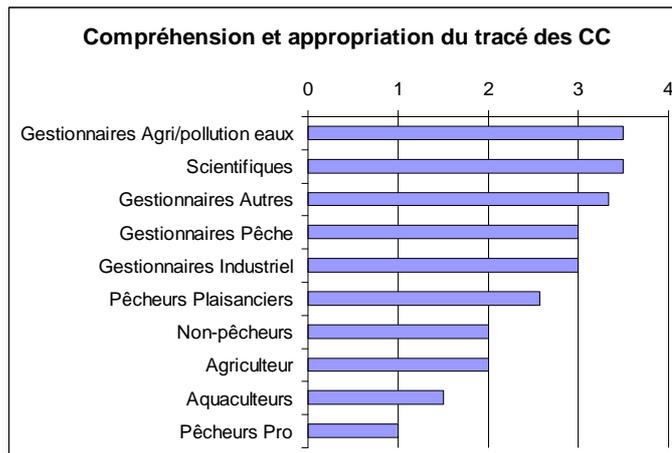


Figure 18 : Compréhension et appropriation de la méthodologie par les acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout

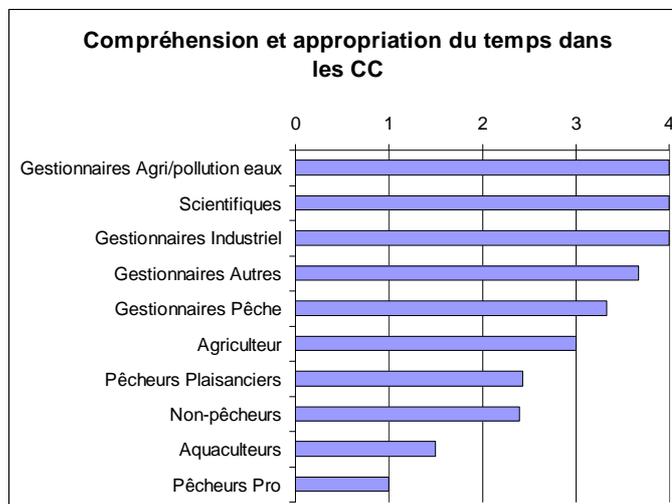


Figure 19 : Compréhension et appropriation du temps par les acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout

Pour les acteurs de la **tribu d'Oundjo**, la valeur moyenne de compréhension/appropriation est nettement plus basse que pour les acteurs d'es villages. Elle est de **1,7/4**, ce qui ce situe dans le premier tiers de l'échelle de valeur utilisée. Ceci reflète globalement une appropriation plutôt médiocre de la méthodologie.

Pour la compréhension/appropriation de la méthodologie par catégorie d'acteurs (Figure 20), ce sont les Anciens pêcheurs et les "vrais" Pêcheurs qui semblent avoir le mieux intégré la méthode.

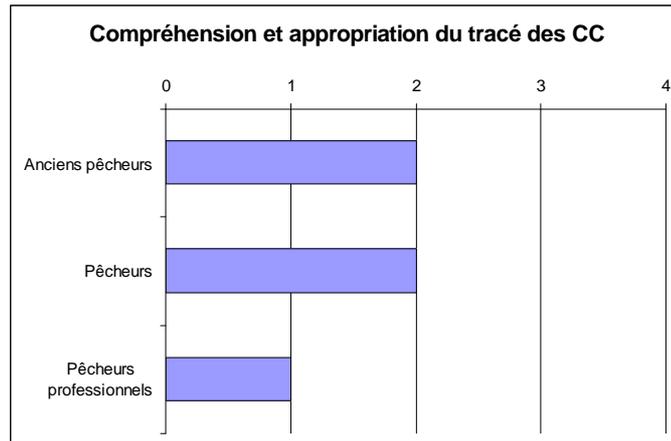


Figure 20 : Compréhension et appropriation de la méthodologie par les acteurs de la tribu d'Oundjo

## II.3. Mise en place de l'ontologie

### II.3.1. Variables d'acteurs et variables génériques

Pour les 39 cartes cognitives individuelles récoltées au cours des entretiens, 968 variables ont été définies par l'ensemble des acteurs. Ceci représente en moyenne 15 variables par carte pour les personnes de la tribu d'Oundjo et 27 pour les personnes des villages. Pour l'ensemble des acteurs, cela représente un peu plus de 23 variables par carte. Les nombres minimum et maximum de variables tracées par carte sont respectivement de 8 et de 47 variables.

Toutefois, ces variables d'acteurs sont brutes de tracé. C'est-à-dire qu'elles n'ont subi aucune vérification préalable à la mise en place d'une ontologie. Au fur et à mesure du processus d'établissement de l'ontologie, après suppression des variables intermédiaires et après avoir effectué les regroupements et dédoublements adéquats, **971 variables d'acteurs** ont été identifiées.

En parallèle à l'identification de variables d'acteurs, **224 variables génériques** ont été définies, dont **50 variables de classes**. L'association des variables d'acteurs et des variables génériques permet à la fois de prendre en compte l'hétérogénéité sémantique de l'ensemble des acteurs et d'établir une structure commune à l'ensemble de cartes de manière à les rendre comparables les unes aux autres. Afin de limiter toute interprétation possible de la signification des variables génériques (hétérogénéité sémantique propre à l'ontologie), ces dernières ont été explicitement définies (Volume II Tableau 1).

Après association des deux types de variables, **950 variables génériques** ont été citées pour l'ensemble des cartes (Volume II Tableau 2). Les variables les plus citées concernent essentiellement les activités de pêche (quantité de poisson pêchée, mauvaises pratiques de pêche et nombre de pêcheurs), l'évolution de la population sur zone, le développement minier et ses conséquences, l'état des récifs et des mangroves et finalement, la qualité des eaux douces (Figure 21).

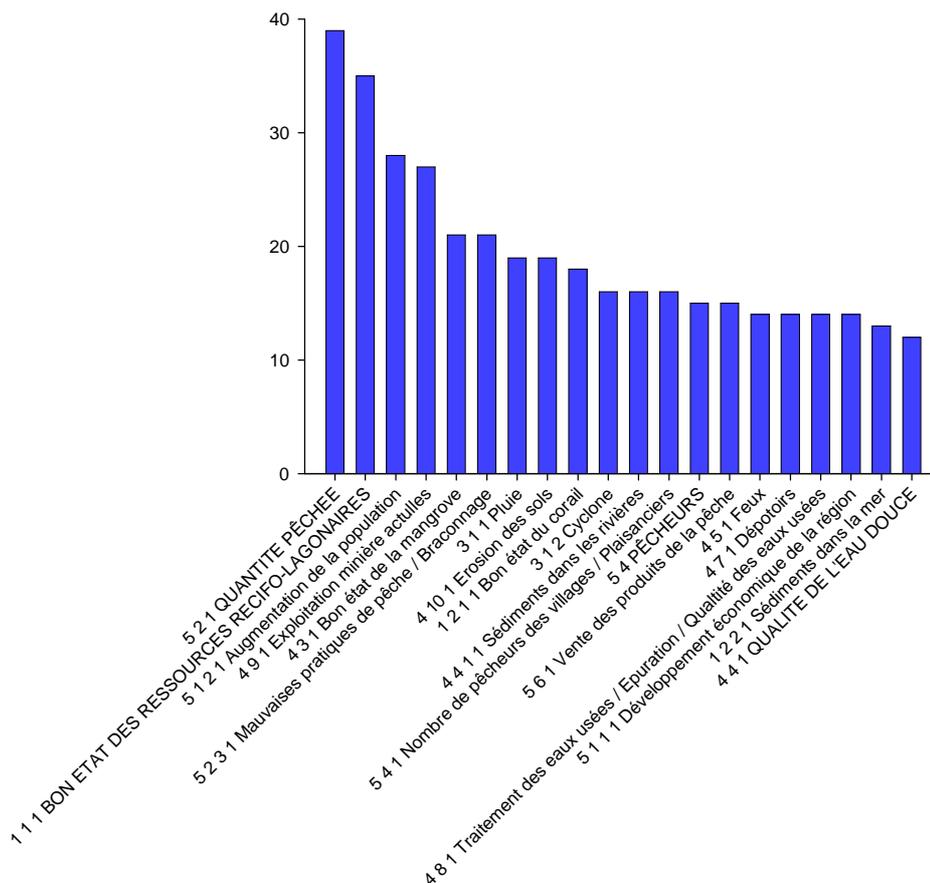


Figure 21 : Fréquence de citation des principales variables génériques

Si l'on compare le nombre moyen de variables génériques citées par acteur dans une carte, on remarque que les personnes interrogées au sein de la tribu d'Oundjo ont une vision du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone d'étude **moins complexe** que celles interviewées dans les villages. En effet, en moyenne, on dénombre 16 variables par carte individuelle au sein de la tribu, contre 27 au sein des villages (Tableau 1).

Tableau 1 : Nombre moyen de variables génériques par carte individuelle, par catégorie d'acteur et par localité

|   | Tribu     | Village   | Moyenne   |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Pêcheur professionnel                   | 15        | 24        | 17        |
| Vrai pêcheur/Pêcheur loisir             | 17        | 20        | 18        |
| Ancien pêcheur/Non pêcheur              | 15        | 23        | 19        |
| Gestionnaires Pêches                    |           | 34        | 34        |
| Gestionnaires Agriculture/Environnement |           | 36        | 36        |
| Autres Gestionnaires                    |           | 28        | 28        |
| Agriculteur                             |           | 16        | 16        |
| Aquaculteur                             |           | 12        | 12        |
| Scientifique                            |           | 46        | 46        |
| Gestionnaire industriel                 |           | 39        | 39        |
| <b>Moyenne</b>                          | <b>16</b> | <b>27</b> | <b>23</b> |

Si l'on fait une moyenne du nombre de variables tracées par catégorie d'acteur et par carte, sans tenir compte de la distinction tribu/village, on note que ce sont les scientifiques et les gestionnaires qui ont la vision la plus complexe du fonctionnement du système d'étude. Si l'on

considère qu'un acteur trace, en moyenne, **23 variables** sur sa carte, les **scientifiques** en représentent, eux, **39** en moyenne par carte (Figure 22), contre **34** pour l'ensemble de tous les **gestionnaires** confondus, **18** pour tous les **pêcheurs** confondus et seulement **16** et **12** respectivement pour les **agriculteurs** et les **aquaculteurs**.

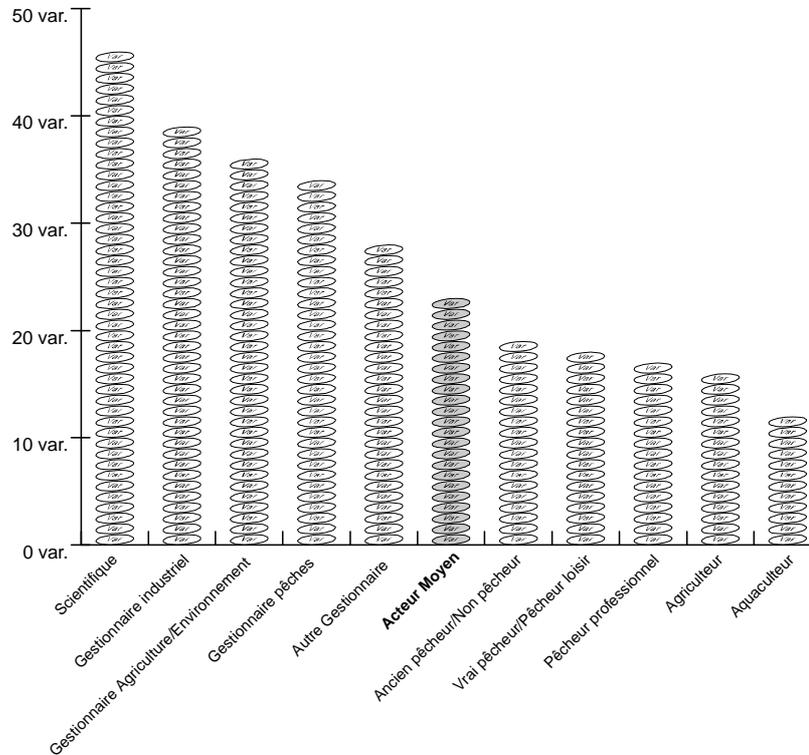


Figure 22 : Nombre moyen de variables génériques par carte et par catégorie d'acteur

### II.3.2. Structure de l'arbre ontologique

La mise en place de la structure de l'ontologie se fait parallèlement à l'association des variables d'acteurs et des variables génériques. Au final, l'ontologie du vocabulaire de notre étude se présente sous la forme d'un **arbre hiérarchique**. Ce dernier se structure sur **5 rangs** (cf. Figure 4) et se divise en 5 branches principales (Figure 23 et Volume II figure 5), c'est-à-dire **5 variables de classes principales**. Compte tenu du parallèle entre la méthodologie utilisée lors de la définition des systèmes d'étude et la structure de l'ontologie, ces 5 variables représentent les 5 principaux systèmes fondamentaux que les différents acteurs ont défini pour décrire le fonctionnement de l'écosystème d'étude. Ces 5 systèmes sont :

1. Ecosystème lagonaire
2. Système océanique
3. Facteurs externes
4. Système terrestre
5. Socio-système

Le nombre des variables de **rang 2**, qui définissent les variables de classe de rang 1, varient en fonction des systèmes. Le système 1 comporte 2 variables de rang 2. Les systèmes 4 et 5 se composent respectivement de 10 et 11 variables de rang 2. Par contre seuls les systèmes 2 et 3 n'ont qu'une seule variable de rang 2 (Figure 23). Ceci s'explique par la méthode utilisée pour établir l'arbre. En effet, la mise en structure de l'arbre ontologique s'est faite au fur et à mesure

de la définition et du regroupement des variables génériques pour définir les variables de classe. Par construction se sont les rangs 4 et 3 qui ont été mis en place les premiers, suivis du rang 2. La nécessité d'un regroupement final des variables de rang 2 pour définir les variables de classe de rang 1 des systèmes 1, 4 et 5 a nécessairement entraîné la définition des variables de rang 1 pour les systèmes 2 et 3. Or ces deux derniers, simples dans leur structure, n'étaient déjà constitués que d'une seule variable de rang 2, qui a, par conséquent, été reportée au rang 1.

L'établissement du **rang 3** s'est fait conjointement à celui du **rang 4**. En effet, le rang 4 constitue le rang de base de la définition des variables génériques. Cela signifie que dans le cas général, lorsqu'une variable d'acteur est associée à une variable générique, celle-ci se situe a priori au rang 4 de l'arbre ontologie. La nécessité de regrouper ces variables, suite à la définition d'une variable de classe dans une carte cognitive, a entraîné la définition des variables de rang inférieur (rang 3 et 2). La différence conceptuelle entre des variables de rang 2 et 3 est telle, qu'il n'a pas été utile d'identifier des variables de classe de rang 3 pour définir toutes les variables de rang 2. Ainsi, il est possible et logique de trouver des variables de rang 2 définies directement par des variables de rang 4.

Par construction, le rang le plus bas de l'arbre ontologique est le rang 4. Cependant, il a été nécessaire de définir un **5<sup>ième</sup> rang** pour les 4 variables suivantes (Figure 23) :

- *Reproduction des poissons*
- *Bon état du corail*
- *Végétation / Couvert végétal*
- *Engin de pêche*

En effet, au cours de la construction des cartes individuelles, un nombre très restreint de personnes interrogées a jugé nécessaire de détailler à l'extrême ces variables. Comme il est important de bien prendre en compte les points de vue de l'ensemble des acteurs et compte tenu de la méthode de mise en place de la structure de l'arbre ontologique, il a été logique de détailler ces 4 variables, en créant un **5<sup>ième</sup> rang**.





Finalement la structure finale de l'arbre ontologique se décompose en 5 rangs :

- Rang 1 – 5 variables
- Rang 2 – 25 variables
- Rang 3 – 35 variables
- Rang 4 – 163 variables
- Rang 5 – 175 variables

Compte tenu de la méthode de construction de l'arbre, le rang 3 est au rang 2 ce que le rang 4 est au rang 5. Cela signifie que les rangs 2 et 3 ne peuvent être considérés séparément, il en est de même pour les rangs 4 et 5. En effet, d'un point de vue holarchique, les rangs 3 et 5 sont en fait des rangs qui détaillent les visions fournies par les rangs 2 et 4. La vision holarchique finale obtenue par le biais de cette ontologie comporte donc trois principaux rangs d'analyse (rangs 1, 2 et 4) et deux rangs intermédiaires (rangs 3 et 5), pour une analyse plus fine des rangs 2 et 4.

En conclusion, la structure de l'arbre ontologique obtenu est à l'image de la structure de l'ensemble de l'écosystème étudié.

### II.3.3. Formalisation

La simple saisie informatique de l'ontologie n'est pas suffisante pour que l'ordinateur puisse **l'interpréter**. Elle ne permet pas non plus de réutiliser cette ontologie pour établir une structure commune à l'ensemble des cartes afin, d'une part, d'en faciliter la saisie et d'autre part de comparer les cartes les unes aux autres.

Pour cela, un programme a été développé (Volume II Annexe 6). Le premier objectif de ce programme est d'interpréter la liste des variables génériques de classe et de sous-classes identifiées au préalable, afin de les représenter sous la forme d'un arbre ontologique comme présenté en Figure 23<sup>4</sup>.

Le second objectif de ce programme est de générer automatiquement une numérotation de l'arbre ontologique établi, et ainsi définir chacune des variables présente dans l'arbre de manière unique. Le système de numérotation adopté pour les variables de l'ontologie, est un système classique de **numérotation descendante**. Pour une variable de classe numérotée  $\alpha$  de rang  $r$ , la première variable de cette classe de rang  $r+1$  portera le numéro  $\alpha 1$ , la seconde  $\alpha 2$  et ainsi de suite. La structure hiérarchique verticale des variables génériques a été établie en fonction de leur fréquence de citation dans les cartes originales des acteurs (Volume II Figure 5 et Tableau 1).

---

<sup>4</sup> Le programme aiSee ([www.aisee.com](http://www.aisee.com)) est utilisé pour les représentations graphiques numériques de l'ontologie et des cartes cognitives. Ce logiciel optimise la représentation spatiale entre variables, en minimisant la distance entre variables ainsi que le nombre de croisements entre les relations.

## III. Discussion

### III.1. Mise en perspective du tracé des cartes cognitives

Globalement, comme le montrent les résultats obtenus (§II.1.1 et §II.1.2), la compréhension et l'appropriation de la méthodologie est relativement bonne pour les acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout.

La **méthode** utilisée pour **évaluer la compréhension et l'appropriation** de la méthodologie par les différentes personnes enquêtées reste très **subjective**. Toutefois la variabilité associée à cette subjectivité est fortement atténuée par le fait qu'il n'y a qu'une seule et unique personne qui porte un jugement de valeur pour chaque personne rencontrée. En fournissant les mêmes informations aux personnes interrogées (routines), l'enquêteur a pu avoir un panel de l'ensemble des réactions possibles des acteurs vis-à-vis de la méthodologie et donc étalonner sa propre échelle de jugement. Finalement, s'il est impossible de définir une valeur absolue pour la compréhension et l'appropriation de la méthodologie par un acteur, les résultats obtenus sont homogènes et reflètent la réalité perçue.

En ce qui concerne les valeurs moyennes de compréhension et d'appropriation de l'ensemble de la méthodologie (carte et temps) par les acteurs des villages, les valeurs obtenues sont bonnes (Figure 18 et Figure 19). Ceci **valide les choix méthodologiques** (entretien semi structuré avec questionnement systématique) et la **démarche** mise en place pour la récolte des cartes (routines) : une méthode bien assimilée par les personnes interrogées assure la fiabilité des données récoltées (Brown 1992) et indirectement celle des résultats obtenus après l'analyse des cartes (Chapitre III et Discussion générale).

Parmi les acteurs rencontrés, certains ont manifesté une farouche **réticence** à tracer eux-mêmes leur carte. Peur de la page vierge ou de ne pas pouvoir satisfaire les attentes de l'enquêteur, ils répétaient leur vision du fonctionnement du système sans vouloir la tracer, malgré les nombreuses incitations. Dans ces cas de figure, le chercheur doit lui-même tracer la carte du répondant, sous sa dictée, en faisant particulièrement attention à noter avec le plus de **rigueur possible** les éléments tels qu'ils sont cités par les répondants, afin de ne pas introduire de biais supplémentaire dans la perception qu'a le sujet. Cependant, dans l'ensemble des cas où cette situation s'est produite, **l'effet libérateur** de voir la feuille blanche se remplir (Brown 1992) déverrouille ce blocage et incite le répondant à s'approprier sa carte.

Au niveau de la **définition de la structure** de la carte cognitive, le problème le plus souvent rencontré, notamment au début des entretiens, réside dans la difficulté qu'éprouve le répondant à **identifier les concepts** qui sont à prendre en compte pour expliquer un processus.

Par exemple, pour exprimer l'influence d'une variable A sur une variable B, puis B sur C et enfin C sur D, la personne interrogée trace directement le lien entre les éléments A et D, sans noter B ni C. Mais au moment de définir la valeur et la force de cette relation, il hésite entre plusieurs possibilités et ne sait plus quoi mettre. En lui demandant d'explicitier les causes de son indétermination et les différentes possibilités auxquelles il est confronté, le sujet va alors définir de lui-même les autres éléments B et C non tracés. En identifiant ces variables supplémentaires et en les intégrant dans sa carte, il va pouvoir compléter la représentation de sa vision.

Ce type de blocage illustre parfaitement la notion de "représentation idiosyncratique mentale". En effet, sans même en avoir conscience la personne interrogée a déjà sa **propre vision** des interactions entre les éléments constitutifs de l'écosystème qui l'entoure. Par habitude, la pensée a tendance à "**court-circuiter**" certaines étapes de son raisonnement (A influence D), en omettant

les éléments intermédiaires (B et C) car trop évidents. Le tracé de sa carte cognitive va donc réellement inciter le sujet à **prendre conscience** de cette conceptualisation idiosyncratique (Langfield-Smith 1992) et l'utiliser pour tracer une représentation graphique qui lui corresponde au mieux. Tel est également le rôle et l'objectif du chercheur.

Le second problème récurrent dans le tracé des cartes est l'incertitude des personnes interrogées sur l'existence **ou non d'un lien ou sur la force caractérisant** celui-ci.

Dans le cas où le répondant hésite sur la **présence ou non d'un lien** entre deux éléments, le chercheur doit alors l'amener à s'interroger, non pas sur la présence/absence, mais sur la **signification** du lien, ainsi que sur les **implications** que cela aurait s'il était tracé dans la carte ou non. Bien souvent la question que se pose indirectement l'enquêté est de savoir comment faire correspondre son tracé à sa vision. En s'interrogeant sur le fond (la signification et les implications) et non sur la forme (présence/absence), la personne interrogée répond d'elle-même à ses propres questions.

Dans le cas où le répondant hésite sur l'**intensité de la force** caractérisant une relation, deux solutions sont possibles. Si cela arrive au début du tracé de la carte, c'est souvent lié au fait que la personne a besoin d'établir son **propre référentiel d'influence** entre les éléments et dans ce cas, des relations dont la force n'a pas été définie en début d'entretien le sont de manière "évidentes" à la fin. Si, malgré tout, le répondant ne s'estime pas capable de définir la force d'une relation, alors une **force moyenne** est notée. Cela peut lui convenir et dans le cas contraire, cela l'incite à établir implicitement un rapport entre sa vision et l'intensité moyenne notée et donc à définir sa propre force.

La dernière question souvent posée par les acteurs lors du tracé de leur carte porte sur les **limites de l'écosystème** à prendre en compte. En effet, lorsque le sujet note sur sa carte des variables très éloignées du sujet central, il peut douter de l'intérêt de faire figurer ce nouvel élément dans sa propre vision. Ceci a fréquemment été rencontré pour des variables ayant une échelle d'influence très étendue (par exemple le réchauffement planétaire ou encore des phénomènes de type El Niño). Comme précédemment lorsque l'interrogation portait sur la présence/absence d'une relation entre deux variables, le raisonnement doit, ici aussi, porter essentiellement sur le fond et non sur la forme. En d'autres termes, le chercheur doit amener le répondant à s'interroger non pas sur la présence ou non de cette variable dans sa vision, mais sur la **signification** de sa présence ou absence. S'il estime cet élément fait effectivement partie intégrante de sa perception du fonctionnement du système et que les relations existantes avec les autres variables du système permettent de mieux faire "coller" cette représentation graphique à sa représentation mentale, alors la variable et les relations associées sont notées. Si cela n'apporte rien ou n'améliore pas l'adéquation entre son tracé et sa conceptualisation, variables et relations ne sont pas prises en compte.

Au niveau méthodologique, l'**intégration du temps** dans les cartes cognitives a été, en moyenne, mieux appréhendée par les acteurs des villages (Figure 19), que le tracé des cartes en lui-même (Figure 20). Ceci s'explique essentiellement par le fait que la notion de temps a été introduite *après* le tracé des cartes. Les personnes interrogées s'étaient déjà familiarisées avec l'approche méthodologique du tracé des cartes et ont alors logiquement appliqué la même façon de raisonner pour définir le temps pour chacune des relations de leur carte. Tel était également l'objectif souhaité.

Dans le cadre de cette étude, la notion de temps utilisée est une notion de **latence** ou plus exactement de **conséquence temporelle** entre deux événements (§I.1.1). Dans certains cas de figure, ceci a posé quelques problèmes au répondant pour la représenter.

Par exemple, certaines personnes interrogées ont estimé que l'impact d'un dépotoir sur la pollution chimique des rivières situées à proximité ne pouvait avoir lieu qu'en période de pluie. Ceci illustre une limite de cette approche temporelle au niveau de la cartographie cognitive. En effet, s'il est possible de prendre en compte des boucles de rétroaction dans le fonctionnement de l'écosystème étudié (Taber 1991 ; Dickerson and Kosko 1994), il n'est pas possible d'intégrer des **relations conditionnelles** (*if* pluie, *then* impact, *else* rien), ce qui peut limiter certains raisonnements.

En ce qui concerne la **compréhension et l'appropriation** de la méthodologie par les acteurs de la **tribu d'Oundjo**, elle a été globalement moins bonne que pour les habitants des villages. En effet, la **différence culturelle** et les difficultés liées à la pratique du **français**<sup>5</sup>, tant parlé qu'écrit, ont nécessité une adaptation complémentaire de la part du chercheur lors du tracé des cartes cognitives individuelles.

Pour la quasi-totalité des entretiens réalisés avec les acteurs de la tribu, **l'enquêteur a tracé** lui-même les cartes, sous la dictée des personnes interrogées. Pour s'assurer de l'implication du répondant dans le tracé de sa carte, l'enquêteur s'asseyait à côté de l'enquêté et explicitait clairement tout ce qu'il notait. Si la compréhension de la méthodologie n'était pas immédiate, son **appropriation était réelle**, puisque les sujets ont corrigé d'eux-mêmes des éléments structurels de leur carte, lorsque le tracé ne correspondait pas à leur vision. Ceci pouvait se faire soit **naturellement**, soit en le **provoquant**, c'est-à-dire en demandant à l'enquêté de repréciser son point de vue.

Cependant, s'il était relativement facile d'identifier les concepts et les relations causales entre ces concepts au cours de l'entretien, il n'a pas été possible d'y associer une échelle de force et encore moins de temps pour les caractériser. Il aurait sans doute été possible de pouvoir repréciser ces éléments de manière indirecte :

- Par le biais d'une analyse de la retranscription de l'entretien a posteriori
- Au cours d'un second entretien uniquement centré sur cet objectif

La première solution aurait entraîné un biais supplémentaire important (filtres d'analyse et de perception de l'enquêteur) et la seconde n'a pu être réalisée faute de temps.

Finalement, la prise en compte des diverses recommandations issues de la littérature et les choix méthodologiques ont permis d'obtenir des représentations mentales idiosyncratiques très **riches et fiables** pour l'ensemble des acteurs rencontrés. Les réticences, hésitations et incertitudes ont été autant d'éléments instructifs, qui ont essentiellement permis une **meilleure compréhension** des modèles conceptuels tant de la part de l'acteur lui-même que du chercheur.

## III.2. L'ontologie

Au cours de la première étape de mise en place de l'ontologie, après un premier tri effectué à partir des cartes individuelles, 971 variables d'acteurs ont été identifiées. En parallèle 224 variables génériques ont été définies. Après association de ces deux types de variables, les variables génériques ont été citées 950 fois. La différence entre le nombre de variables d'acteurs

---

<sup>5</sup> Les langues kanak (essentiellement le Haveke, Habeke et Paici) sont encore très largement utilisées pour s'exprimer dans la vie de tous les jours

et la **fréquence de citation** des variables génériques s'explique par le fait qu'au sein d'une même carte, certains acteurs ont parfois cité des variables qui semblaient différentes lors du premier tri effectué, mais qui, finalement, se sont révélées assez proches pour pouvoir être **regroupées**. A titre d'exemple, si l'on s'intéresse à la variable générique *Pratique destructrice du corail*, on s'aperçoit que cette dernière a été citée par 5 personnes lors des entretiens. Cependant, l'analyse de l'hétérogénéité sémantique de cette variable montre que 6 variables d'acteurs différentes sont associées à cette variable générique. En fait, au cours d'un entretien, un même acteur a défini deux variables distinctes : *Pratiques destructrices* et *Mouillage* [des embarcations]. A priori ces deux variables sont différentes et définissent deux notions séparées. Or, il se trouve que le tracé de la carte de cette personne a été réalisé en deux étapes. Après avoir ré écouté les entretiens, on s'aperçoit que cette personne a défini les pratiques destructrices comme étant l'action de destruction du corail par le mouillage des embarcations. Ces deux variables initialement distinctes faisaient donc référence à la même variable générique. Il s'agit donc d'un regroupement de variables similaire au regroupement effectué lors du tri initial des variables d'acteurs, mais qui intervient à un stade plus avancé de l'établissement de l'ontologie.

Si l'on s'intéresse au nombre de variables génériques citées par acteur et par carte, le Tableau 1 montre, qu'en moyenne, les cartes des **acteurs** interrogés dans les **villages** sont plus **complexes** que celles des personnes des tribus. Or il est logique de penser que, pour un même enquêteur, plus l'entretien est long et plus le nombre de variables noté est grand (Ozesmi 1999). Il faut alors rappeler que dans cette étude, aucune durée limite d'entretien n'était imposée au répondant pour établir sa carte cognitive. Le caractère **unique** de l'**enquêteur** dans le cadre de cette étude est, ici aussi, très important à prendre en compte puisque la qualité finale de la carte dépend non seulement de la durée de l'échange mais également des qualités relationnelles de l'enquêteur (Cossette and Audet 1992), également constantes ici. Si l'on compare le nombre moyen de variables génériques noté par carte et par acteur du Tableau 1, au nombre moyen de variables génériques noté par carte et par acteur **pour une heure d'entretien** (Tableau 2), on s'aperçoit que les personnes interrogées dans la tribu ont un **taux de remplissage** de leurs cartes plus rapide que les personnes des villages. Ceci peut traduire une vision, certes plus simple, du fonctionnement du système (moins de variables) mais une **représentation mentale** de ce dernier **plus aboutie**, puisqu'il leur a fallu proportionnellement moins de temps que les personnes des villages pour finaliser leurs cartes. Ceci peut s'expliquer par la plus grande **proximité** des personnes de la tribu avec l'écosystème d'étude. De la même manière, ce sont les Scientifiques qui ont le taux de remplissage le plus élevé, suivi par les gestionnaires et enfin les pêcheurs. On retrouve donc sur cet aspect un ordre similaire au précédent.

**Tableau 2 : Nombre moyen de variables génériques pour une heure d'entretien, par carte individuelle, par catégorie d'acteur et par localité**

|   | Tribu     | Village   | Moyenne   |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Pêcheur professionnel                   | 10        | 9         | 10        |
| Vrai pêcheur/Pêcheur loisir             | 13        | 7         | 9         |
| Ancien pêcheur/Non pêcheur              | 11        | 10        | 10        |
| Gestionnaires Pêches                    |           | 12        | 12        |
| Gestionnaires Agriculture/Environnement |           | 11        | 11        |
| Autres Gestionnaires                    |           | 13        | 13        |
| Agriculteur                             |           | 8         | 8         |
| Aquaculteur                             |           | 5         | 5         |
| Scientifique                            |           | 18        | 18        |
| Gestionnaire industriel                 |           | 13        | 13        |
| <b>Moyenne</b>                          | <b>12</b> | <b>10</b> | <b>10</b> |

Lors du couplage des différents types de variables, il est possible qu'une même variable d'acteur puisse être associée en même temps à plusieurs variables génériques et/ou de classe. Si un tel cas de figure se présente, afin de garder la vision la plus complète possible et de ne pas faire d'interprétation abusive des dires de l'acteur, il est indispensable d'associer une telle variable d'acteur à la **variable générique** (voir de classe) dont le sens est le **plus général**. Par exemple, la variable d'acteur *Qualité de l'eau de mer* (Volume II Tableau 2) a été plusieurs fois utilisée, aussi bien pour parler de la *Pollution chimique* (variable générique) présente dans l'eau de mer, que de la *Qualité de l'eau du lagon* (variable de classe). Une même variable d'acteur peut donc, selon la personne interrogée, être associée à une variable générique ou à une variable de classe. L'association avec l'une ou l'autre des variables ne va donc dépendre que des informations récoltées sur la variable. Ces informations peuvent soit être issues des notes prises au cours de l'entretien, soit de l'enregistrement audio de cet entretien. Si aucune information ne peut être trouvée concernant la variable *Qualité de l'eau de la mer*, alors celle-ci est associée à la variable la plus générale, c'est-à-dire dans ce cas ci, la variable de classe *Qualité de l'eau du lagon*.

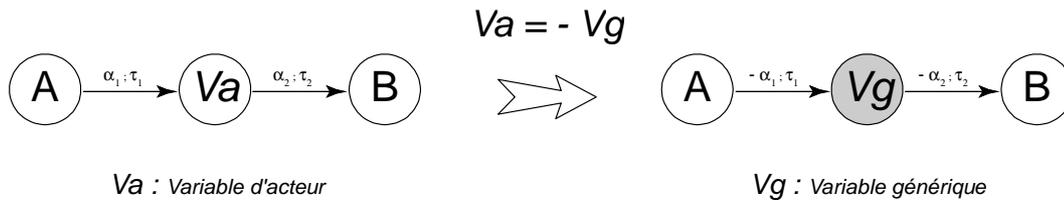
**L'identification des variables de classe** se fait parallèlement à l'association variable d'acteur/variable générique. En fonction des informations disponibles dans les entretiens, une variable générique peut changer de statut et devenir une variable de classe. Par exemple, sur les 41 acteurs rencontrés, seul l'un d'entre eux a éprouvé le besoin de détailler les différents engins de pêche utilisés sur zone. Au début de la mise en place de l'ontologie, les variables telles que *Engin*, *Méthode ou Technique de pêche*, ont d'abord été associées à la variable générique *Engin de pêche*. Cependant, le fait qu'un acteur ait explicitement décrit les engins de pêche utilisés a nécessité la vérification de l'ensemble des variables d'acteurs précédentes, de manière à les réassocier à l'engin de pêche spécifique sous-entendu par l'acteur. Enfin, comme précédemment, si la personne interrogée n'a pas précisé le type particulier de l'engin de pêche, alors sa variable est associée à la variable de classe *Engin de pêche* pour garder la vision la plus large possible, puisque, par définition, la variable de classe *Engin de pêche* regroupe l'ensemble des variables génériques spécifiques aux engins de pêche.

Il faut également noter que cet exemple illustre parfaitement la notion de variabilité sémantique au sein des différentes cartes. En effet, le tableau 2 (Volume II) regroupe l'ensemble des termes tels qu'ils ont été écrits par les différents acteurs lors du tracé de leur carte, ainsi que l'association de ces variables d'acteurs aux variables génériques correspondantes. Si l'on s'intéresse à la variable d'acteur *Engin(s) de pêche*, elle a été citée à 8 reprises pour définir 3 variables différentes. Ceci illustre les diverses interprétations possibles d'une même expression et la nécessité d'un va-et-vient constant entre la carte, les notes prises en cours d'entretien et l'enregistrement audio de cet entretien. Ceci montre également l'importance de définir clairement et de façon explicite chacune des variables génériques utilisées de manière à ne pas cumuler les erreurs d'interprétation sur chacune des variables (Volume II Tableau 1).

La **présence d'une variable générique** ou de **classe**, sa **position** et son rôle dans la **structure de l'ontologie**, ne dépendent que de la vision des acteurs, exprimée au travers de leur carte. En effet, la logique de positionnement de certaines variables au sein de la structure de l'arbre ontologique peut ne pas être immédiatement visible et parfois être sujette à discussion. Par exemple la variable *Courant marin* est placée dans la classe *Habitat marin* et non dans *Paramètres physico-chimiques de l'eau du lagon*. En effet, lors de la mise en place de l'ontologie, les personnes qui ont parlé des paramètres physico-chimiques de l'eau du lagon ont sous-entendu essentiellement les deux paramètres *Température* et *Salinité de l'eau* et, en même temps, elles faisaient clairement la distinction entre les courants marins et les paramètres physico-chimiques. C'est la raison pour laquelle la variable de classe *Paramètres physico-chimique de l'eau*

du lagon n'est définie que par *Température* et *Salinité de l'eau*. La structure finale de l'ontologie doit nécessairement respecter la vision de chaque acteur.

Lors de l'association des variables d'acteurs aux variables génériques, il est indispensable de porter une attention toute particulière au sens des expressions employées. En effet, il se peut que la **signification de l'expression** utilisée par l'acteur au cours du tracé de sa carte, soit l'exacte opposée de celle de la variable générique à laquelle elle doit s'associer (Figure 24). Dans ce cas, la valeur des relations influençant et/ou influencées par la variable considérée (Vg) doit être inversée dans sa carte.



**Figure 24 : Conséquences du changement de signification d'une variable sur la valeur des relations influençant et influencées par cette variable**

La première **approche systémique** de la structure de l'écosystème de la zone de Voh-Koné-Pouembout avait pour objectif de déterminer quels étaient les systèmes qui pourraient être considérés pour appréhender son fonctionnement. 3 systèmes avaient été identifiés : le système récifo-lagonaire (système d'étude), le système terrestre et le sociosystème. Si l'on compare la **structure de l'arbre ontologique** obtenu on retrouve immédiatement ces trois branches initialement retenues. En effet, le premier rang de l'arbre ontologique reprend les principaux systèmes définis par les personnes interrogées. Les variables *Système récifo-lagonaire*, *Système terrestre* et *Sociosystème* sont directement superposables aux trois systèmes initiaux. Cependant, deux autres variables de classe de rang 1 ont été définies. Il s'agit de la variable *Système océanique* et des *Facteurs externes*. Ces deux systèmes, non pris en compte au début de l'étude, semblent donc jouer un rôle fondamental dans le fonctionnement de l'écosystème, selon les personnes interrogées.

Ainsi des résultats similaires sont obtenus par deux approches et deux méthodologies différentes. Ceci **valide à la fois les résultats et les méthodologies** utilisées. Ceci montre également la capacité de la méthodologie par approche cognitive à récupérer le savoir commun partagé. En effet, l'ontologie, étape préliminaire à l'analyse des cartes cognitives individuelles, permet, au travers de l'analyse des dires d'acteurs et du vocabulaire utilisé, de retrouver l'architecture sous-jacente qui est commune à l'ensemble des cartes. Il s'agit donc d'une méthode qui permet de faire rapidement ressortir les **propriétés synergiques** des dires d'acteurs pris dans leur ensemble, même si ces propriétés n'apparaissent pas à un niveau individuel.

La dernière étape de formalisation de l'ontologie présente un intérêt double dans notre cas d'étude. La **saisie informatique** de l'ontologie et de sa structure permet de **générer automatiquement la numérotation des variables** utilisées. Ceci facilite l'utilisation de l'ontologie en diminuant significativement les risques d'erreurs liés à la saisie des variables. En effet, compte tenu de la très grande hétérogénéité sémantique, il est préférable de remplacer chacune des variables par un **identifiant numérique unique**, ce qui évite de devoir s'assurer, pour chaque cas, de la bonne signification de la variable d'acteur et de son association avec la variable générique adéquate. Enfin, la possibilité de produire des **représentations graphiques**

**de l'ontologie** assure un impact **visuel** très important et est fondamental pour avoir une vision d'ensemble de la structure de l'ontologie. Par ailleurs, cela facilite les **discussions** autour de cette structure, aussi bien pour la validation de celle-ci, que pour assurer une restitution du travail aux personnes ayant participé aux enquêtes. Cela peut également aider à **l'identification d'éléments clés du fonctionnement du système** lors d'une discussion avec les gestionnaires en vue de la mise en place d'un processus de gestion des ressources.

Cependant, si l'ontologie est une **structure de base** pour l'analyse des cartes individuelles, elle met aussi en évidence **l'hétérogénéité** de chacune d'entre elle, tant par la diversité possible des variables utilisées dans une carte, que de leurs rangs. Pour comparer ces visions individuelles, il est donc nécessaire d'**homogénéisation de l'ensemble des cartes** au regard avec l'ontologie établie.

## Synthèse

Issue de la théorie des graphes et déjà appliquée dans les sciences sociales, la **cartographie cognitive** est actuellement utilisée dans le cadre de la gestion en entreprise. Elle permet de récolter le **savoir commun partagé** d'un groupe d'acteurs par le biais des cartes cognitives.

Une **carte cognitive** est une représentation graphique de la représentation mentale d'un acteur sur le fonctionnement de l'écosystème qui l'entoure. Concrètement, ces cartes sont obtenues au cours **d'entretiens individuels semi-structurés**, par un **questionnement systématique**. Chaque personne interrogée exprime sa vision du **fonctionnement de l'écosystème** récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout par le biais de variables liées entre-elles par des relations causales fléchées. Les **variables** ou concepts notés par le répondant expriment une idée et son contraire. Les liens entre ces variables sont des **relations de causalité** de type cause/effet, caractérisées par leurs direction, valeur, force et temps. Au cours de l'entretien, l'enquêteur se doit de rester le plus neutre possible de manière à ne pas influencer le point de vue de la personne interrogée, tout en aidant ce dernier à tracer la carte la plus conforme à son modèle conceptuel. Du **climat de confiance** établi entre le chercheur et l'enquêté dépendra la fiabilité et la validité des données récoltées. Le tracé de la carte au cours de l'entretien se termine lorsque l'acteur n'a plus d'éléments ou de relations à ajouter et lorsqu'il estime que la carte tracée représente **correctement sa perception** du fonctionnement du système d'étude.

Au total, 41 acteurs ont été rencontrés et 39 cartes cognitives individuelles tracées, dont 28 par les acteurs des villages et 13 par ceux de la tribu d'Oundjo.

Compte tenu de la très grande richesse des données récoltées, notamment de la grande diversité des variables tracées sur les cartes, la comparaison des visions des différents acteurs et groupes d'acteurs n'est ni immédiate ni aisée. Pour cela une **ontologie** a été mise en place.

Concrètement l'ontologie peut être considérée comme une **classification du vocabulaire** utilisé par les acteurs lors du tracé de leur carte. Graphiquement, cette classification se représente sous forme d'un **arbre hiérarchique**, où les nœuds sont des **variables génériques**. Chaque variable exprimée par un acteur peut être associée à une variable générique.

Dans le cadre de cette étude, les 224 variables génériques identifiées se structurent sur 5 rangs : les éléments les plus apicaux (rang 5) permettent une description très détaillée du fonctionnement du système, alors que les éléments proches de la racine de l'arbre (rang 1) en offrent une vue plus globale.

Finalement, si la cartographie cognitive est comparable à une **approche systémique** du fonctionnement du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout, l'ontologie en est la **vision holarchique**.



*Chapitre III*

***METHODE DE COMPARAISON DES VISIONS  
IDIOSYNCRATIQUES :***

***ANALYSES INTER-CARTES***



La récolte de la vision des différents acteurs sur le fonctionnement de l'écosystème récifolagunaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout, a été réalisée par le tracé de **cartes cognitives** au cours **d'entretiens individuels** auprès des acteurs des **villages de Voh-Koné-Pouembout**, ainsi que de ceux de la tribu de pêcheurs **d'Oundjo**.

Afin d'assurer une transversalité entre les cartes (et donc les visions), une **ontologie** a été mise en place à partir des éléments tracés dans les cartes individuelles. Cependant, les cartes cognitives issues des entretiens ne sont pas directement analysables et comparables entre-elles.

C'est pourquoi il convient :

- d'homogénéiser les représentations graphiques des acteurs afin de les rendre comparables les unes par rapport aux autres
- de représenter numériquement les visions de chaque acteur aux différents niveaux ontologiques possibles d'observation
- d'établir automatiquement des visions de synthèse pour un groupe d'acteurs donné
- de comparer les différentes cartes cognitives obtenues et établir une typologie des acteurs, des catégories d'acteurs ou des groupes d'acteurs.

## I. Matériel et méthodes

### I.1. Saisie des cartes

#### I.1.1. Matrice de proximité

La récolte du savoir individuel au cours des enquêtes passe par le tracé de la vision idiosyncratique de chaque acteur (propre à chaque acteur). Les cartes cognitives, réseaux de variables reliées entre elles par des relations causales, sont une représentation graphique de la représentation mentale de chaque répondant (Axelrod 1976). Cependant, les résultats graphiques obtenus au cours des entretiens sont **difficilement exploitables** en l'état, notamment dans un objectif de **comparaison des cartes**. Toute analyse sur ces schémas passe nécessairement par une étape de **formalisation**. Chaque carte cognitive est donc transformée en une **matrice de proximité ou de connectivité** (Harary *et al.* 1965). Celles-ci sont obtenues en croisant l'ensemble des variables contenues dans une carte sur elles-mêmes (Allard-Poesi 1996). Ainsi pour un acteur A, la case  $a_{ij}$  de la matrice de proximité associée à sa carte cognitive contiendra la valeur, la force et le temps qui caractérisent la manière dont le concept  $i$  influence le concept  $j$  (Taber 1991). Ainsi, pour une variable  $v$ , la ligne  $v$  de la matrice de proximité contiendra l'ensemble des éléments caractéristiques des relations sortantes de la variable  $v$  (ou "influencées par  $v$ "). De même la colonne  $v$  contiendra l'ensemble des éléments caractéristiques des relations entrantes la variable  $v$  (ou "qui influencent la variable  $v$ ") (Figure 1).

Par exemple, sur la Figure 1, dans la ligne 5 9 2 deux cases sont remplies : il s'agit de l'intersection entre la ligne 5 9 2 et la colonne 5 2 1, ainsi que l'intersection entre la ligne 5 9 2 et la colonne 5 2 3 1. Ceci montre donc que la variable 5 2 1 influence les variables 5 2 1 et 5 2 3 1. Inversement, si l'on s'intéresse à la colonne 5 9 2, cette dernière est vide. Cela signifie qu'il n'y a aucune variable dans la carte cognitive tracée qui influence la variable 5 9 2 (Figure 1).

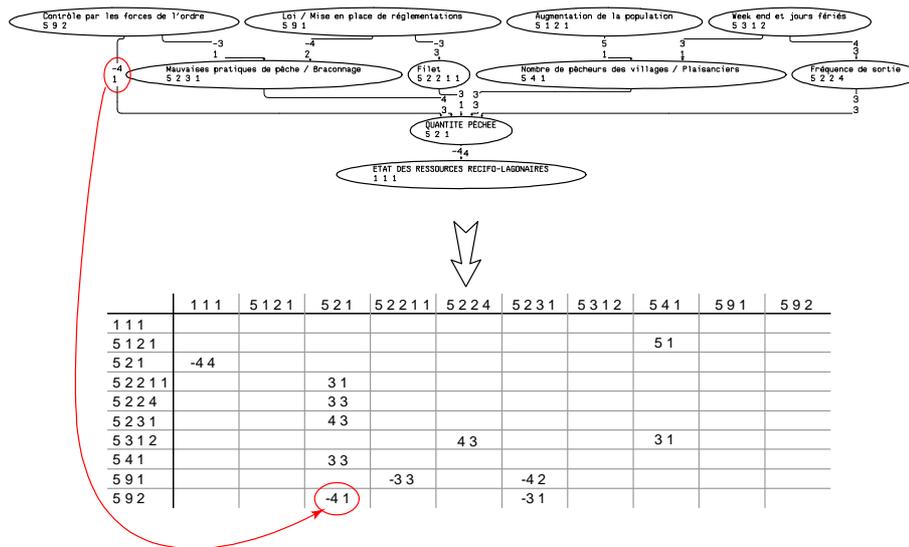


Figure 1 : Transformation d'une carte cognitive en matrice de proximité

Lorsque qu'une variable  $i$  n'influence pas une variable  $j$ , la valeur  $a_{ij}$  est alors nulle. Au sein d'une matrice de proximité, le nombre de zéros est donc directement lié à la complexité de la carte tracée (nombre de concepts et nombre de liens entre ces concepts). En procédant ainsi, il n'est pas possible de distinguer dans une matrice de proximité, les relations de force nulle et les absences de liens entre variables (Allard-Poesi 1996 ; Ozesmi 1999). Toutefois, dans le cadre de cette étude, les relations de force nulle ne sont pas prises en compte lors du tracé de la carte par un acteur.

Par définition, une matrice de proximité est donc **carrée**, mais **non symétrique**. En effet, si une variable  $i$  influence une variable  $j$ , la réciproque n'est pas nécessairement vraie. Par exemple, si le *Nombre de jours de beau temps dans l'année* peut influencer le *Nombre de jours de sorties en mer pour un pêcheur*, il est hélas peu probable que le *Nombre de jours de sorties en mer pour un pêcheur* influence le *Nombre de jours de beau temps dans l'année*.

Les valeurs situées sur la **première diagonale** de la matrice de proximité sont particulières puisqu'elles représentent les **relations d'auto-influence**. En effet, il est possible que l'évolution de certaines variables génère une augmentation ou une diminution de cette même variable. Par exemple, le caractère croissant de l'*Effet de serre* peut se représenter par une relation d'auto-influence positive. Dans ce cas, toute augmentation de l'*Effet de serre* entrainera sa propre croissance.

Pour comparer les cartes de  $n$  acteurs, on peut représenter une même carte sous la forme de plusieurs matrices de proximité.

Dans le cas des **matrices de proximité restreintes**, seule les variables présentes dans la carte cognitive de l'acteur sont représentées (Dickerson and Kosko 1994 ; Markoczy and Goldberg 1995). La matrice de proximité associée à la carte cognitive dans la Figure 1 est une matrice de proximité restreinte.

Cependant, lorsque l'on compare deux acteurs A et B, il est possible et intéressant de représenter chacune des matrices de proximité de A et B sous la forme de **matrices de proximité élargies** (Dickerson and Kosko 1994 ; Markoczy and Goldberg 1995 ; Markoczy and Goldberg 1995). Dans ce cas, les variables prises en compte pour l'établissement des matrices sont de trois types :  $P_C$  = les variables communes citées à la fois par l'acteur A et par l'acteur B.  $P_{UA}$  = les variables uniquement citées par l'acteur A et  $P_{UB}$  = celles uniquement citées par l'acteur

B. En prenant en compte l'ensemble des variables présentes sur les deux cartes, on établit un référentiel de comparaison commun et immédiat pour les deux acteurs, ce qui facilitera les analyses effectuées sur ces matrices de même dimension.

Pour comparer  $n$  acteurs, il est possible d'étendre la notion de matrice élargie à l'ensemble des cartes cognitives et de représenter chaque matrice de proximité individuelle sous la forme d'une **matrice de proximité totale**. Dans ce cas, toutes les variables citées par les  $n$  acteurs seront prises en compte pour établir la matrice. Contrairement aux matrices de proximité élargies, l'intérêt des matrices totales n'est pas immédiat. Comme précédemment, les matrices de proximité totales offrent une structure commune à l'ensemble des cartes individuelles, ce qui les rend plus facile à analyser et à comparer. Très volumineuses, elles peuvent cependant présenter un avantage certain, notamment pour les traitements informatiques.

Comme pour les matrices de proximité restreintes, pour une matrice de proximité élargie ou totale, lorsque qu'une variable  $i$  n'influence pas une variable  $j$ , ou que  $i$  et/ou  $j$  ne font pas partie des variables citées par l'acteur, la valeur  $a_{ij}$  est alors nulle. Comme précédemment, une absence de lien entre deux variables et une relation de force nulle ne sont pas distinguables (Allard-Poesi 1996 ; Ozesmi 1999).

Par la suite, la carte cognitive d'un acteur et sa matrice de proximité associée seront assimilées à l'acteur lui-même. D'une manière générale, le contexte sera suffisamment clair pour qu'il soit facile de distinguer s'il s'agit de l'acteur en tant qu'être ou de sa carte cognitive et réciproquement. Dans le cas contraire, l'expression *en entier* sera utilisée de manière à éviter toute ambiguïté.

Avant la saisie des matrices, il faut réaliser l'**ontologie des variables** utilisées par l'ensemble des acteurs. Une ontologie est avant tout une description du vocabulaire d'un domaine, qui peut se représenter sous la forme d'un arbre hiérarchique (Swartout *et al.* 1997). Ceci permet de définir une **grille d'analyse commune** pour l'ensemble des acteurs : chaque variable définie dans une carte individuelle est **associée** à une variable dite "**générique**". Ces variables génériques sont **regroupées** dans une classe, elle-même définie par une variable générique d'ordre supérieure, dite "de **classe**". Ces variables de classes sont ensuite elles même regroupées dans une superclasse. On aboutit alors à l'arbre hiérarchique complet de l'ensemble des variables génériques par itération de ce processus de regroupement. Ainsi quelle que soit la variable d'acteur considérée, il est possible de l'associer à un élément de cet arbre ontologique. Mais la réalisation d'une ontologie passe également par une étape de formalisation (Gruber 1993). Un programme informatique a donc été réalisé (Volume II Annexe 6) pour représenter l'ontologie des termes utilisés sous une forme d'arbre hiérarchique descendant et pour identifier chaque nœud de cet arbre, c'est-à-dire chaque variable générique, de manière unique par un code numérique.

L'étape de **saisie informatique des cartes** cognitives individuelles sous forme de matrices de proximité constitue une étape particulièrement délicate. En effet, toute erreur commise au cours de la saisie aura des répercussions très importantes, notamment lors d'une analyse comparative des matrices. Plus la carte comporte de variables et de liens, traduisant une complexité accrue, plus le risque d'erreur est grand. Il semble donc logique de limiter la saisie à des matrices de proximité restreintes.

Au préalable, il convient de s'assurer que chaque élément de chacune des cartes individuelles a bien été **associé** à une unique variable générique. Il faut également porter une attention toute particulière à la **signification des variables d'acteurs et des variables génériques**. En effet, une variable d'acteur et sa variable générique associée peuvent avoir des significations opposées.

Dans ce cas, les valeurs des liens entrants et sortants de la variable d'acteur sur la carte doivent être inversées (cf. Chapitre II, §III. A.). Par commodité, chaque variable d'acteur est remplacée par le **numéro ontologique** de la variable générique associée. Ainsi, chaque matrice de proximité est saisie sous une forme restreinte et seules les valeurs, forces et temps des liens présents sur la carte d'acteurs sont entrées dans la matrice.

Comme pour l'ontologie, un **programme** a été développé (Volume II Annexe 6) pour la numérisation des cartes cognitives individuelles. L'objectif de ce programme est, dans un premier temps, d'interpréter les valeurs des variables entrées en en-tête de lignes et de colonnes de la matrice de proximité restreinte, en les associant aux variables génériques correspondantes dans l'ontologie. Dans un deuxième temps, il génère une carte cognitive numérique<sup>1</sup> à partir de la matrice de proximité entrée. La Figure 2 donne l'exemple du passage de la carte d'acteur, à la matrice de proximité restreinte, ainsi que sa représentation numérique.

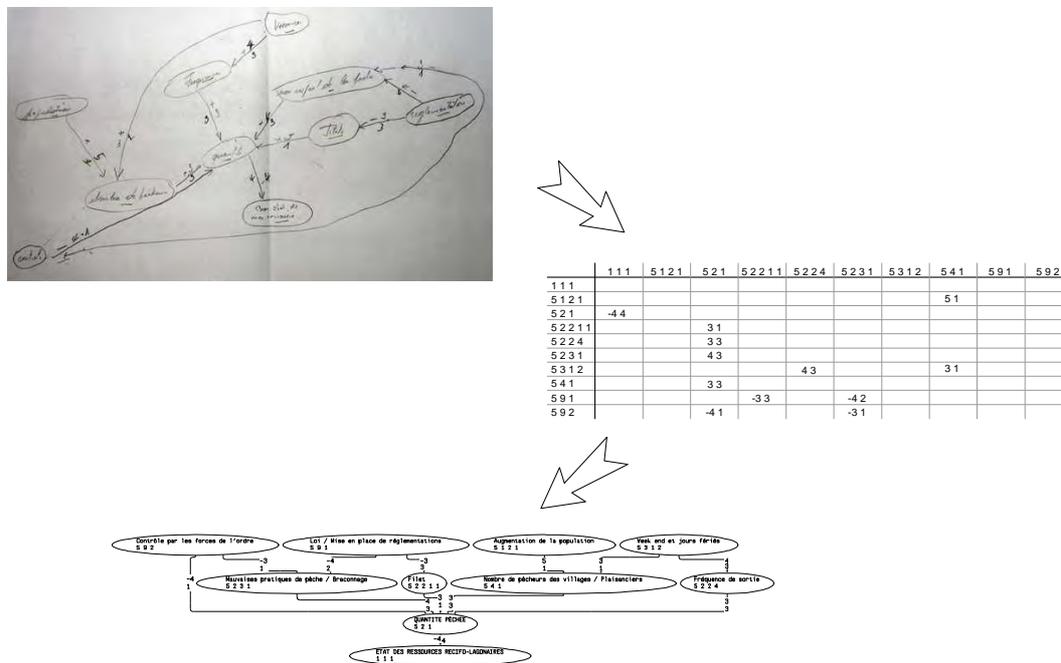


Figure 2 : Transformation d'une carte d'acteur en matrice de proximité restreinte et sa représentation numérique

L'étape de **vérification** de l'exactitude des saisies des matrices de proximité restreintes peut donc se faire par deux approches complémentaires :

- **Comparaison visuelle** de la sortie numérique d'une carte d'acteur avec son original graphique.
- Comparaison des **fréquences de citation** des variables, soit à partir des données issues de l'ontologie, soit à partir des matrices de proximité.

<sup>1</sup> Le programme aiSee ([www.aisee.com](http://www.aisee.com)) est utilisé pour les représentations graphiques numériques des cartes cognitives. Ce logiciel optimise la représentation spatiale entre variables, en minimisant la distance entre variables ainsi que le nombre de croisements entre les relations.

Quelle que soit la méthode adoptée, cette étape de validation des saisies est **fondamentale** pour l'**exactitude des résultats** obtenus ultérieurement, notamment en termes de comparaison des visions d'acteurs.

### 1.1.2. Désagrégation/Agrégation des matrices individuelles

La mise en place d'une ontologie pour l'ensemble des variables présentes dans les cartes d'acteurs avait un double objectif :

- Permettre une **homogénéisation** de l'ensemble des termes utilisés.
- Définir une **structure de base** pour l'analyse des cartes individuelles entre elles, après harmonisation de cette hétérogénéité sémantique.

Cependant, une première lecture des cartes individuelles après numérisation montre clairement une forte **disparité dans les variables** utilisées par les acteurs du point de vue du rang **ontologique**. En effet, au sein d'une même carte, il n'est pas rare qu'un acteur ait défini des variables qui, après association avec des variables génériques, se retrouvent positionnées à des niveaux très différents au sein de l'arbre ontologique (rangs ontologiques). Par exemple dans la carte représentée dans la figure précédente, l'acteur a établi un lien entre les filets (5 2 2 3 1) et la quantité pêchée (5 2 1). La première variable se situe au rang 5 de l'arbre ontologique, alors que la seconde se situe au rang 3.

Pour pouvoir mettre en place une analyse comparative de ces différentes visions du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire, il apparaît indispensable de mettre l'ensemble des cartes au même rang ontologique.

## 1. Désagrégation

En raison de la définition des variables de classe au sein de l'arbre ontologique, deux approches sont possibles pour harmoniser des cartes d'acteurs. La première consiste à **agrèger** les variables d'un rang  $r-1$  de l'arbre en des variables de rang  $r$ . La deuxième consiste, à l'inverse, à **désagrèger** les variables de classe d'un rang  $r$ , en les remplaçant par l'ensemble des variables de rang  $r+1$  inférieur qui la définissent.

La première approche est concevable dans un objectif de **simplification** des visions des acteurs. Cependant, une agrégation immédiate et brute de l'ensemble des variables d'un rang ontologique à un rang inférieur, entrainerait la **perte de la richesse des informations** individuelles récoltées. D'un point de vue conceptuel, il s'agit d'une **approche réductionniste** de la vision des acteurs sur le fonctionnement du système. Cela reviendrait à niveler les connaissances de l'ensemble des acteurs au niveau de celui qui à la vision la plus simpliste de ce fonctionnement.

A contrario, une **désagrégation** des variables de classe en leurs variables de rang inférieur permettrait de conserver toute la richesse des visions individuelles. D'un point de vue conceptuel, cela reviendrait à amener tous les acteurs à avoir la vision la plus complexe et la plus détaillée possible (Cossette 2003c ; Cossette and Audet 1992). Ceci est parfaitement justifiable compte tenu de la définition des variables de classe dans l'ontologie. En effet, chaque variable de classe est définie par l'ensemble des variables de rang immédiatement supérieur de l'embranchement considéré dans l'arbre ontologique. La réciproque constitue la définition de la méthode de mise en place d'une ontologie (cf. Chapitre II §1.2.1). Par exemple, dans l'arbre ontologique des variables de cette étude, la variable de classe *Education* est définie par l'*Education scolaire* et l'*Education parentale*. Ainsi toute personne parlant d'*Education parentale*

et/ou d'*Education scolaire* dans sa carte ontologique parlera d'une manière générale d'*Education*. Dans l'autre sens, il est logique de dire qu'un acteur ayant parlé d'éducation sous entend l'ensemble des formes d'*Education* possibles. Autrement, il aurait de lui-même précisé quelle forme d'éducation particulière il sous-entendait. Par conséquent, toute personne ayant parlé d'*Education* sous-entend les deux concepts d'*Education parentale* et d'*Education scolaire*.

Cependant la structure de l'arbre ontologique, le rang 5 constitue le niveau de description du fonctionnement du système le plus fin et le plus complexe. La **désagrégation** des variables de classe doit se faire **progressivement**. Dans le cas où un acteur aurait exprimé une variable de rang 2, celle-ci doit alors être dans un premier temps décomposée en variables de rang 3. Puis chacune de ces variables de rang 3 doit de nouveau être décomposée en variables de rang 4. Et ceci, jusqu'à ce que toutes les variables contenues dans la carte d'acteur soient des variables de rang 5.

Du point de vue des **relations causales** existant entre les variables, la logique de désagrégation reste similaire à celle décrite pour les variables. En effet, puisqu'une variable de classe est définie par les variables de rang immédiatement supérieur, toute variable influençant ou étant influencée par cette variable de classe influencera ou sera influencée par l'ensemble des variables de rang supérieur définissant la variable de classe considérée. Prenons le cas d'une variable de classe I, définie par trois variables génériques I.1 I.2 et I.3. Toute variable influençant I influencera, lors d'une désagrégation, les trois variables I.1 I.2 et I.3 (Figure 3).

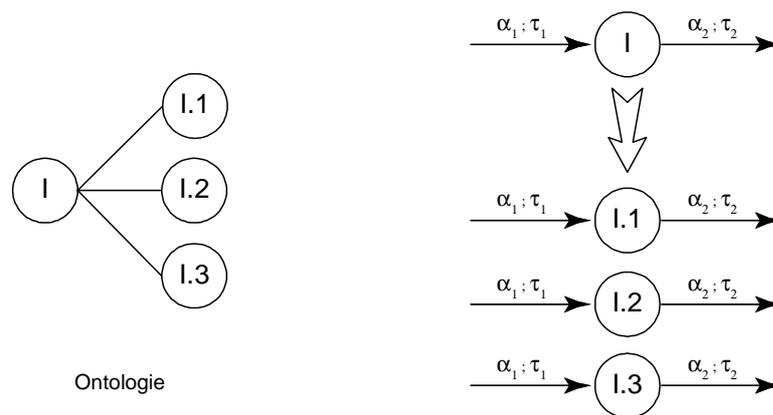


Figure 3 : Désagrégation d'une variable de classe en ses variables de sous-classe au sein d'une carte cognitive

L'objectif de la désagrégation est d'obtenir la vision partagée la plus fine tout en conservant le plus d'informations possibles sur chacune des relations dans une carte. Dans le cas où, au sein d'une même carte, un acteur a défini une variable de classe et une variable de sous-classe, il est fondamental de **conserver le maximum de renseignements** possibles sur les relations les plus fines (Figure 4).

Par exemple, la variable 5.2.3 *Quantité pêchée* se décompose en 3 sous-variables de rang supérieur : 5.2.3.1 *Quantité prélevée par les pêcheurs professionnels*, 5.2.3.2 *Quantité prélevée par les pêcheurs plaisanciers* et 5.2.3.3 *Quantité prélevée par la pêche de subsistance*. Un acteur pourra très bien noter que la quantité de poissons prélevée (5.2.3) impacte l'*Etat des ressources* d'un facteur - 4, tout en précisant que les pêcheurs plaisanciers (5.2.3.2) ont un impact plus important de -5

sur l'Etat des ressources. Lors de la désagrégation du rang 3 au rang 4 (5.2.3 à 5.2.3.1-2-3), c'est cette dernière information qu'il faudra conserver.

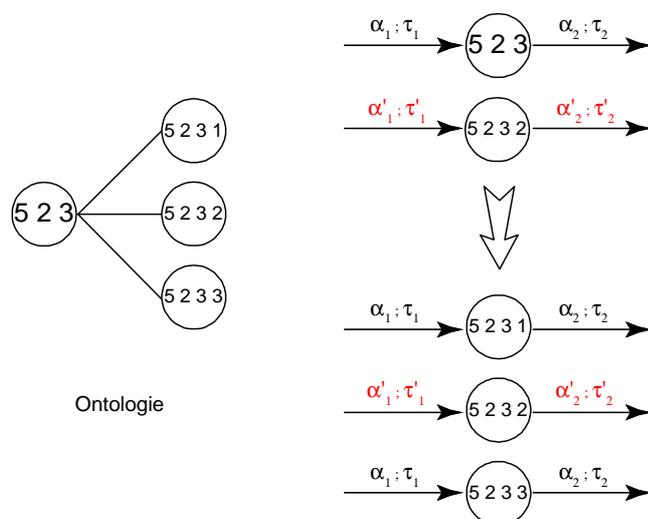


Figure 4 : Cas particulier lors de la désagrégation

## 2. Ré-agrégation

Si l'agrégation directe de l'ensemble des variables à un rang faible d'une carte constitue une perte d'informations et une réduction de la vision d'une personne, la ré-agrégation d'une carte du rang ontologique 5 à un niveau inférieur est une autre approche.

Un arbre ontologique se construit selon une démarche holarchique. Ainsi, les variables qui constituent le **rang 5** offrent la **vision commune la plus complexe** et la plus fine possible du fonctionnement du système étudié. Les variables de rangs inférieurs donnent un **recul d'échelle**. Concrètement, l'arbre hiérarchique de l'ontologie mise en place dans le cadre de cette étude comporte 5 rangs, c'est-à-dire **5 niveaux de visions possibles**. La représentation du fonctionnement du système récifo-lagonaire de la zone Voh-Koné-Pouembout de chaque acteur peut donc être vue et analysée de **5 façons différentes**.

La différence entre l'agrégation présentée dans le paragraphe précédent et la ré-agrégation repose sur le principe de remonter dans la structure de l'arbre ontologique, de manière à avoir l'ensemble des variables d'une même carte au même niveau ontologique. Si ces deux approches ont une **démarche ascendante** commune, elles sont très dissemblables dans leur conceptualisation.

L'agrégation des variables, telle que présentée précédemment, consiste en un **nivellement par le bas** de la vision des acteurs. Cela revient à perdre une grande partie des informations récoltées lors du tracé des cartes individuelles. En effet, si on désire obtenir une image plus fine de la vision d'un acteur après une agrégation au rang  $r$ , il sera impossible de retrouver la richesse des informations initiales de rang  $r+1$ , perdues dans l'étape d'agrégation originale.

A l'inverse, la **ré-agrégation** des cartes consiste, dans un premier temps, à **désagréger** ces cartes au rang le plus élevé, pour ensuite les **ré-agrégier** à un rang inférieur. Ainsi, toute la **richesse** des cartes est conservée au rang le plus élevé. L'agrégation à un rang inférieur est alors une

**synthèse de cette richesse.** L'objectif de cette ré-agrégation est donc bien de conserver le maximum d'informations possibles, dans une **approche systémique**.

Mais à cause de la **structure dichotomique non systématique** de l'arbre ontologique, deux approches sont possibles pour **définir des variables** d'un rang donné. Pour un rang donné  $r$ , si aucune variable de classe n'est définie au sein d'un embranchement, on peut 1) soit prendre la variable de classe de **rang  $r-1$** , 2) soit les sous-variables de **rang  $r+1$** .

Par exemple, pour l'embranchement *Education* (5.11), aucune variable de classe n'est définie pour le rang 3. Pour cet embranchement, il est donc possible de définir les variables de rang 3 comme étant soit *Education* (5.11) de rang 2, soit *Education parentale* (5.11.1) et *Education scolaire* (5.11.2) de rang 4.

Compte tenu de l'objectif sous-jacent à cette ré-agrégation, la première possibilité est privilégiée.

D'une manière générale, la ré-agrégation des variables peut s'apparenter à l'opération inverse de la désagrégation, c'est-à-dire passer d'un ensemble de variables de sous-classe d'un rang  $r$  à une variable de classe unique de rang  $r-1$ . Cependant si la désagrégation ne pose pas de problème d'un point de vue mathématique au niveau des **relations causales**, il en est autrement pour la ré-agrégation. En effet, la désagrégation consiste en une démultiplication à l'identique des liens existants (au cas particulier près). Il n'y a pas d'opérateur mathématique à utiliser. La **ré-agrégation** consiste en une **synthèse** des liens entrants et sortants pour l'ensemble des variables d'une même sous-classe. Plusieurs opérateurs sont possibles. Les trois plus courants sont les opérateurs *Min*, *Max* et *Moyenne*.

Lors de cette synthèse, les opérateurs *Min* et *Max* consistent à ne retenir que les relations dont les valeurs pour la force et le temps sont respectivement minimales et maximales. Le choix de l'opérateur *Min* génère une vision très **réductionniste**, mais qui peut être qualifiée de conservatrice d'un point de vue de l'évolution du système en question. A contrario, le choix de l'opérateur *Max* offre une vision plus **alarmiste** et très éloignée de la réalité (Mendoza and Prabhu 2003).

L'opérateur *Moyenne* est l'opérateur standard le plus utilisé (Dickerson and Kosko 1994 ; Taber 1991) et semble parfaitement adapté à ce cas d'étude. Cependant, il y a deux façons possibles d'utiliser cet opérateur. Dans le cas de la Figure 5, la variable de classe I se décompose en trois variables de sous-classe I.1 I.2 et I.3. Cependant, dans la carte considérée, seules les deux variables de sous-classe I.1 et I.3 ont été notées par l'acteur. Pour ré-agréger du rang  $r$  au rang  $r-1$ , soit a)  $\alpha_{moy} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{3}$ , soit b)  $\alpha_{moy} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$ , où 3 est le nombre *total* de variables de sous-classe de I et 2 est le nombre de variables de sous-classe de I *citées* par l'acteur dans sa carte.

- Dans le cas a), cela revient soit à considérer l'ensemble des **liens potentiels**<sup>2</sup> dans le cas où les trois variables de sous-classe sont présentes dans la carte, soit à considérer que l'acteur a **volontairement négligé** la variable I.2 dans le tracé de sa carte. Ces deux raisonnements sont pertinents si au cours du tracé de la carte, l'enquêteur avait, dans le premier cas, imposé les variables à l'enquêté en lui demandant de considérer l'ensemble des liens potentiels. De même a) reste valable si l'enquêteur avait demandé à l'enquêté de choisir des variables parmi une liste proposée, puis de considérer l'ensemble des liens potentiels entre ces variables.

<sup>2</sup> Un lien entre deux variables est défini comme **potentiel** à partir du moment où les deux variables sont présentes dans une carte (Markoczy and Goldberg 1995).

- Le cas b) n'impose pas de telles restrictions puisque seules les **variables présentes** sur la carte sont prises en compte dans le calcul de la valeur moyenne de la force et du temps. Ce deuxième cas est beaucoup plus adapté aux enquêtes où la personne interrogée **choisit librement ses variables** et où la liste définitive de l'ensemble des variables possibles est établie a posteriori, lors de la construction d'une ontologie.

Il faut également noter l'hypothèse sous-jacente tacite à ces calculs qui est d'accorder à toutes les variables et par inférence à tous les liens, la **même importance** puisque les valeurs de force et de temps moyennées ne sont pas pondérées. Enfin, dans le calcul de ces valeurs moyennes, une attention particulière doit être portée sur le **nombre de décimales** affichées et prises en compte pour ces valeurs. En effet, les valeurs originales des forces et du temps ont été définies par les acteurs, à partir d'une échelle semi-qualitative de 1 à 5, en autorisant éventuellement les demi-valeurs. Avant tout, ces données restent subjectives : elles sont censées **traduire** le plus **fidèlement** possible les **croyances** de l'acteur. Par conséquent, il serait illogique et non significatif de présenter des résultats avec un trop grand nombre de décimales pour ces valeurs moyennées. Dans le cadre de cette étude, compte tenu de l'échelle de valeur proposée aux personnes enquêtées, une seule décimale sera affichée pour donner une indication plus fine sur la position de cette moyenne dans l'échelle des valeurs. Cependant, si une seule décimale est affichée, l'ensemble des décimales possibles est gardé en mémoire pour éviter tout biais dans les calculs ultérieurs pouvant être réalisés à partir de ces valeurs. Ceci est facilité par l'informatisation de ces étapes.

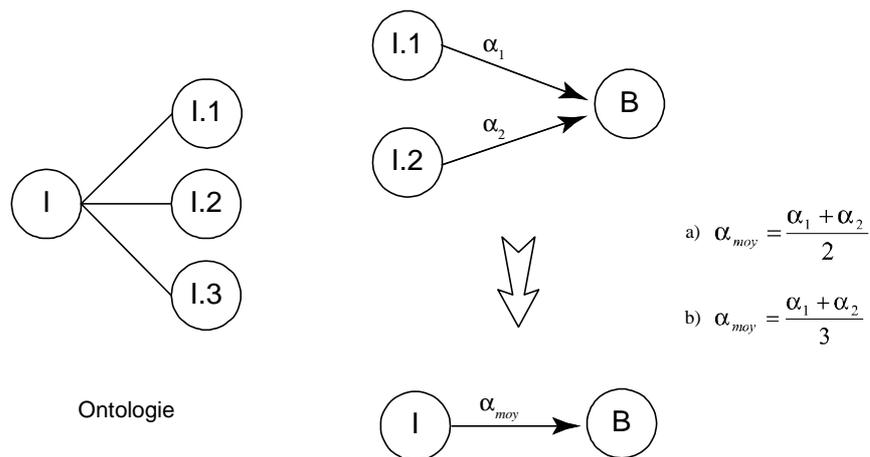


Figure 5 : Calcul de la valeur des liens lors d'une ré-agrégation

D'un point de vue matriciel, la ré-agrégation des sous-variables d'un rang  $r$  à un rang  $r-1$  consiste en une moyenne de lignes et de colonnes (Figure 6).

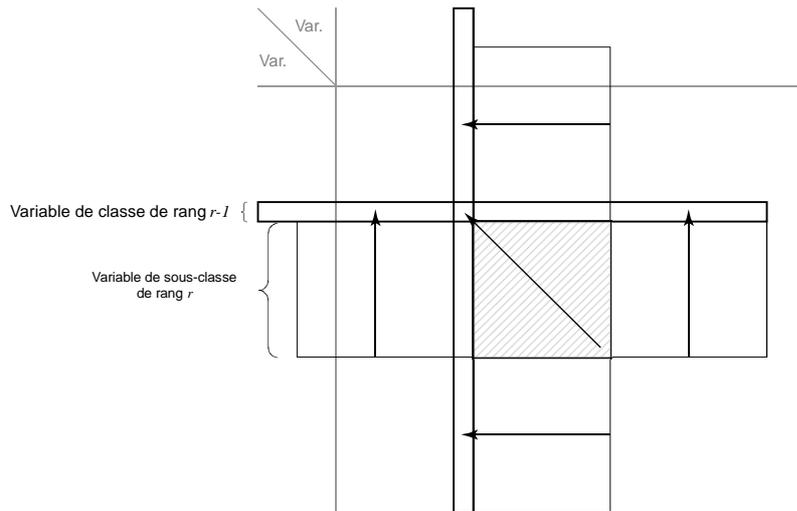


Figure 6 : Ré-agrégation matricielle

Au cours du tracé d'une carte, un acteur peut établir des liens entre des variables d'une même classe. Au moment de la ré-agrégation de cette classe, les liens existant entre ces variables vont devenir des **relations d'auto-influence** pour la variable de classe de rang inférieur. Dans l'exemple ci-dessous (Figure 7), la variables I.1 impacte la variable I.2 d'un facteur  $\alpha$ . Après ré-agrégation de cette carte, cela revient à considérer que la variable de classe I s'auto-influence d'un facteur  $\alpha$ . Dans la figure précédente (Figure 6), cela correspond à la partie hachurée de la matrice de proximité.

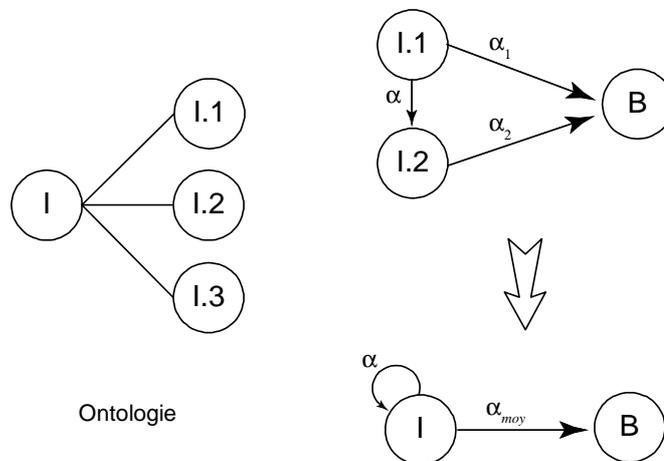


Figure 7 : Cas particulier des liens d'auto-influence lors d'une ré-agrégation

D'un point de vue méthodologique, deux approches sont possibles en termes de ré-agrégation, pour passer d'un rang 5 à un rang 1 :

- La **ré-agrégation incrémental** : dans un premier temps, il s'agit de désagréger l'ensemble des variables d'une carte au rang 5, puis de la ré-agréger au rang 4. La deuxième étape ré-agrége les variables du rang 4 de l'ontologie au rang 3 et ainsi de suite pour les rangs inférieurs jusqu'au rang 1.

- La **ré-agrégation directe** commence comme précédemment par est une désagrégation de l'ensemble des variables au rang 5 de l'ontologie. Par contre, pour ré-agrégérer les variables à un rang donné, la ré-agrégation directe va considérer l'ensemble des variables de sous-classes appartenant à la variable de classe du rang considéré, pour en faire la moyenne.

A priori, ces deux approches sont possibles, mais elles n'ont pas la même signification. La première approche implique que la vision du fonctionnement du système au rang  $r$  ne peut se faire qu'à condition de connaître le fonctionnement de ce même système au rang  $r+1$ . L'interprétation et la vision du système ne pourra se faire qu'avec un recul très limité. A l'inverse, la **seconde méthode** s'apparente plus à une **approche systémique** du fonctionnement du système, puisque la vision de ce système au rang  $r$  résulte de l'intégration de l'ensemble des connaissances disponibles aux rangs supérieurs ( $r+n$ ). La seconde méthode de **ré-agrégation directe** est donc privilégiée. Par ailleurs, les résultats obtenus par cette méthode correspondent à ceux obtenus de manière intuitive. Toutefois d'un point de vue formel, la méthode de ré-agrégation successive introduit un biais important dans les valeurs moyennes des forces et des temps des relations. A titre d'exemple, pour une relation donnée dans la carte d'un acteur, la ré-agrégation directe d'un rang 5 à un rang 1 génère une force moyenne de 1,4, contre une force moyenne de 2,45 en ré-agrégeant successivement les variables du rang 5 au rang 4, puis 4 au rang 3, puis 3 au 2 et enfin 2 au 1. Le **biais** introduit par les jeux des moyennes successives peut donc se révéler très important.

### 1.1.3. Cartes moyennes

L'hypothèse sous-jacente à la récolte des cartes cognitives individuelles est que chaque individu possède des connaissances qui sont des représentations internes d'un monde partiellement observé (Bauer 1975). Cependant, par ses acquis, ses appris, ainsi que par l'ensemble du contexte socioculturel et économique qui l'entoure, chaque personne possède en soi une partie d'un **savoir commun partagé** (Carley and Palmquist 1992). En effet, chaque société possède un ensemble de savoirs qui lui est propre, connu de chacun de ses membres, sans qu'il n'y ait de **forme écrite ou orale de transmission** de ce savoir (Cossette and Audet 1992). A titre d'exemple, la façon de saluer une personne que l'on rencontre dépendra de nombreux facteurs (appartenance à la famille, âge, sexe, lieu de rencontre, etc.). Pourtant, aucune source littéraire ou orale ne décrit de manière détaillée et exhaustive cet acte pourtant banal et pourtant tout-un-chacun sait comment saluer une personne lorsqu'il la rencontre.

La cartographie cognitive, par le biais des cartes individuelles, a pour objectif de récolter ce savoir commun partagé (Carley 1988 ; Eden 1980). Cependant, seule une partie de ce savoir, parfois infime, est récoltée dans chacune des cartes individuelles.

Le **regroupement de cartes d'acteurs** appartenant à une même catégorie va donc donner naissance à une **carte de groupe** (Crossan 1991), où chaque personne va contribuer à la vision du groupe par le biais de sa propre carte (Fiol and Huff 1992) et ainsi permettre de récolter de manière indirecte ce savoir commun partagé, à la manière des pièces d'un puzzle. L'association de cartes cognitives est donc bien plus qu'une simple superposition de cartes individuelles (Laszlo *et al.* 1996).

En plus du savoir commun partagé propre à une catégorie d'acteurs, chaque individu va insister sur une **partie** du fonctionnement du **système**, en fonction de son savoir, de son expérience et de son vécu (Eden *et al.* 1979 ; Fiol and Huff 1992). La recherche de ces **synergies et de ces propriétés émergentes**, justifie la combinaison des cartes individuelles en cartes de groupe (Hobbs *et al.* 2002 ; Ozesmi 1999).

C'est Bougon *et al.* ( 1977) qui ont en premier orienté leurs recherches vers l'établissement de **cartes collectives**, notamment pour décrire un système social, à partir de méthodes issues de la théorie des graphes. De nombreuses méthodes d'agrégation ont été utilisées et décrites (Allard-Poesi 1996), en fonction des données disponibles et des objectifs de l'étude. La grande différence entre ces approches réside essentiellement dans l'opérateur, plus ou moins complexe, utilisé pour l'établissement des cartes de synthèse à partir de cartes individuelles. Parmi les différentes possibilités, l'opérateur **Moyenne** reste le plus utilisé et le plus adéquat (voir § I.A.2.b.) (Dickerson and Kosko 1994 ; Eden 1992 ; Eden and Ackermann 2004 ; Taber 1991).

L'établissement d'une carte cognitive de groupe va donc consister, pour un couple de variables donné, à faire la moyenne de l'ensemble des valeurs caractérisant ce couple pour l'ensemble des acteurs considérés. D'un point de vue matriciel, les cartes de groupe sont des moyennes algébriques de l'ensemble des matrices de proximité des cartes d'acteurs de ce groupe (Figure 8). Dans ce cas précis, les **matrices de proximité** doivent nécessairement être **élargies** à l'ensemble des variables présentes dans les cartes individuelles, afin d'avoir les mêmes dimensions.

$$CC_{moy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CC_i \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} CC_{moy} = \text{Matrice de groupe} \\ CC_i = \text{Matrice élargie de la carte de l'acteur } i \\ N = \text{Nombre d'acteurs du groupe} \end{array}$$

Figure 8 : Calcul d'une matrice de proximité de groupe

Au cours de l'établissement des cartes individuelles, certains acteurs peuvent émettre une certaine réserve sur les valeurs de force et de temps caractérisant chacune des relations établies. En moyennant ces valeurs par les connaissances de l'ensemble des acteurs du groupe, les résultats obtenus pour les **cartes cognitives moyennes sont plus fiables** (Taber 1991) et **plus précis** (Roberts 1973).

A l'inverse d'une **carte individuelle** qui suscite un fort sentiment de **propriété** de la part de la personne qui la trace (Cossette 2003a), la **carte cognitive de groupe** est la **représentation de chacun**, dans le sens où chaque acteur doit pouvoir retrouver sa propre vision au travers d'une carte de groupe, mais ne peut cependant pas être considérée comme la représentation d'une unique personne (Carley 1988 ; Eden 2004).

S'il est difficile de justifier que tous les acteurs d'un groupe ont les mêmes connaissances du système et donc la même importance dans la construction d'une vision commune (Taber 1991), il est encore plus difficile d'assigner un **poids relatif à chaque individu**. En effet, accorder une importance accrue aux dires d'un acteur dans un groupe reviendrait à être capable d'estimer et de juger l'exactitude (absolue et relative) des connaissances de cet individu quant au fonctionnement du système d'étude. Puisque, par définition, le tracé des cartes individuelles vise à récolter cette vision, l'enquêteur ne peut avoir la connaissance suffisante du fonctionnement du système pour évaluer la pertinence et la justesse de la vision de chacun. Par conséquent tous les acteurs sont considérés comme ayant une **connaissance équivalente** du fonctionnement du système et un **poids identique** est attribué à chacun.

Comme pour les cartes individuelles, un programme a été développé pour réaliser ces cartes moyennes sur la base des matrices de proximités individuelles (Volume II Annexe 6). Il permet

de générer une représentation graphique numérique de ces cartes et ce quelque soit le rang d'agrégation souhaité.

Si les systèmes complexes sont plus performants que les systèmes plus classiques, ils ont cependant l'inconvénient d'être souvent plus **difficilement interprétables**, notamment en terme de fonctionnement (Pham and Brown 2005). Ceci est particulièrement vrai pour des cartes de groupe puisque, contrairement aux cartes individuelles, elles ne sont pas construites au cours d'un entretien, mais résultent d'un calcul informatisé à partir des représentations matricielles. Ceci souligne donc l'importance d'une **représentation graphique** des cartes cognitives.

## I.2. Analyse des Cartes Cognitives Individuelles

### I.2.1. Objectifs de l'analyse

Dans le cadre de cette étude, les cartes cognitives ont été utilisées comme média pour obtenir la vision d'acteurs sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout. Ces acteurs appartiennent à différentes catégories d'utilisateurs plus ou moins directs de ce lagon.

L'objectif final de ce travail est de déterminer comment les **propriétés émergentes** des cartes cognitives individuelles ou de groupes permettent de **positionner les différents acteurs** ou catégories d'acteurs entre eux à différents niveaux systémiques, pour identifier des **ressemblances entre acteurs ou catégories d'acteurs**.

Une des étapes préalables à la mise en place de mesures de gestion d'un écosystème consiste à s'assurer que l'ensemble des acteurs concernés possède une vision similaire sur les éléments à gérer, ainsi que sur des objectifs communs. Le fait de parler d'un même objet ne signifie pas nécessairement que chaque individu le voit de la même façon (Feber 1997). Ces différences de points de vue et de conceptualisations peuvent parfois mener des processus de mise en place de mesures de gestion vers des impasses.

Au plan de la **communication**, connaître la façon dont les personnes ciblées conçoivent les éléments constitutifs de l'écosystème environnant et la façon dont ceux-ci s'articulent, permet de mettre en place des stratégies plus efficaces, notamment en matière de protection de l'environnement.

La **gestion de ressources** passe avant tout par la gestion de l'utilisation qu'ont les individus de ces ressources (Weber 1996 ; Weber and Lateltin 2004) et donc par la communication avec ces acteurs.

### I.2.2. Approche comparative

Imaginons un concours où l'on demande à chaque concurrent de représenter une nature morte par une **mosaïque**. Chaque mosaïque est unique et dépend de la vision de chaque participant. D'un point de vue artistique, une mosaïque est bien plus que la somme des morceaux de céramique qui la constituent. Pour pouvoir comparer le plus finement possible deux mosaïques, il est nécessaire qu'elles aient les mêmes dimensions et que les morceaux de céramique qui les constituent soient de même taille. L'analyse des différentes mosaïques consiste donc à établir des critères d'évaluation sur lesquels s'appuyer pour comparer la ressemblance de ces mosaïques, en fonction de la distance de laquelle on les regarde.

D'une manière générale, une carte cognitive peut être considérée comme une image, une représentation visuelle établie pour comprendre le point de vue des personnes interrogées vis-

à-vis d'un thème (Eden 1992). Avant même d'être un outil de communication, il s'agit d'un **outil d'analyse** (Allard-Poesi 1996).

Pour établir un parallèle avec l'exemple ci-dessus, dans le cadre de la cartographie cognitive, chaque carte individuelle est une mosaïque où les variables sont les morceaux de céramique et les liens entre les variables sont les joints en ciment plus ou moins colorés entre ces morceaux de céramique. L'**uniformisation** de la taille de la mosaïque et des morceaux de céramique équivaut à désagréger chacune des cartes au niveau le plus fin de l'ontologie, afin de les rendre **comparables** les unes aux autres. Une **analyse comparative** des cartes consiste donc à déterminer des **critères** pour évaluer leur **ressemblance**, en fonction du **recul systémique** que l'on souhaite avoir, c'est-à-dire des différents rangs de ré-agrégations possibles.

En terme d'analyse de cartes cognitives, les deux approches (qualitative et quantitative) sont possibles (Fiol and Huff 1992).

I) **L'analyse qualitative** de cartes repose essentiellement sur une étude visuelle de cartes (Allard-Poesi 1996). La comparaison de cartes deux à deux se fait en générant des représentations standardisées de ces cartes et en les soumettant à un jury afin de déterminer de visu leur degré de ressemblance (Allard-Poesi 1996 ; Laukkanen 1994). Le tracé d'une carte idiosyncratique est avant tout un outil très utile pour représenter de manière **simplifiée des idées complexes** et pour en faciliter la **transmission d'un individu à un autre** (Brown 1992). Par exemple, la dynamique du tracé d'une carte est parfaitement adaptée pour aider des gestionnaires à **aborder la complexité** du fonctionnement d'un système tel celui de cette étude (Fiol and Huff 1992). Cependant, la comparaison graphique de cartes deux à deux reste un exercice périlleux, très subjectif, dont la reproductibilité n'est pas garantie et dont les résultats peuvent être sujets à caution.

II) En termes **d'analyse quantitative**, deux approches sont également possibles.

A) La première approche quantitative est une **analyse intra-carte**. Il s'agit d'une **approche structurelle** dont l'objectif est de déterminer les éléments qui vont permettre d'appréhender la structure d'une carte donnée (Carley and Palmquist 1992 ; Cossette 2003a). Les premiers types d'indicateurs sont des **indicateurs généraux de description de la structure** propre d'une carte comme par exemple le nombre de variables, le nombre de liens d'influence, la densité, le degré d'interconnexion, le nombre de boucles (Allard-Poesi 1996 ; Ozesmi 1999). Les seconds types d'indicateurs portent plus sur la façon dont la **structure d'une carte s'organise** (Borgatti Accepted). Ils portent sur la notion de centralité (Freeman 1979). Développées essentiellement dans les sciences sociales (Borgatti 2005), ces mesures ont pour objectif de résumer **l'importance d'un nœud** dans un réseau, ou sa contribution dans la cohésion de ce réseau (Borgatti and Everett In Press ; Lazega 1994). Ces deux types d'indicateurs ne fournissent des informations que pour une seule carte. De plus, ils sont très variables en fonction de la méthodologie utilisée, en particulier en ce qui concerne les indicateurs de structure d'une carte. Par ailleurs, ils sont essentiellement tributaires du **contexte** dans lequel les cartes ont été obtenues et notamment des **compétences de l'enquêteur** (Allard-Poesi 1996 ; Eden 1992 ; Eden *et al.* 1992 ; Ozesmi 1999). Cependant, ces sources de **variabilité** sont extrêmement **réduites** dans le cadre de cette étude. En effet, pour éviter ce genre de problèmes, **une seule et unique personne** a réalisé l'ensemble des enquêtes, en respectant toujours la **même méthodologie** (cf. Chapitre I et II).

B) La seconde **approche quantitative** de l'analyse de cartes est une **approche inter-cartes**. L'objectif n'est plus de chercher à mettre en exergue des éléments propres à une carte. La question est de savoir en quoi deux représentations idiosyncratiques d'une même chose sont

proches. En raison de la structure des cartes cognitives, deux approches sont possibles. La première s'intéresse essentiellement aux **liens** entre variables et la seconde plus aux **variables** elles-mêmes.

1) **Pour comparer deux cartes à partir de leurs liens**, deux types de mesures sont utilisées : la **similarité** et la **distance**. Les mesures de **similarité** sont établies à partir de **matrices d'atteignabilité** (Bougon *et al.* 1977). Comme pour les matrices de proximité, ce type de matrice formalise une carte individuelle sous la forme d'un tableau disjonctif complet. La mesure de similarité va avant tout s'intéresser au nombre de **points communs** entre les différents espaces à comparer (Allard-Poesi 1996). A l'inverse, les mesures de **distance** vont s'intéresser aux **différences** entre les espaces à comparer, obtenues à partir des matrices de proximité associées aux cartes individuelles. D'un point de vue conceptuel, si deux cartes sont proches, leur similarité est grande et à l'inverse leur distance est faible. Le choix de la démarche de comparaison dépend essentiellement de la **méthode de récolte des données**, en particulier du mode de **sélection des variables** par les acteurs (liste de variables proposée par le chercheur, choix de variables dans une liste proposée ou libre choix de variables). Cependant, quelle que soit la méthode de calcul choisie, elle nécessite un minimum de **structuration a posteriori** des cartes de la part du chercheur, notamment en termes de **standardisation des liens et des variables** au sein des cartes à comparer. La comparabilité des cartes par ces méthodes a fait l'objet de **débats** quant à la validité de l'approche (voir Allard-Poesi 1996). Le principal reproche fait à cette démarche porte sur la **standardisation** des cartes avant analyse, notamment du point de vue de la signification et donc de la validité des cartes individuelles après cette standardisation. La définition d'une **ontologie** avant toute standardisation et toute analyse sur les cartes a pour but de répondre à ces griefs. En effet, l'objectif de l'**ontologie** est de définir une **structure commune** aux différentes cartes, tout en **conservant la richesse individuelle** du contenu de ces cartes. Ceci explique l'importance de cette étape avant toute analyse sur des cartes.

Dans la littérature scientifique, seules les **mesures de distances** entre cartes s'appuient sur la valeur et la force des liens entre chaque carte. Pour cette raison, dans le cadre de cette étude, la méthode de comparaison de deux cartes se base sur un calcul de distance. Le **temps** n'étant pas pris en compte dans ces mesures, cette donnée ne sera pas étudiée par la suite.

2) Pour comparer quantitativement deux cartes entre-elles, la seconde approche consiste à **placer les variables au centre de l'étude**. Le principe de cette analyse est d'identifier quels sont les **éléments structurels intra-cartes** qui permettent de définir un **indice de comparaison entre cartes**. (Allard-Poesi 1996 ; Cossette 2003a ; Eden *et al.* 1992 ; Ozesmi 1999). Comme pour les mesures de distance et de similarité, l'objectif de cette démarche est de définir la ressemblance entre la vision de deux acteurs. Par hypothèse, si deux cartes sont identiques, il est possible de conclure que les deux personnes ayant tracé ces cartes ont une vision identique du fonctionnement du système étudié. Il est donc nécessaire d'identifier les **propriétés structurelles émergentes** au sein de chaque carte et de s'appuyer sur ces propriétés pour établir un point de comparaison (Eden *et al.* 1992). D'un point de vue **structurel**, deux acteurs sont proches à partir du moment où ils **accordent la même importance aux mêmes variables** au sein de leurs cartes respectives. Issue de la théorie des graphes et appliquée aux sciences sociales par Bougon *et al.* (1977), la **centralité** d'une variable au sein d'un diagramme causal définit l'**importance ou contribution** de cette variable au sein de ce diagramme. Elle synthétise le domaine immédiat d'une variable, c'est-à-dire la complexité locale pour une variable donnée (Bougon *et al.* 1977 ; Ozesmi 1999).

La Figure 9 résume les différentes approches possibles en termes d'analyse de cartes.

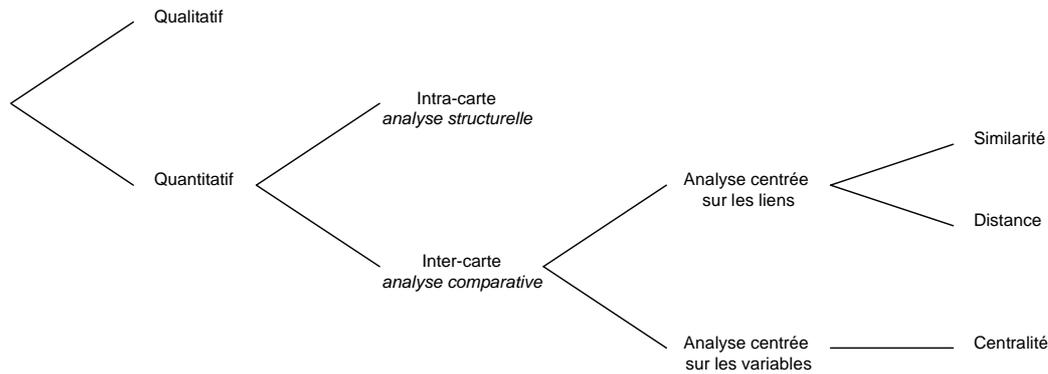


Figure 9 : Synthèse des différentes approches possibles en termes d'analyse de cartes cognitives

Comme précédemment, la carte cognitive d'un acteur, ainsi que sa matrice de proximité associée, seront assimilées à l'acteur lui-même. De plus, par "distance entre deux acteurs", il faudra comprendre : "distance calculée entre les matrices de proximité associées aux cartes cognitives individuelles de ces deux acteurs".

### 1.2.3. Ratio de distances de Markoczy et Goldberg

D'une manière générale, les **mesures de distance** vont s'intéresser aux **différences** entre les espaces à comparer. Calculées à partir des **matrices de proximité**, ces mesures reposent initialement sur la notion de **distance euclidienne**. Cependant, si on veut pouvoir comparer les mesures obtenues et appliquer ces ratios aux différents types de cartes possibles, les calculs s'avèrent rapidement très complexes (Allard-Poesi 1996).

Basée sur la formule de Langfield-Smith et Wirth, la formule de Markoczy et Goldberg (M&G) est un ratio de deux distances. Elle prend en compte :

- La **force** des liens existants entre les variables
- Le nombre de **polarités** possibles de chaque lien (**valeur**)
- L'influence possible d'une variable sur elle-même (**auto-influence**)
- Des différences entre des distances causées par des forces différentes et des distances causées par un changement de la valeur des liens

Elle permet également de distinguer une absence de lien causée par l'absence d'une variable dans une carte, ou une absence de lien alors que les deux variables sont présentes dans la carte (lien potentiel) (Markoczy 1994).

Le principe général de cette formule est de calculer, lien par lien, **toutes les petites différences** entre deux cartes. La formule de la distance de M&G est le ratio de cette distance calculée sur une **distance maximale**. La valeur retournée est un nombre compris entre 0 et 1 pour une paire de cartes données. Cette valeur est **nulle pour deux cartes identiques**. Elle est de 1 lorsque la distance entre les deux cartes est maximale. La Figure 10 donne la formule utilisée par M&G pour calculer la distance entre deux matrices de proximité A et B, dont les éléments sont notés respectivement  $a_{ij}$  et  $b_{ij}$  (Markoczy and Goldberg 1995).

$$D_{(A,B)} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \text{diff}_{(i,j)}}{(\epsilon\beta + \delta)p_c^2 + \gamma'(2p_c(p_{u_A} + p_{u_B}) + p_{u_A}^2 + p_{u_B}^2) - \alpha((\epsilon\beta + \delta)p_c + \gamma'(p_{u_A} + p_{u_B}))}$$

$$\text{diff}_{(i,j)} = \begin{cases} 0 & \text{(i) si } i=j \text{ et } \alpha = 1 ; \\ \Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} & \text{(ii) si } i \text{ ou } j \notin P_c \text{ et } i, j \in N_A \text{ ou } i, j \in N_B ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| + \delta & \text{(iii) si } a_{ij}b_{ij} < 0 ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| & \text{(iv) sinon} \end{cases}$$

$$\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} = \begin{cases} 0 & \text{(a) si } \gamma = 0 ; \\ 0 & \text{(b) si } \gamma = 1 \text{ et } a_{ij} = b_{ij} = 0 ; \\ 1 & \text{(c) sinon} \end{cases} \quad \gamma' = \begin{cases} 0 & \text{si } \gamma = 0 ; \\ 1 & \text{sinon} \end{cases}$$

$P_c$  = Nombre de variables communes à A et à B  
 $P_{u_A}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice A  
 $P_{u_B}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice B

Figure 10 : Equation de distance de M&G

En plus de  $a_{ij}$  et  $b_{ij}$  les forces respectives de A et B pour un couple de variables i et j donné, de  $P_c$ ,  $P_{u_A}$  et  $P_{u_B}$ , la valeur de  $D_{(A,B)}$  dépend de **5 paramètres**.

Pour M&G,  $\beta$  est la force maximale de la croyance d'un acteur vis à vis d'une relation. Au cours du tracé de leurs cartes, Langfield-Smith et Wirth ont demandé aux répondants d'estimer leur **croyance** en termes de présence ou non d'un lien qu'ils venaient de tracer. Ce paramètre est intégralement repris dans la formule de M&G. Il entre directement dans le calcul de la distance maximale entre deux cartes (dénominateur) et indirectement dans le calcul du numérateur (distance mesurée). Compte tenu de sa position et de son rôle dans la formule,  $\beta$  est assimilable dans son intégralité à la **force des liens** présents dans les cartes cognitives tracées dans le cadre de cette étude.

$\epsilon$  est le **nombre de polarités** possibles. Ceci correspond à la **valeur** d'une relation donnée.

$\delta$  est le **poids supplémentaire** attribué à une **différence** due à un **changement de polarité**. Si la différence entre deux liens de force 3 et 1, est équivalente à celle entre deux liens de force -1 et 1, alors  $\delta = 0$ . A contrario, si la différence entre -1 et 1 doit être considérée comme supérieure à celle entre 3 et 1, toujours dans une optique de comparaison de cartes, alors  $\delta$  est le poids supplémentaire attribué à la première différence.

$\alpha$  est le paramètre associé à l'**auto-influence** d'une variable sur elle-même. Si aucun des acteurs interrogés n'a estimé la possibilité qu'une variable puisse s'influencer elle-même (diagonales nulles des matrices de proximité A et B), ou si cette possibilité n'a pas été laissée aux répondants, alors  $\alpha = 1$ . Dans le cas contraire  $\alpha = 0$ .

$\gamma$  est de loin le paramètre le plus difficile à estimer (Markoczy and Goldberg 1995). Il permet de distinguer l'**absence d'un lien** causée par l'**absence d'une des variables** dans une des deux

cartes, de l'absence de lien alors que **les variables sont présentes** dans les deux cartes (lien potentiel).

Poser  $\gamma = 1$  revient à considérer que l'absence de lien due à l'absence d'une des variables de la paire considérée dans une des cartes équivaut à l'absence de lien dans une carte qui possède cette variable. En d'autres termes, il n'est alors pas possible de faire la différence entre un lien potentiel et un lien "impossible" puisque ne pouvant pas exister. Poser  $\gamma = 1$  est adapté si l'on impose a priori les variables à considérer à l'acteur, en lui demandant d'envisager les différents liens potentiels entre ces variables.

Si l'absence d'une variable dans l'une des cartes ne permet pas d'établir une relation entre ces éléments et que seuls les liens potentiels jouent un rôle, alors  $\gamma = 0$ . Ceci est particulièrement vrai si l'acteur choisit librement ses variables au cours du tracé de sa carte.

Enfin,  $\gamma = 2$  si on considère qu'une distance entre deux cartes, dont l'une possède un lien potentiel et l'autre pas, est supérieure à une distance entre deux cartes possédant ce lien potentiel. Ceci est bien adapté dans le cas où l'acteur doit choisir ses variables parmi une liste de variables prédéfinies et qu'il considère ensuite les liens potentiels entre les différents couples de variables.

Le calcul du numérateur, c'est-à-dire de la distance entre les deux matrices A et B, dépend également de plusieurs conditions ((Markoczy 1994)) :

**Condition (i)** : elle stipule que dans le cas où les relations d'auto-influence n'ont pas été considérées ou ne doivent pas l'être ( $\alpha = 0$ ), alors les diagonales des matrices A et B doivent être ignorées.

**Condition (ii)** : Elle considère le cas de figure où un lien potentiel existe dans l'une des cartes, car l'une des deux variables, ou les deux, sont manquantes dans l'autre carte. La valeur de  $\Gamma$  sera donc fonction de la méthode d'établissement des cartes et des choix du chercheur.

**Conditions (iii) et (iv)** : Ces conditions comparent les relations entre deux variables existantes dans les deux matrices et établissent une distance, en fonction de la force des liens entre ces variables.

**Condition (iv)** : Cette condition s'applique également dans le cas où un lien potentiel n'existe ni dans A ni dans B, puisque par définition, quand une variable ou un lien potentiel n'existe pas sa valeur est de 0.

Dans le cadre de cette étude, la valeur des différents paramètres sera :

- $\beta = 5$ . L'échelle semi-quantitative de la force à attribuer à chaque lien s'échelonne de 1 à 5.
- $\epsilon = 2$ . La valeur de chaque lien peut être soit positive soit négative.
- $\delta = 1$ . Un poids supplémentaire de 1 est attribué lorsque pour un lien donné, l'un des acteurs le considère comme positif, alors qu'un autre le considère comme négatif.
- $\alpha = 0$ . Les acteurs étaient incités à considérer l'auto-influence d'une variable sur elle-même comme un lien à part entière.
- $\gamma = 0$ . Les acteurs choisissaient librement leurs variables.

Si la formule de M&G permet de prendre de nombreux facteurs en compte, elle présente également certains **inconvenients**. Dans le cas où l'**ordre du tracé** des variables sur la carte joue un rôle important pour l'interprétation de celle-ci, la formule de distance de M&G ne le prend pas en compte (Markoczy and Goldberg 1995).

Dans leur étude, M&G donnent également l'exemple suivant : "Considérons deux acteurs A et B, ayant réalisé deux cartes parfaitement identiques, à l'exception d'une relation où A utilise le

terme Gagne un salaire et B Touche un salaire. En utilisant la formule précédente, les cartes tracées par A et par B ne seront pas considérées comme identiques" (Markoczy and Goldberg 1995). La formule ne prend pas en compte la **proximité sémantique** des variables utilisées au sein des cartes. Si ce problème d'hétérogénéité sémantique a été résolu par la mise en place d'une ontologie, il faut cependant souligner que d'un autre point de vue, la formule ne prend pas en compte l'appartenance de concepts à une même classe ontologique.

Enfin, M&G précisent que l'espace défini par cette mesure de distance est un **espace semi-métrique**. En effet, si les conditions de minimalisme, de positivité et de symétrie sont respectées (si  $A = B$ ,  $D_{AB} = 0$ , si  $A \neq B$   $D_{AB} > 0$  et enfin  $D_{AB} = D_{BA}$ ), le triangle des inégalités ne l'est pas ( $D_{AB} + D_{BC} \neq D_{AC}$ ).

Il est également important de souligner l'**hypothèse matricielle** sous-entendue pour l'utilisation de cette formule. En effet, pour que les **deux matrices** soient **comparables** il faut qu'elles aient les **mêmes dimensions**. Cela implique donc d'appliquer cette formule uniquement sur les **matrices de proximité élargie** de A et de B.

La condition (iv) envisage l'éventualité que dans le cas de la comparaison de deux variables, aucune des deux n'appartienne à la carte tracée par l'acteur A ni à celle tracée par l'acteur B. Cela laisse supposer que cette formule est applicable à des **matrices totales** où l'ensemble des variables de l'ensemble des acteurs est pris en compte. A priori rien ne l'empêche. Cependant, l'utilisation de telles matrices entraîne l'apparition d'un **grand nombre de zéros**. Or, la formule de base sur laquelle s'appuient M&G est une mesure de **distance de type euclidien**. Il convient donc de faire attention au "**paradoxe de l'abondance d'espèces**" (Legendre and Legendre 1998). En effet, l'utilisation de mesures de type euclidien pour calculer la distance entre deux matrices contenant de nombreux zéros peut entraîner une **diminution artificielle de cette distance**, principalement à cause de la présence des **double-zéros**.

En raison de la complexité de la formule et surtout de sa mise en application pour l'ensemble des couples d'acteurs possibles de cette étude, un **programme** (Volume II Annexe 6) pour automatiser ces calculs. En fonction des matrices de proximité saisies et de l'ontologie, ce programme va calculer la distance de M&G pour chaque couple d'acteurs possible et produire ces résultats sous la forme d'une matrice triangulaire de proximité.

#### 1.2.4. Approche basée sur la centralité

La **centralité** a été utilisée dans des domaines très divers (Borgatti and Everett In Press) allant de l'évaluation du statut social au sein d'un groupe de singes (Sade 1989), à l'estimation des opportunités d'emploi (Granovetter 1974), en passant par la comparaison des taux de croissance de différentes citées médiévales (Pitts 1979).

Elle a été empruntée à la **théorie des graphes** et réappliquée à la cartographie cognitive par Bougon et al. en 1977 (Markoczy 1994). Essentiellement utilisée dans le cadre d'analyse de réseaux sociaux (Borgatti 2005), tout le monde s'accorde sur le fait que la centralité est un **élément structurel fondamental** (Freeman 1979).

Au sein d'un réseau social, c'est l'outil qui va permettre de repérer les **individus clés** d'un groupe (Borgatti Accepted ; Everett and Borgatti 1999), en fonction des liens qu'ils peuvent avoir avec d'autres éléments du groupe, ou des flux d'informations entre les individus du groupe. La centralité va résumer la **contribution d'un individu** au sein d'un groupe, c'est-à-dire son **implication dans un réseau** (Borgatti Accepted ; Borgatti 2005).

Si, d'un point de vue conceptuel, la centralité est relativement simple, sa formalisation est plus complexe, compte tenu du nombre de cas possibles et de la singularité de chacun. Ce thème est toujours actuellement en cours d'étude (Borgatti Accepted ; Borgatti and Everett In Press).

En terme de cartographie cognitive, la **centralité** va donc essentiellement permettre d'estimer **l'importance d'une variable au sein de la carte d'un sujet** (Cossette 2003b ; Komocar 2003). D'un point de vue structurel, deux acteurs sont proches à partir du moment où ils **accordent la même importance aux mêmes variables** au sein de leur carte respective. Très robuste (Borgatti *et al.* 2006), cet indice est le plus adéquat pour mettre en évidence les propriétés émergentes qui serviront d'éléments de comparaison entre les visions respectives de chacun des acteurs (Eden *et al.* 1992).

En théorie des graphes et en sociologie, plusieurs types de centralités existent (Hanneman and Riddle 2005) : la centralité de type "**betweenness**", de type "**closeness**", de type "**eigenvector**" et enfin de type "**degree**". Borgatti *et al.* fournissent une très bonne description de l'ensemble des variantes possibles de chaque type de centralité. Nous ne nous intéresserons ici qu'aux définitions de chaque type, afin de bien comprendre leurs implications et surtout leurs applications en termes de cartographie cognitive.

- La centralité de type "betweenness" d'un nœud est établie en dénombrant les chemins **géodésiques**<sup>3</sup> qui passent par le nœud en question. Définie par Freeman en 1979, sa méthode d'établissement fut généralisée aux diagrammes fléchés par White et Borgatti (White and Borgatti 1994). D'un point de vue social, ce type de centralité évalue le potentiel de contrôle des flux d'informations d'un individu à un autre (Borgatti and Everett In Press), puisqu'une personne dans une telle position peut avoir une influence favorable ou défavorable sur la communication entre d'autres personnes. Exprimé différemment, plus un individu est central dans le sens "betweenness", plus nombreux seront les individus du réseau qu'il est en position de maintenir sous sa dépendance (Lazega 1994). Du point de vue de la cartographie cognitive, ce type de centralité peut s'apparenter à la notion d'espèce clé au sein d'un réseau trophique. Toutefois, dans le cadre de cette étude, la centralité de type "betweenness" ne présente qu'un intérêt moindre puisque, contrairement aux réseaux sociaux ou trophiques, aucune information ne transite d'une variable à une autre par le biais d'une troisième. La notion de limitation de transfert de flux est moins intéressante dans le cadre de cette étude.

- La centralité de type "closeness" se base sur la **proximité d'un nœud** au sein d'un graphe avec l'ensemble des autres nœuds (Freeman 1979). D'un point de vue formel, elle se mesure comme étant la **somme des distances géodésiques** entre un nœud donné et l'ensemble des autres nœuds du graphe. Techniquement, elle mesure plus la notion d'éloignement que de proximité, comme son nom le laisserait supposer. Au sein d'un réseau, la centralité de type "closeness" est souvent interprétée comme un **indice du temps d'arrivée** estimé d'un élément parcourant le réseau. En d'autres termes, plus la centralité de type "closeness" est forte, plus l'information émanant de ce nœud se transmettra rapidement aux autres éléments du réseau, ou, réciproquement, plus les informations parcourant le réseau arriveront rapidement au nœud considéré. D'un point de vue social, un individu sera considéré comme central à partir du moment où il est proche de l'ensemble des autres personnes du réseau (Harary *et al.* 1965). Une personne ayant une centralité de type "closeness" forte aura donc **accès aux informations** beaucoup plus rapidement que les autres, ou réciproquement influencera les autres éléments du réseau beaucoup plus rapidement. Comme précédemment, dans ce cas d'étude, compte tenu de

---

<sup>3</sup> Un chemin géodésique est le chemin le plus court reliant deux nœuds au sein d'un réseau. Concrètement, une distance géodésique entre deux nœuds est la somme du nombre minimum de liens nécessaires pour rejoindre ces deux nœuds.

la structure des cartes individuelles mais surtout de la nature des variables et de celle des liens les reliant, ce type de centralité suscite un intérêt moindre.

- La centralité de type "eigenvector" a été définie par Bonacich (Bonacich 1972) afin de déterminer les éléments importants dans un réseau de type "influence". Il considère des réseaux où chaque individu **influence directement, immédiatement et simultanément** d'autres individus. Ce type de processus de duplication de l'information est de type parallèle, un peu de la même façon qu'une pièce jointe d'un E-mail peut être envoyée simultanément à plusieurs contacts, ou qu'un virus peut être transmis à plusieurs individus en même temps (virus de la grippe par exemple). Dans ce cadre, un individu ayant une forte centralité de type "eigenvector" sera un individu qui va **influencer d'autres individus ayant eux même une influence** (et donc une centralité) **importante**. Mathématiquement, la centralité de type "eigenvector" est le principal **vecteur propre** de la matrice de proximité associée au réseau étudié. Du point de vue de la cartographie cognitive, ce type de centralité est très intéressant. En effet, dans notre cadre d'étude, chaque variable influence simultanément plusieurs autres variables selon un processus de duplication de type parallèle. Par ailleurs, compte tenu de la méthode de détermination, la centralité de type "eigenvector" prend en compte, pour une variable donnée, un **domaine d'influence élargie** de cette variable. Cependant, deux inconvénients majeurs existent. Le premier concerne la définition même de ce type de centralité. En effet, la centralité de type "eigenvector" ne s'intéresse qu'aux **relations d'influence** d'une variable donnée, c'est-à-dire ne considère que la caractéristique **émettrice** des variables. Ceci signifie qu'une variable uniquement réceptrice a une centralité nulle et de là une importance nulle pour un acteur donné. Ceci est extrêmement réducteur et peut aller à l'encontre de la vision commune de l'importance accordée à une variable. Par ailleurs, en raison de la méthode de calcul de cette centralité, les résultats au niveau de la variable en elle-même seraient **difficilement interprétables**, notamment en cas de comparaison de plusieurs cartes entre-elles.

- Contrairement à la centralité de type "eigenvector", la centralité de type "degree" s'intéresse au **contexte immédiat d'influence** d'une variable (Borgatti 2005). La définition donnée par Freeman (1979) est proche de celle de Bonacich, puisqu'il définit la centralité de type "degree" comme égale au nombre de relations sortantes immédiates pour une variable donnée. D'un point de vue conceptuel, une variable est considérée comme particulièrement importante lorsqu'elle possède de nombreux liens avec d'autres variables dans une carte cognitive. C'est ce que Nozicka *et al.* (1976) appellent la "**centralité cognitive**". La définition donnée par Freeman est donc trop restrictive et doit considérer le domaine immédiat de la variable considérée. Le domaine immédiat d'une variable calcule la **complexité locale** pour cet élément, c'est-à-dire le **nombre de relations entrantes et sortantes** (Bougon *et al.* 1977 ; Komocar 2003). Cette approche est très semblable à la notion de "**total degree**" de Harary *et al.* (1965) issue de la théorie des graphes, qui s'applique parfaitement aux cartes cognitives (Eden *et al.* 1992). Ce type de centralité est donc une prédiction de l'importance d'une variable au sein d'une carte pour un sujet (Allard-Poesi 1996). Elle correspond à une vision de type rayonnante que chacun se fait de la centralité et donc de l'importance d'une variable. Ce type de centralité est donc parfaitement adapté à notre cas d'étude. De plus, elle est relativement facile à calculer. Par la suite, le terme de centralité sera employé pour définir la centralité de type "degree". Dans le cas contraire, l'expression complète sera utilisée.

Mathématiquement, la centralité de type "degree" est la somme des "**indegree**" et "**outdegree**" (Ozesmi 1999) d'une variable donnée, c'est-à-dire respectivement le nombre de relations influençant cette variable, ou émanant de celle-ci. Dans le cadre de **cartes cognitives dyadiques** (où la force des relations causales est binaire), la centralité se calcule en additionnant les valeurs par ligne et par colonne de la variable en question. Toutefois, si l'utilisation de schéma dyadique peut se justifier dans un cadre sociologique, son application dans le cadre de cartes cognitives est remise en cause depuis fort longtemps (Freeman *et al.* 1991). En effet, dans le cas des **cartes**

**cognitives**, contrairement aux cartes binaires, une variable peut être beaucoup plus centrale si les relations influençant ou émanant de cette variable sont caractérisées par des **forces de fortes intensité** (Kosko 1986). Il est donc préférable de calculer une **centralité pondérée**, en additionnant les valeurs absolues des forces en ligne et en colonne pour une variable donnée. Pour simplifier l'interprétation et la comparaison entre acteurs, il est également préférable de normaliser cette mesure de centralité pondérée (Everett and Borgatti 1999) en fonction de la valeur maximale de la force et du nombre de variables maximales possibles. Dans le cadre d'une matrice de proximité élargie à l'ensemble des variables d'un rang ontologique  $r$ , la mesure de **centralité pondérée et normalisée** (SWC = Standardized Weighted Centrality) se calcule de la façon suivante (Figure 11) :

$$SWC_{A_k} = \frac{\sum_{i=1}^{N_r} |a_{ik}| + \sum_{j=1}^{N_r} |a_{kj}|}{2 \cdot N_r \cdot F_{max}}$$

$N_r$  = Nombre de variables de l'ontologie au rang  $r$   
 où  $F_{max}$  = valeur maximale possible de la force d'un lien

Figure 11 : Mesure de la Centralité Pondérée et Normalisée d'une variable  $k$  pour un rang ontologique  $r$

En déterminant, pour chaque acteur, l'importance relative donnée aux différentes variables au sein de sa carte, il est possible de s'appuyer sur ces **propriétés émergentes** afin de définir un point de comparaison entre acteurs. D'un point de vue structurel, deux **acteurs sont proches** à partir du moment où ils accordent la même importance aux mêmes variables au sein de leur carte respective, c'est-à-dire que les valeurs de **centralité sont semblables** ou proches pour une variable donnée.

Parmi la multitude de mesures disponibles (Legendre and Legendre 1998), deux se prêtent particulièrement bien à ce type de données : la distance de **Canberra** (distance métrique) et celle de **Bray-Curtis** (distance semi-métrique). D'un point de vue mathématique, ces deux mesures de distances sont proches l'une de l'autre. Selon Faith *et al.* (1987), la distance de Bray-Curtis serait beaucoup plus adaptée pour mettre en évidence des **gradients**, c'est-à-dire des **dissimilarités** entre individus. De plus, pour la distance de Canberra, la différence observée entre deux fortes centralités contribue moins à la valeur de la distance que les différences observées pour de faibles centralités. A contrario, pour la distance de Bray-Curtis, les centralités de faibles et fortes valeurs participeront de la même manière à la mesure de la distance finale (Legendre and Legendre 1998). Enfin la distance de Bray-Curtis est mieux adaptée dans le cadre de **comparaisons de données normalisées**. Le calcul de la distance entre deux individus A et B se fait de la façon suivante (Bray and Curtis 1957) :

$$D_{(A,B)} = \frac{\sum_{k=1}^{N_r} |SWC_{A_k} - SWC_{B_k}|}{\sum_{k=1}^{N_r} (SWC_{A_k} + SWC_{B_k})}$$

Figure 12 : Distance de Bray-Curtis entre les acteurs A et B

### I.3. Représentation graphique : le MultiDimensional Scaling (MDS)

Le **MultiDimensional Scaling** (MDS) peut être considéré comme une alternative à l'analyse factorielle. D'une manière générale, l'objectif de ce type d'analyse est de déterminer les dimensions sous-jacentes aux données qui permettent d'expliquer les similarités ou dissimilarités (distances) observées parmi les acteurs. Pour une analyse factorielle, les similarités entre les acteurs sont représentées dans une matrice de corrélation. Pour le MDS, une **matrice de similarité** ou de **distances** suffit. Cependant, contrairement à l'analyse factorielle, le MDS permet d'analyser des mesures de **distances non-métriques** (Hanneman and Riddle 2005). C'est la raison principale pour laquelle cette méthode statistique a été choisie. Dans le cadre de cette étude, le MDS sera essentiellement utilisé pour fournir une **représentation graphique en deux dimensions** des différents schèmes parmi les acteurs.

Comme pour l'analyse factorielle, le **choix du nombre de dimensions** à considérer est un problème clé de l'analyse. Or l'objectif ici est de réduire la complexité observée à un nombre minimal de dimensions. Mathématiquement, plus le nombre de dimensions prises en compte est élevé, plus l'ajustement du modèle aux données est fort. Pour le MDS, cette mesure de distorsion est appelé *Stress*. Un stress de 0 signifie que les individus décrits originalement et ces mêmes individus décrits sous un nombre de dimensions réduit sont parfaitement corrélés. Le choix du nombre de dimensions et de la valeur adéquate du seuil du "stress" font l'objet de nombreuses polémiques et s'analysent généralement au cas par cas. Cependant, compte tenu de **l'objectif de représentation graphique**, la valeur du "stress" importe peu (Legendre and Legendre 1998). En effet, seule la **structure sous-jacente** aux données est intéressante. C'est pour cela que le **nombre de dimensions d'analyse est de 2**. La valeur de "stress" est indiquée uniquement pour donner une **notion sur le recul** à avoir en observant les graphiques.

En termes d'interprétation des résultats, il est très important de noter que la signification des axes, de même que l'orientation du graphique obtenu n'a absolument aucune signification. En effet, c'est la distance entre les points qui importe le plus. En ce sens, toutes les transformations conservant les distances (dont la symétrie et la rotation) sont applicables à la représentation graphique obtenue sans que cela ne change en rien la validité ni l'interprétation des résultats observés.

## II. Résultats

### II.1. Courbes d'accumulation des variables

En cartographie cognitive, un **échantillon** sera **représentatif** à partir du moment où les variables définies par les acteurs au sein de leur carte se répètent et que les **entretiens supplémentaires** n'apportent que très **peu d'éléments nouveaux** (Ozesmi 1999). Mathématiquement, cela se traduit par le calcul de **courbes d'accumulation** de variables, à l'image des courbes d'accumulation d'espèces réalisées en écologie, lors de campagnes d'échantillonnage.

Concrètement, pour chaque rang ontologique et pour un ensemble d'acteurs, on calcule le nombre moyen de variables citées pour un groupe de  $n$  acteurs, en faisant ici varier  $n$  de 1 à 41.

#### II.1.1. Pour l'ensemble des acteurs

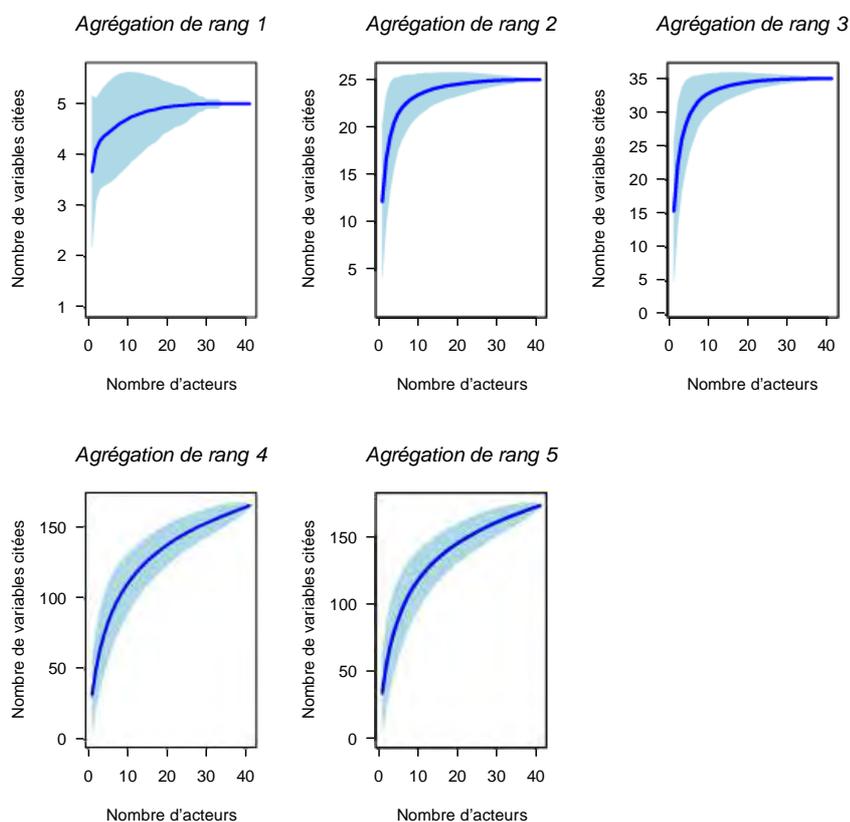


Figure 13 : Courbe d'accumulation des variables pour l'ensemble des acteurs

Pour chacun des rangs ontologiques, la courbe d'accumulation des variables est calculée en fonction du nombre d'acteurs pris en compte (Figure 13). La courbe centrale est le nombre moyen de variables différentes citées par les acteurs dans leurs cartes.

Compte tenu du grand nombre de combinaisons possibles parmi les groupes d'acteurs (environ  $2,2 \cdot 10^{12}$  combinaisons possibles), un échantillonnage aléatoire est effectué (Gotelli and Colwell 2001). Le **halo** autour de la courbe centrale correspond à l'**écart-type** associé à la valeur

moyenne pour un groupe d'acteurs donné. A titre d'information, la fonction nommée "specaccum" du package "Vegan" sous R a été utilisée pour réaliser ces courbes.

La comparaison de la forme générale des courbes d'accumulation des variables pour l'ensemble des acteurs interrogés, en fonction du rang d'agrégation, montre que la **concavité** des courbes augmente quand le rang diminue. Ceci est particulièrement marqué pour les courbes de **rang 1, 2 et 3** où la courbe atteint un **plateau de saturation**. Dans ces 3 cas, ce plateau de saturation se situe respectivement pour des valeurs de **5, 25 et 35 variables** citées par cartes, ce qui correspond au nombre maximal de variables de classe par rang ontologique. Dans les trois cas, ce plateau est atteint lorsqu'environ **25 cartes d'acteurs** sont prises en compte.

La **courbe de rang 1** est cependant à analyser à part, Compte tenu du très faible nombre de variables. En effet, le calcul de la courbe exacte pour ce rang ontologique aurait été possible sans échantillonnage, mais par souci d'homogénéité, la même méthode de calcul a été appliquée ici, que pour les autres rangs. Ceci explique la forme particulière de l'écart-type associé à cette courbe moyenne. Enfin, compte tenu du faible nombre de variables, la courbe réelle aurait sûrement été plus concave et le plateau de saturation atteint pour une **dizaine** de personnes environ.

Contrairement aux trois précédentes, les courbes d'accumulation pour les **rangs 4 et 5** ne présentent **pas de plateau de saturation**. Par interpolation, ce dernier serait atteint en interrogeant une centaine de personnes, avec environ **200 variables** tracées par carte.

### **II.1.2. Pour les acteurs de la tribu d'Oundjo et des villages**

Comme précédemment, le calcul des courbes d'accumulation de variables pour les acteurs de la tribu d'Oundjo et les acteurs des villages se fait par tirage aléatoire sur l'ensemble des acteurs. Le nombre moyen de variables différentes tracées par carte est calculé (courbe centrale), ainsi que l'écart-type associé à cette mesure (halo).

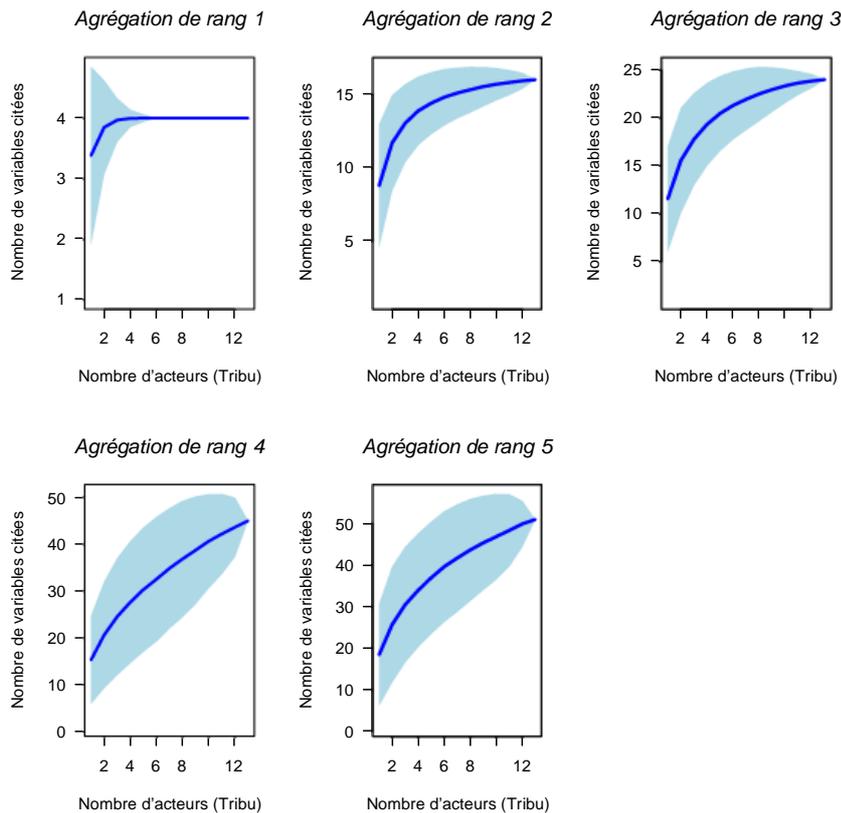


Figure 14 : Courbes d'accumulation des variables pour les acteurs de la tribu d'Oundjo

Les courbes d'accumulation de variables des acteurs de la **tribu d'Oundjo** sont relativement **peu concaves**. A l'exception de la courbe tracée pour le rang ontologique 1, elles n'atteignent **pas de plateau de saturation**. Le nombre maximal de variables citées, en fonction du rang ontologique, est de 4 variables pour le rang 1, 16 pour le rang 2, 24 pour le rang 3, 59 pour le rang 4 et 65 pour le rang 5.

Par interpolation des courbes, le plateau de saturation est atteint pour un échantillonnage d'environ **15-20 personnes** pour les **rangs 2 et 3**, ce qui correspond aux **16 et 24 variables** citées par carte pour ces deux rangs respectifs. L'interpolation des deux courbes de **rang 4 et 5** est nettement plus délicate Compte tenu de leur faible concavité. Néanmoins, il est possible d'estimer qu'un échantillonnage compris entre **70 et 90 personnes** permettrait d'atteindre le plateau de saturation, ce qui correspondrait à environ **70-80 variables** tracées par carte. Pour ces deux dernières courbes, il faut noter la forme particulièrement évasée du halo autour de la courbe centrale. Ceci traduit des écarts-types assez conséquents, synonymes d'une **forte hétérogénéité** dans le nombre de variables tracées par carte entre les acteurs de la tribu d'Oundjo.

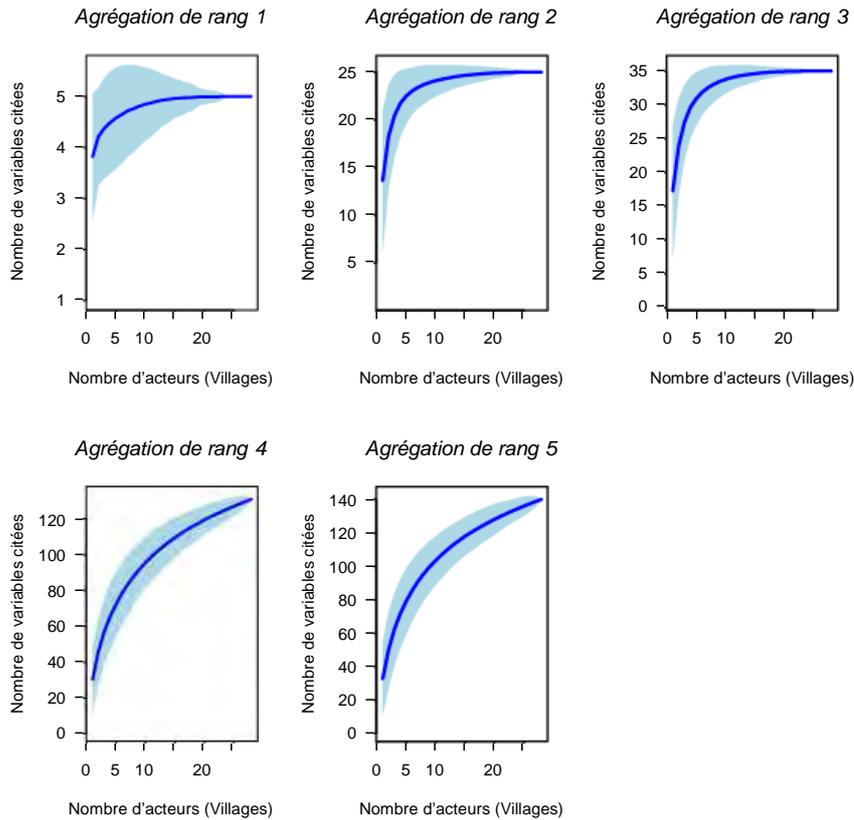


Figure 15 : Courbes d'accumulation des variables pour les acteurs des villages

Pour les **acteurs des villages**, les formes générales des courbes d'accumulation de variables citées en fonction du rang ontologique sont très proches de celles obtenues pour l'ensemble des acteurs. Les courbes calculées pour les **rangs 1, 2 et 3** ont une concavité marquée et atteignent un plateau de saturation pour un échantillon d'environ **15 personnes**, ce qui correspond à, respectivement, **5, 25 et 35 variables** tracées par carte pour les rangs 1, 2 et 3. Ces valeurs correspondent aux nombres maximum de variables de classe pour les 3 rangs.

Pour les **rangs 4 et 5**, quasi-identiques du point de vue ontologique, la courbe d'accumulation n'atteint pas son plateau de saturation. Pour les **28 acteurs interrogés** dans les villages de Voh-Koné-Pouembout, **159 variables** ont été citées pour un **rang 4** et **167** pour un **rang 5**. Par interpolation, ce plateau de saturation apparaîtrait pour un nombre de variables citées d'environ **160** pour le **rang 5** et **150** le **rang 4**. Respectivement, ces valeurs seraient obtenues avec environ **65 cartes tracées**.

## II.2. Hiérarchisation de l'importance des variables au sein des Cartes Cognitives

### II.2.1. Fréquence de citation initiale des variables en fonction du rang ontologique

Dans la méthodologie mise en place, avant toute analyse pour un **rang  $r$**  donné, toutes les cartes individuelles sont **désagrégées au rang 5** puis **ré-agrégées pour ce rang**. L'étape de désagrégation vise à établir un **référentiel de comparaison commun** entre l'ensemble des cartes. Ceci est justifié par le fait que, lors du tracé des cartes, les acteurs s'expriment sur la vision du

fonctionnement du système considéré en fonction de leurs niveaux de connaissances. Aussi, au sein d'une même carte, les variables citées n'appartiennent pas nécessairement au même rang ontologique.

D'une manière générale, les acteurs se sont majoritairement exprimés avec des variables de **rang 4**, quelques variables de **rang 3** et de façon anecdotique de rang 2 et 5. Aucun acteur n'a cité de variable de rang 1 (Tableau 1).

La comparaison du nombre de variables citées par les acteurs de la **tribu** d'Oundjo et de ceux des **villages** de Voh-Koné-Pouembout lors du tracé initial des cartes, montre une **forte ressemblance**. En effet, ce sont majoritairement des variables de **rang 4** qui ont été citées, avec quelques variables de **rang 3**. Les variables de rang 5 ont été citées beaucoup moins souvent. Par contre, seuls les acteurs des villages ont cité des variables de rang 2. Si on considère le nombre moyen de variables citées par carte entre les acteurs de la tribu et les acteurs des villages, on constate une différence surtout pour le rang 4, où un acteur des villages cite en moyenne 22 variables de rang 4 par carte, contre 13 pour un acteur de la tribu.

Au niveau des catégories d'acteurs, peu de résultats sont fondamentalement différents des résultats généraux présentés dans les chapitres précédents. Pour le rang 4, ce sont les **gestionnaires, les scientifiques et les industriels** qui ont, en moyenne, tracé près de **deux fois plus de variables de rang 4** par carte que les autres catégories d'acteurs. De même ce sont les scientifiques qui ont tracé le plus grand nombre de variables de rang 5 dans leur carte initiale, témoignant ainsi d'une volonté de détailler et de préciser au maximum leur vision.

Tableau 1 : Nombre moyen de variables citées par acteur, par catégorie, en fonction du rang d'agrégation lors du tracé initial des cartes cognitives

|   | Rang 1   |          |          | Rang 2     |            |            | Rang 3     |            |            | Rang 4      |             |             | Rang 5     |            |            |
|---|----------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
|   | Tribu    | Village  | Moyenne  | Tribu      | Village    | Moyenne    | Tribu      | Village    | Moyenne    | Tribu       | Village     | Moyenne     | Tribu      | Village    | Moyenne    |
| Pêcheur professionnel                   | 0        | 0        | 0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 2.0        | 3.0        | 2.3        | 13.0        | 21.0        | 15.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        |
| Vrai pêcheur/Pêcheur loisir             | 0        | 0        | 0        | 0.0        | 0.9        | 0.5        | 2.2        | 2.0        | 2.1        | 14.2        | 16.7        | 15.5        | 0.2        | 0.1        | 0.2        |
| Ancien pêcheur/Non pêcheur              | 0        | 0        | 0        | 0.0        | 0.6        | 0.3        | 2.0        | 2.8        | 2.4        | 12.5        | 19.0        | 16.1        | 0.3        | 0.2        | 0.2        |
| Gestionnaires Pêches                    | 0        | 0        | 0        | 1.3        | 1.3        | 1.3        |            | 3.0        | 3.0        |             | 30.5        | 30.5        |            | 1.5        | 1.5        |
| Gestionnaires Agriculture/Environnement | 0        | 0        | 0        | 1.5        | 1.5        | 1.5        |            | 2.5        | 2.5        |             | 33.0        | 33.0        |            | 0.0        | 0.0        |
| Autres Gestionnaires                    | 0        | 0        | 0        | 1.7        | 1.7        | 1.7        |            | 2.7        | 2.7        |             | 23.3        | 23.3        |            | 0.3        | 0.3        |
| Agriculteur                             | 0        | 0        | 0        | 1.0        | 1.0        | 1.0        |            | 4.0        | 4.0        |             | 11.0        | 11.0        |            | 0.0        | 0.0        |
| Aquaculteur                             | 0        | 0        | 0        | 0.5        | 0.5        | 0.5        |            | 2.5        | 2.5        |             | 8.5         | 8.5         |            | 0.0        | 0.0        |
| Scientifique                            | 0        | 0        | 0        | 2.0        | 2.0        | 2.0        |            | 2.0        | 2.0        |             | 37.0        | 37.0        |            | 4.5        | 4.5        |
| Gestionnaire industriel                 | 0        | 0        | 0        | 2.0        | 2.0        | 2.0        |            | 2.0        | 2.0        |             | 35.0        | 35.0        |            | 0.0        | 0.0        |
| <b>Moyenne</b>                          | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0.0</b> | <b>1.1</b> | <b>0.7</b> | <b>2.1</b> | <b>2.5</b> | <b>2.4</b> | <b>13.4</b> | <b>22.4</b> | <b>19.6</b> | <b>0.2</b> | <b>0.6</b> | <b>0.5</b> |

## II.2.2. Pour l'ensemble des acteurs, en fonction du rang ontologique

Du point de vue de la cartographie cognitive, l'importance d'un concept au sein d'une carte se détermine par le calcul de sa centralité. Mathématiquement, cela consiste à additionner le nombre de relations entrantes et le nombre de relations sortantes pour une variable donnée. Pour établir une mesure comparable entre acteurs pour un rang donné, cette mesure de centralité a été pondérée (Everett and Borgatti 1999) et normalisée (Markoczy 1994).

- Au rang 1 de l'ontologie, les deux variables les plus importantes sont l'**écosystème lagonaire** (1)<sup>4</sup> et le **sociosystème** (5), suivies de l'**écosystème terrestre** (4) et des **facteurs externes** (3). Seul l'**écosystème océanique** (2) a une SWC d'environ 0,01 (Tableau 2). Ceci signifie que pour l'ensemble des acteurs, l'écosystème océanique (2) n'a qu'un rôle peu important dans le fonctionnement de l'écosystème de la zone d'étude.

Tableau 2 : Calcul de la Centralité Normalisée et Pondérée (SWC) en fonction du rang ontologique

| Rang 1    |        | Rang 2    |        | Rang 3    |        | Rang 4    |        | Rang 5    |        |
|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| Variables | SWC    |
| 1         | 0.2896 | 5 2       | 0.0702 | 1 1 1     | 0.0528 | 1 1 1 1   | 0.0213 | 1 1 1 1   | 0.0229 |
| 5         | 0.2523 | 1 1       | 0.0685 | 5 2 1     | 0.0417 | 1 1 1 2   | 0.0202 | 1 1 1 2   | 0.0215 |
| 4         | 0.1958 | 1 2       | 0.0592 | 4 4 1     | 0.0317 | 5 2 1 2   | 0.0194 | 5 2 1 2   | 0.0206 |
| 3         | 0.1225 | 5 1       | 0.0538 | 1 2 2     | 0.0316 | 5 2 1 1   | 0.0193 | 5 2 1 1   | 0.0205 |
| 2         | 0.0112 | 4 4       | 0.0486 | 5 4       | 0.0309 | 5 2 1 3   | 0.0192 | 5 2 1 3   | 0.0203 |
|           |        | 5 4       | 0.0381 | 1 2 1     | 0.0305 | 1 1 1 3   | 0.0176 | 1 1 1 3   | 0.0190 |
|           |        | 4 1 0     | 0.0330 | 5 1 2     | 0.0287 | 5 4 1     | 0.0109 | 5 4 1     | 0.0105 |
|           |        | 3 1       | 0.0327 | 3 1       | 0.0254 | 5 1 2 1   | 0.0107 | 5 1 2 1   | 0.0102 |
|           |        | 4 3       | 0.0288 | 4 3       | 0.0241 | 5 4 2     | 0.0096 | 5 4 2     | 0.0093 |
|           |        | 4 9       | 0.0262 | 4 1 0     | 0.0239 | 5 4 3     | 0.0086 | 1 2 2 3   | 0.0090 |

Ces observations sont confirmées par l'analyse de l'importance des variables pour les autres rangs. Au sein de l'écosystème lagonaire, les acteurs estiment que l'**état des ressources** (1 1), notamment en terme de **biomasse**, (1 1 1) et quel qu'en soit le type (récifales 1 1 1 1, de bordure de lagon 1 1 1 2 et dans un légère moindre mesure des herbiers 1 1 1 3), ainsi que l'**état du milieu récifo-lagonaire** (1 2) sont deux éléments importants. Du point de vue du fonctionnement du système, ces éléments, notamment 1 1 et 1 2, jouent un rôle similaire. Compte tenu de leurs SWC fortes et proches l'une de l'autre. La **pêche** (5 2), notamment par le biais de la **quantité pêchée** (5 2 1) et le **développement de la région** (5 1), synonyme **d'augmentation de la population** (5 1 2) dont celle des **villes** (5 1 2 1), sont également des éléments primordiaux à prendre en compte.

- Au rang 2, l'**écosystème terrestre** (4), via principalement l'**eau douce** (4 4), l'**agriculture** et l'**élevage** (4 1), puis dans une moindre mesure la **mangrove** (4 3) et les **activités minières** (4 9), sont également des éléments à considérer pour bien comprendre le système.

- Au rang 3, la qualité de l'**eau douce** (4 4 1) joue un rôle nettement plus important dans le fonctionnement du système qu'elle ne jouait au rang 2. L'importance relative des autres variables ne change quasiment pas.

<sup>4</sup> Les termes utilisés et les valeurs entre parenthèse font référence à l'ontologie établie dans le Chapitre II. La correspondance entre valeurs numériques et sémantiques des variables est disponible en Annexe 7, Volume II.

- Les SWC des variables de **rang 4 et 5** sont quasi semblables : elles ne donnent qu'une **vision plus détaillée** des éléments importants à prendre en compte. Hormis l'état des ressources (1 1 1 1, 1 1 1 2 et 1 1 1 3), ce sont les quantités prélevées par les différents types de pêcheurs (plaisanciers 5 2 1 2, professionnels 5 2 1 1 et vivriers 5 2 1 3) et le nombre de pêcheurs (5 4) qui sont à prendre en compte pour expliquer l'évolution possible du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout.

### II.2.3. Pour l'ensemble des acteurs de la tribu d'Oundjo et des villages, en fonction du rang ontologique

Comme précédemment, la centralité (SWC) a été calculée à partir des cartes moyennes de l'ensemble des acteurs de la **tribu** d'Oundjo et des **villages** de Voh-Koné-Pouembout.

Le Tableau 3 classe, pour un rang donné, les 10 premières variables par ordre d'importance, pour l'ensemble des acteurs des **villages**. Le Tableau 4 fait de même pour les acteurs de la **tribu** d'Oundjo.

Tableau 3 : Calcul de la SWC pour l'ensemble des acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout, en fonction du rang ontologique

| Rang 1    |        | Rang 2    |        | Rang 3    |        | Rang 4    |        | Rang 5    |        |
|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| Variables | SWC    |
| 1         | 0.3140 | 1 1       | 0.0815 | 1 1 1     | 0.0605 | 1 1 1 1   | 0.0248 | 1 1 1 1   | 0.0268 |
| 5         | 0.3010 | 1 2       | 0.0755 | 5 2 1     | 0.0427 | 1 1 1 2   | 0.0232 | 1 1 1 2   | 0.0248 |
| 4         | 0.2842 | 5 1       | 0.0753 | 1 2 2     | 0.0407 | 5 2 1 2   | 0.0222 | 5 2 1 2   | 0.0227 |
| 3         | 0.1314 | 5 2       | 0.0679 | 5 1 2     | 0.0402 | 5 2 1 1   | 0.0221 | 5 2 1 1   | 0.0226 |
| 2         | 0.0183 | 4 4       | 0.0595 | 1 2 1     | 0.0401 | 5 2 1 3   | 0.0220 | 5 2 1 3   | 0.0224 |
|           |        | 4 10      | 0.0474 | 4 4 1     | 0.0396 | 1 1 1 3   | 0.0193 | 1 1 1 3   | 0.0211 |
|           |        | 5 4       | 0.0421 | 4 10      | 0.0344 | 5 1 2 1   | 0.0153 | 5 1 2 1   | 0.0146 |
|           |        | 4 3       | 0.0404 | 4 3       | 0.0338 | 5 4 1     | 0.0134 | 1 2 2 3   | 0.0132 |
|           |        | 3 1       | 0.0392 | 5 4       | 0.0334 | 5 4 3     | 0.0125 | 5 4 1     | 0.0129 |
|           |        | 4 9       | 0.0345 | 3 1       | 0.0305 | 1 2 2 3   | 0.0125 | 5 4 3     | 0.0121 |

Tableau 4 : Calcul de la SWC pour l'ensemble des acteurs de la tribu d'Oundjo, en fonction du rang ontologique

| Rang 1    |        | Rang 2    |        | Rang 3    |        | Rang 4    |        | Rang 5    |        |
|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| Variables | SWC    |
| 1         | 0.1967 | 5 2       | 0.0752 | 5 2 1     | 0.0396 | 1 1 1 1   | 0.0138 | 5 2 1 1   | 0.0159 |
| 5         | 0.1797 | 1 1       | 0.0405 | 1 1 1     | 0.0363 | 1 1 1 2   | 0.0138 | 5 2 1 2   | 0.0159 |
| 4         | 0.1292 | 5 4       | 0.0295 | 5 4       | 0.0257 | 1 1 1 3   | 0.0138 | 5 2 1 3   | 0.0159 |
| 3         | 0.0823 | 4 4       | 0.0251 | 5 2 3     | 0.0198 | 5 2 1 1   | 0.0133 | 1 1 1 1   | 0.0145 |
| 2         | 0.0000 | 1 2       | 0.0241 | 5 6       | 0.0165 | 5 2 1 2   | 0.0133 | 1 1 1 2   | 0.0145 |
|           |        | 5 6       | 0.0222 | 4 4 1     | 0.0145 | 5 2 1 3   | 0.0133 | 1 1 1 3   | 0.0145 |
|           |        | 3 1       | 0.0187 | 3 1       | 0.0144 | 5 2 3 1   | 0.0084 | 5 2 3 1   | 0.0080 |
|           |        | 5 3       | 0.0111 | 1 2 2     | 0.0119 | 5 4 2     | 0.0070 | 5 4 2     | 0.0067 |
|           |        | 5 9       | 0.0092 | 1 2 1     | 0.0098 | 5 4 1     | 0.0056 | 5 4 1     | 0.0053 |
|           |        | 4 9       | 0.0083 | 5 3 1     | 0.0092 | 5 6 1     | 0.0053 | 5 6 1     | 0.0051 |

La comparaison de ces deux tableaux avec celui obtenu pour l'ensemble de tous les acteurs confondus montre une **très forte similarité**. En particulier le Tableau 3 établi pour les acteurs des villages. En effet, aux rangs 1, 4 et 5, les variables citées par les acteurs des villages ont le même classement en terme d'importance. Au **rang 2**, la différence se situe au niveau des deux variables 1 1 et 5 2. En effet, les acteurs des **villages** accordent plus d'importance à l'**état des ressources** (1 1) que l'ensemble des acteurs confondus, pour lesquels la **pêche** (5 2) joue un rôle prépondérant dans le fonctionnement du système. Si l'on détaille un peu plus cette vision en se plaçant au **rang 3**, on s'aperçoit que la pêche, en particulier la **quantité pêchée** (5 2 1), joue de nouveau un rôle important. Par contre, la **qualité de l'eau douce** (4 4 1) et le **nombre de pêcheurs** (5 4) jouent un rôle moins important dans le fonctionnement du système pour les

acteurs des villages, que pour l'ensemble des acteurs confondus. A l'inverse, **l'érosion** (4 10) semblent plus préoccuper les acteurs des villages que l'ensemble des acteurs confondus.

L'analyse comparative des deux tableaux précédents met en évidence des **dissemblances notables** sur les différentes importances accordées aux variables par les acteurs de la tribu. En effet, une vision de **rang 1** semble montrer que tribu et villages accordent sensiblement la même importance aux mêmes éléments. Cependant, **l'écosystème océanique** (2) présente une centralité nulle, ce qui signifie que les acteurs de la tribu estiment que cet élément ne rentre pas en ligne de compte pour expliquer le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone d'étude. Contrairement aux villages, les acteurs de la **tribu** accordent plus d'importance au **nombre de pêcheurs** (5 4), en particulier au nombre de **pêcheurs de la tribu** (5 4 2). Ceci est particulièrement visible au **rang 4 et 5**, où la variable 5 4 2 se situe en 8<sup>ème</sup> position pour les acteurs de la tribu alors qu'elle n'est qu'à la 22<sup>ème</sup> position pour les acteurs des villages. La particularité de la **tribu** se retrouve également dès le **rang 2** où de "nouvelles" variables apparaissent. Situées respectivement en 6<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> position pour les acteurs de la tribu, la **vente des produits de la mer** (5 6), les **facteurs influençant la pêche** (5 3) et l'aspect **gestion/réglementation/contrôles** (5 9), sont des facteurs importants pris en compte par les acteurs tribaux. En termes de vente des produits de la mer, il s'agit surtout de la vente des produits de la pêche de manière légale ou non (5 6 1 aux rangs 4 et 5) à des **colporteurs** (5 6 2). Ce dernier élément est d'ailleurs caractéristique de la grande différence de point de vue entre acteurs de la tribu et des villages. En effet, cette variable se situe au 13<sup>ème</sup> rang d'importance pour les acteurs de la tribu, alors qu'elle n'est qu'au 145<sup>ème</sup> rang d'importance pour les acteurs des villages. Il en est de même pour le **braconnage et les mauvaises pratiques** (5 2 3 au rang 3 et 5 2 3 1 aux rangs 4 et 5). Au rang 3, cette variable (5 2 3), joue un rôle important dans la vision du fonctionnement du système pour la tribu (4<sup>ème</sup> position), alors qu'elle n'est classée que 25<sup>ème</sup> pour les acteurs des villages. Enfin, aux rangs 4 et 5, les acteurs des tribus ont inversé l'importance accordée aux variables 1 1 1 1, 1 1 1 2, 1 1 1 3 (états des différents types de ressources) et 5 2 1 1, 5 2 1 2, 5 2 1 3 (quantités pêchées par les différentes catégories de pêcheurs). Contrairement aux rangs 2, 3 et 5, le rang 4 met plus en avant le rôle joué par l'état des différentes ressources dans le fonctionnement du système que celui de la quantité de poissons pêchée par les différents types de pêcheurs.

Enfin, si l'on s'intéresse à l'importance accordée par les différents acteurs au rôle joué par **l'augmentation de la population** dans la zone (5 1 2), ainsi qu'à celui joué par **l'activité minière** (4 9), on s'aperçoit que les visions des acteurs des villages et des tribus sont relativement contrastées. En effet, en ce qui concerne l'importance de **l'activité minière** (4 9) sur la zone d'étude, celle-ci se situe en 12<sup>ème</sup> place au rang 3, que ce soit pour les acteurs de la **tribu** ou pour ceux des **villages**. Par contre, pour ce qui est de **l'augmentation de la population** sur la zone d'étude (5 1 2), les acteurs des **villages** estiment que cette variable joue un rôle nettement **plus important** dans le fonctionnement du système (4<sup>ème</sup> place au rang 3), que ceux des **tribus** (16<sup>ème</sup> place au rang 3).

Les acteurs de la **tribu d'Oundjo** n'utilisent qu'un **nombre restreint de variables** pour exprimer leur vision du fonctionnement de l'écosystème de la zone d'étude (Tableau 5). Ceci est particulièrement vrai pour les **rangs 4 et 5** où ils emploient, en tout, 60% de variables en moins par rapport aux acteurs des villages, ce qui est assez conséquent.

Tableau 5 : Nombre et pourcentage maximal de variables utilisées par les acteurs des villages et de la tribu d'Oundjo en fonction du rang d'agrégation

|        | Villages | Tribu | Village % | Tribu % |
|--------|----------|-------|-----------|---------|
| Rang 1 | 5        | 4     | 100       | 80      |
| Rang 2 | 25       | 16    | 100       | 64      |
| Rang 3 | 35       | 24    | 100       | 69      |
| Rang 4 | 159      | 59    | 96        | 36      |
| Rang 5 | 167      | 65    | 97        | 38      |

Comme déjà vu précédemment (Tableau 4), l'écosystème océanique (2) n'est absolument pas pris en compte par les acteurs de la tribu (Tableau 6). De même, l'écosystème terrestre (4) ne joue pas un rôle important dans la vision du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout pour les acteurs des tribus. En effet au **rang 2**, par déduction du Tableau 6, seules la **mangrove** (4 3), les **eaux douces** (4 4), **l'activité minière** (4 9) et **l'érosion** (4 10) ont été prises en compte par les acteurs de la tribu. Les autres éléments de **l'écosystème terrestre** (4) n'ont pas été évoqués. Enfin, aucun de ces mêmes acteurs n'a évoqué le rôle de **l'éducation** (5 11) ni celui des **aides financières** (5 8) dans leurs visions du fonctionnement du système.

Tableau 6 : Liste des variables citées uniquement par les acteurs des villages, pour les rangs 1 à 3<sup>5</sup>

| Rang1                  | Rang 2                          | Rang 3                              |                       |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 2 Ecosystème Océanique | 2 1 Milieu océanique            | 1 1 2 Cycle de vie                  |                       |
|                        | 4 1 Agriculture/Elevage         | 2 1 Milieu océanique                |                       |
|                        | 4 2 Aquaculture/Crevetticulture | 4 1 Agriculture/Elevage             |                       |
|                        | 4 5 Etat du couvert végétal     | 4 2 Aquaculture/Crevetticulture     |                       |
|                        | 4 6 Pollution industrielle      | 4 4 3 Etat du réseau hydrographique |                       |
|                        | 4 7 Dechets physiques terrestre | 4 5 Etat du couvert végétal         |                       |
|                        | 4 8 Eaux usées                  | 4 6 Pollution industrielle          |                       |
|                        | 5 8 Aides financières           | 4 7 Dechets physiques terrestre     |                       |
|                        | 5 11 Education                  |                                     | 4 8 Eaux usées        |
|                        |                                 |                                     | 5 8 Aides financières |
|                        |                                 | 5 11 Education                      |                       |

A l'inverse, les acteurs de la tribu ont utilisé une série de 6 **variables** qui leur sont extrêmement **spécifiques** (Tableau 7). Il s'agit avant tout d'éléments appartenant au **sociosystème** (5). Ces éléments montrent une vision spécifique à la tribu, puisque les termes utilisés font explicitement référence à cette dernière. Ces variables n'ont pas du tout été utilisées par les acteurs des villages.

L'ensemble de ces éléments accentue aussi la **spécificité des visions** des acteurs des villages et des tribus.

Tableau 7 : Liste des variables citées uniquement par les acteurs de la tribu d'Oundjo

| Rang 4  | Rang 5  |
|---|---|
| 5 1 2 2 Population au sein de la tribu d'Oundjo             | 5 1 2 2 Population au sein de la tribu d'Oundjo             |
| 5 3 1 1 Coutume   | 5 3 1 1 Coutume   |
| 5 3 2 4 Travail à l'extérieur de la tribu                   | 5 3 2 4 Travail à l'extérieur de la tribu                   |
| 5 6 8 Présence de moyens de locomotion                      | 5 6 8 Présence de moyens de locomotion                      |
| 5 7 3 Conseil des anciens de la tribu                       | 5 7 3 Conseil des anciens de la tribu                       |
| 5 9 3 Protection du lagon d'Oundjo par les gens de la tribu | 5 9 3 Protection du lagon d'Oundjo par les gens de la tribu |

<sup>5</sup> La liste exhaustive des variables est disponible dans la Tableau 3, Volume II

## II.3. Analyse de la distance entre les différentes cartes cognitives basée sur la mesure de Markoczy et Goldberg

Le but du tracé des cartes cognitives par les différents acteurs est de recueillir le savoir individuel au travers de la vision que chacun a du fonctionnement de l'écosystème récifolagunaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout. L'objectif final de ce travail est de déterminer comment les propriétés émergentes de ces cartes cognitives individuelles, ou des cartes de groupes, permettent de **positionner les différents acteurs, ou catégories d'acteurs**, les uns par rapport aux autres. Ceci permet de mettre en évidence des affinités ou des différences entre acteurs ou catégories d'acteurs, en termes de ressemblance ou non des visions.

Après la mise sous forme matricielle des cartes individuelles, pour un couple de cartes donné et pour un rang donné, la mesure de **Markoczy et Goldberg** (M&G) établit une distance entre ces cartes. Le **MultiDimensional Scaling** (MDS) est utilisé ici pour visualiser les positions relatives entre individus sur un espace en deux dimensions.

### II.3.1. Comparaison des distances entre catégories d'acteurs, en fonction du rang ontologique

Dans un premier temps, des cartes de groupes sont réalisées en fonction des différentes **catégories d'acteurs** interrogés. Ces cartes de groupes sont analysées deux à deux et une distance est calculée par la formule de M&G (Figure 10).

Afin d'affiner les résultats, les 11 catégories d'acteurs ont été prises en compte, en conservant la distinction sur les origines (Villages/Tribu). Ceci constitue en tout **13 cartes différentes**.

En s'intéressant aux catégories d'acteurs de la Figure 16, on constate que, quelque soit le rang ontologique considéré, il n'y a pas de regroupement immédiat des différentes catégories.

Par contre, quelque soit le rang d'observation, les pêcheurs **professionnels des villages** (1), les **agriculteurs** (8), les **aquaculteurs** (9), les **scientifiques** (10) et les **gestionnaires industriels** (11) sont les éléments les plus **excentrés**. Toutefois, aucune tendance ne peut être observée en fonction de l'évolution du rang d'agrégation.

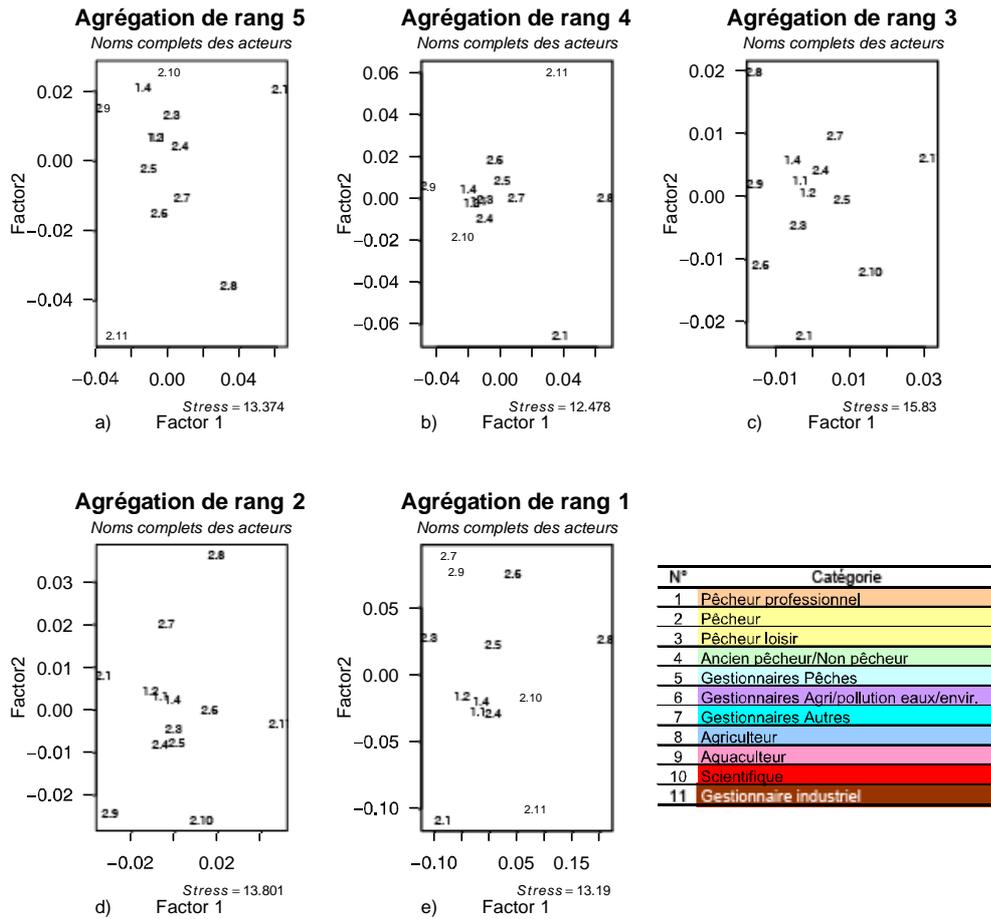


Figure 16 : Position relative des différentes catégories d'acteurs. Pour chaque point, le premier chiffre est l'origine de l'individu tracé (Tribu : 1, Villages : 2) et le second est la catégorie d'acteur

Comme précédemment, en ne s'intéressant qu'à l'origine des acteurs (Tribu : 1 ; Villages : 2), il n'est **pas possible** de déterminer une quelconque **évolution de la position relative** des catégories d'acteurs de la tribu ni de celles des villages en fonction de l'évolution du rang ontologique. Toutefois, si la position centrale des catégories d'acteurs de la **tribu d'Oundjo** n'est pas nettement marquée, il est cependant à noter que, comparativement à celles des villages, ces catégories sont beaucoup **plus groupées**. En effet, quelque soit le rang ontologique auquel on s'intéresse, ce sont les catégories d'acteurs des villages qui offrent le plus d'hétérogénéité dans leurs visions du fonctionnement récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout. Cependant, il fait noter que la proximité apparente des acteurs de la tribu est fortement biaisée par le faible nombre de catégories définies pour ces acteurs.

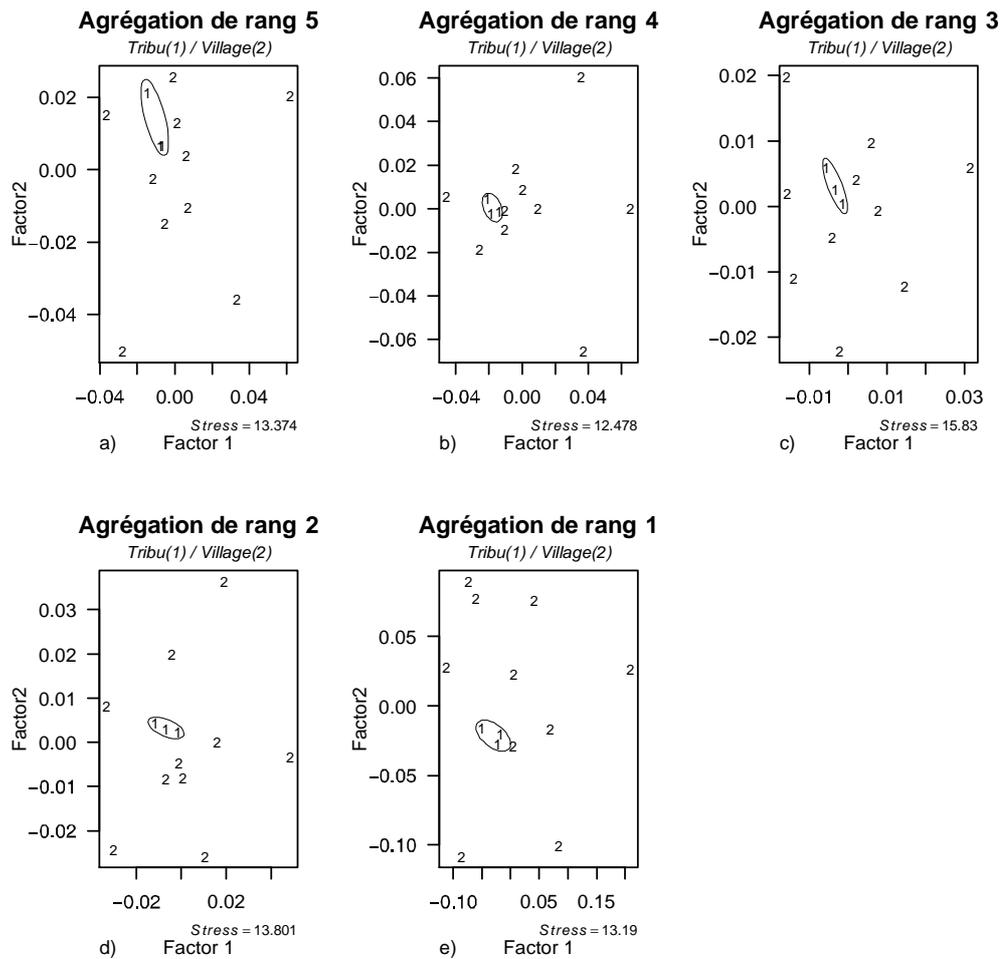


Figure 17 : Position relative des différentes catégories d'acteurs, en fonction de leurs origines (Tribu : 1, Villages : 2)

### II.3.2. Comparaison des distances entre acteurs, en fonction du rang ontologique

Il est aussi possible de représenter les distances relatives entre chacun des 41 acteurs sur un plan bidimensionnel. Toutefois représenter les acteurs de manière individuelle n'apporte que peu d'intérêt à l'étude et aucune évolution ne peut être mise en évidence.

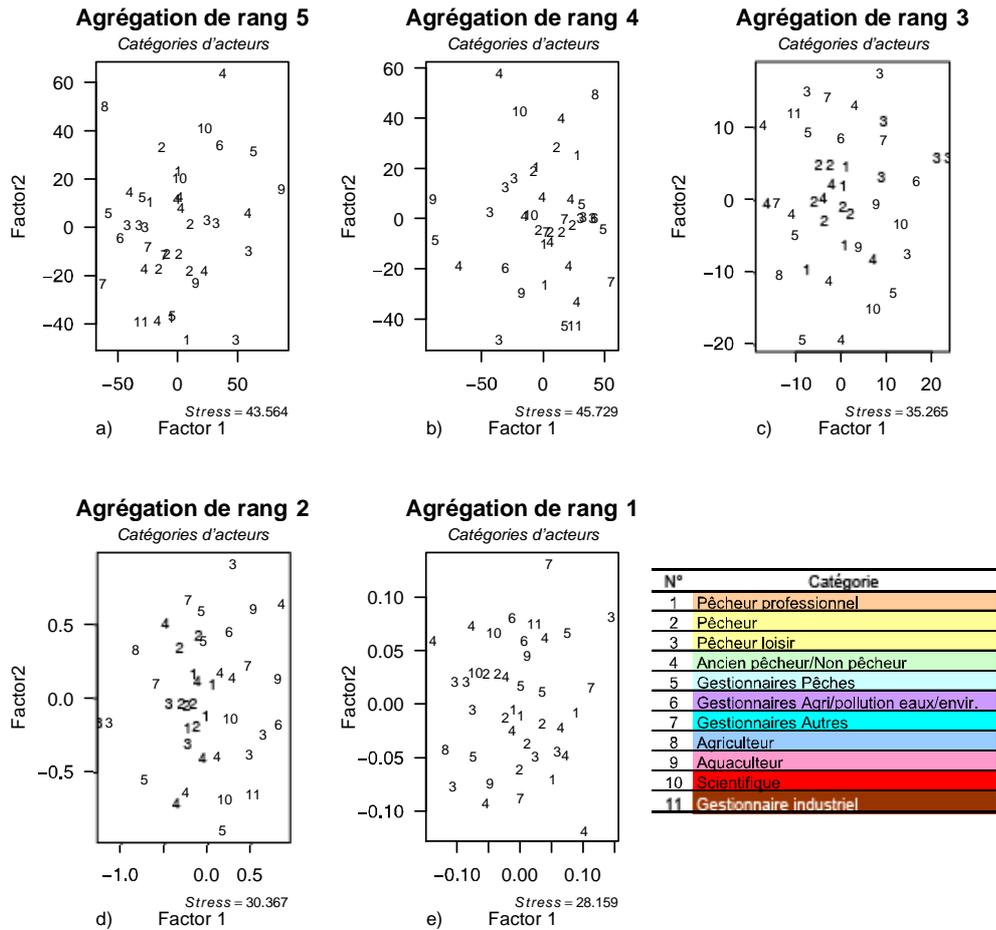


Figure 18 : Position relative des 41 acteurs, en fonction de leurs catégories

Toutefois, selon leurs origines (Tribu : 1 ; Villages : 2) et comme pour la représentation des catégories de la Figure 17, on peut considérer que les acteurs de la **tribu d'Oundjo** ont une **vision plus homogène** que ceux des villages (Figure 19). En effet, leur **dispersion** sur le graphique est **moindre** que celle des acteurs des villages. Cependant, celle-ci est beaucoup moins visible que dans la Figure 17, en raison du plus **grand nombre d'individus** représentés.

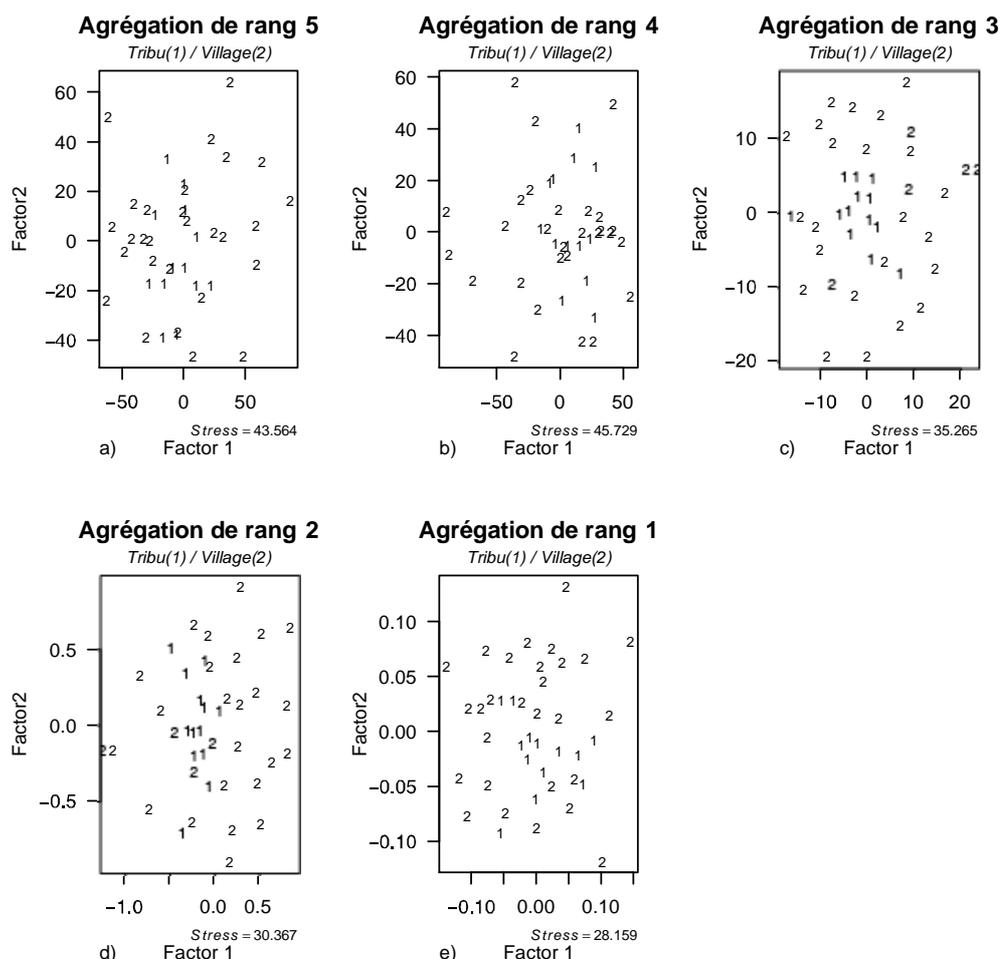


Figure 19 : Position relative des différents acteurs, en fonction de leurs origines (Tribu : 1, Villages : 2),

## II.4. Analyse de la distance entre les différentes cartes cognitives basée sur la mesure de centralité

La seconde approche établie pour mettre en évidence des **ressemblances ou dissemblances entre les visions** des différents acteurs, consiste à s'intéresser à la structure des cartes, en se basant sur les **variables**. En effet, les visions des deux catégories d'acteurs peuvent être considérées comme semblables à partir du moment où les personnes interrogées accordent la **même importance aux mêmes variables**. La notion d'importance d'un élément au sein d'un diagramme causal est déterminée par le calcul de sa centralité. Ainsi, une **centralité pondérée et normalisée (SWC)** est calculée pour chacune des variables, pour chaque carte d'acteur et pour chaque rang ontologique. La comparaison entre acteurs ou catégories d'acteurs se fait par le calcul d'une distance (**distance de Bray-Curtis**) entre ces valeurs de centralité.

### II.4.1. Comparaison des distances entre catégories d'acteurs, en fonction du rang ontologique

Comme pour l'analyse de la distance de M&G, la première étape consiste à s'intéresser aux positions relatives des différentes catégories d'acteurs en fonction du rang ontologique (Figure 20).

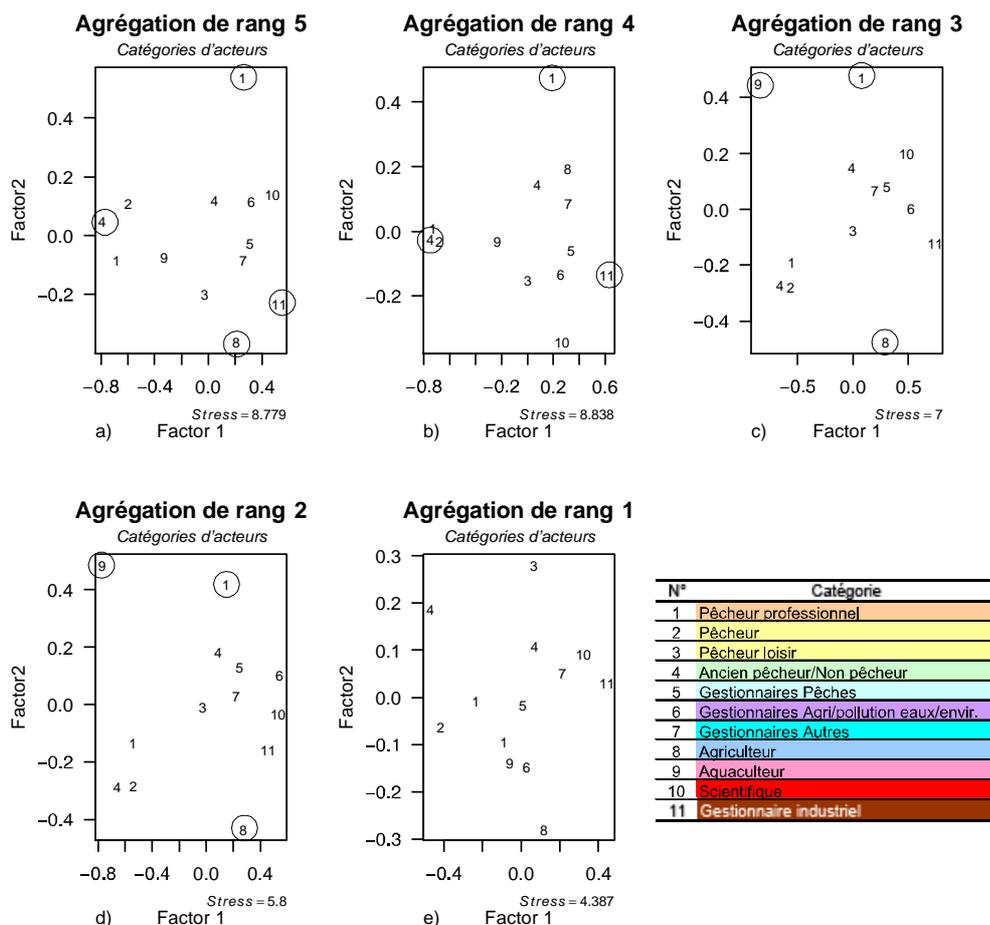


Figure 20 : Position relative des différentes catégories d'acteurs calculée par partir des mesures de centralité

Les rangs 4 et 5, mettent en évidence que les visions des **anciens pêcheurs de la tribu d'Oundjo** (4) sont très différentes de celles des **gestionnaires industriels** (11). Ceci est également vrai avec les **pêcheurs professionnels des villages** (1) et les **agriculteurs** (8) pour le rang 5 et les **scientifiques** (11) pour le rang 4.

Aux rangs 2 et 3, ce sont les **aquaculteurs** (9) et les **agriculteurs** (8) qui ont les visions les plus **éloignées**, avec les **pêcheurs professionnels des villages** (1). Mais il faut également noter que les pêcheurs professionnels (1) et non professionnels (2), ainsi que les anciens pêcheurs (4), ont une vision assez distante de celle des pêcheurs professionnels des villages (1), mais aussi des scientifiques (10) et dans une moindre mesure de la plupart des gestionnaires (gestionnaires industriels (11), gestionnaires des pêches (5) et autres gestionnaires (7)).

Sur l'ensemble des 5 graphiques, les catégories 5 et 7, c'est à dire, respectivement, les **gestionnaires des pêches** et les autres **gestionnaires**, sont relativement **proches**. A l'inverse les **agriculteurs** (8) gardent une position plutôt **excentrée**. Il est également notable que les scientifiques (10) et les gestionnaires industriels (11) ont une vision qui tend à se rapprocher au fur et à mesure que le rang ontologique d'observation diminue, contrairement aux résultats obtenus avec la mesure de M&G (Figure 16).

En ne représentant que l'origine des différentes catégories d'acteurs sur la série de graphiques précédents, les résultats sont les suivants (Figure 21) :

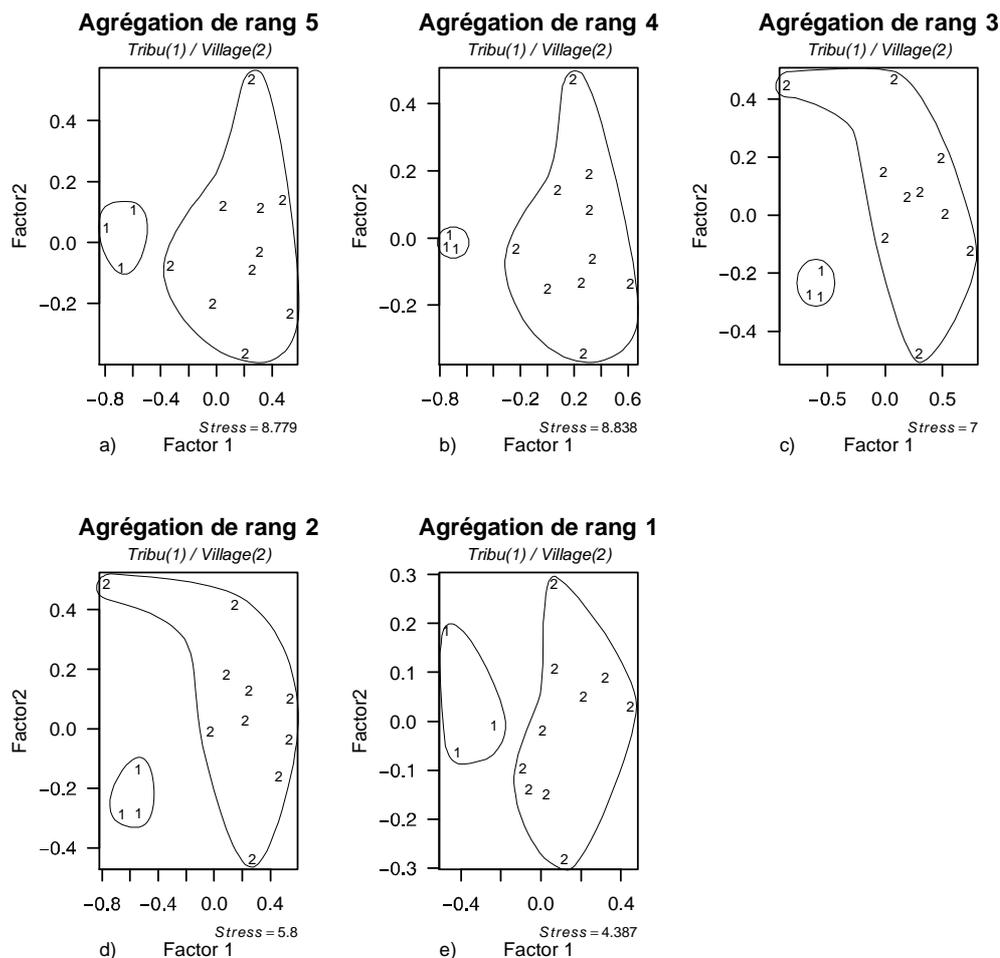


Figure 21 : Position relative des différentes catégories d'acteurs en fonction de leurs origines (Tribu : 1, Villages : 2), calculée par partir des mesures de centralité

Les deux éléments qui ressortent le plus de l'analyse de la Figure 21 sont, d'une part, la **faible dispersion des catégories** issues de la tribu d'Oundjo et la **séparation** relativement **nette** entre les visions des acteurs des **villages** et celles de la **tribu** d'autre part.

En effet, quelque soit le rang ontologique, les catégories d'acteurs de la tribu sont beaucoup plus proches entre-elles que celles des villages et forment une entité plus compacte au sein des graphiques. En d'autres termes, la **variance interne** des visions tribales est **plus faible** que celle des villageois. Ceci est légèrement moins évident pour une vision de rang 1 où les trois catégories de la tribu sont moins groupées.

Cependant, quelque soit le rang d'observation, on peut établir une **classification** assez **nette** entre les catégories issues des **tribus** et celles issues des **villages**. En effet, les visions des différentes catégories sont toujours suffisamment différentes, en termes d'importance accordées aux variables, pour qu'il n'y ait pas de fusion entre les catégories des acteurs des villages et celles de la tribu. En d'autres termes, quelque soit le recul systémique auquel ces différentes visions sont observées, une catégorie issue de la tribu d'Oundjo et un autre issue des villages seront dissemblables.

Ceci est un résultat très important, notamment en termes de mise en place de **mesures de gestion**, car cela implique nécessairement une **harmonisation des visions** du fonctionnement du système comme **préalable indispensable** à toute mise en place de **mesure de concertation** et de **gestion**.

### II.4.2. Comparaison des distances entre acteurs, en fonction du rang ontologique

Le tracé de la position relative de l'ensemble des 41 acteurs, par catégorie, en fonction du rang ontologique (Figure 22) n'apporte guère plus d'informations que précédemment. Ces graphiques mettent en évidence la **position excentrée** de quelques acteurs, en particulier deux pêcheurs de loisir des villages (3), dont les vues sont très proches entre elles, mais éloignées de la vision de l'ensemble des autres acteurs (rangs 5, 3, 2 et 1). Ceci est également notable pour les aquaculteurs (9), ce qui confirme les observations précédentes sur cette catégorie. Au rang 1, seul un groupe de 5 individus montre une nette différence entre la vision qu'ils ont du fonctionnement du système et celles des autres acteurs. Parmi ces individus, se retrouvent les deux pêcheurs de loisir (3) précédents.

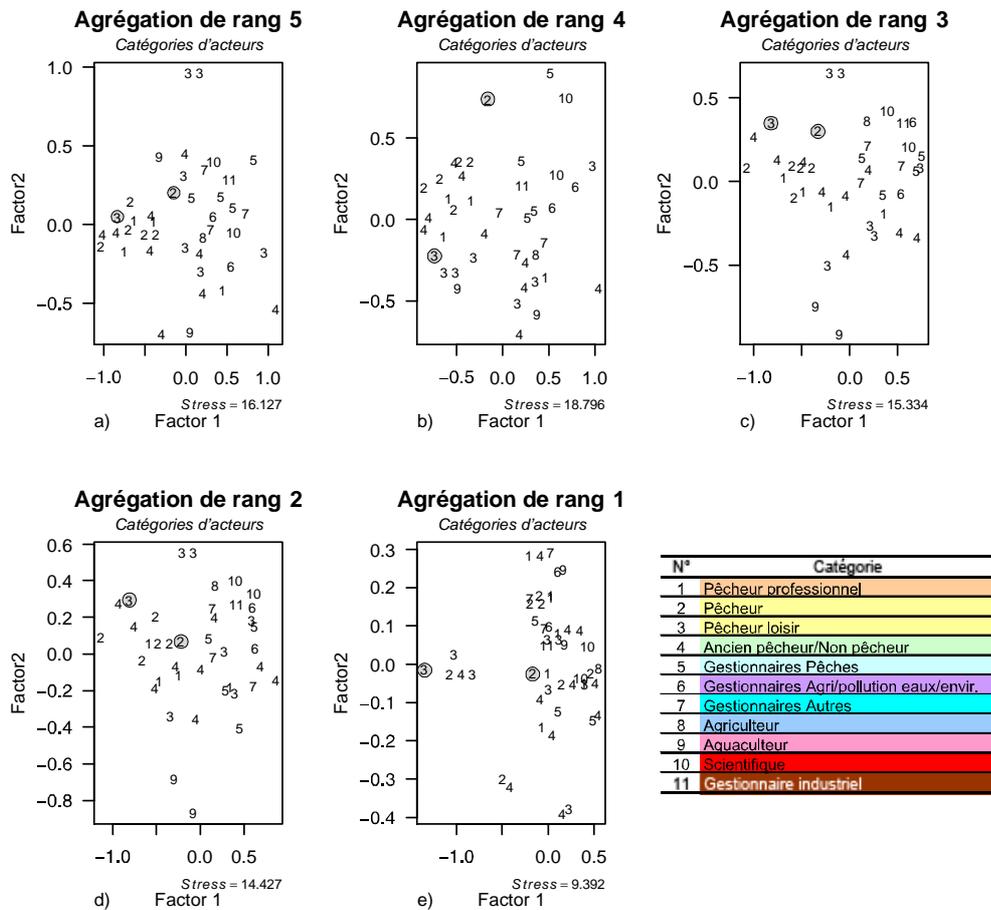


Figure 22 : Position relative des acteurs, par catégories, calculée à partir des mesures de centralité

Si on compare les acteurs en fonction de leurs origines, quelque soit le rang d'observation, la Figure 23 (tout comme la Figure 21) confirme que les **acteurs de la tribu** ont des visions du fonctionnement du système qui sont **de plus en plus proches** entre elles que celles des **acteurs des villages**, mais de manière beaucoup plus nette.

Mis à part un pêcheur de loisir des villages (3) et un pêcheur de la tribu (2) (grisés sur les Figure 22 et Figure 23), ces classes sont nettement bien délimitées pour les rangs 5, 4, 3 et 2. Il faut attendre le rang 1 pour que, contrairement à la Figure 22, les acteurs des villages et ceux de la tribu fusionnent. Ceci signifie qu'au **rang 1**, au **niveau individuel**, acteurs des **villages** et des **tribus** ont **sensiblement la même** vision du fonctionnement du système.

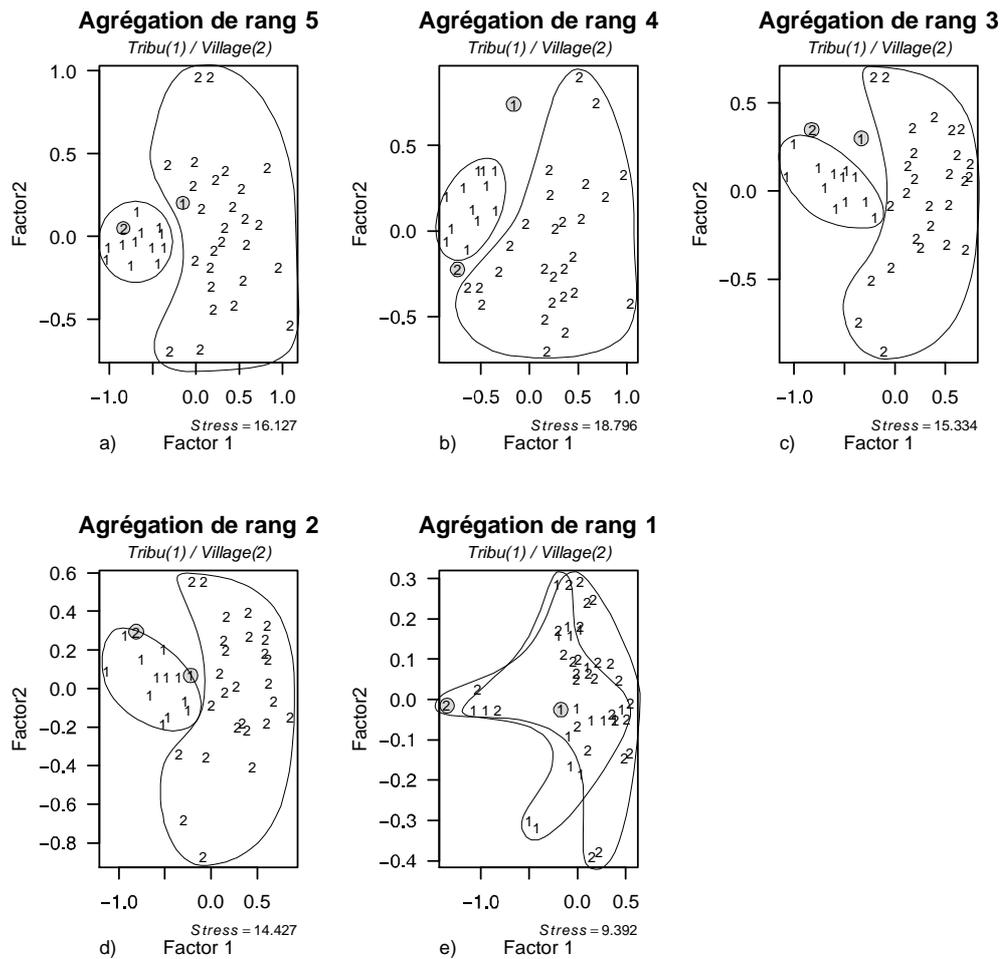


Figure 23 : Position relative des acteurs, par origine (Tribu : 1, Villages : 2), calculée par partir des mesures de centralité

Ce dernier résultat est fondamental car il apporte une information supplémentaire aux résultats obtenus dans la précédente partie. En effet, si une **harmonisation** des visions entre acteurs des villages et acteurs des tribus est un **préalable incontournable** avant la mise en place de mesures de gestion, il semblerait, au vu de ces derniers éléments, que cette étape soit plus **facilement réalisable au niveau individuel** (qu'au niveau d'un groupe d'acteurs).

## III. Analyse et Discussion

### III.1. Validation de l'échantillonnage

De la même manière qu'il est possible d'établir des **courbes d'accumulation d'espèces** en **écologie**, il est possible de déterminer des courbes **d'accumulation de variables** en **cartographie cognitive**. Dans les deux cas, ces courbes permettent de **justifier l'effort d'échantillonnage et de sa validité** (Ozesmi 1999).

En **écologie**, ces courbes d'accumulation sont tracées lors de campagnes de dénombrement d'espèces. Elles représentent souvent le rapport entre le nombre d'espèces identifiées par le chercheur et le temps (et/ou du coût) passé à réaliser l'échantillonnage. Plus ce temps est long et plus le nombre d'espèces recensées augmente, pour atteindre une limite. En effet, le nombre d'espèces n'est pas infini. Lorsque la courbe atteint un **plateau**, cela indique que pour identifier une nouvelle espèce, le chercheur devra fournir un effort d'échantillonnage beaucoup plus conséquent que celui qu'il a réalisé au début de la courbe, c'est-à-dire au début de ses observations. Dans le cas où ce type de courbe est disponible avant la mise en place d'une campagne de dénombrement, le moment du début de ce plateau donne donc une indication sur la **durée optimale d'échantillonnage**. En fin de campagne, ce type de relation permet de **justifier de la validité** de l'échantillonnage réalisé. En effet, dans le cas où le **plateau n'est pas atteint**, il est possible de considérer que le milieu étudié a été **sous-échantillonné**. Dans le cas inverse, c'est-à-dire dans le cas où le plateau de la courbe est **largement atteint**, il est possible de conclure à un **sur-échantillonnage** du milieu.

Ce principe se retrouve en **cartographie cognitive** (Ozesmi 1999). En effet, au cours des entretiens individuels, le chercheur demande au répondant de tracer sa représentation mentale du fonctionnement de l'écosystème de Voh-Koné-Pouembout sous la forme d'une carte cognitive. L'acteur choisit donc librement le nom et le nombre des variables qu'il trace sur sa carte. L'idée sous-jacente est d'obtenir une carte **la plus complexe possible** qui corresponde au mieux à la représentation mentale de l'acteur (Cossette and Audet 1992). L'agrégation des cartes individuelles en cartes de groupes permet de mettre en évidence les propriétés émergentes de chacune des cartes obtenues. D'un point de vue structurel, une carte de groupe peut contenir plus de variables que chacune des cartes d'acteurs prises individuellement. Elle regroupe un **ensemble de variables communes** des cartes individuelles, auxquelles s'ajoutent les variables qui sont spécifiques à chacune d'entre-elles. Mathématiquement, plus on **agrège** de représentations individuelles et plus le nombre de variables citées augmente. Ceci se rapproche bien de l'exemple précédent où le nombre d'espèces observées augmente en fonction du temps.

Dans le cadre d'un **échantillonnage classique**, où l'on mesure un paramètre quantifiable au sein d'une population, la notion de représentativité d'un échantillon s'exprime en termes de **variance** vis-à-vis d'une moyenne calculée. Dans le cadre de la **cartographie cognitive**, la notion de représentativité et de validité d'un échantillonnage s'exprime en fonction de cette courbe d'accumulation de variables. Un **échantillon sera représentatif** à partir du moment où les **variables** définies par les acteurs au sein de leur carte **se répètent** et que les entretiens supplémentaires n'apportent que **très peu d'éléments nouveaux** (Ozesmi 1999). En d'autres termes, ceci revient à considérer que la **courbe d'accumulation** de variables atteint son **plateau de saturation**. D'un point de vue ontologique, la courbe d'accumulation des variables citées traduit la notion de **consensus** (Williams *et al.* 2003). En effet, le plateau de saturation de cette courbe montre que les différents acteurs **s'accordent sur le champ lexical** du domaine concerné,

ce qui dénote un **niveau commun** de **compréhension** et **d'appropriation** d'un ensemble sémantique.

Plusieurs facteurs peuvent agir sur le nombre de variables par carte. Les deux plus influents sont la **durée de l'entretien** (Cossette and Audet 1992) et la **qualité relationnelle** de l'enquêteur (Brown 1992).

Dans le cadre de notre étude, la durée des entretiens est très variable. Le plus court a duré 30 minutes contre 4 heures et demi pour le plus long. Cependant, plus que la durée des entretiens, une attention particulière a été portée à **respecter la justesse de la représentation** des visions idiosyncratiques de chacun, car celle-ci influence grandement le nombre de variables par carte. L'entretien commençait par une présentation de l'enquêteur et des objectifs de l'étude, suivi d'un échange sur la vision et les connaissances de l'acteur sur l'évolution de l'état des ressources ichtyologiques récifo-lagonaires de la zone. Le tracé de la vision idiosyncratique de l'acteur sous la forme d'une carte cognitive n'intervenait que lorsqu'un climat de confiance réciproque était établi. L'ensemble de ces éléments constituent un **facteur favorisant la fiabilité** des données récoltées (Cossette and Audet 1992 ; Laukkanen 1994). Le tracé de la carte d'acteur se terminait lorsque ce dernier n'avait plus d'éléments à rajouter à sa vision, c'est-à-dire que la **représentation graphique** qu'il venait d'établir **correspondait** bien à sa propre **représentation mentale** du fonctionnement du système. De ce fait, la durée de l'entretien ne peut entrer en compte dans la détermination du nombre de variables dans les cartes individuelles. En effet, tous les acteurs étaient libres de prendre tout le temps qui leur était nécessaire pour établir avec le plus d'exactitude possible leur représentation. En ce sens, tous les acteurs avaient la **même durée potentielle** d'entretien. Le nombre de variables par acteur n'est alors limité que par la vision propre à chacun et la qualité relationnelle de l'enquêteur.

Afin de limiter ce dernier biais, deux précautions ont été prises : **un seul et même enquêteur** a réalisé l'ensemble des entretiens, selon le **même protocole**, quel que soit l'acteur rencontré (cf. Chapitre II §I). En se limitant à un **questionnement systématique** pour chaque tracé d'une nouvelle variable ou d'une relation dans la carte, l'impact du chercheur est ainsi restreint dans la représentation des répondants. Il est cependant envisageable de considérer qu'une amélioration des qualités relationnelles de l'enquêteur est possible entre le début et la fin d'une campagne de récolte de données. Cependant, compte tenu du protocole utilisé (questionnement systématique), l'impact de cette évolution sur le tracé des cartes est grandement minimisé.

Finalement, le nombre de variables tracées dans une carte ne dépend que de la vision de chaque acteur. Heureusement, à tout moment, quelles que soient la culture et la communauté considérée, le **nombre de concepts** utilisés pour s'exprimer sur un sujet est **fini** (Carley and Palmquist 1992).

L'analyse de la Figure 13, en termes de représentativité de l'échantillon d'acteurs enquêtés, montre un **sous-échantillonnage** marqué pour les **rangs 4 et 5** d'agrégation qui diminue pour **s'inverser** de manière exagérée pour une agrégation de **rang 1**. Ceci s'explique par la méthode de **réagrégation** utilisée. En effet, du point de vue ontologique, les **rangs 4 et 5** correspondent aux rangs auxquels les acteurs se sont exprimés. Ils pourraient donc être qualifiés **d'ouverts** puisque le nombre maximal de variables possibles pour ces rangs n'est pas connu a priori. A l'inverse, les **rangs 3, 2 et 1** peuvent être qualifiés de **fermés** : Compte tenu de la structure hiérarchique ascendante de l'ontologie, le nombre maximal de variables exprimées pour un rang donné peut être atteint, en particulier lorsque l'ensemble des acteurs est pris en compte.

La forme des **courbes 4 et 5** de la Figure 13 suggère un sous échantillonnage important. Pour atteindre le plateau de saturation, il aurait fallu interroger une **centaine de personnes**. Ceci n'était **guère réalisable** Compte tenu des délais impartis aux enquêtes. Cependant, ces deux courbes indiquent qu'aucun consensus n'a été trouvé parmi l'ensemble des acteurs pour ce

niveau de détail. Par interpolation, ce consensus aurait été trouvé pour un nombre moyen d'environ 200 variables, ce qui est très important. Ces résultats montrent donc de manière probante la **nécessité d'une réagrégation** afin d'avoir d'une **vision plus globale** de l'écosystème considéré.

Contrairement aux rangs 4 et 5, les courbes d'accumulation des **rangs 1, 2 et 3** de la Figure 13 ont atteint leur **plateau de saturation**. Ceci montre un **léger sur-échantillonnage**. En effet, en considérant une représentation systémique au rang 1 du fonctionnement du système étudié, il aurait suffi de n'interroger qu'une quinzaine de personnes pour atteindre le plateau de saturation de la courbe. Le rang 3 étant au rang 2 ce que le rang 5 est au rang 4, ces deux courbes sont analysables simultanément. Comme pour le rang 1, elles montrent un léger sur-échantillonnage. En effet pour une vision systémique de rang 2 ou 3, un échantillonnage entre 25 et 30 personnes aurait suffi.

La première approche des courbes d'accumulation va donc s'intéresser à l'échantillonnage nécessaire pour atteindre le plateau de saturation selon le du nombre de variables par rang ontologique. La seconde approche possible consiste à s'intéresser au nombre de variables ontologiques nécessaires pour atteindre un plateau de saturation pour un échantillon donné. Par interpolation des courbes de la Figure 13, pour 40 personnes interrogées, le nombre de variables nécessaires pour que la courbe d'accumulation atteigne un plateau serait d'environ 60. En d'autres termes, au vu de l'échantillonnage réalisé, la vision systémique adaptée serait donnée par un rang ontologique constitué d'une soixantaine de variables génériques.

L'ensemble de ces analyses est corroboré par les résultats obtenus par l'approche comparative des courbes d'accumulation des acteurs des **villages** (Figure 15) et des **tribus** (Figure 14).

En effet, quelque soit le rang de réagrégation, les courbes d'accumulation des acteurs des **villages sont très proches** de celles obtenues **tous acteurs confondus**. Les **différences** observées concernent surtout les acteurs de la **tribu**. En effet, **moins concaves**, elles semblent indiquer, dans un premier temps, un sous échantillonnage de cette catégorie d'acteurs, à l'exception d'une approche systémique de rang 1. Cependant, ramenées à la **même échelle** que pour les acteurs des villages, ces courbes d'accumulation sont semblables et confirment les hypothèses précédentes. En effet, pour l'ensemble des acteurs confondus, l'échantillonnage adéquat pour une vision systémique de rang 2 et 3 était estimé à un nombre compris entre 25 et 30 personnes (Figure 13). Les courbes de rang 2 et 3 de la Figure 14 montrent clairement que pour une quinzaine d'acteurs interrogés, le plateau de saturation semble à peine atteint. Par interpolation, ce plateau apparaît également pour des valeurs d'échantillonnage d'une vingtaine de personnes. Cette valeur, plus faible que la précédente, s'explique par le fait que le nombre de variables citées par les acteurs de la tribu est moins important que celui des variables citées par les acteurs des villages (respectivement 16 contre 25 pour le rang 2 et 24 contre 35 pour le rang 3).

En conclusion, deux approches sont possibles.

1 \_ Si l'objectif est d'utiliser les résultats de la cartographie cognitive pour une **démarche de communication** entre acteurs, afin de mettre en place une concertation ou afin de faire passer des messages de type éco-citoyen aux personnes rencontrées, les visions de **rang 2 et 3** sont parfaitement adaptées. Validées, elles offrent l'avantage de représenter le fonctionnement du système d'un point de **vue synthétique** (rang 2), tout en offrant la possibilité de **détailler** certains aspects (rang 3). Cependant, même pour un rang 2 ou 3, la complexité d'une carte, notamment de synthèse, peut se révéler rapidement très grande. En effet, la complexité d'une carte ne se mesure pas uniquement en fonction du nombre de variables tracées, mais prend en compte le nombre de relations entre ces variables. Aussi, d'un point de vue communication, plus une carte est complexe, plus elle nécessitera une approche pédagogique de la part de la

personne chargée de communication. Cet aspect de communication par le biais des cartes cognitives est repris dans la discussion finale de ce travail.

2 \_ Si l'objectif final est **purement scientifique**, la recherche d'une **exhaustivité** des variables est envisageable. Mais cela nécessiterait une augmentation conséquente de l'effort d'échantillonnage. Dans cette seconde approche, les visions de **rang 4 et 5** ne sont alors qu'une **première étape**. Cependant, il ne faut pas perdre de vue que l'exhaustivité absolue n'est pas possible. De plus, dans un objectif de simulation de fonctionnement du système, il n'est pas nécessairement souhaitable de rechercher cette complexité. En effet, compte tenu de l'état des connaissances actuelles, seul un très faible nombre de paramètres serait connu, ce qui risquerait de compliquer à outrance la phase d'initialisation du modèle, sans en garantir une fiabilité accrue.

Finalement, l'évolution des courbes en fonction des rangs ontologiques possibles montre une augmentation de la fiabilité des résultats obtenus. Les **rangs 2 et 3** sont à la fois suffisamment **fiables** et **complexes** pour être utilisés dans de nombreux contextes. Le **rang 1** se positionne plus comme un **résumé synthétique** de l'ensemble des connaissances, dans le cadre d'une approche globale.

Enfin, il est intéressant de constater qu'aussi importante que soit cette approche pour la validité des résultats finaux, seul un très faible nombre d'études l'évoque (Ozesmi 1999 ; Williams *et al.* 2003) et aucune ne donne de résultat intangible. Au vu des connaissances bibliographiques actuelles, cette étude semble la seule qui justifie la validité de son échantillonnage du point de vue de la cartographie cognitive.

### III.2. Comparaison des deux approches d'estimation de la distance entre cartes et interprétation

L'étude comparative des deux approches pour l'estimation de la distance entre deux cartes montre clairement une très nette différence de résultats.

Que ce soit au niveau des catégories d'acteurs ou au niveau individuel, les résultats obtenus par la **mesure de M&G** ne mettent **aucune tendance** en évidence, que ce soit en prenant en compte les catégories ou l'origine des acteurs.

En reprenant la formule du calcul de la distance entre deux acteurs A et B (Figure 10) et en appliquant les valeurs adéquates des paramètres pour cette étude ( $\beta = 5$ ,  $\varepsilon = 2$ ,  $\delta = 1$ ,  $\alpha = 0$ ,  $\gamma = 0$ ), il est possible de **simplifier** cette équation sous la forme suivante (Figure 24) :

$$D_{(A,B)} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \text{diff}_{(i,j)}}{27 p_c^2}$$

Figure 24 : Équation de M&G simplifiée en fonction des paramètres utilisés pour cette étude

Or sous cette forme, deux hypothèses particulièrement importantes sont utilisées.

La première hypothèse concerne essentiellement le **calcul de la distance maximale** utilisée dans l'équation. Par définition, cette valeur, c'est-à-dire celle du **dénominateur**, est fonction de  $P_c$ . Ce qui signifie indirectement que **seules les variables communes** aux deux cartes sont **prises en**

**compte** dans le calcul de la distance maximale entre acteurs. En effet, ceci est confirmé par une analyse plus fine du calcul du numérateur. La valeur de  $diff_{(i,j)}$  dépend de celle de  $\Gamma_{(a_{ij},b_{ij})}$ , elle-même fonction de  $\gamma$ . Or dans notre cas d'étude,  $\gamma=0$  puisque les acteurs choisissent librement leurs variables. Ainsi, dans le cas où deux variables n'appartiennent pas à  $P_c$ , alors  $\Gamma_{(a_{ij},b_{ij})}=0$ , puisque  $\gamma=0$  (voir Figure 10). En d'autres termes, lors du calcul de la distance des liens entre deux variables de deux cartes d'acteur, si une des deux variables n'a pas été citée par les deux acteurs en même temps, alors la valeur et la force du lien considéré ne sont pas prises en compte. Ainsi, si une variable n'appartient pas aux deux cartes, alors elle est **complètement ignorée**. Les conséquences de cette hypothèse sont particulièrement importantes pour deux raisons. 1) La première est que cette méthode de calcul pénalise lourdement les **erreurs de saisie**. En effet, les matrices de proximité associées aux cartes individuelles sont des matrices de proximité restreintes. Lors de cette étape de formalisation, un décalage d'une case lors de la saisie d'une variable uniquement émettrice par exemple, génèrerait une ligne vierge dans la matrice de proximité (restreinte et élargie). Lors de la comparaison de ces deux matrices, même si cette variable est citée initialement par les deux acteurs, elle sera ignorée par la mesure de M&G. Aucune des relations entrantes ou sortantes associées à cette variable ne sera prise en compte. Ceci n'est **pas possible** avec les mesures de **centralité** puisque la centralité calculée pour cette variable sera peut être nulle pour le cas de l'acteur où l'erreur de saisie a été commise, mais ne sera pas ignorée dans le calcul de la distance entre les deux acteurs. Ceci diminuera peut être la valeur de la centralité et donc augmentera légèrement l'écart entre les deux acteurs. Les **conséquences sont donc moindres** dans ce deuxième cas de figure. C'est entre autre, pour cette raison que la mesure de centralité est considérée comme très robuste (Borgatti *et al.* 2006). 2) La deuxième raison pour laquelle les conséquences de cette hypothèse sont particulièrement importantes est que dans le cas où l'on compare deux cartes de **tailles initiales très différentes**, les résultats de la mesure de distance sont difficilement prévisibles. En effet, il se peut que deux cartes soient très différentes tant par leur taille (grand nombre de variables citées pour l'une et faible nombre pour l'autre) que par leur complexité. Ainsi le taux de recouvrement de ces deux variables peut être très faible. En poussant ce raisonnement à l'extrême, il se peut que seule une paire de variables soit commune. A ce moment, le calcul de la distance entre ces deux acteurs ne se ferait que sur les liens associés à cette paire de variables (3 liens au maximum). Si à ce moment, la valeur et la force de ces liens sont identiques, ces deux acteurs, aussi dissemblables soient-ils dans le reste de leurs cartes, seront considérés comme identiques. A titre d'exemple, la Figure 25 montre la vision de deux acteurs (les acteurs 3 et 4 de la tribu d'Oundjo) sur le fonctionnement du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout. En considérant la méthode de calcul de la distance de M&G, seules les variables grisées seront prises en compte dans ce calcul. Ainsi, seules les valeurs et les forces des relations entourées seront comparées. Si l'acteur 3 avait, comme la plupart des autres acteurs, estimé que la variable pêche (5 2) impactait négativement l'état des ressources (1 1) et non positivement comme il l'a noté, alors Compte tenu de la méthode de calcul de la distance de M&G, ces deux cartes auraient été considérées comme strictement identiques. Ceci **ne correspond absolument pas à la vision commune** de la ressemblance entre ces deux cartes.

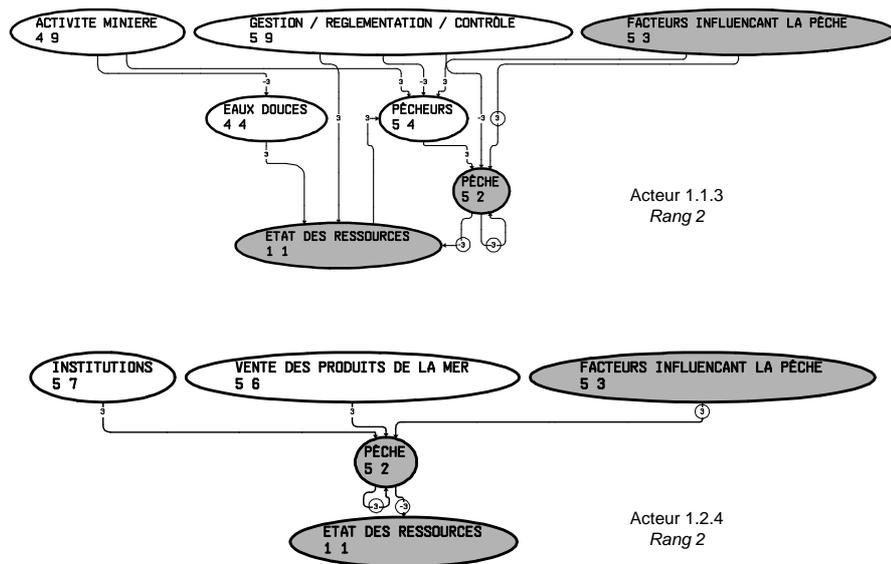


Figure 25 : Exemple de deux cartes dissemblables considérées comme proches par la formule de M&G

La seconde hypothèse concerne le **numérateur de la formule** (Figure 24). En effet, la méthode de calcul de  $diff_{(i,j)}$  est très proche d'un indice de Manhattan. Or cet indice est confronté aux mêmes problèmes que les mesures de distance euclidienne face aux **doubles-zéros**. C'est ce que Legendre et Legendre (1998) appellent le "**paradoxe de l'abondance d'espèces**". En effet, deux matrices qui possèdent les mêmes variables mais peu de liens entre ces variables et donc beaucoup de zéros communs, peuvent mathématiquement apparaître plus proches que deux matrices plus semblables en terme de structure du réseau. Par exemple, considérons les trois matrices suivantes (Figure 26) associées à trois acteurs A, B et C :

| A | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 |   | 1 |   |
| 2 | 1 |   |   |
| 3 | 1 |   |   |

| B | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 |   | 1 |   |
| 2 | 1 |   | 1 |
| 3 | 1 | 1 |   |

| C | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 |   | 2 |   |
| 2 | 2 |   | 2 |
| 3 | 2 | 2 |   |

Figure 26 : Illustration du "paradoxe de l'abondance des espèces"

Pour simplifier les calculs, les valeurs des différents paramètres sont les suivants :  $\beta = 2$ ,  $\varepsilon = 1$ ,  $\delta = 0$ ,  $\alpha = 0$ ,  $\gamma = 0$ . La valeur du dénominateur est donc  $D_{max} = 2 \times 3^2 = 18$ . Ainsi,  $D_{(A,B)} = \frac{2}{18}$ ,  $D_{(A,C)} = \frac{7}{18}$  et  $D_{(B,C)} = \frac{5}{18}$ . Mathématiquement, les acteurs A et B sont donc plus proches, alors que visuellement, ce sont les acteurs B et C qui le sont.

Cette seconde hypothèse peut jouer légèrement moins dans les différences observées en comparant les deux approches, compte tenu du fait que le calcul de la distance de M&G se fait sur les **matrices de proximité élargies** à l'ensemble des variables citées dans les deux cartes. De plus, à partir de ces matrices, seules les variables présentes dans les deux cartes sont prises en compte. Le nombre de doubles-zéros est plus limité que si l'ensemble des variables pour un

rang donné était pris en compte. Néanmoins, ce problème, inhérent à la méthode de calcul choisi, reste présent et accentue les différences de résultats observées, même si la première hypothèse reste la plus restrictive.

Les conséquences induites par ces deux hypothèses, respectivement sur le calcul du numérateur et du dénominateur de la **distance de M&G**, sont telles que dans le cadre de cette étude, cette mesure de distance n'est **pas adaptée** et fausse les résultats.

Contrairement à la mesure de distance de M&G, la mesure de la **centralité pondérée et normalisée** utilisée dans ce travail génère des résultats intéressants. Les deux principaux résultats sont d'une part l'observation d'une plus faible variabilité de la vision du fonctionnement du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout au sein des catégories et même des acteurs de la tribu, qu'au sein des catégories et des acteurs des villages. D'autre part, le second principal résultat est que pour les rangs ontologiques 2 à 5, que ce soit au niveau des catégories ou au niveau des individus, les acteurs des **tribus et des villages** forment **deux entités distinctes**, ce qui signifie que quelque-soit la vision systémique à laquelle ont étudié le système, tribu et villages offrent des **visions différentes**.

Seul le rang 1 présente la particularité suivante : si l'on s'intéresse aux positions relatives des différentes catégories d'acteurs en fonction de leurs origines, alors comme précédemment, tribu et villages forment deux entités distinctes. Par contre si l'on s'intéresse aux positions relatives des individus en fonction de leurs origines, alors villages et tribu fusionnent.

Hormis cette dernière constatation qui sera analysée ultérieurement, le fait de pouvoir établir, de visu, deux classes bien distinctes entre acteurs des villages et acteurs de la tribu d'Oundjo, n'est que la représentation graphique d'une structure sous-jacente réelle.

La première hypothèse pouvant expliquer cette dichotomie repose sur un **aspect sociologique**. En effet, dans la culture kanak, le mode de **transmission du savoir** au sein de la tribu est essentiellement **oral**. Ceci pourrait expliquer qu'il y ait une certaine **homogénéité** dans la vision des acteurs des tribus : le savoir individuel serait la combinaison du savoir acquis par l'expérience, mais surtout du savoir gagné à **l'écoute des anciens**. Analytiquement ceci se traduirait au niveau des courbes d'accumulation des variables par une **concavité plus forte** des courbes pour les acteurs de la tribu (Figure 14) que pour les courbes des villages (Figure 15). En effet la concavité des courbes de saturation reflète la vitesse à laquelle le nombre maximal de variables citées est atteint, c'est-à-dire la vitesse à laquelle un consensus est atteint. Si la faible variabilité des visions des acteurs au sein de la tribu d'Oundjo était liée à une homogénéisation des points de vue (transmission orale du savoir), cela impliquerait que les acteurs utilisent les mêmes variables pour s'exprimer. Le nombre maximal de variables citées par l'ensemble de ces acteurs, c'est-à-dire le plateau de saturation des variables, serait donc rapidement atteint. L'analyse comparative des deux figures précédentes (Figure 14 et Figure 15) montre clairement que la concavité des courbes d'accumulation des variables pour les acteurs de la tribu d'Oundjo n'est absolument pas plus forte que celle des courbes établies pour les acteurs des villages. La première analyse semble même montrer le contraire et ce n'est qu'après homogénéisation des échelles des différents graphiques que l'on constate que ces concavités sont relativement proches. En conclusion, la **proximité des visions** des acteurs des tribus **n'est pas imputable** au mode de **transmission du savoir**. Il semblerait que la représentation idiosyncratique de chaque acteur soit principalement liée à son **expérience personnelle** et sa perception propre du fonctionnement du monde environnant.

Compte tenu de la méthode de calcul des distances entre individus, la seconde hypothèse pour expliquer les deux principaux résultats observés repose sur le **niveau d'abstraction du tracé initial des cartes** par les acteurs de la tribu d'Oundjo. En effet, la première étape avant le calcul de la mesure de centralité pour chacune des variables est une **désagrégation** de chacune des cartes au niveau le plus détaillé de l'ontologie, de manière à établir un **référentiel commun** de comparaison entre les visions. La justification de cette désagrégation réside dans le fait que chaque acteur, au sein de sa propre carte, s'est exprimé avec des variables pouvant appartenir à des **niveaux ontologiques différents**, ce qui rend difficilement comparable les différentes cartes entre-elles. Au vue de la structure de l'arbre ontologique et des règles de désagrégation, plus les acteurs s'expriment initialement à des **niveaux ontologiques faibles** et plus ils auront mathématiquement tendance à être **proche l'un de l'autre**. En effet, pour des rangs ontologiques faibles, le nombre de variables génériques par rang est nettement plus petit que pour des rangs élevés. Statistiquement, plus le nombre de variables est petit et plus les structures des diagrammes tracés pourront être proches. De même, si deux acteurs sont proches initialement car ils se sont exprimés avec des variables de rang ontologique faible, alors après désagrégation, ils seront également proches pour des rangs ontologiques élevés. Par conséquent, si les acteurs de la tribu d'Oundjo se sont initialement exprimés avec des variables de rangs faibles, ceci expliquerait en grande partie les résultats obtenus précédemment. L'idée sous jacente est que le **niveau d'éducation** au sein des tribus est généralement moins élevé qu'au sein des villages (à noter que la variable éducation (5 11) n'a pas été citée par les acteurs des tribus). Par manque de connaissances, un acteur ayant un niveau **d'éducation plus faible** s'exprime avec des **variables plus globales**, c'est-à-dire des variables de rangs ontologiques faibles. L'analyse du Tableau 1 montre que la plupart des acteurs se sont majoritairement exprimés avec des variables de rang 4 et dans une moindre mesure de rang 3 lors du tracé initial de leurs cartes. Une analyse plus détaillée montre que les acteurs des **tribus** se sont cantonnés à utiliser des variables de **rang 3 et 4**, alors que les acteurs des **villages** ont utilisé un **panel** de variables **plus élargi** (rangs 2, 3, 4 et dans une très faible proportion 5). Ces résultats montrent clairement que les acteurs des tribus ont une vision assez détaillée du fonctionnement du système qui les entoure et que la similitude des visions au sein de la tribu n'est pas imputable à un niveau d'appréhension plus global du système. A l'inverse, le fait que les acteurs des villages se soient exprimés à l'aide de variables initiales plus **hétérogènes** d'un point de vue ontologique, explique en partie la **variabilité** plus grande entre leurs visions.

La dernière hypothèse pour expliquer la plus grande ressemblance des visions des acteurs de la tribu par rapport aux acteurs des villages, ainsi que la disparité entre ces deux groupes, repose sur l'**importance des variables utilisées**. Même si globalement acteurs des villages et des tribus ont accordé une importance similaire à une grande partie des variables des différentes classes, les différences observées sont loin d'être négligeables (Tableau 4). Pour chaque rang, les **différences** observées en termes d'**importance** des différents concepts traduisent une **différence de points de vue et de perceptions** du fonctionnement du système étudié. Les **acteurs de la tribu** vont donc utiliser sensiblement les **mêmes variables** pour exprimer leurs visions du fonctionnement du système et vont accorder une importance plus homogène à ces éléments que les acteurs des villages. Finalement, les acteurs des tribus ont globalement une **vision plus proche** à la fois entre eux et vis-à-vis des gens des villages. La position relative des **aquaculteurs** (9) dans les figures Figure 20 et Figure 22, illustre parfaitement cette idée. En effet, l'ensemble des aquaculteurs interrogés a eu une vision simple du fonctionnement du système récifo-lagonaire, en la centrant essentiellement sur leur activité de crevetticulture. Cette démarche de **recentrage** est tout à fait logique et souhaitable dans le cadre du tracé de cartes cognitives, puisque chaque acteur apporte, par le biais de sa carte, des connaissances dans un domaine spécifique. La différence entre leurs visions et celles des autres acteurs tient dans le fait qu'ils ont été les seuls à se cantonner uniquement au fonctionnement d'une ferme crevettière,

sans élargir leurs visions aux les autres systèmes présents. De cette façon, en n'utilisant qu'un nombre restreint des variables spécifiques, la variabilité au sein de cette catégorie est faible (Figure 22) et la variabilité avec les autres acteurs est forte (Figure 20). De même, la vision des acteurs de la tribu d'Oundjo se limitant à l'utilisation d'un nombre de variables plus faibles (Tableau 5), peut en partie expliquer les résultats observés dans les positions relatives de ces acteurs.

Hormis les variables spécifiques citées uniquement par les acteurs de la tribu (Tableau 7) qui accentuent les différences observées comme expliqué ci-dessus, ces derniers sont également caractérisés par tout un **ensemble de variables qu'ils n'ont pas cités** (Tableau 6). En effet, deux personnes peuvent être considérées comme semblables lorsqu'elles accordent la même importance aux mêmes variables. Corolairement elles sont également **semblables** dans le sens où elles accordent le même **peu d'importance** aux mêmes variables. Une variable non citée, donc non importante, a une centralité nulle. En calculant la distance entre deux acteurs, **l'indice de Bray-Curtis** est également confronté au même "**paradoxe de l'abondance d'espèces**" que précédemment. Toutefois, la gestion des doubles zéros est ici **favorable** au calcul de la distance entre acteurs. Ceci valide le choix de la centralité et de l'indice de calcul de la distance entre deux cartes. Un exemple qui illustre bien ces propos, est la position relative de l'acteur 30, pêcheur plaisancier villageois (1.2) dans la Figure 23. En effet, quelque soit le rang d'observation, cet acteur se retrouve proche des acteurs de la tribu. La vision de cet acteur (Figure 2) du fonctionnement du système, relativement peu complexe, est très proche de la vision des acteurs de la tribu essentiellement de part l'importance qu'il accorde aux différentes variables représentées sur sa carte. D'autre part cette vision du fonctionnement du système est proche de celle des acteurs de la tribu également par le fait qu'il n'a pas jugé important de noter un certain nombre de variables, ces mêmes variables auxquelles les acteurs de la tribu n'ont également accordés que peu d'importance.

En conclusion c'est essentiellement **l'importance (forte ou faible)** accordée à des variables spécifiques qui, combinée avec le couple **centralité/indice de Bray-Curtis**, explique les positions relatives des acteurs et des catégories entre eux. Cela explique notamment les **écarts** observés entre acteurs de la **tribu d'Oundjo** et ceux des **villages**, mais également la **variabilité** des visions au sein de **chaque groupe** (faible pour la tribu, forte pour les villages).

Un dernier facteur peut expliquer les positions relatives des acteurs les uns par rapport aux autres. En plus des trois éléments précédents, il explique en partie la plus grande hétérogénéité observée parmi les acteurs des villages. En effet, dans les Figure 20 et Figure 22, notamment pour les rangs 2 et 3, les agriculteurs (9), les gestionnaires industriels (11) et les pêcheurs professionnels des villages (1) occupent des positions particulières, très excentrées par rapport aux restes des acteurs des villages. La particularité de ces groupes tient dans le fait qu'ils ne sont représentés que par un **seul et unique acteur**, soit par non possibilité d'interviewer d'autres individus dans la même catégorie (agriculteurs), soit parce qu'il n'y avait qu'un seul représentant dans cette catégorie sur la zone d'étude (pêcheur professionnel et gestionnaire industriel). Les cartes qu'ils ont pu établir au cours des entretiens sont très fortes, dans la mesure où la vision d'un seul homme est la même pour la catégorie qu'il représente. Celle-ci n'est pas la **moyenne de visions individuelles**. Confrontées aux autres cartes de groupes, ces catégories peuvent présenter une vision très contrastée. Ceci explique leurs positions parfois excentrées.

Au rang 1 de l'ontologie, la Figure 23 montre la fusion entre les acteurs des villages et ceux de la tribu d'Oundjo, alors que la Figure 21 montre clairement que les catégories des différents acteurs restent distinctes. Ceci met en évidence **l'importance des propriétés émergentes** au sein des cartes de groupes. En effet, au niveau individuel, les visions des acteurs des villages et de la

tribu (mis à part pour 5 acteurs) sont suffisamment proches les unes des autres pour être considérées comme semblables. Cependant, après regroupement par catégorie, les visions des catégories d'acteurs des villages et de la tribu restent différentes. Ceci illustre parfaitement l'intérêt et la validité de réaliser des cartes de groupes pour mettre en exergue les propriétés émergentes individuelles.

### III.3. Proposition d'amélioration des mesures de distances

#### III.3.1. Formules généralisées basée sur la distance de M&G

La première des conséquences limitantes présentées pour l'utilisation de la mesure de M&G dans le cadre de cette étude est en grande partie liée à l'hypothèse sur  $\gamma$  ( $\gamma = 0$ ).

Pour M&G,  $\gamma$  est de loin le paramètre le plus difficile à estimer (Markoczy and Goldberg 1995).

Dire que  $\gamma = 1$  revient à considérer que l'absence de lien due à l'absence d'une des variables de la paire considérée dans une des cartes équivaut à l'absence de lien dans une carte qui possède cette variable. En d'autres termes, il n'est alors pas possible de faire la différence entre un lien potentiel et un lien "impossible" puisque ne pouvant pas exister. Poser  $\gamma = 1$  est adapté si l'on impose a priori les variables à considérer à l'acteur, en lui demandant d'envisager les différents liens potentiels entre ces variables.

Dans le cas où  $\gamma = 2$ , on considère qu'une distance entre deux cartes, dont l'une possède un lien potentiel et l'autre pas, est supérieure à une distance entre deux cartes possédant ce lien potentiel.

Pour permettre de mieux comprendre les différents raisonnements, la formule de M&G est rappelée ci-dessous :

$$D_{(A,B)} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p diff_{(i,j)}}{(\epsilon\beta + \delta)p_c^2 + \gamma'(2p_c(p_{u_A} + p_{u_B}) + p_{u_A}^2 + p_{u_B}^2) - \alpha((\epsilon\beta + \delta)p_c + \gamma'(p_{u_A} + p_{u_B}))}$$

$$diff_{(i,j)} = \begin{cases} 0 & \text{(i) si } i = j \text{ et } \alpha = 1 ; \\ \Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} & \text{(ii) si } i \text{ ou } j \notin P_c \text{ et } i, j \in N_A \text{ ou } i, j \in N_B ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| + \delta & \text{(iii) si } a_{ij}b_{ij} < 0 ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| & \text{(iv) sinon} \end{cases}$$

$$\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} = \begin{cases} 0 & \text{(a) si } \gamma = 0 ; \\ 0 & \text{(b) si } \gamma = 1 \text{ et } a_{ij} = b_{ij} = 0 ; \\ 1 & \text{(c) sinon} \end{cases} \quad \gamma' = \begin{cases} 0 & \text{si } \gamma = 0 ; \\ 1 & \text{sinon} \end{cases}$$

$P_c$  = Nombre de variables communes à A et à B

$P_{u_A}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice A

$P_{u_B}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice B

Figure 27 : Equation de distance de M&G

Dans le cadre de cette étude, d'un point de vue mathématique, il serait tentant de poser  $\gamma = 2$ . En effet, la principale différence entre les valeurs de  $\gamma$ , se situe au niveau du calcul de  $\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})}$ . Contrairement à  $\gamma = 1$ , où si  $a_{ij} = b_{ij} = 0$ , alors  $\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} = 0$ , pour  $\gamma = 2$ ,  $\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})}$  vaut systématiquement 1. Concrètement, cela signifie qu'à partir du moment où l'une des deux variables considérées n'appartient pas à  $P_c$ , alors la différence entre les liens associés à ces deux variables est de 1. D'un point de vue interprétation, cela signifie bien que la distance entre deux cartes dont l'une possède un lien potentiel et l'autre pas est systématiquement plus importante que pour deux cartes possédant ce lien potentiel. Ceci est effectivement bien adapté dans le cas où l'acteur choisit ses variables dans une **liste prédéfinie**, puis examine deux à deux les liens potentiels entre ces variables (Markoczy and Goldberg 1995). Défini de cette façon, poser  $\gamma = 2$  semble donc plus adapté à notre contexte d'étude. Mais ceci est une **illusion créée par l'ontologie**. En effet a posteriori, les cartes individuelles semblent tracées de la même manière : l'acteur choisit parmi les variables présentes dans l'ontologie et trace les liens potentiels entre ces variables. Or la démarche qui a mené à la mise en place de l'ontologie est **exactement l'inverse** de celle présentée pour le cas où  $\gamma = 2$ . En effet, l'objectif de l'ontologie est bien de **définir une grille d'analyse commune** pour l'ensemble des acteurs. Mais chacun, lors du **tracé initial** de sa carte, s'est exprimé librement sur le nom et le nombre de ses variables, ainsi que sur les liens entre-elles. Du point de vue de **M&G**, poser  $\gamma = 0$  est **bien adapté** pour le calcul de la distance, mais **non adapté** dans le cadre de cette étude.

Une solution pourrait être de rajouter un sixième **paramètre  $\zeta$** , qui interviendrait dans le calcul de  $\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})}$ , sans que cela n'altère le raisonnement de M&G. En effet, dans le cadre de cette étude, il faudrait que lorsque  $i$  ou  $j \notin P_c$  et  $i, j \in N_A$  ou  $i, j \in N_B$ , alors la valeur de  $diff_{(i,j)}$  soit égale à la même différence absolue des valeurs  $a_{ij}$  et  $b_{ij}$  que pour la condition (iv). Cependant dans ce cas de figure, la **distance maximale** changerait. L'utilisation de  $P_c^2$  ne serait plus adaptée dans la première partie du calcul du dénominateur. Dans le cas où l'on considère les différences entre deux liens non potentiel, alors la valeur maximale de la distance possible dépend de la valeur maximale de la force des liens en fonction du nombre de variables uniquement citées par A et de celles uniquement citées par B.

La formule proposée serait donc la suivante (Figure 28) :

$$D_{(A,B)} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \text{diff}_{(i,j)}}{(\epsilon\beta + \delta)p_c^2 + \zeta\beta(p_{u_A} + p_{u_B}) + \gamma'(2p_c(p_{u_A} + p_{u_B}) + p_{u_A}^2 + p_{u_B}^2) - \alpha((\epsilon\beta + \delta)p_c + \gamma'(p_{u_A} + p_{u_B}))}$$

$$\text{diff}_{(i,j)} = \begin{cases} 0 & \text{(i) si } i=j \text{ et } \alpha = 1 ; \\ \Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} & \text{(ii) si } i \text{ ou } j \notin P_c \text{ et } i, j \in N_A \text{ ou } i, j \in N_B ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| + \delta & \text{(iii) si } a_{ij}b_{ij} < 0 ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| & \text{(iv) sinon} \end{cases}$$

$$\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} = \begin{cases} 0 & \text{(a) si } \gamma = 0 \text{ et } \zeta = 0 ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| & \text{(b) si } \gamma = 0 \text{ et } \zeta = 1 ; \\ 0 & \text{(c) si } \gamma = 1 \text{ et } a_{ij} = b_{ij} = 0 ; \\ 1 & \text{(d) sinon} \end{cases} \quad \gamma' = \begin{cases} 0 & \text{si } \gamma = 0 ; \\ 1 & \text{sinon} \end{cases}$$

$P_c$  = Nombre de variables communes à A et à B  
 $P_{u_A}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice A  
 $P_{u_B}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice B

Figure 28 : Formule généralisée du calcul de la distance entre deux cartes cognitives

Le nouveau paramètre  $\zeta$  est donc **binaire**. Combiné avec  $\gamma$ , il influence la manière dont on considère les liens non potentiels, ou impossibles, entre des cartes, dans le cas où les acteurs choisissent librement leurs variables. Si l'on pose  $\zeta = 0$ , cela signifie que l'on considère que l'absence d'une variable dans l'une des cartes ne permet pas d'établir une relation entre ces éléments et que seuls les liens potentiels jouent un rôle. C'est la **vision de M&G**. La formule simplifiée pour  $\zeta = 0$  correspond en tout point à la Figure 10 et toutes les possibilités présentées pas M&G restent possibles. Si  $\zeta = 1$ , cela signifie que l'on considère que l'**absence d'une variable** dans l'une des cartes doit être prise en compte, notamment dans la **mesure de la distance** entre ces deux cartes. Conceptuellement cela signifie que la distance entre deux cartes dont l'une possède un lien potentiel et l'autre pas est **systématiquement plus importante** que pour deux cartes possédant ce lien (vrai quelque soit la valeur de  $\zeta$ ), mais que cette distance est d'autant plus grande que la **force de ce lien est forte**.

Il faut également noter que ceci signifierait également qu'au sein d'une même carte, l'absence de relation entre deux variable et la présence d'une relation de force nulle ne seraient absolument plus dissociables, ce qui était déjà le cas avec les hypothèses précédentes de M&G.

Enfin, dans le cadre de cette étude, pour les différents paramètres considérés, cette formule se **rapproche conceptuellement** du calcul de la distance basée sur la **centralité**. En effet, cette mesure généralisée de la distance entre deux cartes consiste à mesurer les **petites différences** au niveau de la force de chaque lien entre deux variables et à en faire la **somme** pour l'ensemble des couples de variables données. La mesure de **centralité** consiste à faire la **différence de la somme** des forces pour une variable donnée et à **additionner ces différences** pour l'ensemble des variables. Mathématiquement, la différence se situe essentiellement au niveau du **nombre de fois** où la **force de chaque lien** est prise en compte, ainsi qu'au niveau de la méthode de **normalisation** de ces mesures.

Le dernier point à noter concerne le **temps dans les cartes cognitives**. En effet, aucune étude n'a auparavant utilisé le temps au sein des cartes. C'est pour cette raison qu'aucune mesure de distance ou de similarité entre cartes n'a pris en compte ce paramètre. Et c'est également pour cette raison que les temps qui caractérisent les liens dans les cartes tracées au cours des entretiens n'ont pu être utilisés. Pourtant, ces valeurs apportent de précieux renseignements sur

la **dynamique de fonctionnement** du système étudié. En particulier dans un objectif de modélisation et de simulation de scénarios d'évolution, voir de simulation de mesures de gestion.

Concrètement la mesure de la distance entre deux cartes où valeurs, forces et temps sont pris en compte pour toutes les relations n'est guère différente des précédentes. Il suffit de rajouter un autre terme à l'équation de la Figure 28. Cela nécessiterait juste d'associer **deux matrices de proximité à la même carte**. L'une pour les valeurs et les forces des relations et la seconde pour la force des temps de chaque relation. Donc en plus de  $a_{ij}$  et  $b_{ij}$ , les forces respectives de A et B pour un couple de variables  $i$  et  $j$  donné, nous définissons  $a_{ij}^{\tau}$  et  $b_{ij}^{\tau}$ , qui correspondent aux forces temporelles de A et B pour ce même couple de variable  $i$  et  $j$ . La formule généralisée prenant en compte à la fois la valeur, la force et le temps des différentes relations est donc la suivante (Figure 29) :

$$D_{(A,B)} = \frac{\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^P diff_{(i,j)}}{(\epsilon\beta + \delta)p_c^2 + \zeta\beta(p_{u_A} + p_{u_B}) + \gamma'(2p_c(p_{u_A} + p_{u_B}) + p_{u_A}^2 + p_{u_B}^2) - \alpha((\epsilon\beta + \delta)p_c + \gamma'(p_{u_A} + p_{u_B}))} + \frac{\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^P diff_{(i,j)}^{\tau}}{\beta^{\tau} p_c^2 + \zeta\beta^{\tau}(p_{u_A} + p_{u_B}) + \gamma'(2p_c(p_{u_A} + p_{u_B}) + p_{u_A}^2 + p_{u_B}^2) - \alpha(\beta^{\tau} p_c + \gamma'(p_{u_A} + p_{u_B}))}$$

$$diff_{(i,j)} = \begin{cases} 0 & \text{(i) si } i=j \text{ et } \alpha = 1 ; \\ \Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} & \text{(ii) si } i \text{ ou } j \notin P_c \text{ et } i, j \in N_A \text{ ou } i, j \in N_B ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| + \delta & \text{(iii) si } a_{ij} b_{ij} < 0 ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| & \text{(iv) sinon} \end{cases} \quad \text{et} \quad diff_{(i,j)}^{\tau} = \begin{cases} 0 & \text{(i) si } i=j \text{ et } \alpha = 1 ; \\ \Gamma_{(a_{ij}^{\tau}, b_{ij}^{\tau})} & \text{(ii) si } i \text{ ou } j \notin P_c \text{ et } i, j \in N_A \text{ ou } i, j \in N_B ; \\ |a_{ij}^{\tau} - b_{ij}^{\tau}| & \text{(iii) sinon} \end{cases}$$

$$\Gamma_{(a_{ij}, b_{ij})} = \begin{cases} 0 & \text{(a) si } \gamma = 0 \text{ et } \zeta = 0 ; \\ |a_{ij} - b_{ij}| & \text{(b) si } \gamma = 0 \text{ et } \zeta = 1 ; \\ 0 & \text{(c) si } \gamma = 1 \text{ et } a_{ij} = b_{ij} = 0 ; \\ 1 & \text{(d) sinon} \end{cases} \quad \gamma' = \begin{cases} 0 & \text{si } \gamma = 0 ; \\ 1 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\Gamma_{(a_{ij}^{\tau}, b_{ij}^{\tau})} = \begin{cases} 0 & \text{(a) si } \gamma = 0 \text{ et } \zeta = 0 ; \\ |a_{ij}^{\tau} - b_{ij}^{\tau}| & \text{(b) si } \gamma = 0 \text{ et } \zeta = 1 ; \\ 0 & \text{(c) si } \gamma = 1 \text{ et } a_{ij} = b_{ij} = 0 ; \\ 1 & \text{(d) sinon} \end{cases}$$

$P_c$  = Nombre de variables communes à A et à B  
 $P_{u_A}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice A  
 $P_{u_B}$  = Nombre de variables uniquement présentes dans la matrice B

Figure 29 : Formule généralisée avec le temps du calcul de la distance entre deux cartes cognitives

L'ensemble des paramètres précédents et leurs significations sont inchangés. Seul  $\beta^{\tau}$  à été introduit. Il s'agit de la **valeur maximale de l'échelle de temps** sur laquelle se sont appuyés les acteurs lors du tracé de leurs cartes. A titre d'exemple, dans le cas de cette étude,  $\beta^{\tau} = 5$  puisqu'une échelle temporelle de 1 à 5 était proposée aux acteurs.

Comme pour la mesure de M&G, l'espace défini par cette **mesure est non métrique**. Par ailleurs, dans le cadre où l'ordre de tracé des variables au cours de l'établissement d'une carte est important, cette formule ne peut le prendre en compte. Enfin et il s'agit là du principal défaut, il convient de porter une attention particulière au **nombre de zéros** des matrices à comparer puisque la mesure de la distance entre ces matrices reste une distance de type euclidien et reste donc sujette au "paradoxe de l'abondance d'espèces" (Legendre and Legendre 1998).

Une possibilité pour palier ce problème serait de s'intéresser **dans un premier temps** à la **structure des cartes**, puis **dans un deuxième temps** à prendre en compte les **valeurs**, les **forces** et le **temps** des liens. Si l'intérêt de l'étude porte avant tout sur le fonctionnement du système,

c'est-à-dire sur le positionnement des variables les unes par rapport aux autres, une **analyse de la structure du réseau** est appropriée. Cette dernière se fait par l'analyse comparative des **tableaux disjonctifs complets** associés aux matrices de proximités associées aux cartes. La similarité est facilement calculable avec des indices comme l'indice de **Jaccard**. Il faut noter que dans ce cas, contrairement aux mesures de distances de type euclidien, les doubles-zéros n'affectent pas ce type de mesure de similarité.

En appliquant la démarche proposée, avec les trois matrices de la Figure 26, la comparaison structurelle de ces trois cartes identifierait les acteurs **B et C comme identiques**. Il serait alors envisageable de pondérer ces résultats par la mesure de distance généralisée proposée ci-dessus. De cette manière, les acteurs B et C de l'exemple précédent seraient considérés comme beaucoup plus proches entre eux que de l'acteur A et la pondération montrerait que B est plus proche de A que C.

Il ne s'agit ici que d'une **proposition d'amélioration** qui demande à être testée, validée et comparée aux différentes approches déjà proposées dans le cadre de cette étude.

### III.3.2. Proposition d'amélioration de la méthode de calcul de la centralité

Pour Eden *et al.* (1979), lors du tracé d'une carte, un acteur n'a pas conscience de l'**importance relative** des différentes variables. La centralité d'une variable au sein d'une carte représente son degré d'implication dans le réseau (Borgatti Accepted ; Borgatti 2005), c'est-à-dire son importance. Deux acteurs peuvent être considérés comme identiques, à partir du moment où ils accordent, sciemment ou non, la même importance aux mêmes variables.

Le calcul de la **centralité** se fait en considérant la **valeur** et la **force** de l'ensemble des liens entrants et sortants pour une variable donnée. Pour pouvoir comparer ces différentes valeurs entre acteurs, cette dernière a été **normalisée**. La Figure 11 présente la formule utilisée pour calculer cette centralité pondérée et centralisée (SWC). La normalisation telle que définie précédemment consiste à considérer que la valeur maximale de la centralité d'une variable est atteinte dans le cas où celle-ci est reliée par des relations de force maximale à toutes les autres variables. L'ensemble des variables appartenant à un **rang ontologique donné** ( $N_r$ ). Cette formule est une première approche pour le calcul de la SWC d'une variable. Cependant, en considérant l'ensemble des variables pour un rang donné dans le calcul du dénominateur, cela se rapproche de la critique faite à la formule de M&G dans le cas où l'on aurait choisi  $\gamma = 2$  dans le cadre de cette étude. En effet, ceci pourrait s'apparenter à considérer que l'acteur ait **choisi ses variables dans une liste prédéfinie** (de  $N_r$  variables) et n'a considéré que les relations possibles entre ces variables. Cependant, l'objectif dans le cas de la Figure 11 est essentiellement de normaliser les mesures de centralité, de manière à ce que l'ensemble de ces mesures soit compris entre 0 et 1. En absolu, pour cette première approche, il aurait été possible de prendre en compte n'importe quelle valeur suffisamment grande pour que cette centralité maximale théorique soit supérieure à la centralité maximale calculée. Le choix de la valeur  $N_r$  utilisée dans la formule de la Figure 11 reste possible dans le cas où un acteur a cité, pour un rang  $r$  donné, l'ensemble des variables de ce rang et a également établi des **relations de force maximale** entre **toutes les variables**. Si la première partie de cette hypothèse est plausible, la seconde l'est nettement moins. C'est la raison pour laquelle l'utilisation de  $N_r$  reste **valide**, mais **non adaptée**. Ceci tempère la remarque précédente et justifie la validité des résultats obtenus.

Une manière plus raisonnée de considérer la centralité maximale pour une variable serait de ne prendre en compte que l'**ensemble des variables présentes dans la carte**. La formule du calcul de la centralité devient (Figure 30) :

$$SWC_{A_k} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{cc}^r} |a_{ik}| + \sum_{j=1}^{N_{cc}^r} |a_{kj}|}{2 \cdot N_{cc}^r \cdot F_{max}}$$

où  $N_{cc}^r$  = Nombre de variables citées dans la carte considérée pour un rang ontologique  $r$   
 $F_{max}$  = valeur maximale possible de la force d'un lien

**Figure 30 : Formule de calcul de la Centralité Pondérée et Normalisée d'une variable  $k$  pour un rang ontologique  $r$**

Cependant, même calculée de la sorte, la centralité maximale reste **purement théorique**, car il est peu probable qu'un acteur prenne en compte l'ensemble des relations possibles entre les variables d'une carte (exemple donné pour un rang 2 en Annexe 8 du Volume II), à moins que celle-ci ne soit réduite à un très faible nombre de variables. De plus, comme remarqué précédemment pour le calcul de la distance généralisée ne prend pas en considération le fait que certaines variables sont **sémantiquement très proches** et que certaines relations entre variables sont **impossibles** du point de vue de la **logique**.

Comme pour la formule de M&G, le **temps** n'a pas été pris en compte dans le calcul de la centralité des variables dans cette étude. Mathématiquement, il serait facile d'introduire une **centralité temporelle** et d'ajouter la centralité "de force" et celle "de temps", afin de définir une centralité globale pour chaque variable. Si ceci permettrait effectivement de prendre en compte le temps dans les formules, **l'interprétation** de cette nouvelle centralité serait très **délicate**. Plus précisément, la notion de *centralité temporelle* n'est pas évidente. Quelle signification donner à cette mesure : comment définir les caractéristiques d'une variable centrale d'un point de vue temporel ? La réponse n'est pas immédiate et nécessite une analyse plus profonde et détaillée d'une telle mesure. Cette dernière doit permettre de répondre à un questionnement précis et ne doit pas être uniquement le résultat d'une formule mathématique dénuée de signification.



## *Synthèse*

Le tracé des cartes **cognitives** par les **41 acteurs** rencontrés a pour but de récolter le **savoir individuel** de chacun sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné et Pouembout.

L'étape préalable à l'analyse des cartes cognitives est une **harmonisation des termes** et expressions utilisés dans les différents tracés par la mise en place d'une **ontologie** (Chapitre II). La structure en **5 rangs** de l'arbre ontologique créé offre la possibilité d'avoir 5 niveaux de recul pour une même vision du fonctionnement du système : de la plus globale (rang 1), à la plus détaillée (rang 5).

Afin d'analyser le contenu des différentes cartes, chacune d'entre-elles est saisie informatiquement sous la forme d'une **matrice de proximité**.

Pour comparer les visions des différents acteurs, chaque carte est **désagrégée au rang ontologique 5**. Comme chacun s'exprime en fonction de ses connaissances, cette désagrégation permet à la fois de **conserver la richesse** des visions individuelles, tout en établissant une **grille commune de comparaison**. Il est alors possible de prendre un **recul** sur la vision de chacun en **ré-agrégeant** les cartes pour un rang ontologique donné. Ce couple **désagrégation/ré-agrégation** permet de représenter une même carte à **5 niveaux systémiques**, tout en conservant au maximum les propriétés propres à la carte. De plus, grâce à cette méthode toutes les cartes sont comparables entre-elles quelque soit le rang ontologique.

Des **cartes de groupes** peuvent être obtenues en faisant la **moyenne de cartes individuelles**. Ces cartes permettent de **synthétiser la vision** d'un ensemble d'acteurs appartenant à une même catégorie. Mais ces cartes moyennes sont bien plus qu'une simple fusion de visions individuelles car elles mettent en évidence les **propriétés émergentes** des catégories d'acteurs.

**L'analyse comparative** des cartes individuelles et de groupes a pour but de mettre en évidence ces propriétés émergentes. Deux approches sont possibles :

La première, basée sur la **distance entre deux cartes**, utilise la formule de **Markoczy et Goldberg** (M&G). Mais, que ce soit pour les acteurs ou les catégories d'acteurs, les représentations graphiques de ces distances entre cartes appariées ne montrent **aucun résultat probant**, quelque soit le rang ontologique considéré. Une analyse plus fine de la formule de M&G montre que seules les **variables communes** à plusieurs cartes sont prises en compte dans le calcul de cette distance. Les autres éléments sont ignorés. Ceci donne donc une **vision** particulièrement **réductrice** et **biaisée** de la similitude entre deux cartes.

La seconde approche considère que deux individus sont identiques à partir du moment où ils accordent la **même importance** - ou **centralité** - **aux mêmes variables**. La comparaison de deux cartes va se faire en établissant une **distance** à partir des centralités des différentes variables. Les résultats montrent que **quelque soit le rang ontologique** considéré, les acteurs de la **tribu d'Oundjo** ont des visions beaucoup plus **proches les unes des autres** que les acteurs des villages. Ces résultats montrent aussi que, quelque soit le rang ontologique (à l'exception du rang 1), les acteurs des **villages et de la tribu** ont des **visions nettement différentes** du fonctionnement du système étudié. Ceci s'explique essentiellement par la **spécificité des variables utilisées** par les acteurs de la tribu et montre ainsi une **différence réelle de perception du fonctionnement** de ce système. Comme pour la mesure de M&G, des propositions d'amélioration de cette approche sont proposées.



## ***DISCUSSION GENERALE***



Au terme de cette récolte de la vision du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire par les différents acteurs de la zone d'étude, il convient de **mettre en perspective** la méthodologie basée sur le **couplage de la cartographie cognitive et de l'ontologie**.

Dans un premier temps, une **analyse transversale** est réalisée afin de confronter les résultats obtenus par l'analyse des cartes de groupes et de la centralité des différentes variables, aux visions des différents acteurs recueillies lors des enquêtes individuelles, avant le tracé des cartes. En effet, puisque les résultats du chapitre précédent ont montré que les acteurs des villages et de la tribu d'Oundjo n'ont pas une vision commune du fonctionnement du système, l'objectif ici est de chercher à comprendre en quoi les visions de ces deux groupes diffèrent.

Dans un deuxième temps, le couplage cartographie cognitive/ontologie est confronté aux **attentes des différents acteurs**. Il ne s'agit ici que de voir comment cette méthodologie permet de répondre aux attentes des différentes catégories d'acteurs et non d'apporter des solutions en matière de gestion du système d'étude.

Enfin, compte tenu des similitudes entre cartes cognitives et réseaux de neurones, il est intéressant de s'intéresser aux **apports** que la **simulation** pourrait avoir dans des **perspectives de gestion** des ressources récifo-lagonaires de Voh-Koné-Pouembout.

## I. Adéquation entre les dires des acteurs, leurs attentes et le couplage cartes cognitives/ontologie

La carte cognitive est un outil qui permet de représenter graphiquement, sous la forme d'un diagramme d'influence, la vision qu'a un acteur du fonctionnement de l'écosystème qui l'entoure (Axelrod 1976). D'un point de vue formel, il n'y a, actuellement, aucune possibilité d'établir que la représentation graphique obtenue, est l'exacte transcription de la représentation mentale qu'a l'acteur de l'écosystème (Brown 1992 ; Cossette and Audet 1992). Seul l'acteur lui-même est apte à juger de l'exactitude de son tracé et de sa conformité avec sa propre vision.

Cette partie de l'étude consiste à réaliser une **analyse transversale** entre les dires des acteurs recueillis lors de la première étape des enquêtes individuelles (Chapitre I), les éléments mis en évidence lors de l'analyse de la centralité des variables au sein des cartes de groupes (Chapitre III) et les visions des deux principaux groupes d'acteurs (Village/Tribu) représentées sous la forme de deux cartes cognitives de groupe.

Sa finalité est de valider le *couplage de la cartographie cognitive et de l'ontologie*, afin de vérifier que cette méthodologie permet bien de **recupérer le savoir commun partagé** de l'ensemble des acteurs de la zone.

Compte tenu des résultats obtenus lors de la validation des échantillonnages en fonction des rangs ontologiques (Chapitre III §II.1.1) et de leurs analyses (Chapitre III §III.1), cette analyse s'appuiera sur les cartes de groupes de **rang 2** des différents groupes d'acteurs (cartes cognitives de groupes : Volume II Figures 2, 4, 6), ainsi que sur la classification des variables de rang 2 en fonction de leur l'importance<sup>1</sup> respective pour les acteurs des villages et de la tribu d'Oundjo (Volume II Tableau 4), ainsi que pour l'ensemble de tous les acteurs confondus (Volume II Tableau 6). Des éléments de rangs supérieurs (Volume II Figures 3, 5, 7 et Tableau 5) seront

<sup>1</sup> La notion d'importance fait ici référence à la valeur de sa centralité pondérée et normalisée (SWC) (Chapitre III §I.B.4)

utilisés essentiellement pour fournir des précisions ou pour illustrer par des exemples, certaines remarques.

## **I.1. Passé : évolution conjointe de l'état des ressources ichtyologiques et des techniques de pêche**

La première partie des entretiens avec les acteurs concerne l'historique des ressources récifolaginaires de la zone d'étude. L'objectif est d'obtenir une vision de l'état passé, mais surtout de comprendre les principaux mécanismes susceptibles d'expliquer l'évolution de cet état passé jusqu'à l'état actuel. Aucune donnée ne permet de valider de manière scientifique ces dires d'acteurs. Cependant, les nombreux recoupements possibles entre les dires des acteurs tribaux et villageois permettent d'établir une chronologie de l'état de ces ressources :

**En 1850**, lors de l'arrivée des premiers colons en Nouvelle-Calédonie, le **nombre de pêcheurs est quasiment nul**. Si la pêche à la sagaie et à l'arc est pratiquée dans les îles loyautés, elle ne semble pas être une activité principale pour les kanak de la grande terre (Teulière-Preston 1995). Sur la zone d'étude, seuls quelques pêcheurs confectionnent leurs propres **filets** avec des matériaux locaux. Malgré une faible efficacité de ces engins, les pêches sont relativement bonnes. Les stocks de ressources sont encore vierges.

**Entre 1900 et 1950**. Le nombre de pêcheurs augmente peu. Les **filets** sont en **coton** et les **bateaux à voile**. Les prises sont encore très bonnes et les rendements très importants. L'accès à la ressource est facile et les stocks sont encore très peu touchés. La pêche est surtout pratiquée pour la **consommation journalière** et les excédents sont essentiellement **salés** pour être conservés et distribués aux mineurs. Découverte depuis 1864 par Jules Garnier (Bird and Dubois 1984), l'exploitation du nickel sur les massifs de la zone date du début du siècle dernier, notamment par la société SLN.

**De 1950 à 1960**, avec la fin de la seconde guerre mondiale, les américains amènent avec eux un nouveau matériau pour les filets : le **nylon**. L'efficacité des engins de pêche explique à elle seule une première **diminution notable des ressources**. Parallèlement, en cette période de fin de guerre, l'état général des stocks est encore correct. Au niveau de la tribu d'Oundjo, **1960** correspond à la date à laquelle le conseil des anciens de la tribu déclare la zone récifale située devant la tribu comme **réserve de pêche** (Horowitz 2003).

**De 1965 à 1980** : cette période correspond au **Boom du Nickel**. La population sur zone augmente de manière importante et avec elle la demande en nourriture. Le poisson est pêché en **grande quantité**. L'utilisation de **méthodes destructrices** (pêche à la dynamite) apparaît, mais reste anecdotique.

Au niveau de la tribu d'Oundjo, deux autres périodes sont également identifiables :

**De 1984 à 1998** : dates de créations et de fermeture du **GIE GaOu** (Service territorial de la Marine Marchande et des pêches maritimes 1988). Le nombre de pêcheurs en activité augmente pour atteindre, à son apogée, 160 pêcheurs (près de la moitié de la tribu) (Horowitz 2003). Le nombre journalier de bateau à la mer est important. Tout ceci semble s'accompagner d'une augmentation des **mauvaises pratiques** de pêche (en particulier les "Barrages"). Le respect des zones de pêche de la tribu est imposé de manière plus ou moins pacifique.

Depuis 1998, date de fermeture du groupement, le nombre de pêcheurs au sein de la tribu a nettement diminué. Certaines personnes constatent même que **l'état des ressources s'est amélioré** depuis. Parallèlement à cette diminution de l'utilisation du lagon par les acteurs tribaux, le nombre de mauvaises pratiques a lui aussi diminué, mais la fréquentation des pêcheurs plaisanciers des villages dans les zones de réserves de la tribu a augmenté.

Cet historique de l'évolution de l'état des ressources et de leurs utilisations dans la zone d'étude permet essentiellement de mettre en perspective les connaissances actuelles sur ces mêmes ressources. En effet, c'est sur ces constatations de l'évolution de l'état des ressources que les acteurs s'appuient pour définir les éléments qui expliquent les variations observées.

## 1.2. État actuel des ressources récifo-lagonaires et causes de variations

### ETAT DES RESSOURCES (1 1)

- Au cours des entretiens avec les différents acteurs, l'ETAT DES RESSOURCES récifo-lagonaires de la zone de Voh-Koné-Pouembout (1 1)<sup>2</sup> est l'élément central de la réflexion. L'objectif est de comprendre quels sont les éléments et les processus qui peuvent l'influencer de manière directe ou indirecte.

- L'analyse des cartes de groupe des acteurs de la tribu d'Oundjo et de ceux des villages (Volume II Figures 2 et 4) montre que la **pêche** (5 2) et **l'état de l'habitat marin** (1 2) sont les deux principaux facteurs influençant l'état des ressources récifo-lagonaires (1 1). En effet, pour les acteurs des villages, la force<sup>3</sup> de la relation entre la pêche (5 2) et l'état des ressources (1 1) est de -3,48 (la plus forte force de la carte cognitive de rang 2 des acteurs des villages) et de 3,02 pour la relation entre l'état de l'habitat marin (1 2) et celui des ressources (1 1). Pour les acteurs de la tribu, les forces pour ces mêmes relations sont respectivement de -2,88 et 1,46.

- Cependant, certains éléments des cartes cognitives analysées montrent une forte différence de perception du fonctionnement du système, les acteurs des villages estiment que le **rôle de la mangrove** (4 3) sur l'état des ressources (1 1) est nettement plus important (force de 2,12) que pour les acteurs de la tribu (force de 0,46). Cette différence se retrouve en partie dans les éléments issus des entretiens préalables au tracé des cartes, puisqu'aucun des acteurs de la tribu n'a évoqué l'importance de la mangrove dans le fonctionnement du système récifo-lagonaire de la zone d'étude. Ceci est relativement surprenant, surtout si on considère le rôle de "réservoir" joué par celle-ci. En effet, de nombreux pêcheurs de la tribu avouent pêcher ou avoir pêché dans les mangroves, notamment pour les coutumes, ou pour pouvoir récolter de grosses quantités de poisson en peu de temps, en la "barrant" à l'aide de filets (pratique interdite). Du point de vue de l'état des ressources ichtyologiques récifo-lagonaires, le rôle joué par la mangrove est fondamental (Thollot 1992). Il semblerait donc que cet aspect soit mésestimé par les acteurs de la tribu. Au sein des villages, seuls les scientifiques et quelques gestionnaires (industriel, pêche et aquaculture et autres gestionnaires) ont évoqué l'importance que joue la mangrove dans le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire. Selon eux, l'état de la mangrove est principalement influencé par les **eaux douces** (4 4 avec une force de 0,42), c'est-à-dire la qualité

<sup>2</sup> Les valeurs entre parenthèses font référence au numéro ontologique des variables précitées.

<sup>3</sup> Pour simplifier, le terme de "force" est ici employé pour définir la *valeur* (+ ou -) et la *force* (de 1 à 5) caractérisant une relation donnée entre deux variables

de l'eau douce (4 4 1), caractérisée par les teneurs en MES et en polluants physiques et chimiques. Selon ces mêmes acteurs, le **développement économique** de la région (5 1) ainsi que celui des **activités minières** (4 9) jouent un rôle néfaste sur l'état des mangroves (forces respectives de -0,35 et -0,32). Du point de vue des acteurs tribaux, seule la qualité des eaux douces (4 4) explique en partie l'état de la mangrove (force de 0,5).

- Toutes ces notions se retrouvent également dans le classement des variables par ordre d'importance (Volume II Tableaux 4 et 5) : la mangrove (4 3) occupe la 8<sup>ième</sup>/25 position<sup>4</sup> pour les acteurs des villages, alors qu'elle n'est qu'à la 13<sup>ième</sup>/16 position pour ceux de la tribu.

- Même si les acteurs de la tribu n'ont pas évoqué les **facteurs naturels** (3 1) dans l'entretien préalable au tracé des cartes, l'importance et l'implication de ceux-ci dans l'évolution de l'état des ressources (1 1) est loin d'être négligeable. Leur vision rejoint celle des acteurs de villages. Pour les acteurs tribaux, les facteurs naturels occupent la 7<sup>ième</sup>/16 position, en termes d'importance et la 9<sup>ième</sup>/25 pour ceux des villages. La force caractérisant la relation entre les facteurs naturels et l'état de la ressource est de -0,7 pour les premiers et de -0,9 pour les seconds.

- Pour les acteurs de la tribu, les **contrôles et réglementations** (5 9) influencent directement l'état des ressources récifo-lagonaires (1 1) de manière non négligeable (force de 0,7) par rapport à ce qu'estiment les acteurs des villages (force de 0,2). Ceci s'explique par le fait que pour les acteurs d'Oundjo, en plus des variables **réglementations mises en place** (5 9 1) et **contrôles par les forces de l'ordre** (5 9 2), un troisième élément a été spécifié, en l'occurrence la **protection du lagon par les gens de la tribu** (5 9 3). Ceci correspond essentiellement à la volonté clairement exprimée des acteurs d'Oundjo de conserver l'espace maritime en face de la tribu. Comme au temps du GIE Gaou, lorsqu'un intrus se trouve dans cette zone de pêche, les pêcheurs de la tribu se mobilisent pour le chasser. Cependant, comme l'explique un ancien pêcheur d'Oundjo, ceci est nettement moins vrai actuellement, en raison du plus faible nombre de pêcheurs présents sur le lagon. Pour les acteurs tribaux, le fait qu'il y ait encore beaucoup de ressources dans la zone de pêche réserve d'Oundjo s'explique en grande partie par le fait que les pêcheurs la "protègent" en chassant les intrus (variable 5 9 3). Cet élément est spécifique aux acteurs de la tribu, tant pour l'importance qu'il lui accorde (au niveau de la centralité et des propos recueillis lors des entretiens), que dans leur vision du fonctionnement de leur système.

- Pour les acteurs des villages, ce sont essentiellement les **institutions** (5 7) qui influencent la mise en place de contrôles et de réglementations (5 9) (force de 0,8). Ceci s'explique par le rôle des **élus locaux** (5 7 1) pour la **mise en place de lois et de réglementations** (5 9 1) et le **renforcement des contrôles** par les forces de l'ordre (5 9 2), ainsi que par le rôle des **associations de protection de l'environnement** (5 7 2) en termes d'**informations sur la réglementation** (5 9 2). Dans une moindre mesure, il faut noter le rôle des **estimations de stocks** (5 9 5) réalisés par les **instituts de recherche** (5 7 3), dont les résultats vont influencer la mise en place de réglementations (5 9). Ces éléments se retrouvent presque textuellement dans les entretiens préalables au tracé des cartes pour les acteurs des villages, notamment en ce qui concerne le rôle des institutions et la (faible) volonté d'agir de certains élus locaux.

- Pour les acteurs tribaux, les contrôles et les réglementations ne sont pas nécessairement bien perçus puisqu'ils représentent un obstacle à leurs pratiques, notamment pour la vente de leurs produits de pêche. Ceci se retrouve au sein de leurs cartes cognitives puisque, contrairement aux acteurs des villages, personne n'a cité d'éléments pouvant influencer, de manière favorable ou non, les contrôles et réglementations (5 9).

- Il faut également noter le rôle du **milieu océanique** (2 1) sur l'état des ressources récifo-lagonaires (force de 0,36), qui n'a été cité que par les acteurs des villages. Même si son

---

<sup>4</sup> Les positions font référence au classement des variables par ordre de centralité pondérée et normalisée (SWC) au rang 2 (Volume II Tableau 4)

importance est relativement faible, cette prise en compte montre que les acteurs des villages ont une vision plus globale du fonctionnement du système d'étude que ceux de la tribu d'Oundjo.

- Pour l'ensemble des acteurs, les deux principaux éléments influencés par l'évolution de l'état des ressources sont le nombre de pêcheurs (5 4) et les ressources elles-mêmes (1 1).
  - Pour les acteurs des villages, cette **auto influence** des ressources s'explique par l'importance du **cycle de vie** (1 1 2) et du **réseau trophique** (1 1 3) alors que ces deux dernières variables n'ont quasiment pas été citées par les acteurs de la tribu. Ceci explique en grande partie la différence d'intensité de la force caractérisant cette auto-influence pour les deux groupes d'acteurs (0,5 pour les acteurs de la tribu contre 2,34 pour ceux des villages).
  - Pour l'ensemble des acteurs, le **nombre de pêcheurs** (5 4) est proportionnel aux variations de l'état des ressources (1 1). Cette relation est plus marquée pour les acteurs de la tribu (force de 0,9) que pour ceux des villages (force de 0,59). Enfin, seuls les acteurs des villages considèrent que la variation de l'état des ressources (1 1) influence les **quantités pêchées** (5 2) (force de 0,54).

## PECHE (5 2)

- Au cours des entretiens menés auprès des acteurs des villages et de la tribu d'Oundjo, le principal élément évoqué pour expliquer les variations observées de l'état des ressources est la **PECHE** (5 2). Au niveau de l'analyse des cartes, pour tous les acteurs confondus, la pêche (5 2), constitue également l'une des variables les plus importantes dans le fonctionnement du système (1<sup>ière</sup>/16 position pour les acteurs de la tribu et 3<sup>ième</sup>/25 position pour ceux des villages), essentiellement via la **quantité de poissons prélevée** (5 2 1).
  - Premier facteur influençant l'état des ressources, la quantité de poissons pêchée. Elle est essentiellement due au **nombre de pêcheurs** (5 4). Cependant, si les deux groupes d'acteurs citent cette même variable au rang 2, ils ne lui accordent pas la même signification ni le même rôle dans le fonctionnement du système d'étude (force de 3,23, l'une des plus élevée de la carte des acteurs des villages, contre 2,08 pour les acteurs de la tribu). Pour les acteurs de la tribu d'Oundjo, la quantité de poissons pêchée (5 2) dépend fortement du nombre de pêcheurs de la tribu (5 4 2) présents sur la zone de réserve de pêche d'Oundjo, alors que les acteurs des villages ont plus tendance à considérer l'ensemble des catégories de pêcheurs, sans tenir compte des spécificités liées à la zone de pêche propre à la tribu de Oundjo.
  - Pour les acteurs des villages, le principal élément qui explique les variations des quantités de poisson pêchées, hormis le nombre de pêcheurs, est la **vente des produits de la mer** (5 6). Au niveau des entretiens préalables au tracé des cartes cognitives, cet élément a très souvent été cité, notamment par les plaisanciers, les pêcheurs professionnels et les gestionnaires. Ces deux dernières catégories ont largement critiqué ce type de pratiques. Pour les plaisanciers, lorsqu'ils reconnaissent pratiquer ce type de vente (illicite), ils se justifient par la faible quantité vendue. Lorsqu'ils ne vendent pas eux-mêmes, tous connaissent des personnes du village qui commercialisent en grande quantité le produit de leurs pêches. Cependant, même si son impact sur la quantité de poissons pêchée est non négligeable (force de 1,4, ce qui est relativement élevé), l'importance de la vente des produits de la mer (5 6) dans la structure du fonctionnement de l'écosystème, selon les acteurs des villages, est relativement faible (15<sup>ième</sup>/25 position au rang 2). A contrario cet élément joue un rôle nettement plus central dans la vision du fonctionnement du système des acteurs de la tribu (6<sup>ième</sup>/16 position au rang 2). Ceci est caractéristique de ce groupe et montre, par là même, la concordance entre dires d'acteurs et

cartes cognitives tracées. En effet, pour les acteurs de la tribu, vendre les produits de la pêche est considéré comme normal et "vital"<sup>5</sup>, même si le pêcheur ne possède pas de licence. Ceci se retrouve logiquement exprimé dans la force plus élevée du lien entre la vente des produits de la mer (5 6) et la quantité de poissons prélevée (5 2) (force de 2,54).

- Parmi les différents **facteurs influençant la pêche** (5 3), ce sont surtout les **facteurs anthropiques** (5 3 1 situé en 10<sup>ième</sup>/24 position au rang 3 pour les acteurs tribaux contre 31<sup>ième</sup>/35 position pour les acteurs des villages) qui sont évoqués par les acteurs tribaux pour expliquer l'augmentation importante des ressources prélevées (force de 1,85 de 5 3 vers 5 2). Le principal de ces facteurs est la **coutume** (5 3 1 1). En effet, comme précisé lors des enquêtes, que ce soit lors des grands événements coutumiers (mariage, deuil) ou dans la vie de tous les jours, une grande quantité de poissons est prélevée pour la coutume. Cet élément n'est absolument pas pris en compte par les acteurs des villages (variable coutume 5 3 1 1 non citée). Pour ces derniers, le principal facteur anthropique influençant la pêche est le **niveau de vie des habitants** (5 3 2 1). Puisque la pratique de la pêche nécessite un matériel bien spécifique et onéreux, seules les personnes ayant un niveau de vie correct peuvent accéder à cette activité. Par ailleurs, si ce facteur économique influence surtout le nombre de pêcheurs (5 4), il joue également un rôle sur la quantité de poissons pêchée (5 2) (force de 0,96).

- Enfin, le dernier des principaux éléments influençant la pêche (5 2) est représenté par les **contrôles et les réglementations** (5 9). Que ce soit pour les acteurs des villages (force de -0,99) ou pour ceux de la tribu (force de -1,39), les réglementations et les contrôles (5 9) jouent essentiellement en faveur d'une diminution de la pêche, en réduisant les **mauvaises pratiques de pêches** (5 2 3) et, de manière moins importante, les **quantités prélevées** par les différentes catégories de pêcheurs (5 2 1). Les **institutions** (5 7) représentent un autre facteur spécifique à la tribu qui s'ajoute à ces contrôles et réglementations (5 9). En effet, si celles-ci ont un impact quasi négligeable sur les mauvaises pratiques, selon les acteurs des villages (force de -0,07), il n'en est pas de même dans les tribus (5 2 3) où intervient une institution particulière : le **conseil des anciens** (5 7 3). En effet, comme l'expliquent des pêcheurs de la tribu, ce conseil joue un rôle décisif dans l'arrêt ou du moins dans la diminution des mauvaises pratiques de pêches. L'autorisation ou la tolérance de certaines pratiques par le conseil des anciens, dépend essentiellement du contexte dans lequel la pêche s'effectue (coutume, besoin d'argent, pêche habituelle).

- Comme précédemment, **l'influence de la pêche sur elle-même** est loin d'être négligeable, que ce soit pour les acteurs des villages (force de 1,55) ou pour ceux de la tribu (force de 2,77). Ceci s'explique par la prise en compte d'éléments propres à cette activité et qui favorisent les quantités pêchées : l'engin de pêche (5 2 2 1), la zone de pêche (5 2 2 2), le temps de pêche (5 2 2 3) ou encore la fréquence des sorties (5 2 2 4). Ceci s'explique également par le braconnage et les mauvaises pratiques (5 2 3). En effet, comme l'explique la quasi-totalité des acteurs rencontrés, les mauvaises pratiques et le braconnage (5 2 3) sont justement interdits en raison des trop grands prélèvements qu'ils occasionnent sur la ressource, la mettant ainsi en danger.

---

<sup>5</sup> La notion de vitalité est ici à comprendre dans le sens *monétaire*. Cela signifie simplement que pour les "vrais" pêcheurs de la tribu, c'est l'unique source de revenus. Pour les autres pêcheurs, il s'agit d'un moyen rapide pour amasser un pécule en cas de besoin

## NOMBRE DE PECHEURS (5 4)

- Comme pour l'état des ressources (1 1) et la pêche (5 2), le **NOMBRE DE PECHEURS** (5 4) joue un rôle particulièrement central dans le fonctionnement de l'écosystème d'étude, notamment pour les acteurs de la tribu d'Oundjo (3<sup>ème</sup>/16 position pour les acteurs de la tribu contre 7<sup>ème</sup>/25 position pour ceux des villages). Quel que soit le groupe d'acteurs considéré, le **nombre de pêcheurs** (5 4) est le principal facteur influençant la quantité de poissons prélevée (force de 2,08 pour les acteurs de la tribu et de 3,22 pour ceux des villages). Cependant, cet élément reflète en grande partie les différences de vision des deux groupes quant au fonctionnement du système de la zone d'étude. En effet, pour les acteurs de la tribu, les deux principaux éléments qui influencent le nombre de pêcheurs sont, d'une part, l'état des ressources (1 1) et, d'autre part, les facteurs influençant la pêche (5 3) (avec une force de 0,9 pour les deux relations). Comme expliqué précédemment, l'influence de **l'état des ressources** (1 1) sur le nombre de pêcheurs (5 4) est directe : plus il y a de ressources, plus le nombre de personnes pratiquant cette activité augmente. Ceci est parfaitement illustré par les explications données par les acteurs tribaux : puisque la zone de pêche en face de la tribu est protégée, les ressources sont plus abondantes, ce qui attire, par jalousie, les pêcheurs des villages.

- Parmi les éléments qui influencent le nombre de pêcheurs au sein de la tribu (5 4 1), la **coutume** (5 3 1 1), ainsi que les **week-ends et les jours fériés** (5 3 1 2) sont les **facteurs anthropiques** (5 3 1) les plus importants. En effet, comme l'ont précisé de nombreux acteurs d'Oundjo au cours des entretiens préalables aux tracés des cartes, le nombre de "vrais" pêcheurs au sein de la tribu est relativement faible. Par contre, les pêcheurs occasionnels sont relativement nombreux durant les week-ends et les jours fériés. Cet argument est également repris par les gestionnaires associatifs des villages. Le rôle des facteurs influençant la pêche (5 3) sur le nombre de pêcheurs sur zone (5 4) est, quant à lui, relativement peu importante pour les acteurs des villages (force de 0,32).

- Pour les acteurs des villages, c'est essentiellement le **développement de la région** (5 1), via l'augmentation de la population sur zone (5 1 2), qui est le principal responsable de l'évolution du nombre de pêcheurs (5 4) (force de 2,31). C'est également cet élément qui ressort des entretiens préalables dans les villages. Pour les acteurs de la tribu, le développement de la région (5 1) joue également un rôle dans l'augmentation du nombre de pêcheurs (5 4) (force de 0,69). Comme précédemment, seule l'augmentation de la **population de la tribu** (5 1 2 2) est prise en compte pour expliquer une croissance du **nombre de pêcheurs au sein de la tribu** (5 4 2).

- Un dernier élément spécifique des préoccupations des villages peut également être mis en évidence. En effet, pour ces acteurs, la **vente des produits de la mer** (5 6) joue également un rôle sur le nombre de pêcheurs (5 4) (force de 0,67). Comme l'expliquent les pêcheurs plaisanciers et les gestionnaires associatifs : "tant que les contrôles ne seront pas assez sévères, le nombre de personnes qui vendent leur pêche augmentera". C'est la raison pour laquelle **les contrôles et les réglementations** (5 9) influencent de manière négative (force de -0,5) le nombre de pêcheurs.

- Finalement si globalement, les deux groupes d'acteurs utilisent des variables similaires pour s'exprimer, la vision du fonctionnement du système par les acteurs de la tribu est, dans le fond, bien différente de celle des villageois.

## MILIEU RECIFO-LAGONAIRE (1 2)

● Parmi les différents facteurs influençant l'état des ressources ichthyologiques (1 1), **LE MILIEU RECIFO-LAGONAIRE** (1 2) est l'un des plus importants (force de 1,46 pour les acteurs de la tribu et 3,02 pour ceux des villages, l'une des plus fortes forces notée). Cependant, si les acteurs des villages accordent une grande importance à l'état du milieu récifo-lagonaire de la zone (1 2) dans leur vision du fonctionnement du système (2<sup>ième</sup>/25 position), c'est moins vrai pour les acteurs de la tribu (5<sup>ième</sup>/16 position).

- Pour ces deux groupes, le principal élément qui influence l'évolution de l'état du milieu récifo-lagonaire est représenté par les **eaux douces** (4 4) (force de 1,39 pour les acteurs des villages et de 1,58 pour ceux de la tribu). Les deux principales caractéristiques des eaux douces qui sont prises en compte sont, d'une part, la **qualité de l'eau douce** (4 4 1), évaluée en fonction de la charge sédimentaire des rivières se jetant dans le lagon (4 4 1 1) et, d'autre part, mais dans une moindre mesure, la **quantité d'eau douce** arrivant dans le lagon (4 4 2). En effet pour l'ensemble des acteurs, la qualité du lagon (1 2 2) se définit en fonction de la **quantité des sédiments présents dans celui ci** (1 2 2 1). La forte relation entre la qualité de l'eau douce (4 4 1) et la qualité de l'eau du lagon (1 2 2) s'explique par la présence de nombreuses rivières dans la zone d'étude. Il est courant que, lors de fortes précipitations, la charge sédimentaire (4 4 1 1) de ces dernières augmente de manière très importante, ce qui génère de véritables panaches rouges dans le lagon (1 2 2 1). Dans le cas de grosses rivières (notamment pour la Voh et la Koné), ce panache turbide peut s'étendre bien au delà du récif barrière. Aussi, pour l'ensemble des acteurs, la quantité de sédiments en suspension dans le lagon (1 2 2 1) est un élément particulièrement néfaste tant pour la santé de ce dernier (1 2) que pour celle des ressources associées (1 1). Ceci explique en grande partie la forte intensité de la force reliant l'état du milieu récifo-lagonaire (1 2) aux ressources (1 1) évoquée au début de ce paragraphe. Enfin, pour les acteurs des villages, la qualité du milieu récifo-lagonaire dépend aussi des **apports en eaux douces** (4 4 2). En effet, ce dernier élément joue un rôle de premier ordre pour expliquer les variations des **paramètres physico-chimiques de l'eau du lagon** (1 2 3), notamment au niveau de la salinité de l'eau (1 2 3 2).

- La différence de vision du fonctionnement du système d'étude entre tribu et villages est également perceptible au niveau de deux éléments : la **mangrove** (4 3) et les **facteurs naturels** (3 1). Pour les acteurs des villages, la **mangrove** (4 3) joue un rôle relativement important pour expliquer l'état du lagon (1 2) (force de 1,02). Dans les enquêtes préalables aux tracés des cartes, de la même manière que pour l'état des ressources (1 1), les scientifiques et gestionnaires industriels ont, eux aussi, insisté sur l'importance de ce système pour le lagon. En plus du rôle de nurserie joué par ce milieu, il assure un rôle tampon entre les milieux terrestre et lagonaire. Ce filtre naturel est indispensable pour l'état du lagon (1 2).

- Contrairement aux villageois, les acteurs de la tribu n'ont absolument pas établi de lien entre mangrove et lagon. Ils n'ont d'ailleurs pas du tout évoqué la mangrove au cours des entretiens préalables. Ceci peut, en partie, s'expliquer par le fait que ce sont principalement des hommes qui ont été interrogés puisque ce sont essentiellement eux qui pratiquent la pêche aux poissons. La pêche dans la mangrove cible essentiellement les ressources en crabes de palétuviers. Ce sont surtout les femmes qui pratiquent cette activité. Au sein de la tribu, ce sont donc plus les femmes qui utilisent la mangrove et qui sont susceptibles de mieux connaître les relations entre ce milieu et le reste des éléments du système.

- De la même manière que la mangrove n'a pas été citée par les acteurs de la tribu, le rôle attribué aux **facteurs naturels** (3 1) sur l'état du milieu récifo-lagonaire (1 2) n'est pas du tout le même selon les visions. D'une force relativement importante pour les acteurs des villages (force de -0,9), cette relation est presque négligeable pour ceux de la tribu (force de 0,02). Parmi les

facteurs naturels cités par les acteurs des villages, ce sont surtout les **cyclones** (3 1 2) et les conséquences de **l'effet de serre** (3 1 4) qui retentissent sur l'état du corail (1 2 1 1).

- Enfin, il faut noter une dernière particularité dans la vision des acteurs des villages au niveau des éléments influençant l'état du milieu récifo-lagonaire (1 2). Pour ces acteurs, le développement de la région (5 1), joue un rôle sur l'état du lagon (1°2), notamment par **l'augmentation de la population** (5 1 2 1) et des **constructions d'infrastructures** (5 1 1 2), mais aussi par la multiplication du **nombre de bateaux** (5 5) qu'il entraîne (force de -0,57 pour le développement de la région et de -0,55 pour les bateaux). En effet, l'augmentation de la population et du nombre de bateaux génère automatiquement une augmentation des **pratiques destructrices du corail** (1 2 1 2).

- En plus de faire varier l'état des ressources récifo-lagonaires (1 1) comme expliqué précédemment, **l'état du lagon** (1 2) a une très forte influence **sur lui-même** (force de 0,94 pour les acteurs des villages et de 0,69 pour ceux de la tribu). D'une manière générale, **l'état du corail** (1 2 1 1) est à lui seul représentatif de l'état du milieu récifo-lagonaire dans son ensemble (1 2).

- Ce sont la **qualité de l'eau du lagon** (1 2 2), notamment liée à la présence des sédiments et les **paramètres physico-chimiques** de l'eau du lagon (1 2 3) qui se combinent pour influencer l'état de l'habitat marin (1 2 1). Il faut également noter la forte importance que les deux groupes d'acteurs accordent à la variable qualité de l'eau de mer (1 2 2) dans le fonctionnement du système (8<sup>ième</sup>/24 position au rang 3 pour les acteurs de la tribu et 3<sup>ième</sup>/35 position pour ceux des villages).

- Enfin, d'autres variables ont également été prises en compte par les différents acteurs (notamment ceux des villages) pour expliquer cette auto-influence de l'état du lagon (1 2) : l'état des herbiers (1 2 1 4), le blanchissement des coraux (1 2 1 6) et les invasions d'acanthasters (1 2 1 7). Ces deux derniers éléments ont cependant été moins souvent cités.

## MANGROVE (4 3)

- Transition entre le milieu terrestre et maritime, la **MANGROVE** (4 3) est un système complexe, qui joue un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire, selon les différentes personnes interrogées. Comme ceci a déjà été vu dans les paragraphes précédents, la mangrove influence de manière non négligeable l'état des ressources ichtyologiques récifo-lagonaires (1 1), mais aussi et surtout le milieu marin (1 2). D'une manière générale, ce sont les acteurs des villages qui lui accordent une importance majeure dans le fonctionnement du système d'étude (8<sup>ième</sup>/25 position pour les acteurs des villages contre 13<sup>ième</sup>/16 position pour ceux de la tribu). Pour ces deux groupes, **l'eau douce** (4 4) est le principal élément qui modifie l'état de la mangrove (4 3) (force de 0,46 pour les acteurs de la tribu et de 0,42 pour ceux des villages). Là encore c'est essentiellement la **teneur en MES** dans les rivières (4 4 1 1) qui va intervenir sur l'état de santé de la mangrove (4 3 1).

- Cependant, pour les acteurs des villages, plusieurs autres éléments influencent cet état de santé, de manière relativement similaire : le **développement de la région** (5 1), **l'agriculture** (4 1)(force de -0,35 pour ces deux éléments), **l'activité minière** (4 9) (force de -0,32) et dans une légère moindre mesure, **l'aquaculture** (4 2) (force de -0,27). Quelque soit le facteur considéré, le mécanisme sous-jacent est la destruction physique de la mangrove associée à la construction soit d'un **complexe minier** (4 9 1), soit d'**infrastructures** routières (5 1 1 2). En ce qui concerne les **fermes aquacoles** (4 2), c'est l'ensemble des activités associées aussi bien à leur construction qu'à leur fonctionnement, qui est mis en cause par de nombreux acteurs. Comme nous l'avons

vu lors des entretiens préalables (Chapitre I), toutes ces accusations sont réfutées en bloc, parfois preuve à l'appui, par les aquaculteurs de la région.

- Il est très important de noter que les variables Agriculture (4 1) et Aquaculture (4 2) n'ont absolument pas été citées par les acteurs de la tribu d'Oundjo. A l'inverse, les **déchets terrestres** (4 7) et les **eaux usées** issues des villages (4 8) ont été deux éléments fréquemment cités par les acteurs des villages (et par eux seuls) au cours des entretiens préalables (respectivement, 12<sup>ième</sup> et 13<sup>ième</sup>/25 position pour les acteurs des villages). Leurs impacts négatifs sur l'état de la mangrove (forces respectives de -0,25 et -0,21) inscrits sur les cartes cognitives des acteurs sont le reflet de leurs préoccupations, notamment vis-à-vis des dépotoirs et du manque de traitement des eaux usées des villes et des logements.

#### EAUX DOUCES (4 4)

- Que ce soit pour les acteurs de la tribu d'Oundjo ou pour ceux des villages, les EAUX DOUCES (4 4) jouent un rôle important dans le fonctionnement du système (respectivement 4<sup>ième</sup>/16 et 5<sup>ième</sup>/25 position), notamment en ce qui concerne leurs impacts sur l'habitat et les ressources récifo-lagonaires (1 2 et 1 1), ainsi que, dans une moindre mesure, sur la mangrove (4 3). Il est cependant important de noter que ce thème n'a été que très peu abordé par les acteurs de la tribu au cours des entretiens préalables, ou du moins pas de manière directe. En effet, ces derniers évoquent essentiellement "la terre rouge dans l'eau" et la relie essentiellement aux activités minières présentes sur zone. Au niveau de leurs cartes cognitives, la **qualité des eaux douces** (4 4 1), c'est-à-dire des rivières, est avant tout influencée par l'**activité minière** (4 9) (force de -1,38). Il s'agit principalement pour eux, des **mines actuelles** (4 9 1) et dans une moindre mesure des **anciennes mines** (4 9 2). Le terme de mine actuelle désigne essentiellement le projet minier Koniambo. Il est donc très intéressant de noter que pour ces acteurs tribaux, l'impact du projet Koniambo<sup>6</sup> va, essentiellement se mesurer sur la qualité des eaux douces des rivières (4 4 1). A l'inverse des acteurs des villages, le rôle de l'**érosion** (4 10) dans la **charge en MES** des rivières (4 1 1) est très minimisé par les habitants de la tribu. Pour eux, l'impact de la mine sur les eaux douces est direct. Cela illustre surtout la crainte de ces acteurs vis-à-vis de la future mine et de l'influence négative que la mise en place de cette dernière pourrait avoir sur une dégradation de la qualité des eaux des rivières (4 4).

- Enfin, tout comme la mine, le **développement de la région** (5 1) et la construction **d'infrastructures** (5 1 1 2) entraînent directement une augmentation de la quantité de sédiments dans les rivières, selon l'ensemble des acteurs.

- Le dernier élément pris en compte par les acteurs de la tribu pour expliquer une variation de l'eau douce (4 4) sont les **facteurs naturels** (3 1). Au travers des **précipitations** (3 1 1) et des **crues** (3 1 3), les facteurs naturels agissent surtout sur la **quantité d'eau des rivières** arrivant au lagon (4 4 2), plus que sur sa qualité (4 4 1).

- Pour les acteurs des villages, la qualité des eaux douces se définit également en grande partie par la **teneur en MES** des eaux des rivières (4 4 1). Ceci est la principale conséquence de l'**érosion des sols** (4 10) (force de -2,02). Contrairement aux acteurs de la tribu, l'origine des sédiments dans les rivières (4 4 1 1) n'est pas uniquement imputable aux **activités minières** présentes sur zone (4 9). Cependant, l'impact direct de ces dernières sur l'eau douce (4 4) n'est pas non plus considéré comme négligeable, puisque la force de la relation entre ces deux éléments est de 0,64.

---

<sup>6</sup> Au moment de la rédaction de ce travail, l'exploitation minière du massif n'a pas encore débutée. Sur zone, seules des explorations minières ont été effectuées, ainsi que des travaux d'aménagement (routes, bassins de décantation, revégétalisation et fermeture d'anciennes mines)

- Le second élément qui explique une évolution de la qualité des eaux douces (4 4 1), selon les acteurs des villages, est l'**agriculture/élevage** (4 1) (force de -0,89). Ceci est essentiellement lié à l'utilisation de **bains à bétail** (4 1 2) en bordure de rivière. Les bains à bétail sont des pratiques courantes en Nouvelle-Calédonie pour traiter rapidement un troupeau contre certains parasites (tiques). Elles consistent à remplir une cuve d'eau, dans laquelle on met un produit anti-tique, puis à forcer le troupeau à traverser cette "baignoire". Pour de nombreux acteurs, notamment les gestionnaires associatifs, de l'agriculture et de l'environnement, ainsi que pour les aquaculteurs, cette pratique est néfaste pour la qualité de l'eau des rivières, surtout lorsqu'il pleut et que ces bains débordent. Cependant, l'agriculteur rencontré explique que la présence de tels bains à proximité des rivières est une mauvaise pratique agricole et qu'à l'image des autres éleveurs, il fait particulièrement attention de ne pas traiter ses troupeaux en période de pluie.
- Enfin, comme pour la mangrove, le rôle attribué par les acteurs des villages dans leurs cartes cognitives aux **déchets physiques terrestres** (4 7) et aux **eaux usées** (4 8) dans la baisse de la **qualité des eaux douces** (4 4 2) reflète leurs préoccupations quant à la non conformité des dépotoirs et à leurs impacts sur la nature, ainsi qu'au non traitement des eaux usées provenant des villages et des logements (forces respectives de -0,62 et -0,69).
- Enfin, comme pour les acteurs tribaux, ce sont principalement les facteurs naturels (3 1), via les précipitations (3 1 1), qui influencent le plus la **quantité d'eau douce** des rivières (4 4 2).

#### EROSION (4 10)

● L'**EROSION** (4 10) est l'un des éléments qui met le plus en évidence la différence des points de vue sur le fonctionnement du système d'étude entre les acteurs de la tribu d'Oundjo et ceux des villages de Voh-Koné-Pouembout. En effet, pour les acteurs tribaux, cet élément est quasiment négligeable (16<sup>ième</sup>/16 position), alors qu'il est considéré comme important par les acteurs des villages (6<sup>ième</sup>/25 position). Cependant, cela ne signifie absolument pas que les acteurs de la tribu ne prennent pas en compte ce processus. Globalement deux visions coexistent pour expliquer le même processus :

1. **Influence directe** de la mine (4 9) sur l'état des eaux douces (4 4)
2. **Influence indirecte** de la mine (4 9) sur l'état des eaux douces (4 4), par l'érosion des sols (4 10).

- Pour les acteurs de la tribu, seul le premier cas a été pris en compte. Pour les acteurs des villages, les deux cas ont été cités. Selon ces derniers, l'érosion (4 10), c'est-à-dire le départ des sols, est un processus pouvant avoir plusieurs origines. La principale cause de l'érosion des sols est la présence **d'activités minières** sur zone (4 9) (force de 2.02), ce qui rapproche leur vision de celle des acteurs de la tribu.

- Le second facteur, par ordre d'importance, qui a été identifié par les acteurs des villages pour expliquer l'érosion des sols (4 10) est l'état du **couvert végétal** (4 5) (force de -1,24). Comme ils l'expliquent, le rôle du couvert végétal est très simple : plus il y a de végétation sur un sol et moins celui-ci est sensible aux phénomènes d'érosion. Ce **couvert végétal** (4 5) est particulièrement endommagé par les activités pouvant entraîner un déboisement, comme le **développement** de la région (5 1) (force de -0,58), essentiellement par le biais des constructions de logements et d'infrastructures, **l'agriculture** (4 1) (force de -0,39), les **activités minières** (4 9) (force de -0,35), ainsi que les **feux** (4 5 1) souvent d'origine criminelle (auto influence de force 1,00).

- En association avec l'état du couvert végétal, les **facteurs naturels** (3 1), notamment la **pluie** (3 1 1) jouent un rôle très important sur l'érosion des sols (force de 1,52). Ce facteur est le seul à avoir été pris en compte pour les acteurs tribaux (force de 0,23).

- Enfin, de la même manière que pour le couvert végétal ou pour les activités minières, le **développement de la région** (5 1), par le biais de la **construction d'infrastructures** (5 1 1 2) et **d'habitations** (5 1 1 3) favorise également le départ des sols (force de 0,61).

### DEVELOPPEMENT DE LA REGION (5 1)

- Le **DEVELOPPEMENT DE LA REGION** (5 1) est un élément très central dans la vision du fonctionnement de l'écosystème d'étude par les acteurs des villages (3<sup>ième</sup>/25 position) et nettement moins pour ceux de la tribu (11<sup>ième</sup>/16 position). Pour ces derniers, le développement de la région se caractérise essentiellement par une **augmentation de la population** (5 1 2), ce qui va directement influencer le **nombre de pêcheurs sur zone** (5 4) (force de 0,69).

- Le développement de la région se définit, pour les villageois aussi, par une **augmentation de la population** sur zone (5 1 2) (4<sup>ième</sup>/35 position de la variable au rang 3). Selon eux, ceci se répercute directement sur le **nombre de pêcheurs** sur zone (5 4), sur la **pêche** (5 2) par une augmentation des **mauvaises pratiques** (5 2 3), ainsi que sur la **vente** des produits de la mer (5 6). Au niveau terrestre, les principales conséquences d'une croissance de la population sur zone sont une augmentation de la quantité de **déchets physiques** (4 7) et des **eaux usées** (4 8) dans les villages. Les autres impacts du développement de la région sur le milieu terrestre sont essentiellement liés à la construction **d'infrastructures** (5 1 1 2) et **d'habitations** (5 1 1 3), qui vont dégrader le **couvert végétal** (4 5), les **sols** (4 10), ainsi que **l'habitat marin** (1 2). Pour les acteurs des villages, le développement de la région (5 1) est donc un élément particulièrement central et donc important, puisqu'il va être à l'origine directe et indirecte de nombreux impacts sur l'environnement.

- Pour ces acteurs des villages, le développement de la région (5 1) est essentiellement lié au développement des **activités minières** (4 9) (force de 1,43) et dans une moindre mesure à celui de **l'aquaculture** (4 2) (force de 0,5). Ceci est la traduction exacte de la perception qu'ont les acteurs des villages du projet Koniambo. En effet, de nombreuses personnes interrogées ont estimé, au cours des entretiens préalables au tracé des cartes, que la mise en place de ce projet sur la zone va générer, d'une part une augmentation des activités économiques, mais surtout une croissance de la population. Cette population est à la fois directement (travailleurs) et indirectement (emplois induits) associée au projet lui-même. En même temps, cet afflux de personnes va nécessiter une augmentation du nombre des habitations et des infrastructures, comme c'est déjà le cas actuellement (développement de lotissement tel que Green Acre à l'entrée de Koné). Au niveau de la carte cognitive des acteurs des villages, ce double processus (développement économique et accroissement de la population) explique la forte influence qu'a le développement de la région sur lui-même (force de 2,38). En effet, selon les acteurs des villages, une augmentation des activités économiques et des habitations sur la zone (5 1 1) va entraîner un afflux de personnes (5 1 2) et l'arrivée massive de personnes sur zone (5 1 2) va lui-même nécessiter de nouvelles constructions et donc un essor économique (5 1 1).

- Pour les acteurs tribaux, le rôle joué par le développement de la région (5 1) s'explique de manière plus restreinte par une influence combinée et de même force (force de 0,23) de l'essor de **l'activité minière** sur zone (4 9) et de **l'augmentation de population** (5 1 2).

## ACTIVITE MINIERE (4 9)

- Dans la zone de Voh-Koné-Pouembout, l'ACTIVITE MINIERE (4 9) joue donc un rôle particulier. En effet, même si actuellement elle est encore peu développée, l'essor de cette activité dans les prochaines années engendrera de nombreuses modifications tant du point de vue économique, qu'écologique.
  - Compte tenu des analyses précédentes, au sein des cartes cognitives tracées, les **impacts directs** de l'activité minière sur zone reste relativement restreints. Pour les acteurs des villages, l'activité minière (4 9) joue d'une part sur l'**érosion** (4 10) et les **eaux douces** (4 4) et d'autre part sur le **développement de la région** (5 10). Pour les acteurs de la tribu, l'activité minière ne touche directement que les **eaux douces** (4 4).
  - Si l'on considère les nombreuses influences des eaux douces (4 4) sur l'état de l'habitat marin (1 2) et sur les ressources du lagon (1 1) et compte tenu des conséquences du développement de la région (5 1) notamment sur les pêcheurs (5 4) et la pêche (5 2), les **activités minières** (4 9) jouent donc un **rôle de clé de voûte** dans le fonctionnement du système d'étude, en particulier pour les acteurs des villages.
  - Il faut également noter le **cercle vicieux** qui existe entre le développement de la région (5 1) et l'activité minière (4 9). En effet, ces deux variables d'influencent fortement l'une l'autre, ce qui accentue l'ensemble des impacts directes et indirectes de chacune. C'est également la raison pour laquelle le développement de la région (5 1) peut également être considéré comme une clé de voûte du fonctionnement du système.
  
- Ce caractère apical de la position des activités minières (4 9) dans les visions du fonctionnement de l'écosystème des différents acteurs est confirmé par le fait que très peu de variables l'influencent. Pour les acteurs des villages, l'un des rares éléments susceptibles d'influencer les activités minières sur zone sont les **institutions** (5 7) (force de 0,4). Il s'agit ici de l'État français (5 7 6) et de la Nouvelle-Calédonie (5 7 7). La présence de ces deux variables et leurs relations traduit les préoccupations des acteurs locaux. En effet, au moment où ces enquêtes ont été réalisées, l'avenir du projet Koniambo était encore incertain, puisque l'ensemble des clauses suspensives à sa création n'était pas encore levé<sup>7</sup>. Les acteurs estimaient donc que ces deux institutions jouaient alors un rôle important dans l'avenir du développement des activités minières sur la zone de Voh-Koné-Pouembout.
  
- Enfin, pour les acteurs des villages, il est intéressant de noter qu'il existe une différence entre les propos qu'ils ont tenus avant le tracé et les éléments figurant sur la carte elle-même. En effet, plusieurs acteurs, notamment des gestionnaires associatifs et des pêcheurs plaisanciers, ont souligné la nécessité de détruire le **barrage anti-sel** construit sur la rivière Koné. Cependant, aucun d'entre eux n'a défini de variable spécifique faisant référence à ce problème. Il semblerait que contrairement aux acteurs d'Oundjo qui n'ont pas hésité à définir certains éléments très particuliers, qui font explicitement référence au contexte tribal, les acteurs des villages aient

---

<sup>7</sup> La levée des dernières clauses suspensives de l'accord dit de Bercy, pour la décision irrévocable de construire l'usine, ainsi que l'échange des titres miniers ont été pris fin Décembre 2005. Les deux partenaires du projet - la Société Minière Sud Pacifique (SMSP) et Falconbridge NC SAS – ont fusionnés début 2006 pour former la société Koniambo Nickel SAS, dont l'objectif est la mise en place du complexe minier en vue de l'exploitation du gisement de nickel du massif du Koniambo

estimé que ce problème de barrage anti-sel était trop local, compte tenu de la zone d'étude, pour qu'il soit nécessaire de l'introduire dans leur vision du fonctionnement du système.

### I.3. Bilan : Savoir commun partagé et cartes cognitives

- L'analyse des entretiens individuels du Chapitre I a montré une **différence** au niveau de la **perception du fonctionnement du système** d'étude entre les acteurs des villages et ceux de la tribu d'Oundjo. Bien que le thème central, commun à l'ensemble des entretiens, est de déterminer quels sont les éléments qui expliquent les variations possibles de l'état des ressources récifo-lagonaires, la récolte des visions des différentes catégories d'acteurs montre la diversité des points de vue et des perceptions.

Ceci est, notamment, perceptible au niveau de la définition de la zone d'étude. En effet, pour les acteurs de la **tribu**, seuls les évolutions des ressources ichtyologiques de "la **zone réserve**" de la tribu sont évoquées et prises en compte aussi bien dans les entretiens préalables au tracé des cartes cognitives individuelles, que dans les cartes elles-mêmes. De la même manière, seules les préoccupations propres à la tribu sont évoquées par les acteurs. Dans les tracés des cartes, ceci se traduit par l'utilisation de variables très spécifiques, comme par exemple :

- Population au sein de la tribu d'Oundjo (5 1 1 2)
- Coutume (5 3 1 1)
- Travail à l'extérieur de la tribu (5 3 2 4)
- Nombre de pêcheurs de la tribu (5 4 2)
- Conseil des anciens (5 7 3)

Cependant, ces spécificités ne sont décelables qu'au niveau des rangs ontologiques supérieurs (rangs 4 et 5). L'analyse réalisée au rang ontologique 2 devrait donc, a priori, gommer ou du moins atténuer fortement ces différences. Or, les résultats du Chapitre III (§II.3) montrent qu'au rang 2, la **différence de perception** du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire entre les acteurs des villages et ceux de la tribu persiste.

Ce résultat se retrouve parfaitement dans cette **analyse transversale**. Concrètement, au niveau des cartes cognitives de rang 2, bien que de nombreuses variables soient communes aux différents groupes d'acteurs (16 variables de classes sur les 25 du rang 2), la structure du réseau de relations causales reliant ces variables entre-elles (force et nombre de relations) diffère de manière notable entre la vision des acteurs des villages et celle des acteurs de la tribu d'Oundjo. A ceci s'ajoute les différences liées au fait que certaines variables n'ont été citées que par l'un des deux groupes (5 variables de rang 2 n'ont été citées que par les acteurs des villages).

D'une manière générale, la vision du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout est nettement plus complexe (dans le sens de la cartographie cognitive) pour les acteurs des villages que pour ceux de la tribu.

Finalement, l'ensemble de ces différences observées et expliquées au travers de l'utilisation conjointe des cartes cognitives et de l'ontologie **valide** les résultats obtenus au Chapitre III. En effet, quelque soit le rang ontologique auquel on analyse la vision des deux groupes d'acteurs interrogés, la différence de perception du fonctionnement du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout est bien réelle.

Pour les deux groupes d'acteurs interrogés, chacun considère le fonctionnement de l'écosystème d'étude selon son propre référentiel et, cependant, tous pensent parler de la même chose et de la même façon. La différence de points de vue notée lors de la récolte du **savoir commun** partagé

(Chapitre I), confirmée par l'analyse des **différences structurelles** (Chapitre III) et validée par cette **approche méthodologique** (combinaison cartographie cognitive/ontologie), n'est donc due qu'à des **différences de référentiels entre acteurs**.

En effet, que ce soit au niveau de l'ontologie des variables, de l'importance de celles-ci au sein d'une carte ou de la structure inter reliant ces variables, pour un groupe donné, aucun acteur de ce groupe n'a fait l'effort de se placer dans le référentiel de l'*autre* groupe. En d'autres termes, la **vision** des acteurs de la tribu d'Oundjo, quelle que soit la personne interrogée, reste **centrée sur la tribu**. Il n'y a pas d'effort de compréhension de la vision des acteurs des villages : l'*Autre* (typiquement le pêcheur plaisancier des villages) est perçu comme un étranger, qui ne fait pas l'effort de *les* comprendre (les pêcheurs d'Oundjo). Ceci est également valable en tous points pour les acteurs des villages, où les rôles s'inversent : l'*Autre* est alors le pêcheur d'Oundjo, qui pêche dans sa réserve, dont le mode de fonctionnement est différent du leur et qui ne fait pas d'effort pour les comprendre.

Finalement les différences observées entre les deux groupes sont essentiellement dues à des **différences de référentiels de perception**. En termes de gestion, ces différences de référentiels sont très souvent à l'origine de nombreux **conflits d'usages**. Dans cette étude l'exemple le plus flagrant concerne l'utilisation du plateau de Koniène par les différents groupes d'acteurs. Ce plateau de récif intermédiaire situé en face du village de Koné est considéré comme partie intégrante de la réserve de pêche par les acteurs d'Oundjo. Selon leur point de vue, les pêcheurs plaisanciers des villages vont pêcher sur ce plateau essentiellement le dimanche car, comme l'explique un ancien pêcheur, "ils savent pertinemment que ce jour est le jour du Sabbat et que les pêcheurs de la tribu ne vont pas en mer". Ainsi, selon le référentiel des habitants d'Oundjo, c'est sciemment que les acteurs des villages "braconnent" sur leur zone de pêche. Au niveau de la carte cognitive, ceci se traduira par une relation entre le nombre de pêcheurs plaisanciers (5 4 1) (étrangers à la tribu) et les mauvaises pratiques (5 2 3) (pêche dans la réserve d'Oundjo). Pour les acteurs des villages, dont le référentiel est plus occidental, l'appréhension du problème est très différente : ils ignorent l'interdit ou estiment que cette portion de récif n'appartient pas à la tribu d'Oundjo (puisque située en face du village et non en face de la tribu) et comme par ailleurs, l'un des seuls moments de la semaine où ils ont du temps libre pour pratiquer leur activité de loisir est le week-end, c'est donc logiquement que certains pêchent dans cette zone le dimanche<sup>8</sup>. Ceci peut se traduire, au niveau de la carte cognitive des acteurs des villages, par une relation entre les facteurs influençant la pêche (5 3) et la pêche (5 2).

Cet exemple illustre parfaitement comment deux **perceptions différentes** d'un **même fait**, expliquées de manière parfaitement **logique** par le deux groupes, compte tenu du **référentiel** de chacun, se traduisent par des **visions très différentes** au niveau des **cartes cognitives**.

Au final, l'intégration de ces petites différences de perception des événements et leurs traductions en termes de relations entre variables au sein des cartes cognitives expliquent en grande partie les **différences finales** entre les visions du fonctionnement du système des deux groupes d'acteurs.

- L'un des objectifs de ce travail de recherche est de vérifier que l'application de la méthodologie de la cartographie cognitive à un **contexte socio-halieuistique** donné, permet de

---

<sup>8</sup> Il faut également noter qu'eu égard à la réglementation maritime en vigueur, ces eaux font partie du domaine public et leur accès est libre

**récolter le savoir commun partagé**<sup>9</sup> d'un groupe d'acteurs et, ainsi de valider cette méthodologie. En effet, chaque personne, par son vécu et ses acquis, a une vision personnelle du fonctionnement du système qui l'entoure (Bauer 1975). Si ces connaissances individuelles ne sont pas exhaustives, elles constituent un élément élémentaire essentiel, qui aide à la compréhension de l'ensemble, particulièrement dans des situations où les **connaissances scientifiques font défaut**. Le regroupement des visions individuelles en **carte cognitive de groupe** constitue donc une **synthèse de ces savoirs individuels** (Fiol and Huff 1992).

L'analyse comparée des visions du fonctionnement du système par les différents groupes d'acteurs (cartes et centralité des variables au sein des cartes) et sa mise en parallèle avec les observations réalisées à partir des dires des acteurs (Chapitre I), montrent la **synergie** existant entre ces deux approches. En effet, la quasi-**totalité des remarques** faites par les acteurs en début d'entretien sur l'état des ressources et surtout sur les causes qui expliquent les évolutions possibles entre l'état passé et l'état présent de ces ressources, se retrouve au sein des cartes cognitives de groupe par le jeu des relations causales. La direction, la valeur et la force des liens sont autant d'informations qui permettent d'appréhender le **savoir commun partagé** au par l'analyse de la structure du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire qu'ils ont définie.

Dans le cadre de cette étude, par souci de préserver la validité de l'échantillonnage (cf. Chapitre III §III.1), l'analyse de ce fonctionnement se fait à un rang ontologique relativement bas (rang 2). Cependant, l'analyse transversale précédente montre toute l'importance de conserver les informations aux rangs ontologiques supérieurs. En effet c'est aux rangs plus élevés que le savoir commun partagé est essentiellement contenu. Un aller-retour constant entre le rang d'analyse et les rangs supérieurs permet de mieux appréhender des **différences ponctuelles** de perception du fonctionnement du système étudié par les acteurs.

Finalement, les propriétés synergiques des **cartes de groupes** assurent une retranscription fidèle du **savoir commun partagé**. De la même manière qu'une approche holarchique permet d'avoir une vision à différentes échelles d'un écosystème étudié (Kay and Schneider 1994), une analyse à différents niveaux ontologiques offre une synthèse plus ou moins détaillée de ce savoir.

- Si l'analyse transversale des cartes cognitives des groupes d'acteurs aux différents rangs ontologiques et de la centralité des variables contenues dans ces cartes permet bien de récupérer le savoir commun partagé des différents acteurs de la zone, il ne faut cependant pas oublier que l'ensemble de ces approches reposent sur des **entretiens** menés auprès d'acteurs. Aussi, l'ensemble des erreurs de **compréhension et d'interprétation, volontaires ou non**, tant de la part de l'**enquêteur** que de l'**enquêté**, sont enregistrées dans chacune des cartes individuelles (Ozesmi 1999).

Au niveau **individuel**, la **validation** du tracé réalisé est relativement facile. Il suffit que l'acteur estime de lui-même que la carte qu'il a réalisée correspond bien à sa propre vision du fonctionnement du système. Pour ce qui est des **cartes de groupes**, la **validation** est nettement plus délicate. En effet, à l'inverse d'une carte individuelle qui suscite un fort sentiment de propriété de la part de la personne qui la trace (Cossette 2003), la carte cognitive de groupe est une représentation que chacun doit pouvoir s'approprier, dans le sens où chaque acteur doit pouvoir retrouver sa propre vision dans une carte de groupe, qui ne peut cependant pas être

---

<sup>9</sup> Le savoir commun partagé est l'ensemble des connaissances tacites propres à un groupe d'individus (Chapitre II §I.1)

considérée comme la représentation d'une unique personne (Carley 1988 ; Eden 2004). Aussi de la même manière que seul un acteur peut valider sa propre vision, seul le groupe d'acteurs peut valider la sienne.

La validation d'une carte cognitive de groupe par le groupe lui-même peut se faire, par exemple, au cours de réunion de restitution des travaux de recherche réalisés<sup>10</sup>. Cette réunion se déroule en trois étapes :

1. **Remise en contexte** des entretiens individuels en rappelant la finalité de l'étude
2. Afin que chaque acteur présent puisse **s'approprier la carte du groupe** auquel il appartient, la construction de celle-ci est détaillée et expliquée pas à pas.
3. **Validation** : la dernière étape de cette réunion consiste à demander aux acteurs s'ils reconnaissent dans la carte de groupe leur propre vision. Les **différences** relevées entre la vision du groupe et les remarques individuelles des acteurs permettent de mettre en évidence les **filtres de perceptions** et donc les **biais de compréhension** possibles, tant de la part des acteurs que de l'enquêteur.

- Par construction, les **cartes cognitives de groupes** constituent une synthèse des savoirs individuels des acteurs constituant ce groupe et représentent, à un moment donné, la **vision commune consensuelle** d'un ensemble d'acteurs (Cossette and Audet 1992 ; Allard-Poesi 1996 ; Ozesmi 1999). Cependant, les visions de chaque individu **évoluent avec le temps**, en fonction des perceptions et des expériences de chacun (Brown 1992). Dans la zone d'étude, le renouvellement de la population d'un village comme celui de Koné se fait relativement rapidement, en fonction des opportunités d'emplois et/ou de logements présents sur la région. Par conséquent, avec l'arrivée de nouveaux habitants, de nouvelles perceptions et appréhensions du fonctionnement du système apparaissent. A ceci s'ajoutent les évolutions naturelles du système. Afin d'améliorer la compréhension des **évolutions de cet écosystème** au cours du temps, il est nécessaire **d'intégrer ces changements** aux visions actuelles des acteurs, afin que la carte de groupe reste représentative des visions individuelles.

Par exemple, l'analyse comparative précédente a mis en évidence l'inquiétude des acteurs des villages vis-à-vis de l'impact des eaux usées (4 8) sur les eaux douces (4 4). L'arrivée de nouveaux arrivants sur zone et la construction de nouveaux lotissements renforcent cette inquiétude. Cependant, si un moyen de traitement efficace de ces eaux usées est mis en place par les collectivités de ces villages (bassins de décantation, lagunage ou traitement individuel par l'installation des fausses sceptiques aux normes), l'inquiétude actuelle portant sur le devenir de ces eaux usées se dissipera progressivement. Au niveau des cartes de groupes, cela pourrait se traduire par une diminution de la force des relations causales entre ces deux variables, voir une disparition de la variable eaux usée (4 8).

Finalement, les cartes de groupes sont des **consensus dynamiques**, dont la durée de validité est essentiellement fonction de l'évolution du système et de ses acteurs.

---

<sup>10</sup> Une restitution des travaux de recherches menés sur la zone par l'IRD, le Service de l'Aquaculture et de la Pêche et Falconbridge NC a été réalisée le 21 Octobre 2004 auprès des populations des tribus d'Oundjo et de Gatope (Volume II Annexe 9). C'est typiquement lors de telles restitutions que ce type de validation peut être faite.

## II. Utilisation des cartes cognitives et de l'ontologie

### II.1. Comme outil scientifique

Si la combinaison de la cartographie cognitive et de l'ontologie permet de récupérer le savoir commun partagé des acteurs locaux, son apport vis-à-vis des scientifiques dépend essentiellement de l'état préalable des connaissances sur le fonctionnement du système d'étude.

- Dans le cas où très **peu de connaissances scientifiques** sont disponibles sur la zone d'étude, l'approche par cartographie collective permet de récupérer rapidement une vision globale du fonctionnement de l'écosystème étudié (Ozesmi 1999).

Au niveau **scientifique**, cette approche va permettre d'identifier les éléments sur lesquels doivent porter les **efforts de recherches**, en identifiant, au sein des cartes cognitives de groupes, les principaux systèmes cités (dans le sens ontologique du terme) et les principales structures du fonctionnement de cet écosystème.

Au niveau social, elle va permettre d'identifier les acteurs majeurs de la zone, ainsi que leurs interaction et de définir les principaux centres d'intérêts des acteurs rencontrés et éventuellement les sources de conflits.

Enfin, les cartes de groupes ainsi récoltées et analysées permettent au chercheur **d'intégrer les spécificités locales** beaucoup plus rapidement et de manière plus efficace que par des méthodes d'analyse plus conventionnelles (Eden 1992).

- Dans le cas où des **connaissances préalables** et/ou parcellaires sur la zone sont déjà disponibles, la combinaison cartographie cognitive/ontologie va permettre d'identifier les **trous de raisonnement** et **manques de connaissances** des acteurs locaux (Fiol and Huff 1992). Ceci se fait en identifiant les principales **propriétés émergentes** des cartes de groupes (structures caractéristiques : importance de variables, fortes interrelations) et en les comparant aux connaissances scientifiques disponibles. Ceci permet également de déterminer quels sont les principaux axes futurs en termes de recherche.

Comme précédemment, cette approche permet également d'identifier et d'intégrer aux raisonnements scientifiques les **spécificités locales**.

Par exemple dans le cadre de cette étude, les scientifiques n'ont pas du tout considéré dans leurs visions que certains éléments tels que la coutume (5 3 1 1) peuvent influencer de manière notable la quantité de poissons pêchés par les acteurs de la tribu d'Oundjo (5 2). Si des études d'estimation de la consommation ont déjà été réalisées sur zone (Virly 2000 ; Labrosse *et al.* 2000), ainsi que des statistiques de pêche professionnelle (Quidet 2000), elles en permettaient pas d'estimer la part relative et/ou absolue de la **pêche coutumière** dans les quantités pêchées. Ceci pourrait constituer un axe de recherche à venir pour parfaire la connaissance de la pêche dans cette zone d'étude.

De la même manière, en termes de gestion des pêches, seuls les acteurs tribaux ont identifié le conseil des **anciens de la tribu** (5 7 3) comme un élément jouant un rôle important dans la régulation des pratiques liées à cette activité (en particulier les mauvaises pratiques). Ceci constitue également une piste de recherche dans le domaine halieutique, pour améliorer la connaissance des processus de gestion de l'état des ressources récifo-lagonaires de la zone d'étude.

### II.1.1. Transférabilité de la méthodologie à d'autres contextes d'étude

Si la méthodologie proposée dans ce travail permet bien de récolter le savoir commun partagé d'acteurs et d'en offrir une vision plus ou moins complexe en fonction du rang ontologique auquel l'analyse des cartes de groupe est faite, l'attente formulée par les scientifiques vis-à-vis de cette approche porte également sur la notion de **transférabilité de la méthode**. En effet, l'un des objectifs du programme de l'Unité de Recherche 128 CoRéUs de l'IRD dans laquelle ces travaux de recherche ont été menés, est de proposer une **méthodologie** basée sur une approche écosystémique, transférable vers d'autres sites d'étude (IRD 2001).

La problématique associée à la zone de Voh-Koné-Pouembout, site d'étude du programme CoRéUs, est l'archétype des cas rencontrés dans les pays insulaires du Pacifique Sud : la prochaine mise en place d'un complexe minier en bordure du lagon va induire des perturbations directes et indirectes à diverses échelles sur l'ensemble "éco-sociosystème" adjacent qui inclut plusieurs villages et tribus locales. Parmi ces perturbations, l'augmentation de la population humaine représente une des causes des plus immédiates de modifications des ressources halieutiques lagonaires. Devant faire face à un environnement pauvre en données scientifiques sur les interactions entre les diverses communautés humaines et les ressources halieutiques, l'objectif globale de cette étude est d'améliorer la connaissance du fonctionnement de l'écosystème, dans un objectif de gestion.

Compte tenu du contexte dans lequel la méthodologie de ce travail de recherche a été mise en place, appliquée et validée, elle est logiquement parfaitement **transférable** à l'ensemble des communautés du Pacifique ayant une problématique similaire d'amélioration des connaissances du fonctionnement de leur écosystème. Il serait d'ailleurs très intéressant et facilement valorisable de l'appliquer à un autre site d'étude du programme CoRéUs pour entériner cet aspect.

Bien entendu, le cadre d'utilisation de cette méthodologie ne se limite pas au seul contexte insulaire du Pacifique Sud. Actuellement, une étude est réalisée dans le cadre des pêcheries de la **Manche Est**. Son objectif est d'analyser les perceptions et les attentes des pêcheurs professionnels de Manche Est vis-à-vis de l'écosystème qu'ils exploitent (Prigent and Fontenelle 2006). Cette étude vise à confronter les perceptions présentes des acteurs avec l'état passé de cet écosystème et leurs attentes futures.

La combinaison de la cartographie cognitive et de l'ontologie permet de répondre parfaitement aux questions posées par ce type de problématique. Les résultats obtenus dans le contexte des pêcheries de la Manche Est sont très encourageants et confirment largement la transférabilité de la méthodologie à des contextes moins spécifiques que ceux des îles du Pacifique Sud.

### II.1.2. Perspectives : vers la définition d'indicateurs systémiques et d'un tableau de bord de suivi de l'état de santé de l'écosystème

Dans le cadre de recherches ayant pour objectif la détermination d'éléments en vue de la mise en place de **mesures de gestion des ressources** récifo-lagonaires, les résultats de la démarche méthodologique proposée dans ce travail peuvent servir de **base de réflexion** pour l'identification d'**indicateurs systémiques**.

Par définition, un **indicateur** est un outil qui permet de réaliser des suivis et/ou des évaluations de l'état momentané d'une ressource, de façon simple, de manière à synthétiser les informations essentielles concernant l'écosystème tout en ayant une perte minimale d'informations (Schiller *et al.* 2001 ; Coll 2003 ; Dale and Beyeler 2001). Du point de vue de la cartographie cognitive, cette

définition est très proche de la notion de **centralité** (cf. Chapitre III §I.2.2). En effet, la centralité a pour objectif de résumer l'importance d'un nœud dans un réseau, ou sa contribution à la cohésion de ce réseau (Lazega 1994 ; Borgatti and Everett In Press). En synthétisant les informations d'une partie d'un système, la mesure de centralité va permettre de dégager les variables les plus aptes à faire de bons indicateurs.

Au vu des résultats de cette étude, les **indicateurs** définis n'ont pas pour objectif de renseigner sur l'état de santé des ressources récifo-lagonaires, mais de renseigner sur **l'état de santé de l'écosystème** d'étude. En effet, comme le démontre l'analyse de l'ontologie (Chapitre II §II.2) l'écosystème récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout est constitué de 5 principaux systèmes (récifo-lagonaire, océanique, facteurs externes, terrestre et sociosystème). Du point de vue de la définition d'indicateurs, l'objectif est donc de définir plusieurs indicateurs par système, en fonction des variables qui le constituent, de manière à **synthétiser le fonctionnement** de l'ensemble de cet écosystème. Compte tenu de la méthode de construction des cartes cognitives, l'élément final de l'étude reste tout de même les **ressources récifo-lagonaires**. Par conséquent, un bon état de l'écosystème signifiera à terme une tendance positive pour l'état des ressources récifo-lagonaires.

La démarche proposée ici pour l'identification, la définition et la mise en place d'indicateurs de l'état de santé de l'écosystème découle de la méthodologie et des résultats présentés dans ce travail de recherche :

1 \_ La première étape consiste en une **analyse transversale** des cartes de groupes en se basant sur l'analyse de la structure du réseau ainsi que sur la centralité des différentes variables. Elle permet de mettre en évidence les principales variables au sein de ces différentes visions de groupes. Pour un rang d'analyse relativement bas, les variables ainsi mises en évidence vont donc centraliser les informations contenues dans la carte.

2 \_ Une fois cette analyse réalisée, la seconde étape vise à **étudier plus en profondeur les variables** ainsi mises en évidence, en les analysant sur plusieurs rangs ontologiques. Ceci a pour objectif, pour une variable de rang 2 par exemple, d'identifier quelles sont les sous-variables de rang 3, 4 ou 5 qui caractérisent le mieux cette première variable. Au final, seuls les éléments (variables ou sous-variables) les plus pertinents d'un point de vue du fonctionnement de l'écosystème sont retenus.

3 \_ La troisième étape consistera à transformer ces variables (ou sous-variables) en **mesures** (quantitatives, semi-quantitatives ou qualitatives). Chacune de ces mesures est alors potentiellement un indicateur de l'état de l'écosystème.

4 \_ Enfin la dernière étape consiste à définir des **seuils** (Mendoza and Prabhu 2003) pour cette mesure et à **valider** l'indicateur.

Par exemple, dans le cadre de ce travail, au rang ontologique 2, les eaux douces (4 4) se sont révélées être un élément central dans la vision du fonctionnement du système des deux groupes d'acteurs considérés. En effet, pour les acteurs des villages, le classement des variables de rang 2 en fonction de leur centralité pondérée et normalisée (SWC) place les eaux douces (4 4) en 5<sup>ème</sup> position parmi les 25 variables de classes citées par ce groupe. Pour les acteurs de la tribu d'Oundjo, cette même variable se place au 4<sup>ème</sup> rang, parmi les 16 variables de classes citées (Volume II Tableau 4). Une analyse plus poussée aux rangs 3, 4 et 5, a montré que parmi les variables de sous-classes, la qualité de l'eau douce (4 4 1) et plus particulièrement la quantité de sédiments dans l'eau des rivières (4 4 1 1) était l'élément le plus caractéristique de la variable eaux douces (4 4). Il faudrait ainsi définir un protocole de mesure des sédiments dans les rivières et des valeurs seuils pour mettre en place un indicateur basé sur la quantité de

sédiments dans les rivières (4 4 1 1). Cette valeur peut être aussi bien une valeur absolue (MES g/m<sup>3</sup> pour une rivière donnée), une tendance ( $\Delta$  MES par rapport à la mesure précédente ou par rapport à une moyenne annuelle), ou une mesure réalisable par n'importe quel acteur (hauteur de sédiments dans une bouteille après un certain temps de décantation).

Pour l'ensemble de l'écosystème d'étude, un regroupement des indicateurs ainsi définis permettra de mettre en place de manière immédiate un **tableau de bord de suivi de l'état de cet écosystème**.

## II.2. Comme outil de gestion

Les cartes cognitives sont essentiellement utilisées dans le **management en entreprise** (Cossette and Audet 1992), notamment pour résoudre des **conflits organisationnels** (Cossette 2003 ; Eden *et al.* 1979 ; Bougon *et al.* 1977 ; Komocar 2003). En termes de **gestions de ressources naturelles** (par opposition aux ressources humaines), peu d'études ont été réalisées.

Actuellement, au vu des recherches bibliographies réalisées dans le cadre de ce travail de recherche, seules trois études ont été trouvées :

- Gestion des ressources du delta du Kizilirmak (Ozesmi 1999)
- Gestion des pêches en eaux douces (Radomski and Goeman 1996 ; Hobbs *et al.* 2002)

Si deux de ces trois études portent sur la gestion de ressources liées à des activités de pêche, aucune ne concerne le milieu marin. La seule étude réalisée en **écologie maritime** utilisant les cartes cognitives est celle de Dickerson et Kosko ( 1994). Elle utilise la cartographie cognitive pour représenter les interactions entre poissons, dauphins et requins dans un système marin.

Finalement, **seul le présent travail** utilise la cartographie cognitive, combinée à l'ontologie, pour comprendre les interactions entre les écosystèmes maritimes, terrestres et les sociosystèmes associés, dans un objectif ultérieur de gestion intégrée.

### II.2.1. De la nécessité de créer un nouveau programme pour l'analyse des cartes cognitives floues

Même si ce travail est à notre connaissance le premier à combiner la cartographie cognitive et l'ontologie dans un objectif global d'amélioration de la compréhension du fonctionnement d'un écosystème, plusieurs autres domaines utilisent couramment la cartographie cognitive, notamment celui de la gestion en entreprise, où des outils ont déjà été créés pour faciliter l'analyse des cartes, afin de répondre aux problématiques spécifiques à ce contexte particulier.

Puisque l'outil (cartes cognitives) et la finalité (gestion) sont les mêmes dans le cas de cette étude, la question se pose de savoir pourquoi il a été nécessaire, dans le cadre de ce travail de recherche, de créer un programme informatique pour représenter graphiquement et numériquement les cartes et surtout pour les analyser.

Dans le domaine de la gestion en entreprise, les principaux logiciels développés actuellement disponibles sont les suivants :

- **Decision Explorer**<sup>11</sup>, distribué par Banxia Software (<http://www.banxia.com/demain.html>). Anciennement COPE, le logiciel développé par Eden et ses collaborateurs est avant tout un logiciel graphique qui permet de dessiner des cartes et d'effectuer leur analyse structurelle. Il permet de repérer les différents concepts centraux des cartes, essentiellement en fonction des liens directs et indirects dans lesquels ils sont impliqués (boucles). Il permet également d'effectuer des analyses de classifications de concepts intra-carte. Complété par la méthode SODA (Strategic Options Development Analysis), l'objectif de ce logiciel est de définir une démarche de construction d'une vision stratégique et de résolution de problèmes (Cossette 2003).
- **Fuzzy Cognitive Map** (<http://www.fuzzysys.com/ftaprod.html>). Ce logiciel est censé représenter et analyser les cartes cognitives floues. Peu clair et peu convivial. Aucune version d'essai n'est disponible. Il n'a donc pas pu être testé.
- **Cognitive Mapping Software** (EVOQ) ([http://www.fundp.ac.be/recherche/axes/page\\_view/fr/49/](http://www.fundp.ac.be/recherche/axes/page_view/fr/49/)). Développé par la Faculté Universitaires Notre-Dame de la Paix, ce logiciel est avant tout un logiciel d'analyse textuelle ayant pour finalité l'extraction de "paysages sémantiques" à partir de textes. Comme pour le logiciel précédent, aucune version d'essai n'est disponible et il n'a donc pu être testé.
- **CMapTool**, de l'Institute for Human and Machine Cognition (<http://cmap.ihmc.us/>). A la limite de la cartographie cognitive, ce logiciel est essentiellement orienté vers les cartes conceptuelles. S'il offre peu d'intérêt du point de vue de l'analyse ou même de la représentation de cartes cognitives, CMapTool offre des possibilités de représentations dynamiques très intéressantes (de type hyperliens) entre des cartes conceptuelles, notamment s'il est utilisé dans le domaine de la communication. Logiciel gratuit.

Dans un objectif de **comparaison** des cartes cognitives individuelles basée sur une analyse de la **centralité** des variables présentes dans les cartes, certains logiciels d'Analyse de Réseaux Sociaux sont particulièrement intéressants. Développés par **Analytic Technologies** (<http://www.analytech.com/index.html>), ces logiciels s'appuient sur les travaux de Borgatti.

- **UCINET** : logiciel d'analyse des réseaux sociaux. Il offre de nombreuses possibilités de calculs sur les réseaux sociaux, fléchés (ou non), flous (ou non). Il semble particulièrement adapté à l'analyse des cartes cognitives obtenues dans le cadre de l'étude d'un écosystème, objet de ce travail, malgré son manque de convivialité (tant pour l'utilisation que pour les résultats générés). Il représente un potentiel important pour une analyse en profondeur des cartes cognitives (centralité de type "betweenness", représentation par MDS, classification hiérarchique des variables). Cependant, devant les aberrations de certains résultats obtenus, des questions précises ont été posées au support technique concernant les algorithmes exacts et les hypothèses utilisées. Hélas, aucune réponse n'a été obtenue. Logiciel payant, il n'a donc pas été utilisé dans son intégralité. Il faut noter qu'une version de NetDraw est incluse dans ce logiciel
- **NetDraw** : logiciel de représentation graphique des réseaux sociaux. De la même manière que aiSee (logiciel de représentation graphique utilisé dans le cadre de cette étude), il optimise les cartes numériques en minimisant le nombre d'intersections. Cependant, les sorties graphiques sont moins esthétiques qu'avec aiSee et offrent moins de possibilités (notamment en ce qui concerne la nomenclature des liens entre variables).
- **KeyPlayer** vise à déterminer les "nœuds clés optimaux" d'un réseau

---

<sup>11</sup> Pour toute personne cherchant des références bibliographiques sur la cartographie cognitive, le site de Decision Explorer offre une liste bibliographique très riche et régulièrement mise à jour, essentiellement basée sur les travaux de Eden et ses collaborateurs

Enfin, de la même manière que UCINET, le logiciel **MICMAC** (Matrice d'Impacts Croisés, Multiplication Appliquée à un Classement) développé par le Laboratoire d'Investigation en Prospective Stratégique et Organisation (<http://www.3ie.fr/lipsor/micmac.htm>), a pour objectif de faire apparaître les principales variables (influencées et influençant) d'un système donné. L'analyse se base sur une matrice de proximité associée au système étudié. La notion d'importance d'une variable au sein du système se fonde d'une part, sur le nombre de liens entrant ou sortant pour la variable étudiée, d'autre part sur le nombre de boucles dans laquelle elle est impliquée et aussi sur les valeurs attribuées aux relations entre variables. Hormis l'intégration des boucles causales dans les algorithmes de calcul (centralité de type betweenness), la méthode de mise en évidence des variables clés semble donc très proche de la méthode utilisée dans ce travail. Il serait d'ailleurs très intéressant de comparer les résultats obtenus par ces deux approches (SWC *vs* MICMAC). Un des avantages de ce logiciel réside dans la possibilité de représenter graphiquement les positions relatives des différentes variables constitutives du système étudié sur un plan {influence ; dépendance}.

Dans ce travail de recherche, compte tenu des méthodologies adoptées, le logiciel "idéal" devait pouvoir :

- Représenter numériquement la vision de chaque acteur
- Prendre en compte l'ontologie et la combiner aux visions des acteurs
- Établir des cartes de groupes à partir des cartes individuelles
- Réaliser des calculs de comparaison de cartes, à la fois basés sur la formule de Markoczy et Goldberg et sur la notion de centralité.

Finalement, parmi les logiciels précédemment cités, seuls Décision Explorer (DE), UCINET et MICMAC semblent pouvoir répondre aux besoins de cette étude. Cependant, s'ils présentent l'avantage certain d'exister, d'être utilisés et utilisables (pour la plupart d'entre eux, en théorie), ils n'ont cependant pas été employés dans le cadre de ce travail pour plusieurs raisons :

- **Représentation graphique laborieuse**, non compatible avec l'analyse de nombreuses cartes (DE)
- Impossibilité de représenter **graphiquement** et de manière **lisible** les variables présentes au sein d'une carte, les valeurs, les forces et, le cas échéant, le temps pour chacune des relations (DE et UCINET). Compte tenu des possibilités offertes par le logiciel aiSee, ce dernier a été préféré.
- Non prise en compte des **valeurs** (DE, UCINET et MICMAC) et des **forces** (DE) des relations dans le calcul de centralité des variables.
- Non disponibilité des **formules** et **algorithmes** utilisés dans les calculs d'identification des variables clés, de manière à s'assurer de leur adéquation avec le contexte particulier de l'étude (cartes cognitives et non réseaux sociaux) (DE, UCINET et MICMAC)
- Les analyses des variables se font uniquement sur une et **une seule carte** (DE, UCINET et MICMAC). Il n'y a aucune possibilité de comparer plusieurs cartes entre-elles. Il ne s'agit que **d'analyses intra carte** et non inter-cartes, comme c'était l'objectif de ce travail. Ces logiciels pourraient, le cas échéant, servir à l'analyse de cartes de groupes mais la comparaison des résultats obtenus pour une carte de groupe et des analyses interindividuelles (voir l'analyse transversale §I) seraient alors impossibles.
- Impossibilité de lier les représentations des cartes avec une **ontologie** afin d'avoir une vision holarchique du fonctionnement du système d'étude, tant au niveau individuel que pour un groupe d'acteurs.

Finalement malgré la diversité des logiciels disponibles, aucun ne répondait complètement aux exigences de cette étude. C'est la raison pour laquelle un **programme** a été réalisé, d'une part

pour représenter automatiquement les cartes individuelles et d'autre part, pour réaliser une analyse inter-cartes (Volume II Annexe 9).

L'inconvénient majeur de ce programme est son manque de convivialité et de facilité d'accès. En effet, uniquement développé sous langage java, il ne bénéficie d'aucune interface. Mis en place pour la recherche, il demanderait un développement accru au niveau de sa souplesse d'utilisation. A l'heure actuelle, les deux principaux points sur lesquels les efforts d'amélioration doivent porter sont :

- **Amélioration de l'interface utilisateur.** Actuellement son utilisation se fait sous NetBeans (<http://www.netbeans.org>), qui est une station gratuite et performante de programmation et de développement java.
- **Généralisation du code** pour la lecture des fichiers CSV en entrée. En effet, actuellement les formats d'entrée des données sont spécifiques à chacune des fonctions. Cela nécessite l'utilisation de logiciels complémentaires (OpenOffice <http://fr.openoffice.org>) pour pouvoir correctement formater les fichiers CSV des données d'entrée.

## II.2.2. Confrontation de la méthodologie aux problématiques des différents gestionnaires

En matière d'environnement, la gestion de ressource passe avant tout par une gestion de l'homme. Comme le dit Weber ( 1996), "la gestion environnementale n'est pas une question de rapport des hommes avec la nature, mais une question de rapport entre les hommes a propos de la nature". Aussi, la gestion écosystémique nécessite-t-elle la **prise en considération des perceptions et des attentes des acteurs** qui participent plus ou moins directement à l'évolution du système considéré (Hobbs *et al.* 2002).

### 1. Les gestionnaires industriels

Initialement, la problématique soulevée par l'industriel **Falconbridge NC** portait essentiellement sur la possibilité de faire la **distinction entre les impacts** (positifs comme négatifs) liés à la mise en place du **complexe minier** lui même en bordure de lagon et ceux liés à **l'homme**. En effet, en liaison avec le développement économique de la Province Nord, dont le Projet Koniambo fait partie intégrante, un doublement voir triplement de la population est attendu sur zone (Institut Louis Harris 2004). Conformément à la loi du 10 juillet 1976 ainsi qu'au décret du 12 novembre 1977 (Guigo *et al.* 1991), une **étude d'impact** a été réalisée (ROCHE 2005). Couplés à un **suivi environnemental**, ces deux éléments permettront de suivre les impacts directs du complexe minier tout au long de sa construction, de sa mise en service et de l'exploitation du massif. Au niveau marin, la procédure de type BACI (Before After Control Impact) (Smith *et al.* 1993) mise en place pour le suivi a été réalisé par l'IRD et le Service de l'Aquaculture et des Pêches de la Province Nord, en partenariat avec Falconbridge (Falconbridge NC SAS 2001 ; Kulbicki 1997 ; Labrosse and Letourneur 1998 ; Kulbicki *et al.* 2004), pour suivre de manière plus précise l'évolution de **l'état des ressources ichtyologiques** durant la mise en place du complexe.

La comparaison entre les résultats obtenus par l'industriel et ceux des scientifiques permettra de faire la différence entre l'impact direct du complexe minier sur l'état des ressources et les impacts non liés directement à cette activité.

Dans le cadre de cette étude, les **cartes cognitives** de groupes obtenues reflètent à la fois les **perceptions** des acteurs en termes de fonctionnement du système, ainsi que leurs craintes ou du moins leurs **attentes** (cf. §I.2). Pour les industriels, ce travail permet de mettre en évidence la

**non-concordance** entre la **réalité observée** et mesurée par les études scientifiques réalisées et la **réalité perçue** par les acteurs locaux. De la différence entre ces deux réalités peuvent naître des **conflits d'usage**, en raison de mauvaises interprétations (volontaires ou non) des réalités perçues par les différents acteurs.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude sur les cartes des différents groupes d'acteurs devraient permettre à l'industriel de **déceler les éléments** sur lesquels il peut et doit **intervenir** soit en interne (études complémentaires) soit en externe (communication auprès des acteurs locaux). En effet, les perceptions exprimées par les acteurs locaux peuvent servir de bases sur lesquelles l'industriel peut s'appuyer d'une part pour expliquer aux différents acteurs qu'il comprend le bien-fondé de leurs perceptions et d'autre part pour transmettre sa propre vision du fonctionnement du système et justifier son point de vue en s'appuyant sur des résultats d'études scientifiques. Enfin, en ce qui concerne les éléments identifiés comme sources possibles d'inquiétude, de tension ou de conflits, l'industriel peut également réagir par la mise en place d'études complémentaires et/ou d'autres campagnes de suivi afin de rassurer les esprits.

Si l'on reprend la **problématique de l'industriel**, l'une des questions posées est de savoir quels sont les impacts directs du développement de l'activité minière sur l'écosystème de Voh-Koné-Pouembout. S'il n'est pas possible de répondre directement, à cette question, la méthodologie proposée dans le cadre de cette étude permet en revanche de connaître le point de vue des différents groupes d'acteurs de la zone sur cette question.

Si l'on considère l'**analyse comparative** de rang ontologique 2 réalisée précédemment (cf. §I.2), le Tableau 1 résume les influences directes de la variable Activité minière (4 9).

**Tableau 1 : Valeurs et forces des relations influençant pour la variables Activités minières (4 9) au rang ontologique 2, pour les cartes cognitives de groupes des acteurs des villages et de la tribu d'Oundjo**

| Variables influencées            | Village | Tribu |
|----------------------------------|---------|-------|
| 4 10 Erosion                     | 2.02    |       |
| 5 1 Développement de la région   | 1.43    | 0.23  |
| 4 9 Activité minière             | 0.61    |       |
| 1 1 Etat des ressources          | 0.13    |       |
| 5 5 Bateaux                      | 0.11    |       |
| 4 7 Déchets physiques terrestres | 0.07    |       |
| 5 7 Institutions                 | 0.07    |       |
| 4 1 Agriculture/Elevage          | 0.04    |       |
| 5 4 Pêcheurs                     |         | 0.23  |
| 4 8 Eaux usées                   | -0.18   |       |
| 1 2 Milieu récifo-lagonaire      | -0.24   | -0.23 |
| 4 3 Mangrove                     | -0.32   |       |
| 4 5 Etat du couvert végétal      | -0.36   |       |
| 4 4 Eaux douces                  | -0.64   | -1.38 |

Selon les **acteurs de la tribu d'Oundjo**, le développement de l'activité minière sur la zone de Voh-Koné-Pouembout touche principalement les eaux douces (4 4). Plus précisément, l'élément influencé est la **quantité de sédiments dans les rivières** (4 4 1 1).

En effet, au cours des enquêtes réalisées auprès des acteurs de la tribu, certaines personnes ont **constaté** une augmentation significative des sédiments dans les rivières depuis l'ouverture du chantier de prospection sur le massif du Koniombo, notamment après un épisode de pluie. Réelle ou subjective, cette augmentation s'est traduite au niveau des cartes cognitives par une très **forte relation** entre les activités minières (4 9) et la qualité des eaux douces (4 4 1). Ceci illustre parfaitement l'**amalgame** possible, entre **observations, interprétations personnelles** et

**craintes futures.** C'est typiquement sur des arguments de ce genre que s'appuieront les acteurs en cas de conflits d'usage. Toujours selon les acteurs d'Oundjo, le second impact direct de l'activité minière sur l'environnement, est la **dégradation du milieu récifo-lagonaire** (1 2). En effet, de la même manière que les sédiments dégradent la qualité des eaux douces (4 4 1), ils touchent également **l'habitat marin** (1 2 1). Enfin, pour ces acteurs tribaux, la mise en place de ce projet va entraîner une **augmentation de la population** sur la zone d'étude (5 1 2 1) et, par voie de conséquence, une augmentation du **nombre de pêcheurs** (5 4 1).

En ce qui concerne le point de vue des **acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout**, le développement de l'activité minière dans la région (4 9) va essentiellement avoir une action sur l'augmentation de **l'érosion des sols** (4 10), ainsi que sur **l'augmentation de la population** sur zone (5 1 2 1) et sur le développement **économique** de la région (5 1 1 1). Au niveau environnemental, les activités minières (4 9) jouent essentiellement, selon eux, sur la qualité des eaux douces (4 4 1) via l'augmentation des **sédiments dans les rivières** (4 4 1 1). Elle entraîne également une diminution de l'état du couvert végétal (4 5) et de celui de la mangrove (4 3). Enfin, les activités minières (4 9) ont également une influence directe sur le milieu récifo-lagonaire (1 2) en entraînant essentiellement une augmentation de la charge sédimentaire (1 2 2 1) et une dégradation de l'habitat marin (1 2 1 1), lors du dragage du chenal d'accès au port à proximité de la future usine de traitement du minerai de nickel.

Pour les acteurs des villages, les impacts directs des activités minières sont beaucoup plus variés que pour les acteurs de la tribu d'Oundjo (14 variables influencées pour les acteurs des villages contre 4 pour ceux de la tribu), ce qui s'explique par le fait que les acteurs des villages ont, d'une manière générale, une **vision plus complexe** du fonctionnement du système qui les entoure (§I.2). Pour l'industriel, un plus grand nombre de variables est synonyme d'une **augmentation** potentielle du **nombre de points conflictuels**. Si ce nombre est plus élevé, les intensités des conflits seront, elles, en moyenne plus faibles, si on se réfère à la faible intensité de la force de ces relations (à l'exception de la relation entre activité minière et érosion).

Enfin, ces éléments (variables et structure) sont autant de points pour lesquels l'industriel peut mettre en place des **mesures d'explication** ou de **communication** auprès des différents groupes d'acteurs concernés.

## 2. Les gestionnaires des pêches

L'un des principaux objectifs du **Service de l'Aquaculture et de Pêches de la Province Nord**, en matière de gestion des ressources récifo-lagonaires et de leurs usages, est de mettre en place une approche participative. Cela nécessite à la fois que chacun comprenne le bien-fondé des mesures de gestion prises, mais aussi que les gestionnaires prennent en considération les différences de point de vue de chaque catégorie d'acteurs.

Pour les **gestionnaires**, la cartographie cognitive va permettre d'appréhender rapidement la **complexité d'un système**, mais aussi de comprendre les perceptions qu'ont les différents groupes d'acteurs du fonctionnement de ce système (Fiol and Huff 1992). Tout comme pour les scientifiques, les représentations graphiques permettent aux gestionnaires d'identifier les **déficits** dans les raisonnements ou les savoirs des acteurs avec lesquels ils collaborent. Ces tracés permettent également aux gestionnaires une meilleure intégration dans leurs raisonnements des perceptions de ces mêmes acteurs vis-à-vis du fonctionnement du système. L'objectif des gestionnaires sera alors de mieux comprendre le point de vue des acteurs et donc d'assimiler éventuellement un **référentiel** qui n'est pas le leur, afin d'en tenir compte dans la définition des propositions de mesures de gestion qu'ils feront. Par ailleurs, l'intégration de ces

points de vue peut permettre aux gestionnaires d'améliorer l'efficacité d'actions de **communication** à l'égard des différents acteurs.

Concrètement, comme pour les gestionnaires industriels, le couplage cartographie cognitive/ontologie permet de :

1. S'appuyer sur les visions des acteurs pour définir des **priorités de gestion**
2. **Justifier** les mesures de gestion adoptées en s'appuyant sur la vision des acteurs, afin d'expliquer la démarche et les raisonnements qui ont amenés à de tels choix. En effet, l'intérêt d'une carte de groupe est que chaque acteur ayant contribué à sa construction y retrouve sa perception du fonctionnement du système, sans pour autant qu'il lui soit possible de s'attribuer personnellement l'intégralité de cette vision (Carley 1988 ; Eden 2004). Ainsi, en utilisant la propre vision des acteurs pour expliquer un raisonnement, l'assimilation de la mesure de gestion et de sa portée est meilleure.

Finalement la mise en place d'une approche participative en vue d'une gestion intégrée d'un écosystème nécessite que gestionnaires et acteurs **harmonisent leurs perceptions** respectives du fonctionnement de cet écosystème. Tel est le rôle de la méthodologie proposée dans ce travail de recherche.

Au cours des enquêtes réalisées, la **problématique** formulée par un des **gestionnaires** fut la suivante : *"A quel niveau [ontologique] doit-on se placer pour parler le même langage ?"* (le terme de langage fait, ici, référence au point de vue des acteurs d'Oundjo et à celui des gestionnaires). Ceci illustre parfaitement les propos précédents. Formulée d'une autre façon, cette question devient : *Comment intégrer le référentiel des acteurs tribaux pour que les mesures de gestions soient prises en accord avec l'ensemble des partenaires ?*

Les résultats obtenus au Chapitre 3 §II.4 montrent clairement que, quel que soit le rang ontologique considéré, les visions des acteurs de la tribu d'Oundjo sont différentes de celles des acteurs des villages. Mise à part au rang 1 où le rapprochement entre ces deux groupes semble plus étroit compte tenu du faible nombre de variables, les différences observées aussi bien au niveau de la structure des visions de chaque catégorie d'acteurs, que de l'importance accordée aux différentes variables, restent nettement perceptibles aux autres rangs ontologiques. Ceci répond à la question *"A quel niveau se placer"* formulée par les gestionnaires. A la question *"Comment intégrer"*, la réponse a déjà, en grande partie, été formulée précédemment. Pour que les gestionnaires intègrent le référentiel des acteurs d'Oundjo dans les processus de mise en place de mesures de gestion, il est nécessaire, dans un premier temps, qu'ils analysent et comprennent les différences entre leur vision du fonctionnement du système et celle des acteurs de la tribu. Dans un deuxième temps, ils doivent l'incorporer à leur propre façon de raisonner.

### II.2.3. Perspectives en matière de gestion : définition d'indicateurs usagers

Comme pour les scientifiques, il est possible de mettre en place une démarche de **définition d'indicateurs systémiques** sur la base des représentations du fonctionnement du système récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout formulées par les acteurs de la tribu et ceux des villages.

Comme précédemment ceci se fait en trois étapes :

- **Identification** de la variable
- **Définition** de l'indicateur associé

- Mise en place des **règles d'interprétation**

Du point de vue de la gestion des ressources, il est possible de définir des **axes thématiques, synthèse** d'un ensemble d'indicateurs précédemment déterminés. La combinaison de ces axes donne alors une **image globale de l'état du système**. De la même façon que pour la méthodologie RAPFISH développée par Pitcher (1999), il est envisageable que ces indicateurs soient semi-quantitatifs et d'en demander la validation à des personnes ressources. Les résultats se présentent alors sous la forme synthétique d'un graphique en étoile (Figure 1).

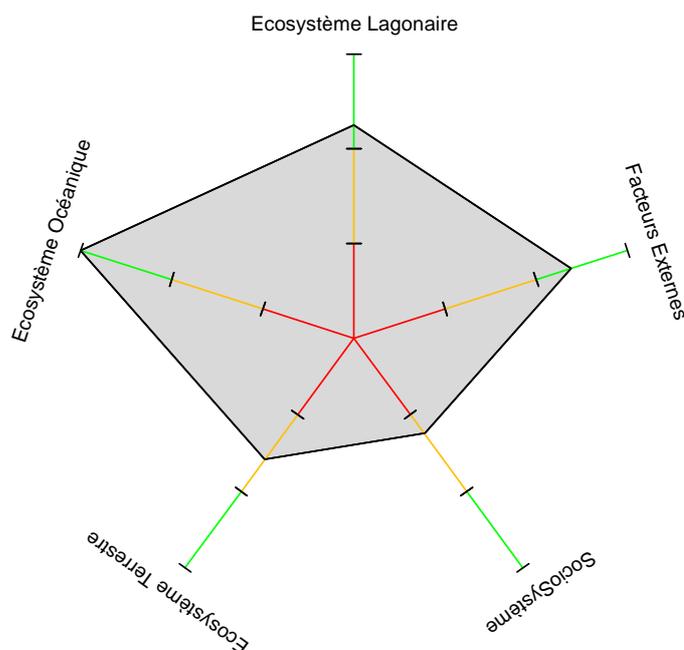


Figure 1 : Exemple de schéma de synthèse de la perception des acteurs de l'état de santé de l'écosystème

Enfin, puisque la gestion des ressources passe avant tout par celle de leurs utilisateurs, un dernier critère peut être ajouté : le **contentement des usagers**. En effet, de la même manière qu'il ne faut pas séparer le cognitif de l'affectif lors du tracé des cartes cognitives (Cossette and Audet 1992), l'évaluation des indicateurs précédents par les acteurs laisse deviner leurs impressions et ressentis concernant l'état global du système. La figure précédente donne donc une **vision alarmiste** pour les personnes ayant une mauvaise image de l'état du système et une **vision optimiste** pour celles ayant une bonne image de l'état du système. La synthèse de ces différentes visions indique le degré de contentement des usagers vis à vis de l'état du système. Si l'appréciation générale est mauvaise, alors il sera indispensable d'en rechercher plus en détail les causes afin de réfléchir à la mise en place de mesures de gestion complémentaires.

### II.3. Comme outil de communication

Par définition, une carte cognitive est la représentation graphique de la représentation mentale d'un individu (Axelrod 1976). Par essence, une carte cognitive est donc un **outil de communication** (Eden 1992 ; Fiol and Huff 1992) à plusieurs point de vue, puisqu'elle permet à la fois d'exprimer un point de vue, mais aussi de comprendre le point de vue de quelqu'un d'autre (Eden 1980). Par exemple, dans le cadre de ce travail, le tracé d'une carte permet à la personne interrogée d'exprimer son point de vue et ses perceptions sur le fonctionnement du

système récifo-lagonaire de la zone de Voh-Koné-Pouembout et au chercheur de comprendre ce point de vue exprimé.

Que ce soit pour les gestionnaires ou pour les scientifiques, la communication est un élément essentiel. L'objectif est double :

1. Faire **prendre conscience** aux acteurs de leur propre vision et perception du fonctionnement, mais aussi de la vision qu'en ont les autres. L'objectif ici est d'intégrer le référentiel des autres à son propre référentiel
2. Faire **comprendre** aux acteurs qu'ils font partie intégrante du fonctionnement du système. Par conséquent, toutes leurs actions ont des répercussions sur l'ensemble du système.

Selon Fiol (1992), les représentations graphiques permettent à la fois de simplifier les idées et de faciliter la transmission de notions complexes d'un individu à un autre. En ce sens, la cartographie cognitive est un outil qui permet de représenter les données subjectives de manière bien plus efficace que d'autres méthodologies (Eden 1992 ; Ozesmi 1999). Cependant, dans le cadre d'une approche systémique, les visions du fonctionnement du système d'étude deviennent très rapidement **de plus en plus complexes** (Pham and Brown 2005) (exemple : Volume II Figures 6 et 7 ou 5). Comme a dit le philosophe Epictetus (1<sup>er</sup> siècle apr. J.-C.), "les hommes ne sont pas perturbés par les choses mais par la vision qu'ils en ont". En effet, si les acteurs ne prêtent pas nécessairement attention à la complexité du système qui les entoure, ou du moins n'en mesurent pas forcément l'ampleur, il n'est pas rare qu'une **réaction de surprise** survienne lorsqu'ils tracent leur carte cognitive. Cela peut aller d'une simple remarque de prise de conscience, à un blocage temporaire. L'acteur exprime alors une **appréhension** sur le fait que lui-même et/ou que l'enquêteur ne puisse plus comprendre sa vision<sup>12</sup> tracée du fonctionnement de l'écosystème. De la même manière, la réaction des personnes auxquelles ces cartes sont présentées se limite souvent à une réaction d'intérêt liée à la curiosité. En effet, l'aspect graphique attire, mais dès qu'il s'agit de se concentrer sur le contenu du graphique, la complexité apparente (essentiellement le nombre de flèches) devient rebutante.

Pour conserver cette première impression d'intérêt des personnes confrontées aux cartes cognitives, plusieurs possibilités existent, en fonction de l'objectif souhaité et des personnes auxquelles s'adresse le message.

- Compte tenu de la complexité apparente de certaines représentations graphiques, notamment des cartes de groupe, il est possible de les simplifier en en retenant que la force des différentes relations, afin d'en faciliter la lecture et donc l'analyse.

En effet, pour les gestionnaires, l'objectif premier est de comprendre les visions des acteurs avec lesquels ils collaborent. Ceci signifie qu'ils doivent, non seulement, identifier rapidement les principaux éléments qui ressortent de la carte cognitive d'un partenaire mais également comprendre comment ces éléments s'articulent entre eux. En d'autres termes, leur intérêt ne porte pas sur la complexité du tracé en lui-même, mais sur les principaux flux d'informations

---

<sup>12</sup> Pour résoudre ce type de blocage, une prise de recul sur le tracé de la carte est nécessaire (pause dans l'entretien) puis l'enquêteur réexplique sa vision à la personne interrogée. De cette manière elle constate la cohérence de sa vision puisqu'une autre personne qu'elle-même a pu comprendre son raisonnement.

dans le système représenté. Les relations dont les forces sont faibles ne suscitent, à court terme, que peu d'intérêt, contrairement aux relations ayant une force élevée.

Il est donc possible de reprendre les cartes de groupes de rang 2 analysées dans le §I de ce Chapitre (Volume II Figures 6 et 8) et de ne retenir que les liens dont l'intensité de la force est inférieure à 0,3 pour les acteurs d'Oundjo et 0,7 pour les acteurs des villages. Les Figure 2 et Figure 3 représentent les cartes cognitives simplifiées respectivement des acteurs de la tribu d'Oundjo et de ceux des villages de Voh-Koné-Pouembout au rang ontologique 2.

Si l'on réalise l'analyse transversale (§I) avec les cartes présentées dans le Volume II Figures 2 et 4 et avec les matrices de proximités associées, les principaux résultats obtenus sont parfaitement superposables à ceux des deux figures précédentes. Beaucoup moins denses, ces cartes simplifiées conservent le côté attractif de la représentation graphique, tout en permettant de comprendre facilement la structure principale de l'écosystème représenté.

- Pour faciliter la lecture et ainsi comprendre plus rapidement le fonctionnement du système, il est également possible de définir un **code couleur** pour les variables et les relations.

En effet, comme au niveau de l'ontologie présentée en Annexe 7 (Volume II), des codes couleurs ont été utilisés en fonction de **l'appartenance d'une variable à un système**. En coloriant les fonds des variables de la même couleur que le système auquel elles appartiennent, on peut identifier plus rapidement les systèmes qui s'influencent mutuellement, ainsi que leur part relative dans le fonctionnement de l'écosystème général.

Enfin une dernière possibilité, en ce qui concerne les variables, est de **regrouper** sur une carte les variables en fonction de leur "couleur", c'est-à-dire de leur système d'appartenance, toujours afin d'améliorer la lisibilité des cartes et d'en faciliter l'interprétation. Cette option est possible manuellement (drag and drop) avec le logiciel de représentation graphique utilisé dans le cadre de ce travail (aiSee). Mais il semblerait que cette option ne soit pas entièrement fonctionnelle puisque lorsque l'on déplace une variable à l'écran, les différentes relations associées à celle-ci ne sont pas déplacées.

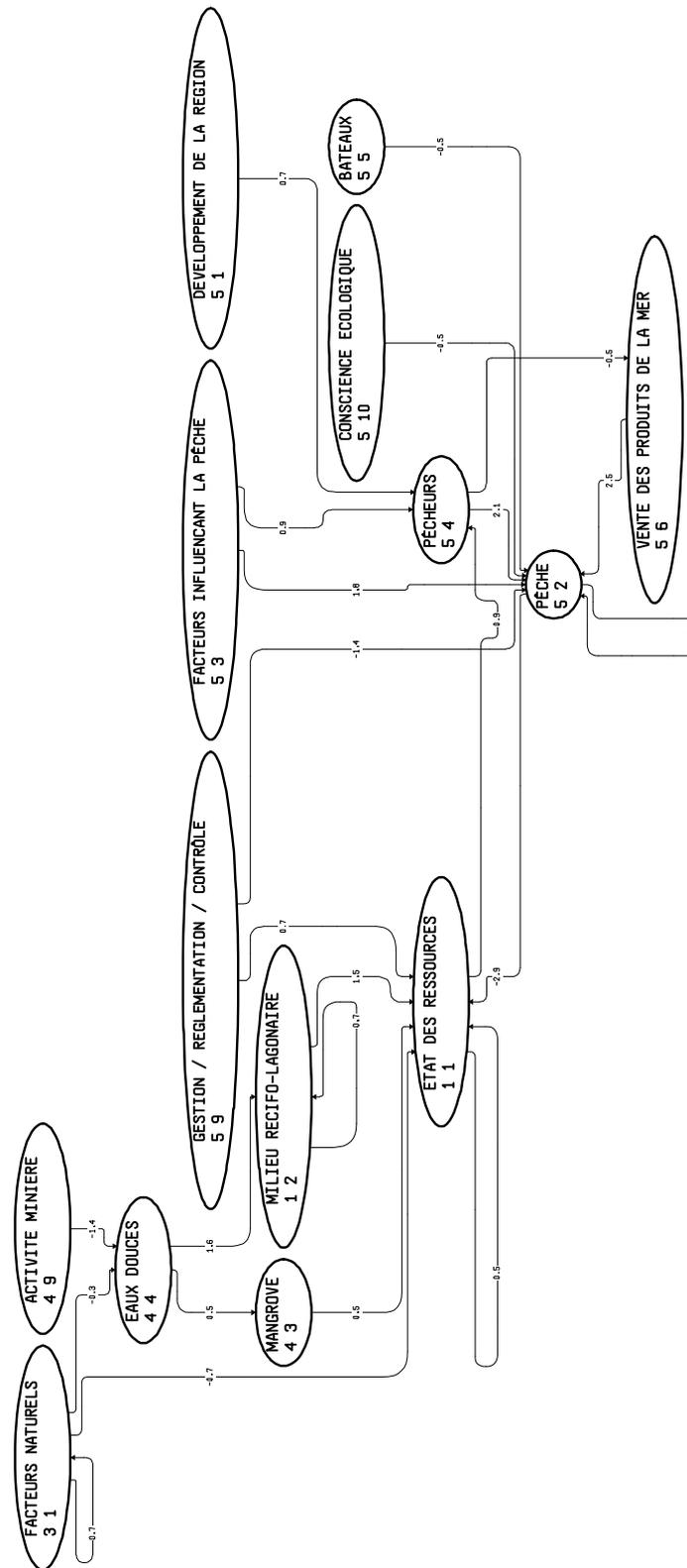
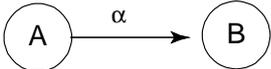


Figure 2 : Carte cognitive simplifiée des acteurs de la tribu d'Oundjo au rang ontologique 2. Seules les relations causales dont l'intensité des forces est supérieure à 0,3 ont été conservées



● Au niveau des **relations**, deux options sont possibles pour mettre en avant la dynamique du fonctionnement du système représenté.

- **Épaisseur du trait.** La première possibilité pour améliorer la lisibilité d'une carte cognitive, au niveau de sa structure, est de moduler l'épaisseur d'une relation entre deux variables proportionnellement à sa force. Ainsi le trait d'une relation de force 4 serait beaucoup plus épais que celui d'une relation de force 2. Seule la valeur (+ ou -) resterait à être précisée. Par ailleurs, l'épaisseur du trait entre deux variables étant paramétrable au niveau du logiciel aiSee, il est envisageable de programmer la définition de cet élément automatiquement. De cette manière, il est graphiquement plus facile de voir quelles sont les principales variables influencées ou influençant pour un variable donnée et par la même, d'apprécier la dynamique de la structure du système étudié.
- **Code couleur.** La seconde possibilité pour améliorer la lisibilité d'une carte cognitive est de définir une importance pour chacune des relations, de la même manière qu'une importance a pu être définie pour les variables par le calcul des centralités. Par définition une relation entre deux variables importantes est elle-même importante. Elle est d'autant plus importante dans la structure générale du système que sa force est elle aussi importante. Ainsi l'importance  $Imp_{AB}$  d'une relation entre une variable A et une variable B se définit de la façon suivante (Figure 4) :



$$Imp_{AB} = |\alpha| \cdot \frac{SWC_A + SWC_B}{2} \cdot 100$$

où  $\alpha$  = valeur et force de la relation  
 SWC = Centralité pondérée et normalisée  
 100 = facteur arbitraire pour faciliter l'interprétation de  $Imp_{AB}$

**Figure 4 : Définition de l'importance d'une relation entre deux variables A et B**

De cette façon, il est possible de définir, en fonction de la valeur de  $Imp_{AB}$  une couleur pour le lien : Rouge pour des liens très importants dans la structure du système, Orange pour des liens d'importance moyenne et Noir ou Bleu pour des liens de faible importance. Il est bien entendu possible de combiner ceci avec l'épaisseur du trait pour un impact visuel encore plus net.

● Pour comprendre ou expliquer la structure du fonctionnement d'un système, l'animation est un outil pédagogique très intéressant. Dans le cadre de ce travail, il s'agit d'expliquer séquentiellement la **dynamique de fonctionnement** du système d'étude. Deux possibilités existent :

- **Séquence descendante.** Dans la séquence d'animation, les éléments apparaissant les premiers sont les variables les plus éloignées du centre d'intérêt des acteurs qui, dans cette étude, est la variable État des ressources (1 1). Progressivement, les variables influencées par ces premières variables apparaissent. Par itération, cette séquence se poursuit pour finir par les éléments les plus proches du centre d'intérêt des acteurs.
- **Séquence ascendante.** A l'inverse du séquençage précédent, les éléments de départ sont les variables les plus proches de la variable Etat des ressources. Les éléments suivants apparaissent alors en fonction de l'influence qu'ils ont sur ces éléments de départ. Et ceci se poursuit jusqu'à ce que toutes les variables du système apparaissent.

Quelle que soit la méthode de séquençage choisie, le principe est de partir d'une vision simple (quelques éléments de base) et de la rendre de plus en plus complexe en ajoutant progressivement d'autres éléments et relations, tout en expliquant clairement le rôle et l'importance de chacun de ces nouveaux éléments tracés.

Au niveau de la construction des cartes au cours des entretiens, ainsi qu'au niveau de l'analyse transversale, une **démarche ascendante** a été privilégiée. En effet, du point de vue de la construction d'une carte, ceci permet à la personne interrogée de **réfléchir progressivement** au fonctionnement du système en partant d'un élément connu : l'état des ressources. Dans un aspect de communication, cette même démarche permet de **concentrer l'attention** des personnes présentes sur un élément important pour elles et de suivre le cheminement des causes/effets qui influencent cet élément. Cela les force également à comparer leur propre vision à celle présentée de manière dynamique. Cette **confrontation** permet d'impliquer la personne dans les processus dynamiques de l'écosystème représenté et donc de mieux le comprendre.

- Si cet aspect de dynamique de construction facilite la compréhension du fonctionnement d'un système, il ne permet pas de saisir la totalité du **savoir commun partagé**. En effet, la richesse de celui-ci ne se révèle que si on fait une analyse de la structure du système sur différents rangs ontologiques.

La dynamique précédente peut être définie comme étant une dynamique en deux dimensions, puisque la représentation de la structure d'un système pour un rang donné se fait sur une feuille ou un écran. Par conséquent pour pouvoir appréhender les informations présentes aux autres rangs ontologiques, il faut définir une **dynamique en trois dimensions** (Figure 5). De la même manière que pour des **matriochka**, il faut obtenir, en "cliquant" sur une variable de classe de rang  $r$ , que celle-ci, par effet de zoom, se développe et montre l'ensemble des variables de sous-classes de rang  $r+1$  ainsi que les relations existantes.

Ce second aspect dynamique **couple** donc visuellement la **cartographie cognitive** et l'**ontologie** et donne ainsi une dimension plus pédagogique à l'**approche holarchique**.

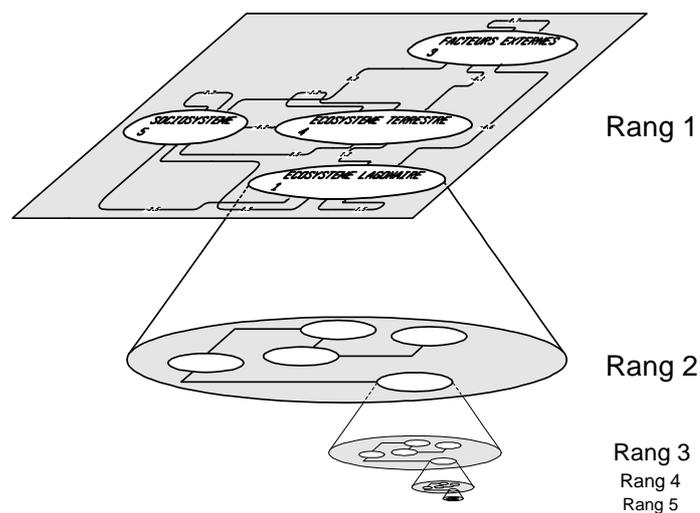


Figure 5 : Couplage en 3 dimensions entre la cartographie cognitive et l'ontologie

- Enfin, une dernière possibilité de représentation du fonctionnement de l'écosystème d'étude est de remplacer les variables présentes dans les cartes, par des **représentations graphiques**. Ces illustrations susciteraient encore plus de curiosité de la part des personnes découvrant les

cartes et les inciteraient à s'interroger d'avantage sur le fonctionnement du système. L'effet peut être majoré si on associe ces illustrations aux représentations simplifiées précédentes (Figure 2 et Figure 3). La figure suivante (Figure 6) est un exemple illustré de la représentation simplifiée de la vision des acteurs de la tribu d'Oundjo au rang ontologique 2 (Figure 2).

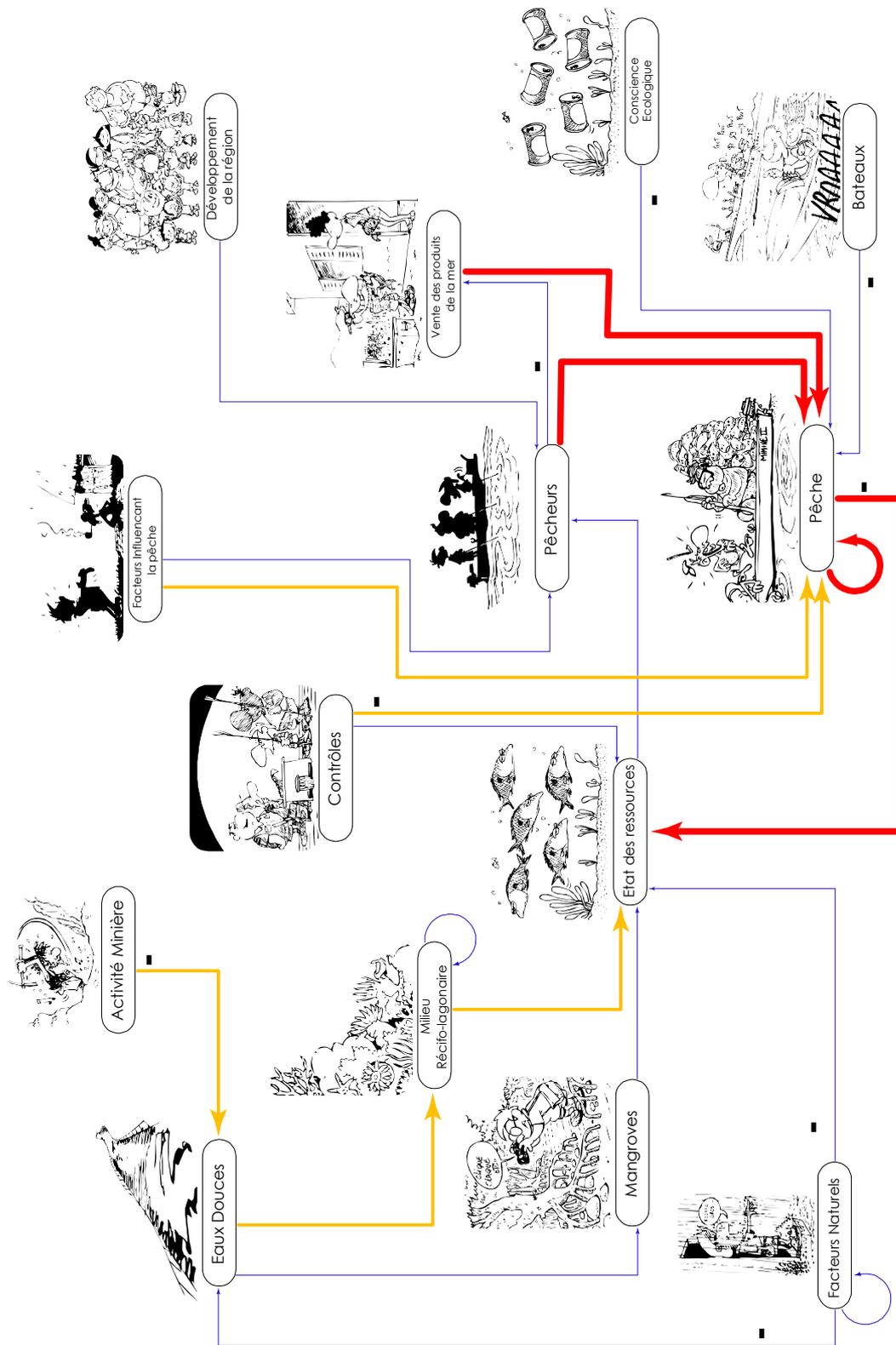


Figure 6 : Vision simplifiée et illustrée des acteurs de la tribu d'Oundjo, au rang ontologique 2

### III. Perspectives = Modélisation et simulation dans une finalité de gestion

#### III.1. Les "What if" scénarios de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout

Pour les ressources récifo-lagonaires, l'un des objectifs des **gestionnaires** est de comprendre comment l'écosystème réagit aux différentes mesures de gestion prises (Bertram and Reynoldson 1992).

A défaut de pouvoir mettre en place un processus de modélisation et de simulation dans le cadre de cette étude par manque de temps, il est cependant intéressant de chercher à savoir quelles peuvent être les principales réactions de l'écosystème étudié, en le plaçant dans des conditions de gestion particulières. En d'autres termes, l'objectif est ici d'établir des **scénarios conceptuels d'évolution du système**, en se basant sur les visions du fonctionnement des deux principaux groupes d'acteurs définis précédemment et en posant la question : "*que se passerait-il si ?*" ("*What if?*").

Compte tenu du contexte actuel sur la zone étudiée, trois principales questions se posent :

1. Que se passerait-il si la population locale augmentait ?
2. Que se passerait-il en cas de développement de l'activité minière ?
3. Que se passerait-il si les réglementations et les contrôles étaient renforcés ?

Ces questions sont mises en perspectives à l'aide des cartes de synthèse de rang ontologique 2 des acteurs des villages de Voh-Koné-Pouembout et de la tribu d'Oundjo (Volume II Figures 2 et 3).

##### III.1.1. Que se passerait-il si la population locale augmentait ?

Dans le cadre de cette étude, cette question résume l'**hypothèse fondamentale** qui a motivé en grande partie ce travail. En effet, si on considère l'évolution démographique naturelle et le développement du projet minier de l'usine du Nord, un **accroissement massif** de la population locale est attendue sur la zone de Voh-Koné-Pouembout dans les **10 prochaines années** (Institut Louis Harris 2003).

Pour les acteurs de la tribu d'Oundjo, l'augmentation de la population sur la zone (5 1 2) se traduit essentiellement par une augmentation du nombre de pêcheurs (5 4), d'où une augmentation directe de la pêche (5 2) et, par ailleurs, une diminution de la qualité des eaux douces (4 4 1). Il faut également noter que ce phénomène s'auto influence de manière positive, c'est-à-dire que globalement le développement de la région (5 1) est bénéfique pour lui-même, car, en attirant d'autres personnes sur zone il contribuera de nouveau au développement économique.

L'augmentation du nombre de pêcheurs (5 4) en liaison avec l'arrivée des nouveaux habitants sur zone, entrainera inévitablement une augmentation massive de la quantité de poissons prélevés (5 2) soit directement, soit indirectement par le biais de l'augmentation de la vente des produits de la mer (5 6). En effet, s'il est possible de vendre le produit de sa pêche sans avoir à

acheter une licence de pêche (illégal mais pratiqué), cela incite encore plus de pêcheurs à pratiquer cette activité. Ceci se répercute finalement sur la quantité pêchée.

Inévitablement, l'augmentation de la pêche sur la zone (5 2) se traduira par une détérioration de l'état des ressources récifo-lagonaires (1 1) de manière très importante. Or, pour les acteurs tribaux, l'état des ressources récifo-lagonaires s'auto influence, c'est-à-dire que naturellement une dégradation de l'état de ressources entraîne sa propre déclinaison. Cependant, le nombre de pêcheurs (5 4) est lui-même dépendant de l'état des ressources. Par conséquent, si l'état de ces ressources se dégrade, alors le nombre de pêcheurs aura lui-même tendance à diminuer, ce qui indirectement bénéficiera à l'état des ressources.

Finalement, selon le point de vue des acteurs de la tribu d'Oundjo, une augmentation de la population locale se répercute principalement sur le **nombre des pêcheurs** et donc la **quantité pêchée**, ce qui au final, entraînera une **baisse de l'état des ressources**. Seul le lien entre cet état et le nombre des pêcheurs pourrait jouer en faveur d'une régulation "naturelle" du nombre des pêcheurs sur zone.

Pour les acteurs des villages l'augmentation de la population sur zone (5 1 2) va essentiellement entraîner une augmentation importante du nombre de pêcheurs (5 4). Comme pour les acteurs tribaux, une augmentation du nombre de pêcheurs sur zone va se traduire d'une part par une augmentation de la **quantité de poissons prélevée** (5 2), ainsi que par une augmentation de la **vente** (illégal) des produits de la mer (5 6). Ces deux éléments se combinent, puisque la principale conséquence d'un accroissement de la vente des produits de la mer est une augmentation de la quantité pêchée (5 2). Logiquement, plus la quantité prélevée par les pêcheurs (5 2) est importante, plus l'état des ressources récifo-lagonaires (1 1) se fragilise.

Les deux autres effets directs de l'augmentation du nombre d'habitants sur zone sont mécaniques : plus il y a de personnes sur zone (5 1 2) et plus les quantités de **déchets physiques** (4 7) et **d'eaux usées** (4 8) sont importantes. Ceci influe sur la qualité des **eaux douces** (4 4), qui, à son tour, entraîne une dégradation importante de l'état de **l'habitat** récifo-lagonaire (1 2) et donc de celui des ressources exploitables (1 1). Comme pour le groupe d'acteurs précédent, l'état des ressources récifo-lagonaires (1 1) s'auto influence fortement, ce qui accentue le risque de dégradation de son état. Enfin, les acteurs des villages ont également fait un lien entre l'état des ressources (1 1), le nombre de pêcheurs (5 4) et la pêche (5 2) : plus l'état des ressources se dégrade et plus le nombre de pêcheurs et la quantité de poissons prélevée diminuent, ce qui en retour joue en faveur de l'état des ressources ichtyologiques.

Les autres impacts directs dûs au développement de la région (5 1) sont indirectement associés à l'augmentation de la population. En effet, avec l'augmentation de la population se créent des habitations et des **infrastructures**, ce qui entraîne une **érosion** des sols (4 10) accrue, une diminution du **couvert végétal** (4 5) et, *in fine*, une dégradation de **l'habitat marin** (1 2). Ici encore, l'ensemble des effets se combinent puisqu'ils influencent tous de manière importante les **eaux douces** (4 4), essentiellement par une dégradation de leurs qualités (4 4 1), c'est-à-dire plus particulièrement une augmentation de la quantité de **sédiments** dans les rivières (4 4 1 1). Comme précédemment, une augmentation des sédiments dans les rivières va de pair avec leur augmentation dans le lagon et une dégradation de l'état du **milieu** récifo-lagonaire (1 2) qui, elle même, se répercute sur l'état des ressources associées (1 1).

Comme pour les acteurs tribaux, le développement de la zone (5 1) **s'auto influence** fortement : plus la population augmente sur zone, plus le développement économique s'améliore, ce qui attire d'autres habitants et réciproquement. Cette auto-influence accentue considérablement les impacts directs et indirects liés à cette augmentation de la population sur zone.

### III.1.2. Que se passerait-il en cas de développement de l'activité minière ?

Compte tenu des préoccupations formulées par le **gestionnaire industriel**, il est logique de se demander comment le développement de l'activité minière sur zone peut influencer l'ensemble de l'écosystème, selon le point de vue des différents acteurs.

**Pour les acteurs de la tribu d'Oundjo**, une augmentation des activités minières sur zone (4 9) se répercute essentiellement et de manière forte sur les **eaux douces** (4 4) entraînant une baisse de leur qualité (4 4 1) en augmentant la **quantité des sédiments** dans les rivières (4 4 1 1).

Les trois autres impacts directs de l'augmentation de l'activité minière sur zone sont nettement moins significatifs. Elle entraîne : une dégradation de l'**état du milieu récifo-lagonaire** (1 2), un **développement de la région** (5 1) par une inflation de la population et, enfin, une augmentation du **nombre de pêcheurs** (5 4). Les conséquences de ces deux derniers facteurs (développement de la région et nombre de pêcheurs), pour les acteurs tribaux, ont été décrites dans le paragraphe précédent.

Les conséquences d'une dégradation de la qualité des **eaux douces** (4 4) sont doubles. La plus importante concerne l'**état** du milieu récifo-lagonaire (1 2). En effet, une augmentation des sédiments dans les cours d'eau va entraîner l'afflux de sédiments dans le lagon et donc une détérioration globale de son état (1 2) qui se répercute directement sur l'état des ressources associées à ce milieu (1 1). Une diminution de la qualité des eaux douces entraîne également, une dégradation de l'état des **mangroves** (4 3), qui se répercute elle-même, sur l'état des **ressources** ichthyologiques (1 1).

Finalement pour les acteurs de la tribu d'Oundjo, une augmentation des activités minières sur zone se traduit essentiellement et de manière directe, par une baisse massive des ressources récifo-lagonaires. Contrairement au scénario décrit pour la pêche, les conséquences de l'augmentation de ces activités sont d'autant plus néfastes sur les ressources qu'il n'y a pas de boucle de régulation qui tendrait à contrebalancer cet effet fortement négatif.

**Pour les acteurs des villages**, un développement des activités minières sur la zone d'étude va entraîner essentiellement une dégradation de la qualité des **eaux douces** (4 4), soit de manière **directe**, soit **indirecte** par le biais d'une augmentation de l'**érosion** (4 10). C'est d'ailleurs cet élément qui est le plus concerné par l'activité minière (4 9). Comme précédemment, cette baisse de la qualité des eaux douces (4 4) retentit essentiellement sur l'**état du milieu récifo-lagonaire** (1 2) entraînant une diminution des ressources ichthyologiques de la zone (1 1).

Enfin l'augmentation de l'activité minière sur zone engendre également de manière importante un **développement de la région** (5 1). Comme ceci a été décrit dans le paragraphe précédent, le développement de la région à deux impacts majeurs : le premier sur le **nombre de pêcheurs** (5 4) et la **quantité pêchée** (5 2), ces deux éléments retentissant sur l'**état** des ressources (1 1), le second sur la quantité d'**eaux usées** (4 8) et de **déchets terrestres** (4 7) qui vont influencer la qualité des **eaux douces** (4 4) et donc au final, l'**état** des ressources récifo-lagonaires (1 1).

Comme pour les acteurs de la tribu, une augmentation des activités minières (4 9) sur la zone d'étude entraîne, essentiellement et de manière indirecte, une dégradation de l'état des ressources.

### III.1.3. Que se passerait-il si les réglementations et les contrôles étaient renforcés ?

Cette question concerne essentiellement les **gestionnaires des pêches de la Province Nord**. Si l'un de leurs objectifs est de mettre en place des mesures de gestion bénéfiques pour l'état des ressources récifo-lagonaires, ces mesures doivent être comprises et acceptées par les acteurs ayant un impact direct sur cet état (surtout les pêcheurs). La mise en place de **démarches participatives** est donc primordiale pour la réussite de telles mesures. Aussi, avant d'avancer d'avantage dans les processus de **concertation**, il peut être intéressant de se demander, selon le point de vue de chacun des deux groupes d'acteurs, quelles pourraient être les conséquences d'une augmentation du nombre des contrôles ainsi que de la mise en place d'une réglementation plus stricte en faveur de la protection des ressources ichtyologiques.

**Pour les acteurs de la tribu d'Oundjo**, une augmentation des contrôles et un durcissement des réglementations (5 9) se traduirait principalement par une diminution de la **quantité pêchée** (5 2) et donc, comme expliqué précédemment, par une amélioration de **l'état des ressources** (1 1). Pour ces acteurs, ce renforcement des contrôles et de la réglementation aurait une conséquence **directe** sur l'état des ressources (1 1). Enfin, ceci se traduirait également par une diminution du **nombre de pêcheurs** (5 4) et donc, de manière indirecte, par une augmentation de l'état de la ressource. Cependant, comme décrit précédemment, une augmentation des ressources entraînerait une augmentation du nombre de pêcheurs, mais qui serait elle-même, en partie, jugulée par le renforcement des contrôles.

Finalement, au vu du fonctionnement du système décrit par les acteurs de la tribu, une augmentation des contrôles et de la réglementation seraient plus ou moins directement **bénéfiques** à l'état de la ressource.

**Pour les acteurs des villages**, une augmentation des contrôles et de la réglementation (5 9) va jouer essentiellement sur la **quantité pêchée** (5 2) et dans une moindre mesure sur le **nombre de pêcheurs** (5 4). Comme les acteurs de la tribu, ils estiment qu'une diminution de la pêche entraînerait une amélioration de **l'état des ressources** (1 1). Par rétroaction, ceci pourrait également entraîner une augmentation du nombre de pêcheurs (5 4) si cet effet n'était pas contrebalancé par la relation, citée précédemment, entre les contrôles et le nombre de pêcheurs.

Finalement, comme pour les acteurs du groupe précédent, une augmentation des contrôles et de la réglementation serait favorable à une **amélioration** de l'état des ressources du lagon.

## III.2. Proposition d'une démarche de modélisation et de simulation

Dans un objectif de gestion des ressources liées aux activités de pêche, la **modélisation** et la **simulation** sont deux outils qui sont de plus en plus utilisés : leur essor est en grande partie lié à la plus grande facilité d'accès et d'utilisation des ordinateurs (Radomski and Goeman 1996). Cependant, dans le domaine halieutique, les modèles établis et les simulations réalisées portent essentiellement sur la **dynamique de populations** dans un objectif de gestion de **stocks**. Il est relativement rare qu'un **écosystème** soit modélisé dans son entier, c'est-à-dire que l'ensemble des processus écologiques, économiques et sociologiques qui peuvent influencer le système ne sont que rarement pris en compte dans les modèles (Hobbs *et al.* 2002).

En termes de gestion des ressources, la modélisation et la simulation offrent deux principaux avantages

- Utilisation des **sorties** des simulations pour mettre en place des mesures de gestion
- Amélioration de la **compréhension** des conséquences possibles de certaines mesures de gestion (Hobbs *et al.* 2002) et donc du fonctionnement de l'écosystème en général

Le processus d'établissement des cartes cognitives a souvent été considéré comme un **préalable** à une **simulation de la dynamique du système** (Eden 2004). Du point de vue de la modélisation et de la simulation, cette méthodologie est proche des diagrammes d'influence (Buede and Ferrell 1993), des réseaux de neurones (Sun 1994 ; Ozesmi and Ozesmi 1999), des simulations d'impacts croisés (Parashar *et al.* 1997), des équations relationnelles floues (Pedrycz 1991 ; Mendoza and Prabhu 2003) et des réseaux bayésiens (Nadkarni and Shenoy 2004).

Dans la littérature scientifique, seules trois études ont été trouvées qui combinent l'approche par cartographie cognitive et la simulation par réseaux neuronaux (Radomski and Goeman 1996 ; Ozesmi and Ozesmi 1999 ; Hobbs *et al.* 2002), dont deux dans un objectif de gestion de ressources aquatiques (Radomski and Goeman 1996 ; Hobbs *et al.* 2002).

D'une manière générale, trois étapes sont nécessaires pour mettre en place un processus de simulation (Law and Kelton 1991) : 1/ Définition du modèle, 2/ Validation et 3/ Simulation (Baretta *et al.* 1998 ; Law and Kelton 1991).

### 1/ Définition du modèle

Dans le cadre d'un couplage entre cartographie cognitive et simulation, la définition du modèle consiste à établir une carte de groupe. Deux approches sont possibles.

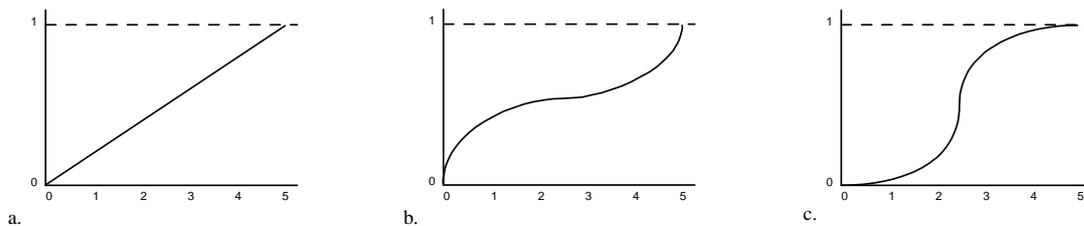
- **Carte collective.** De nombreuses études privilégient cette approche pour l'établissement de cartes de groupes, notamment dans le domaine du management (Allard-Poesi 1996 ; Langfield-Smith 1992 ; Hobbs *et al.* 2002 ; Radomski and Goeman 1996). Elle consiste à réunir les principaux acteurs ou leurs représentants dans une pièce et à établir ensemble et progressivement la carte de groupe. L'un des principaux avantages de cette méthode est l'établissement d'une carte de **consensus plus rapide** qu'avec la seconde approche. Cependant, le défaut majeur de cette première approche réside dans le fait que lors de la réunion, certains acteurs sont moins actifs que d'autres ou éprouvent plus de difficultés à communiquer leurs opinions que d'autres. Ceci suggère donc une **sur-représentativité** de certains points de vue au sein d'une carte collective.
- **Synthèse de cartes individuelles :** Cette approche est celle qui a été utilisée dans cette étude. L'obtention de cartes de groupes par la synthèse des visions individuelle a de nombreux défenseurs (cf. Chapitre III §I.2). Cependant, contrairement à la précédente approche, la synthèse de cartes individuelles laisse la possibilité au chercheur de considérer tous les acteurs comme égaux au niveau de l'importance de leur contribution à la carte de groupe, ou, à l'inverse, d'attribuer un poids différent à certains acteurs au moment de la synthèse. Ceci est alors une démarche volontaire, effectuée en fonction de la connaissance de chacun des acteurs et non une démarche résultant uniquement de la personnalité de chacun comme dans une réunion par approche collective. De plus, cette démarche d'agrégation des savoirs individuels génère des **propriétés émergentes** plus riches que dans la démarche collective. En effet, la construction de cartes collectives ne va permettre une mise à plat du savoir individuel que des personnes présentes au moment du tracé. En revanche les cartes de synthèse sont riches de l'ensemble des savoirs individuels des personnes interrogées. Pour les mêmes raisons, les cartes de

synthèse sont plus complexes que les cartes collectives, puisqu'elles rassemblent toutes les représentations et les spécificités des visions individuelles.

Quelle que soit la méthode adoptée, la finalité est l'obtention d'une **carte de groupe** du fonctionnement de l'écosystème étudié. Ceci permet d'une part d'obtenir la **liste des variables** présentes dans le fonctionnement du système, ainsi que la **structure de ce fonctionnement** par le biais des liens entre les variables.

Cette approche permet également de définir la valeur et la force de chacune des relations présentes sur la carte et donc dans le modèle.

Dans le cas où, comme pour cette étude, une échelle semi-quantitative de valeurs est utilisée pour définir la force des relations, il est alors nécessaire de définir une **fonction de répartition** pour convertir cette échelle ([1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5]) en valeurs comprises entre 0 et 1. Plusieurs formes de courbes sont possibles (Figure 7) : linéaires (a.) ou sigmoïdes (b. et c.). L'intérêt de ce type de fonction est de compenser le fait que certaines forces ont été plus fréquemment utilisées (généralement les forces de forte intensité) que d'autres (souvent de plus faible intensité). Une courbe de type b. va tendre à favoriser les forces de faible intensité, à l'inverse des courbes de type c. Le choix du type de courbe de répartition à utiliser peut se faire en fonction de la fréquence de citation des différentes intensités de force pour l'ensemble des cartes.



**Figure 7 : Exemple de trois types de fonction de répartition permettant de passer d'une échelle semi-quantitative [1 ; 5] à une valeur comprise entre [0 ; 1]**

Le dernier élément entrant dans l'établissement d'un modèle, est la définition de l'**état de base** du système modélisé. Pour comprendre ce problème, il est possible de comparer un modèle basé sur une carte cognitive à un réseau de bassins (les variables) reliés entre eux par des vannes, dont le débit est proportionnel à l'intensité de la force caractérisant une relation donnée. L'état initial du système est alors défini par la quantité d'eau présente initialement dans les bassins avant ouverture des vannes. Concrètement, pour une carte où  $n$  variables sont présentes, cela revient à définir un vecteur  $E_0$  de 1 ligne et  $n$  colonnes, où la  $\alpha^{\text{ième}}$  valeur de ce vecteur représente l'état initial de la variable  $\alpha$ . Cette valeur est comprise entre 0 (variable n'intervenant pas dans le fonctionnement du système à l'état initial) et 1 (variable intervenant fortement dans le fonctionnement du système à l'état initial). La définition de l'état initial d'un système est l'étape la plus délicate en modélisation (Radomski and Goeman 1996). Pour rendre le système plus complexe il est bien entendu possible de définir des règles de changement d'état pour chacune de ces variables.

## 2/ Validation

En termes de validation du modèle précédemment établi, deux approches sont également possibles :

- **Experts.** Cette approche consiste à identifier des experts dans le fonctionnement de l'écosystème d'étude afin d'améliorer tout ou partie du modèle, compte tenu de leurs connaissances.

- **Essais/Erreurs.** Le principe de cette approche est simple : se placer dans un cas connu et faire tourner le modèle pour voir comment réagit l'écosystème. Il suffit alors de modifier progressivement les forces des relations et l'état initial du système jusqu'à ce que les résultats obtenus par simulation soient cohérents avec la réalité observée (Ozesmi 1999).

Dans un contexte de modélisation/simulation utilisant la cartographie cognitive pour obtenir une vision du fonctionnement d'un système peu connu, il serait peu judicieux d'utiliser uniquement la première méthode. En effet, s'il existait de tels experts, ces derniers auraient alors été considérés comme personnes ressource pour l'établissement des cartes. La seconde approche, peut paraître également fastidieuse, en particulier quand on ne dispose que de peu d'informations sur l'état initial du système. Il apparaît donc qu'une **combinaison des deux approches** soit la solution la plus pertinente.

### 3/ Simulation

D'une manière générale, l'étape de simulation consiste à appliquer un modèle mathématique aux données du système modélisé auparavant.

Dans le cadre d'une simulation basée sur des réseaux de neurones, le **passage de l'état  $E_t$  à l'état  $E_{t+1}$**  se fait par le calcul matriciel suivant :

$$E_{t+1} = E_t \cdot P$$

où :

- $E_t$  = n-upplet de l'état du système à l'instant t
- $P$  est la matrice de proximité associée à la carte cognitive de groupe obtenue lors de l'étape de modélisation (Dickerson and Kosko 1994 ; Radomski and Goeman 1996 ; Ozesmi 1999 ; Ozesmi and Ozesmi 1999 ; Hobbs *et al.* 2002 ; Ozesmi and Ozesmi 2004).

Par itération, on démontre facilement que cette formule se résume à :

$$E_t = E_0 \cdot P^t$$

Finalement, il est possible de simuler des **scénarios d'évolution** du système soit en fonction des mesures de gestion souhaitées, soit en fonction de variables forçant. En effet, comme précédemment, gestionnaires comme scientifiques sont souvent intéressés de savoir "*comment le système évolue si*" (les "*What if*" scénarios). Concrètement, cela se fait en fixant l'état d'une variable d'intérêt à chaque étape de simulation.

En fonction des états initiaux, quatre principaux types d'attracteurs sont possibles : point fixe, cycles, tores ou attracteurs chaotiques (Dickerson and Kosko 1994 ; Radomski and Goeman 1996 ; Ozesmi and Ozesmi 1999 ; Hobbs *et al.* 2002).

Pour les scientifiques comme pour les gestionnaires, le couple modélisation/simulation, apporte des avantages complémentaires à la combinaison cartographie cognitive/ontologie :

- intégrer plus facilement comment **fonctionne** le système dans son intégralité (Ozesmi 1999)
- **tester** des mesures de gestion (Hobbs *et al.* 2002)

- d'identifier les **points sensibles** sur lesquels intervenir en termes de gestion
- **faire comprendre** aux acteurs les conséquences d'une action ou d'une prise de décision sur l'ensemble du système.

Le principal inconvénient des réseaux de neurones est l'**absence** de prise en compte d'une **dimension temporelle**. Entre l'instant  $t$  et  $t+1$ , c'est l'ensemble du système qui a évolué. Chaque variable influence ou est influencée par d'autres variables et ce indépendamment de sa nature. Par ailleurs, dans ce type de simulation neuronale, il n'est pas possible de définir une **échelle temporelle** car le passage d'un état à un autre se fait par saut et il n'est absolument pas possible de définir le laps de temps auquel ce saut de simulation correspond.

Cependant, lors du tracé des **cartes cognitives individuelles**, au cours des enquêtes menées auprès des acteurs, chaque relation notée sur la carte a été caractérisée par une **valeur**, une **force** mais aussi une notion de **temps**. L'introduction de ce temps dans la cartographie cognitive permet **d'appréhender l'évolution relative** de l'état de deux variables A et B : l'évolution de B lorsque A évolue peut se faire immédiatement, à court terme, à moyen terme, à long terme ou à très long terme. Par conséquent, le temps va permettre de **relativiser l'influence** d'une variable sur une autre. En effet, un impact dont la force est très intense, mais intervenant sur du très long terme est proportionnellement moins important qu'un impact d'intensité moyenne, mais se réalisant à très court terme.

Certains outils de modélisation et de simulation tels que les **système dynamiques** comme Stella (<http://www.iseesystems.com>) (Van den Belt *et al.* 1996), DYNAMO (Bala and Duesterzwild 2000 ; Rugabe and Stirewalt ) Vensim ou Powersim (<http://www.vensim.com> OU <http://www.powersim.com>), ou les **automates temporisés** offrent de nombreuses autres possibilités et pistes de réflexion dans ce sens. Le développement de tels outils permettrait de compléter les apports de la cartographie cognitive et de l'ontologie et de définir les résultats obtenus par cette approche.

A la suite de ce travail, la mise en place d'une modélisation et d'une simulation apporterait beaucoup tant pour la **compréhension** du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout, que pour la **communication** des mesures de gestion qui pourraient être prises par les différents gestionnaires (industriel et pêche). Par ailleurs, au niveau scientifique, cela apporterait un **outil supplémentaire** pour identifier les manques de connaissances dans certains domaines. En effet, les difficultés rencontrées au niveau de la modélisation du système et de la définition de son état initial sont autant d'éléments pour lesquels les connaissances scientifiques de ce système sont insuffisantes. La **prise en compte du temps** dans la modélisation et la simulation d'un écosystème, notamment dans le cadre d'une approche systémique, serait un élément crucial pour améliorer significativement la compréhension des processus sous-jacents à son fonctionnement (Baretta *et al.* 1998).

Finalement, les couples Cartographie cognitive/Ontologie et Modélisation/Simulation seraient deux outils complémentaires, tant pour les scientifiques que pour les gestionnaires, dans un objectif de compréhension du fonctionnement d'un écosystème, ainsi que dans une perspective de gestion écosystémique.

## Synthèse

Dans le cadre de l'étude de l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout, la méthodologie proposée pour récolter la vision des acteurs sur le fonctionnement de l'ensemble de l'écosystème consiste à **combinaison la cartographie cognitive avec l'ontologie**.

Dans le cadre de ce travail, l'analyse au **rang ontologique 2** de la vision des acteurs de la tribu d'Oundjo et de celle des acteurs des villages permet d'avoir une **vue globale** du fonctionnement du système. L'apport de l'ontologie réside essentiellement dans le fait qu'il est possible, pour chaque relation ou chaque variable analysée au rang ontologique 2, de s'intéresser à la vision des acteurs aux rangs supérieurs, afin de récupérer instantanément **l'information sous-jacente disponible** pour comprendre de manière beaucoup plus **fine** et **perspicace** le fonctionnement du système étudié. En effet, l'analyse transversale des visions des deux groupes d'acteurs montre que la combinaison de la cartographie cognitive et de l'ontologie permet de **récolter** dans sa quasi-intégralité le **savoir commun partagé** des acteurs, ainsi que les **craintes** ou les **attentes**.

En terme de recherche **scientifique**, cette double approche systémique (cartographie cognitive) et holarchique (ontologie) offre de nombreux avantages dans l'étude d'un écosystème récifo-coralien type du sud Pacifique. Elle permet d'une part, de **récolter rapidement** et de manière **fiable** des données tant sur le **fonctionnement** du système que sur les **perceptions** des acteurs concernés et d'autre part, d'identifier les **manques dans la connaissance** du système et ainsi permettre de définir des axes de recherche. La possibilité de définir des **indicateurs de l'état du système** et de les regrouper sous la forme d'un **tableau de bord** constitue une piste de recherche qui serait particulièrement valorisante à développer. Enfin, compte tenu de la souplesse de la combinaison des deux approches, cet outil est parfaitement **transférable** à d'autres sites d'étude, qu'ils se situent dans le Pacifique sud ou d'un contexte beaucoup plus large.

L'intérêt d'une telle démarche pour les **gestionnaires** est triple.

Dans un premier temps, la cartographie cognitive permet **d'appréhender plus facilement la complexité** du fonctionnement d'un écosystème.

Dans un deuxième temps, la combinaison de la cartographie cognitive et de l'ontologie permet de récolter à la fois le **savoir commun partagé** des gens ayant participé à la construction d'une carte de groupe et de comprendre le **référentiel des différents acteurs**.

La compréhension des différences entre la perception des acteurs et celle des gestionnaires et **l'intégration** de celles-ci par les gestionnaires dans leur propre référentiel, facilitera la mise en place de concertations en vue d'une **gestion participative**.

Comme pour les scientifiques, la mise en place **d'indicateurs systémiques** de l'état de santé du système basée sur les cartes cognitives de groupes constitue une perspective fondamentale de ce travail, notamment dans l'objectif de gestion des ressources récifo-lagonaires de Voh-Koné-Pouembout.

Finalement, la cartographie cognitive, en association avec l'ontologie, est un puissant outil de **communication** tant pour comprendre le fonctionnement d'un écosystème, que pour le faire comprendre. Dans ce cas, compte tenu de la complexité parfois dissuasive de certaines cartes, certaines **améliorations** sont possibles : simplification des visions en ne prenant en compte que les relations les plus importantes, mise en place de codes couleurs, dynamisation en deux voir trois dimension des cartes, illustration des variables présentes au sein d'une carte sous la forme de dessins.

En termes de **recherches**, les principales pistes de réflexions possibles portent sur la notion de **modélisation et de simulation** du système d'étude. En effet, en raison du lien étroit entre carte cognitive et réseau de neurones, certaines études se sont déjà appuyées sur les

représentations issues de la cartographie cognitives pour simuler l'évolution d'un système dans un objectif de gestion de ressources. Cependant, aucune des approches préexistantes et mises en place ne prend en compte la notion de **temps** au sein de leurs modèles.

Appliquée à l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout, cette modélisation/simulation donnerait un autre éclairage, plus dynamique, de son fonctionnement, ce qui constituerait un apport conséquent pour sa gestion.

A une échelle plus large, ceci constituerait une avancée importante dans la mise en place d'outils pour améliorer la compréhension du fonctionnement des écosystèmes récifo-lagonaire, en vue d'une gestion écosystémique.

## ***CONCLUSION GENERALE***



## I. Conclusion Générale

Complexes et fragiles, les écosystèmes récifo-lagonaires sont particulièrement sensibles aux perturbations naturelles (cyclones, invasion d'*Acanthaster planci*, blanchissement massif). De plus le développement économique des pays et états insulaires entraîne une augmentation de la population et des activités en bordure de lagon. L'accroissement des dégradations d'origine anthropique sur les récifs amplifie l'impact des perturbations naturelles.

Compte tenu de l'importance des **ressources associées aux écosystèmes récifo-lagonaires** pour les populations locales (notamment comme source principale de protéine animale dans leur alimentation ou de revenus) la **gestion durable** de ces ressources et de leurs usages constitue l'une des priorités de ces pays insulaires

Lorsque peu de connaissances scientifiques sont disponibles sur le fonctionnement de ces écosystèmes complexes une des seules approches consiste à pouvoir intégrer le **savoir traditionnel** des communautés locales.

Situé au Nord-Ouest de la **Nouvelle-Calédonie**, La zone de **Voh-Koné-Pouembout**, site d'étude du programme CoRéUs, est l'archétype des cas rencontrés dans les pays insulaires du Pacifique Sud : la prochaine mise en place d'un **complexe minier** en bordure du lagon va induire des **perturbations directes** et **indirectes**, à diverses échelles, sur l'ensemble "écosociosystème" adjacent qui inclut plusieurs **villages** et **tribus**. Parmi ces perturbations, **l'augmentation de la population** humaine constitue une des causes attendues de modifications des ressources halieutiques lagonaires.

Devant le manque, quasi total, de **données scientifiques** concernant les interactions entre les diverses communautés humaines et les ressources halieutiques, l'objectif global de cette étude est **d'améliorer la connaissance du fonctionnement de l'écosystème**, dans un objectif de gestion.

L'**approche systémique** nous a permis de définir a priori un **schéma** simplifié du **fonctionnement** de l'écosystème récifo lagonaire de la zone d'étude, en identifiant les principaux sous-systèmes en interaction. En se basant sur cette approche, **13 catégories** d'acteurs locaux ont été identifiées, en considérant également leur localisation (*Villages/Tribu*) :

|  |  |
|--|--|
| Pêcheurs professionnels ( <i>Villages/Tribu</i> )                  | Autres gestionnaires ( <i>Villages</i> )     |
| Pêcheurs loisirs/Pêcheurs ( <i>Villages/Tribu</i> )                | Agriculteurs/Éleveurs ( <i>Villages</i> )    |
| Non pêcheurs/Anciens pêcheurs ( <i>Villages/Tribu</i> )            | Aquaculteurs ( <i>Villages</i> )             |
| Gestionnaires des pêches et de l'aquaculture ( <i>Villages</i> )   | Scientifiques ( <i>Villages</i> )            |
| Gestionnaires Agriculture/Pollution/Eaux usées ( <i>Villages</i> ) | Gestionnaires Industriel ( <i>Villages</i> ) |

Une fois identifiés, ces groupes ont fait l'objet de 41 afin d'obtenir une image de leur représentation globale de l'état passé de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone d'étude et de connaître les raisons et les **mécanismes** qui pourraient expliquer, selon eux, la transition de cet état passé à l'état présent. Il s'agissait aussi d'appréhender indirectement le **fonctionnement**

actuel de ce système complexe. Les craintes et les attentes de chaque acteur étaient également enregistrées au cours des entretiens.

Parallèlement, afin d'extraire le **savoir commun partagé** des différents groupes d'acteurs, une approche par **cartographie cognitive** a été mise en place.

Les **cartes cognitives** synthétisent graphiquement la représentation mentale des acteurs sur le fonctionnement de l'écosystème qui les entoure. Concrètement, chaque personne interrogée exprime sa vision du **fonctionnement de l'écosystème** récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout par le biais de variables liées entre-elles par des relations causales fléchées. Les **variables** ou concepts, notés par le répondant, expriment une idée et son contraire. Les liens entre ces variables sont des **relations de causalité** de type cause/effet, caractérisées par leurs direction, valeur, force et temps. Au cours de l'entretien, l'enquêteur se doit de rester le plus neutre possible de manière à ne pas influencer le point de vue de la personne interrogée, tout en aidant cette dernière à tracer la carte la plus conforme à son modèle conceptuel. Du **climat de confiance** établi entre le chercheur et l'enquêté dépendra la fiabilité et la validité des données récoltées. Le tracé de la carte au cours de l'entretien se termine lorsque l'acteur n'a plus d'élément ou de relation à ajouter et lorsqu'il estime que la carte tracée représente **correctement sa perception** du fonctionnement du système d'étude.

Au total, 41 acteurs ont été rencontrés et 39 cartes cognitives individuelles tracées, dont 28 par les acteurs des villages et 13 par ceux de la tribu d'Oundjo.

Compte tenu de la très grande richesse des données récoltées, notamment de la grande diversité des variables tracées sur les cartes, la comparaison des visions des différents acteurs et groupes d'acteurs n'est ni immédiate ni aisée. Pour cela une **ontologie** a été mise en place.

Concrètement, l'ontologie peut être considérée comme une **classification du vocabulaire** utilisé par les acteurs lors du tracé de leur carte. Graphiquement, cette classification se représente sous forme d'un **arbre hiérarchique** à 5 niveaux (ou rangs), où les nœuds sont des **variables génériques**. Chaque variable exprimée par un acteur lors du tracé de sa carte cognitive est associée à une variable générique.

Finalement, si l'utilisation de la **cartographie cognitive** peut être similaire à une **approche systémique** du fonctionnement d'un système récifo-lagonaire, l'**ontologie** en est la **vision holarchique**. En effet, la structure en **5 rangs** de l'arbre ontologique ainsi créé offre la possibilité d'avoir 5 échelles d'observation pour une même vision du fonctionnement du système : de la plus globale (rang 1) à la plus détaillée (rang 5).

Afin d'analyser le contenu des différentes cartes, chacune d'entre-elles est saisie informatiquement sous la forme d'une **matrice de proximité**.

Pour comparer les visions des différents acteurs, chaque carte est **désagrégée au rang ontologique 5**. Comme chacun s'exprime en fonction de ses connaissances et son expérience, cette désagrégation permet à la fois de **conserver la richesse** des visions individuelles, tout en établissant une **grille commune de comparaison**. Il est alors possible de prendre un **niveau supérieur** sur la vision de chacun en **ré-agrégant** les cartes pour un rang ontologique donné. Ce couple **désagrégation/ré-agrégation** permet alors de représenter une même carte à **5 niveaux systémiques**, tout en conservant au maximum les propriétés propres à la carte. De plus, grâce à cette méthode, toutes les cartes sont comparables entre-elles quel que soit le rang ontologique.

Des **cartes de groupes** peuvent aussi être obtenues en faisant la **moyenne de cartes individuelles**. Ces cartes permettent de **synthétiser la vision** d'un groupe d'acteurs appartenant à une même catégorie. Mais ces cartes moyennes sont bien plus qu'une simple

fusion de visions individuelles car elles mettent en évidence les **propriétés émergentes** des catégories d'acteurs.

L'**analyse comparative** des cartes individuelles et de groupes a pour but de mettre en évidence ces propriétés émergentes. Deux approches sont possibles :

La première, basée sur la **distance entre deux cartes**, utilise la formule de **Markoczy et Goldberg** (M&G). Mais, pour les acteurs ou pour les catégories d'acteurs, les représentations graphiques de ces distances entre cartes appariées ne montrent **aucun résultat probant**, quel que soit le rang ontologique considéré. Une analyse plus fine de la formule de M&G montre que seules les **variables communes** à plusieurs cartes sont prises en compte dans le calcul de cette distance. Les autres éléments sont ignorés. Ceci donne donc une **vision** particulièrement **réductrice** et **biaisée** de la similitude entre deux cartes.

La seconde approche considère que deux individus sont identiques à partir du moment où ils accordent la **même importance** - ou **centralité** - **aux mêmes variables**. La comparaison de deux cartes va se faire en établissant une **distance** à partir des centralités des différentes variables. Les résultats montrent que **quel que soit le rang ontologique** considéré, les acteurs de la **tribu d'Oundjo** ont des visions beaucoup plus **proches les unes des autres** que les acteurs des villages. Ces résultats montrent aussi que les acteurs des **villages et de la tribu** ont toujours des **visions nettement différentes** du fonctionnement du système étudié. Ceci s'explique essentiellement par la **spécificité des variables utilisées** par les acteurs de la tribu et montre ainsi une **différence réelle de perception du fonctionnement** de ce système.

Pour valider la capacité du couple cartographie cognitive/ontologie à récolter le savoir commun partagé des acteurs de la zone de Voh-Koné-Pouembout sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire, une **analyse transversale** est réalisée à partir des données récoltées. Elle consiste, pour un rang ontologique donné, à **comparer l'analyse** des cartes cognitives des deux principaux groupes d'acteurs (Tribu/Villages), avec leurs visions récoltés par le biais des entretiens.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des cartes cognitives des deux groupes d'acteurs pour un **rang ontologique 2** permet alors d'avoir une **vue globale** du fonctionnement du système. L'apport de l'ontologie réside essentiellement dans le fait qu'elle permet, pour un élément donné au sein d'une carte, de comprendre de manière plus ou moins fine sa **signification** ainsi que son **rôle** dans le fonctionnement du système étudié.

Finalement, la combinaison de la cartographie cognitive et de l'ontologie permet de **récolter**, dans leur quasi-intégralité, les propriétés émergentes du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire, c'est-à-dire quels sont les éléments qui doivent être pris en considération, selon les acteurs eux-mêmes, et comment ces dernières s'influencent entre eux pour expliquer, le fonctionnement du système.

En terme de recherche **scientifique**, cette double approche systémique (cartographie cognitive) et holarchique (ontologie) offre de nombreux avantages dans l'étude d'un écosystème récifo-coralien type du sud Pacifique. Dans une situation où le temps nécessaire à la constitution de "connaissances scientifiques" n'est pas compatible avec des impératifs de gestion, le savoir des acteurs locaux constitue alors un réservoir de connaissances. La méthodologie développée dans ce travail permet d'une part, de **récolter rapidement** et de manière **fiable** des données tant sur les **perceptions** des acteurs concernés que sur le **fonctionnement** du système et d'autre part, d'identifier, en se basant sur ces données, les **manques dans la connaissance** du système et ainsi, de définir des axes de recherche.

Pour les **gestionnaires**, en particulier les **gestionnaires industriels**, l'intérêt d'une telle démarche est triple.

1. La cartographie cognitive permet **d'appréhender plus facilement la complexité** du fonctionnement d'un écosystème.
2. La combinaison de la cartographie cognitive et de l'ontologie permet de récolter à la fois le **savoir commun partagé** des personnes ayant participé à la construction d'une carte de groupe et de comprendre le **référentiel des différents acteurs**.
3. La compréhension des différences entre la perception des acteurs et celle des gestionnaires et **l'intégration** de ces différences par les gestionnaires dans leur propre référentiel, facilitera la mise en place de mesures de concertation en vue d'une **gestion participative**.

Enfin, la cartographie cognitive, en association avec l'ontologie, est un puissant outil de **communication** tant pour comprendre le fonctionnement d'un écosystème, que pour le faire comprendre.

## II. Perspectives

Dans le cadre de cette étude, plusieurs pistes d'amélioration et/ou de recherches ont été proposées. Elles peuvent se classer en fonction de l'investissement nécessaire à leur mise en place, surtout en termes de temps.

A **court et moyen terme**, les perspectives formulées dans ce rapport portent essentiellement sur des **ajustements méthodologiques** :

- Au niveau des formules utilisées dans le cadre de ce travail pour établir une distance entre deux visions d'acteurs, c'est-à-dire deux cartes cognitives (distance de Markoczy et Goldberg et mesure de centralité pondérée et normalisée SWC), certaines modifications ont été proposées afin d'améliorer la pertinence de ces mesures. L'intégration de ces propositions dans le programme déjà créé, notamment pour la **mesure généralisée de M&G** et les vérifications nécessaires est réalisable sur un très court terme.
- En revanche, les modifications proposées pour **l'amélioration de la normalisation** de la mesure de centralité constituent un objectif à moyen terme. Dans ce travail, tous les calculs de **SWC** individuelles et de groupes ont été effectués à la main. Il est donc nécessaire de définir une **fonction complémentaire** au programme informatique existant, afin qu'il puisse calculer automatiquement les SWC pour les différentes variables des cartes cognitives. Ainsi, les améliorations proposées précédemment seraient alors directement prises en compte lors du codage de cette nouvelle fonction.
- En terme de représentations graphiques, certaines améliorations sont aisément réalisables afin de faciliter l'analyse des cartes de groupes pour mettre en évidence le savoir commun partagé quelles recèlent et pour favoriser leurs utilisations en terme de communication.
- Parallèlement à ces améliorations méthodologiques, il serait souhaitable, à moyen terme, d'améliorer la **convivialité du programme** développé dans le cadre de cette étude. En effet, s'il est théoriquement possible et souhaitable de transposer la méthodologie mise en place dans ce travail à un autre contexte d'étude, le manque de souplesse dans l'utilisation du programme est une contrainte majeure. L'assouplissement du code et la mise en place d'une interface d'utilisation plus conviviale et fonctionnelle en favoriserait grandement la diffusion et l'application à d'autres domaines.
- L'intégration des différentes notions de **temps** dans les calculs de distance entre deux visions d'acteurs nécessite une plus grande réflexion d'une part sur la **méthodologie** à adopter et, d'autre part sur la **signification** qu'une telle notion peut avoir du point de vue de la cartographie cognitive et/ou de la théorie des graphes (notamment la notion de "centralité temporelle").
- Enfin, une dernière proposition a été faite concernant une nouvelle **approche comparative séquentielle** de la distance entre deux cartes cognitives. Compte tenu des limites de la formule de M&G (notamment dans la prise en compte des doubles zéros), il a été suggéré de réaliser, dans un premier temps, une analyse de **comparaison structurelle** en se basant sur les tableaux disjonctifs complets des cartes, puis de **pondérer** les résultats obtenus par ceux de l'analyse basée sur la distance **généralisée de M&G**. Si les principaux résultats obtenus dans ce travail ne

seraient pas alors remis en cause, une telle analyse permettrait néanmoins d'établir une typologie plus fine des catégories d'acteurs, voire des acteurs eux-mêmes. Ceci est une perspective très intéressante à plus long terme, notamment pour une compréhension plus précise des ressemblances ou divergences de points de vue des différents acteurs ou catégories d'acteurs vis-à-vis du fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire de la zone d'étude.

A **moyen terme**, les perspectives de ce travail de recherche portent, d'une part sur l'application de la méthodologie à un autre contexte d'étude et d'autre part sur la définition d'indicateurs écosystémiques :

- Mise en place dans un contexte représentatif des états et pays insulaires du Pacifique Sud, la méthodologie proposée dans ce travail gagnerait en crédibilité et surtout en validité si elle était intégralement appliquée à d'autres cas d'études. Un **contexte insulaire** extérieur au cadre spécifique de la zone récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout permettrait de confirmer sa **souplesse d'utilisation** et son caractère **transférable**. Un **contexte extérieur** aux milieux coralliens permettrait d'élargir les champs d'application possibles de cette approche.
- En ce basant sur la démarche proposée dans ce travail, la mise en place **d'indicateurs écosystémiques** et d'un **tableau de bord** de suivi de l'état de santé de l'écosystème récifo-lagonaire basée sur les cartes cognitives de groupes reste un objectif fondamental, notamment dans une finalité de gestion des ressources associées. Comme précédemment, la zone étudiée de Voh-Koné-Pouembout peut constituer un cadre adéquat pour le développement et la validation d'une telle démarche, mais il conviendra de le dépasser.

A plus long terme, dans une perspective de **recherches**, les principales pistes de réflexion possibles portent sur la **modélisation et la simulation** du système d'étude. En effet, en raison du lien étroit entre une carte cognitive et un réseau de neurones, certaines études se sont déjà appuyées sur les représentations issues de la cartographie cognitives pour simuler l'évolution d'un système dans un objectif de gestion des systèmes productifs. Cependant, aucune des approches préexistantes et mises en place ne prend en compte la notion de **temps** dans leurs modèles.

A une échelle locale, l'application de cette modélisation/simulation à l'écosystème récifo-lagonaire de Voh-Koné-Pouembout, donnerait un autre éclairage, plus dynamique, de son fonctionnement, ce qui constituerait un apport majeur pour sa gestion.

A une échelle plus large, ceci constituerait une avancée importante dans la mise en place d'outils pour améliorer la compréhension du fonctionnement des écosystèmes récifo-lagonaire, en vue d'une gestion écosystémique et en particulier pour une gestion intégrée des zones côtières.

## ***BIBLIOGRAPHIE GENERALE***



- Acheson J. M., 1989.** Where have all the exploiters gone? Co-management of the Maine lobster industry. In : Berkes, F, Eds., *Common property resources*, Belhaven Press, London, pp. 199-217.
- Al-Jufaili S., Al-Jabri M., Al-Baluchi A., Baldwin R.M., Wilson S.C., West F., and Matthews A.D., 1999.** Human impacts on coral reefs in the Sultanate of Oman. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **49** (Supplement), pp. 65-74.
- Allard-Poesi F., 1996.** Cartes cognitives : pour ne pas jeter le bébé avec l'eau du bain. In *Ve Conférence Internationale de Management Stratégique*, Lille , AIMS, France
- Andréfouët S. and Torres-Pullizza D., 2004.** *Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie*. IFRECOR, IRD, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 26 + 22 planches.
- Anonyme, 1998.** Accord sur la Nouvelle-Calédonie, Nouméa.
- Ardilly P., 1994.** Les techniques de sondage. Editions Technip, Paris, France, 393 p.
- Argentin G., 1989.** Quand faire c'est dire. Pierre Mardaga Editeur, Liège, Belgique, 249 p.
- Athanassiou C., 1988 .** Le remaniement des souvenirs. In, *Revue française de psychanalyse. Des Biographies. L II*, Presses Universitaire de France, Paris, France, pp. 67-90.
- Axelrod R., 1976.** Structure of decision: the cognitive maps of political elites. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Bachimont B., 1995.** Ontologie régionale et terminologie : quelques remarques méthodologiques et critiques, La banque des mots. *Terminologie et Intelligence Artificielle*, **Numéro Spécial 7-95**, pp. 67-86.
- Bailleul J., 2006.** *Apport des systèmes d'information géographique pour une gestion spatialisée des écosystèmes coralliens. Cas de la pêche au crabe de palétuvier dans la zone de Voh (Nouvelle-Calédonie). Rapport de stage Master 2.* Université de Lille, Lille, France, p. 50.
- Bak R.P.M., 1978.** Lethal and sublethal effects of dredging on reef corals. *Marine Pollution Bulletin*, **9** (1), pp. 14-16.
- Bala V. and Duesterzwild, 2000.** Dynamo: A transparent dynamic optimization system. In : Larus, L., Lam, M., and Franz, M., *Proceedings of the ACM SIGPLAN 2000 Conference on Programming Language Design and Implementation*, PLDI, Vancouver, British Columbia, p. 12.
- Bardin L., 1983.** Analyse de contenu. Presses Universitaire de France, Paris, France, 233 p.
- Baretta J.W., Baretta-Bekker J.G., and Ruardij P., 1998.** Data needs for ecosystem modelling. *ICES Journal*

of *Marine Science*, **55** (4), pp. 756-766.

**Barker N.H.L. and Roberts C.M., 2004.** Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation*, **120**, pp. 481-489.

**Bauer V., 1975.** Simulation, evaluation and conflicts analysis in urban planning. In : Baldwin, M. M., Ed., *Portraits of complexity: applications of system ethnologies to societal problems*, Batelle Institute, Columbus, OH, pp. 179-192.

**Beaud S. and Weber F., 2003.** Guide de l'enquête de terrain. Produire et analyser des données ethnographiques. Nouvelle édition. Edition de la découverte, Paris, France, 356 p.

**Bedsworth W. and Seldak D.L., 1999.** Source and environmental fate of strongly complexed nickel in estuarine water: the role of ethylenediaminetetraacetate. *Environmental science and Technology*, **33** (6), pp. 926-931.

**Bertram P.E. and Reynoldson T.B., 1992.** Developing ecosystem objectives for the Great Lakes: policy, progress and public participation. *Journal of Aquatic Ecosystem and Health*, **1**, pp. 89-95.

**Bio X., Zhuhong D., and Xiaorong W., 2004.** Impact of intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creeks from Eastern China. *Marine Pollution Bulletin*, **48** (5-6), pp. 543-553.

**Bird E.C.F. and Dubois J.-P.I.J.A., 1984.** *The impacts of opencast mining on the rivers and coasts of New Caledonia*. United Nations University, Japan, p. 65.

**Blanchet A. and Gotman A., 1993.** L'enquête et ses méthodes : l'entretien. *Sociologie* 128, Nathan Université, 128 p.

**Bonacih P., 1972.** Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *Journal of Mathematical Sociology*, **2**, pp. 113-120.

**Boncoeur J., 1992.** Pêche et aquaculture en Nouvelle-Calédonie. In : Perret, C., Ed., *Perspectives de développement pour la Nouvelle-Calédonie*, Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble, France, pp. 45-84.

**Borgatti S.P., 2005.** Centrality and network flow, **27** (1), pp. 55-71.

**Borgatti S.P., Accepted.** Identifying sets of key players in social networks. *Computational & Mathematical Organizational Theory*

**Borgatti S.P., Carley K.M., and Krackhardt D., 2006.** On the robustness of centrality measures under conditions of imperfect data. *Social Networks*, **28**, pp. 124-136.

**Borgatti S.P. and Everett M.G., In Press.** A graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*

**Borst W.N., 1997.** *Construction of engineering ontologies*. PhD Thesis. University of Twente, Enschede, The Netherlands

**Bougon M.G., Weick K.E., and Binkhardt D., 1977.** Cognitions in organizations: an analysis of the Utrecht Jazz Orchestra. *Administrative Science Quarterly*, **22**, pp. 606-639.

**Bousquet F., 1995.** Simulating the management of renewable resources with multi-agent systems. In : Bodeo N., Ed *The Fifth Annual Meeting of the International Association for the Study of Common Property*, p. 1-10.

**Boyle M., 1998.** *An Adaptive Ecosystem Approach to Monitoring: Developing Policy Performance Indicators for Ontario Ministry Of Natural Resources*. Masters Thesis, Department of Environment and Resource Studies. University of Waterloo, Department of Geography, Faculty of Environmental Studies

- Bozec Y.-M., 2006.** *Les poissons des récifs-coralliens de Nouvelle-Calédonie : Estimation d'abondance, relations habitat-poissons, interactions trophiques et indicateurs écologiques.* Université de Paris VI - Pierre et Marie Curie, Paris, p. 324.
- Bray R.J. and Curtis J.T., 1957.** An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, **27**, pp. 325-349.
- Brethes J.C. and Fontana A., 1992.** Recherches interdisciplinaire et gestion des pêcheries. Centre International d'Exploitation des Océans, Halifax, Nouvelle-Ecosse, Canada., 228 p.
- Brewer G.D. and DeLeon P., 1983.** The foundations of policy analysis. Dorsey Press, Homewood, USA, 476 p.
- Brown S.M., 1992.** Cognitive Mapping and Repertory Grids for Qualitative Survey. Research: Some Comparative Observations. *Journal of Management Studies*, **29** (3), pp. 287-307.
- Bryant J.J., 1994.** The impact of human settlements on Marine/coastal biodiversity in the tropical island. In : Pacific science association and East-West Center *Marine/coastal Biodiversity in the tropical island pacific region: population, Development and conservation priorities*, Honolulu, Hawaii
- Buede D.M. and Ferrell D.O., 1993.** Convergence in problem solving: a prelude to quantitative analysis. *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics*, **23**, pp. 746-765.
- Buffer D., 2006.** Le secteur minier connaît une concentration inédite. *Le Monde*
- Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), 1997.** Projet de construction d'une usine d'électrolyse a Alma, par Alcan Aluminium Itée. Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), Quebec, CA, 203 p.
- Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), 1998.** Projet d'usine de production de magnésium par Métallurgie agnola inc., a Abestros. Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), Quebec, CA, 271 p.
- Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), 2000.** Projet d'usine de calcination de coke et d'unité de valorisation d'énergie par Alcan Aluniniupm Itée a Beauport. Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), Quebec, CA, 158 p.
- Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), 2001.** Projet d'usine d'acide téréphtalique purifié a Montréal-Est par Interquisa Canada inc. Bureau d'Audience Publiques sur l'Environnement (BAPE), Quebec, CA, 116 p.
- Bythell J.C., Hillis-Starr Z.M., and Rogers C.S., 2000.** Local variability but landscape stability in coral reef communities following repeated hurricane impacts. *Marine Ecology Progress Series*, **204**, pp. 93-100.
- Carley K., 1988.** Formalizing the social expert's knowledge. *Sociological Methods and Research*, **17** (2), pp. 165-232.
- Carley K. and Palmquist M., 1992.** Extracting, Representing, and Analyzing Mental. *Social Forces*, **70** (3), pp. 601-636.
- Chabanet P., Dufour V., and Galzin R., 1995.** Disturbance impact on reef fish communities in Reunion Island (Indian Ocean). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **188** (1), pp. 29-48.
- Chansang H., 1988.** Coastal tin mining and marine pollution in Thailand. *Ambio*, **17** (3), pp. 223-228.
- Chevillon C., 1999.** *Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral \_ "La Pénéide de Ouano" \_ Sédimentologie \_ Rapport Final.* Conventions Science de la Mer N°24. ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-

Calédonie, p. 35.

**Chou L.M., 1988.** The impact of human influence on the fringing reef of Pulau Hantu, Singapore. **In** : Choat J.H., Barnes D., Borowitzka M.A., Coll J.C., Davies P.J., Flood P., Hatcher B.G., Hopley D., Huchings P.A., Kinsey D., Orme G.R., Pichon M., Sale P.F., Sammarco P., Wallace C.C., Wilkinson C., Wolanski E., and Bellwood O., Eds. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*, Townsville, Australia, p. 201-205.

**Cialone M.A. and Stauble D.K., 1998.** Historical findings on ebb shoal mining. *Journal of Coastal Research*, **14** (2), pp. 537-563.

**Clark T.W., 2002.** The policy process. A practical guide for natural resource professionals. Yale University Press, London, Great Britain, 215 p.

**Clark T.W., Willard A.R., and Cromley C.M., 2000.** Foundations of natural resources policy management. New Haven Press, New Haven, USA, 372 p.

**Clavier J., Bour W., Chevillon C., Douillet P., Garrigue C., Kulbicki M., and Richer de Forges B., 1995.** Programme LAGON "Connaissance et mise en valeur du lagon de Nouvelle-Calédonie" : Le bilan. ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 71.

**Coll C., 2003.** Proposition d'indicateurs de la pression de pêche chez les poissons récifaux. Application à la partie lagonaire de la zone d'influence d'un projet minier en Province Nord de Nouvelle-Calédonie. IRD, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 70.

**Cornforth R., 1994.** Integrated coastal zone management: The Pacific way. *Marine Pollution Bulletin*, **29** (1-3), pp. 10-13.

**Cossette P., 2003.** Cartes cognitives et organisations. Les Editions de L'ADREG, 328 p.

**Cossette P., 2003.** Chapitre 6. La carte cognitive idiosyncratique. Etude exploratoire des schèmes personnels de propriétaires-dirigeants de PME. **In** : Cossette, P., Ed., *Cartes cognitives et organisations*, Les Editions de L'ADREG, pp. 169-226.

**Cossette P., 2003.** Méthode systématique d'aide à la formulation de la vision stratégique : Illustration auprès d'un propriétaire-dirigeant. *Revue de l'Entrepreneuriat*, **2** (1), pp. 1-18.

**Cossette P. and Audet M., 1992.** Mapping of an idiosyncratic schema. *Journal of Management Studies*, **29** (3), pp. 325-347.

**Crober A., 1999.** *The Ecosystem Approach To Ecosystem Management. Senior Honours Thesis.* University of Waterloo, Department of Geography, Faculty of Environmental Studies, p. 22.

**Crosby M.P., Brighthouse G., and Pichon M., 2002.** Priorités et stratégies d'intervention face aux menaces naturelles et anthropiques sur les récifs coralliens des pays et états insulaires océaniques. **In** : Kulbicki M., comp. *Les récifs coralliens du Pacifique : état et suivi, ressources et gestion. Symposium régional International Coral Reef Initiative (ICRI). Documents Scientifiques et Techniques II5*, Nouméa, IRD, New Caledonia

**Crossan M.M., 1991.** *Organization learning: sociocognitive model of strategic management.* University of western Ontario, USA

**Cruickshank M.J. and Hess H., 1975.** Marine sand and gravel. *Oceanus*, **19**, pp. 32-44.

**Dale V.H. and Beyeler S.C., 2001.** Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators*, **1**, pp. 3-10.

**Dalzell P., Adams T., and Polunin N.V.C., 1996.** Coastal Fisheries in the Pacific Islands. *Oceanography and*

*Marine Biology. An Annual Review*, **34**, pp. 394-531.

**Dalzell P., 1998.** The role of archaeological and cultural-historical records in long-range coastal fisheries resources management strategies and policies in the Pacific Islands. *Ocean & Coastal Management*, **40** (2-3), pp. 237-252.

**Dandonneau Y., Debenay J. P., Dugas F., Fourmanoir P., Magnier Y., and Rougerie F., 1981.** Le lagon dela grande Terre. Présentation d'ensemble. Sédimentologie et hydrologie du sud-ouest. Planche 8. In : ORSTOM, *Atlas de Nouvelle-Calédonie et dépendances*, ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédoine, p. 108.

**Davis G.A., 1977.** Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida. *Biological Conservation*, **11** (1), pp. 29-34.

**De Rosnay J., 1975.** Le microscope : vers une vision globale. Seuil, 346 p.

**Desprez M., 2000.** Physical and biological impact of marine aggregate extraction along the French coast of the Eastern English Channel: short- and long-term post-dredging restoration . *ICES Journal of Marine Science*, **57** (5), pp. 1428-1438.

**Dickerson J.A. and Kosko B., 1994.** Virtual worlds as fuzzy cognitive maps. *Presence*, **3** (2), pp. 173-189.

**Down C.G. and Stocks J., 1977.** Environmental impact of mining, London, UK, 371 p.

**Dudka S. and Adriano D.C., 1997.** Environmental impacts of metal ore mining and processing: A review. *Journal of Environmental Quality*, **26**, pp. 590-602.

**Eden C., 1980.** Modelling cognition in complex decision problems. *Journal of Interdisciplinary Modelling and Simulation*, **3** (2), pp. 119-144.

**Eden C., 1992.** On the Nature of Cognitive Maps. *Journal of Management Studies* , **29** (3), pp. 261-265.

**Eden C., 2004.** Analysing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, **159** (3), pp. 673-686.

**Eden C. and Ackermann F., 2004.** Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. *European Journal of Operational Research*, **152** (3), pp. 615-630.

**Eden C., Ackermann F., and Cropper S., 1992.** The analysis of cause maps. *Journal of Management Studies*, **29** (3), pp. 308-324.

**Eden C., Jones S., and Sims D., 1979.** Thinking in organizations. The Macmillan press, London.

**Ellis D.V., 1987.** A decade of environmental impact assessment at marine and coastal mines. *Marine Mining*, **6**, pp. 385-417.

**Ellis D.V., Poling G.W., and Baer R.L., 1995.** Submarine tailings disposal (STD) for mines: an introduction. *Marine Geosources and Geotechnology*, **13**, pp. 3-18.

**Ellis D. V. and Robertson J. D., 1999.** Underwater placement of mine tailings: case examples and principles. In : Azcue, J. M., *Environmental impact of ming activites*, Springer, Londres, RU, pp. 123-141.

**Esslemont G., 1999.** Heavy metals in coral from Heron island and Darwin harbour, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, **38** (1), pp. 1051-1054.

**Ethier, S., 2004.** *Cours IFT6802 -- Commerce électronique: Systèmes et architectures \_ Université de Montréal.* [www.iro.umontreal.ca/~vaucher/ift6802/PE\\_04/ethier.pdf](http://www.iro.umontreal.ca/~vaucher/ift6802/PE_04/ethier.pdf).

**Everett M.G. and Borgatti S.P., 1999.** The centrality of groups and classes. *Journal of Mathematical Sociology*, **23** (3), pp. 181-201.

**Faith D.P., Minchin P.R., and Belbin L., 1987.** Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio*, **305**, pp. 57-68.

**Falconbridge NC SAS, 1999.** *Politique sur le développement durable*. Falconbridge NC SAS

**Falconbridge NC SAS, 2001.** *Koniambo Project \_ Marine Biological Baseline. Main report*. NSR, Victoria 3132, Australia, p. 148 + annexes.

**Falconbridge NC SAS, 2001.** *Projet Koniambo \_ Etude Environnementale de base*. Roche, Australia, p. 1310 + annexes.

**Falconbridge NC SAS, 2003.** HUM 3 - Aménagement et Utilisation du Territoire. Falconbridge NC SAS, Nouméa (NC), 138 p.

**Feber J., 1997.** Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective. InterEditions, Paris, France, 522 P.

**Fiol C.M. and Huff A.S., 1992.** Maps for Managers: Where are we? Where do we go from here? *Journal of Management Studies*, **29** (3), pp. 267-285.

**Florence T.M., Stauber J.L., and Ahsanullah M., 1994.** Toxicity of nickel ores to marine organisms. *The Science of The Total Environment*, **148** (2-3), pp. 139-155.

**Forstner U. and Wittmann G.T.W., 1981.** Metal pollution in the aquatic environment. Springer-Verlag, Allemagne, 473 p.

**Freeman L.C., 1979.** Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, **1** (3), pp. 215-239.

**Freeman L.C., Borgatti S.P., and White D.R., 1991.** Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow. *Social Networks*, **13** (2), pp. 141-154.

**Freud S., 2002.** Sur les souvenirs-écrans : Freud, S., *Névrose, Psychose et perversion*, Presses Universitaire de France, Paris, France, pp. 113-132.

**Furness R.W. and Rainbow P.S., 1990.** Heavy metals in the marine environment. CRC Press, Inc., Florida, 256 p.

**Gallo F.M., Martinez A.C., and Ivan J.P., unpublished.** Use of the diving areas and impacts caused by anchorage of dive boats in San Andres island (Colombia). *Falcutad de Ciencias Ambientales, UTP*

**Garrigue C., 2002.** Une valorisation du milieu récifal : la plongée sous-marine en Nouvelle-Calédonie. In : Kulbicki M., comp. *Les récifs coralliens du Pacifique : état et suivi, ressources et gestion. Symposium régional International Coral Reef Initiative (ICRI). Documents Scientifiques et Techniques II5*, Nouméa, IRD, New Caledonia

**Garrigue C., Bach C., Richer de Forges B., Bargibant G., Hamel P., Laboute P., and Lapetite A., 1999.** Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral \_ "La Pénéide de Ouano" \_ Organismes Benthiques \_ Rapport Final. *Conventions Science de la Mer n°25*. ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 43.

**Ghiglione R., Beauvois J.-L., Chabrol C., and Trognon A., 1980.** Manuel d'analyse de contenu. Armand Colin, Paris, France, 159 p.

- Giraud G., 2004.** La théorie des jeux. Flammarion, 317 p.
- Goldberg E.D., 1992.** Marine metal pollutants: a small set. *Marine Pollution Bulletin*, **25** (1-4), pp. 45-47.
- Gotelli N.J. and Colwell R.K., 2001.** Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in measurement and comparison of species richness. *Ecological Letters*, **4**, pp. 379-391.
- Granovetter M.V., 1974.** Getting a job: A study in contacts and careers. Harvard University Press, Cambridge, MA, 179 p.
- Grigg R.W., 1994.** Effects of sewage discharge, fishing pressure and habitat complexity on coral ecosystems and reef fishes in Hawaii. *Marine Ecology Progress Series*, **103** (1-2), pp. 25-34.
- Grigg R. W. and Dollar S. J., 1990.** Chapter 17 : Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs. In : Dubinsky, Z., Ed., *Ecosystems of the World : Coral Reefs*, Elsevier, Amsterdam, pp. 439-452.
- Grize J-B., 1989.** Logique naturelle et représentations sociales. In : Jodelet, D., *Les représentations sociales*, Presses Universitaires de France, Paris, France, pp. 152-168.
- Gruber T., 1993.** A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, **2** (5), pp. 199-220.
- Guarino N. and Giarretta P., 1995.** Ontologies and knowledge-bases. Toward a terminological clarification. In : Mars, N. J. I., Ed., *Towards very large knowledge bases*, Burke, VA, pp. 25-32.
- Guigo M., Allier C., Dauphiné A., and Chapot A., 1991.** Gestion de l'environnement et des études d'impact. Masson, Paris, France, 231 p.
- Guillemot N., 2005.** *Analyse des peuplements de poissons récifaux dans la zone de Koné (Nouvelle-Calédonie) et optimisation du plan d'échantillonnage pour le suivi d'un impact anthropique sur les ressources halieutiques*. IRD \_ Agrocampus Rennes, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 47 + annexes.
- Gusdorf G., 1951.** Mémoire et personne. Tome I : La mémoire concrète. Tome II : Dialectique de la mémoire. Presses Universitaire de France, Paris, France, 563 p.
- Hanley J.R. and Couriel D., 1992.** Coastal management issues in the Northern territory: An assessment of current and future problems. *Marine Pollution Bulletin*, **25** (5-8), pp. 134-142.
- Hanneman R.A. and Riddle M., 2005.** Introduction to social network methods. University of California, Riverside CA.
- Harary F., Norman R.Z., and Cartwright D., 1965.** Structural models: an introduction to the theory of directed graphs. John Wiley & sons, New York, NY.
- Harmelin-Vivien M.L., 1992.** Impact of human activities on coral reef fish communities in French Polynesia. *Cybiurn*, **16** (4), pp. 279-289.
- Hatcher B.G., 1997.** Coral reef ecosystems: how much greater is the whole than the sum of the parts? *Coral Reefs*, **16** (5), pp. 77-91.
- Hawkins J.P., Roberts C.M., Van't Hof T., De Mayer K., Tratalos J., and Alidam C., 1999.** Effects of recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology*, **13** (4), pp. 888-897.
- Hertig J.A., Fallot J.M., DePury P., Lachat B., and Grangirard V., 1999.** Etudes d'impact sur l'environnement. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 453 p.

**Hobbs B.F., Ludsin S.A., Knight R.L., Ryan P.A., Biberhofer J., and Ciborowski J.J.H., 2002.** Fuzzy cognitive mapping as a tool to define management objectives for complex ecosystems. *Ecological applications*, **12** (5), pp. 1548-1565.

**Hodgson G., 1999.** A global assessment of human effects on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*, **38** (5), pp. 345-355.

**Hodgson G., 2001.** Reef check: the first step in community-based management. *Bulletin of Marine Science*, **69** (2), pp. 861-868.

**Hollup O., 2000.** Structural and sociocultural constraints for user-group participation in fisheries management in Mauritius. *Marine Policy*, **24** (5), pp. 407-421.

**Horowitz L.H., 2003.** *Stranger in One's Own Home. A micropolitical ecological analysis of the engagements of Kanak villagers with a multinational mining project in New Caledonia. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy of The Australian National University.* Australian National University, Australia, p. 296.

**Houchot MA., 2003.** *Espace géographique et territoire de pêche. Etude appliquée à la tribu mélanésienne de Oundjo, Nouvelle-Calédonie. Mémoire de maîtrise en géographie.* Université de la Polynésie Française, Papeete, p. 88 + annexes.

**Hughes P. and Connell J.H., 1999.** Multiple stressors on coral reefs: A long-term perspective. *Limnol. Oceanogr.*, **44** (3. Part 2), pp. 962-940.

**Hughes T.P., 1994.** Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, **265** (5178), pp. 1547-1551.

**Hughes T.P., Baird A.H., Bellwood D.R., Card M., Connolly S.R., Folke C., Grosberg R., Hoegh-Guldberg O., Jackson J.B.C., Kleypas J., Lough J.-M., Marshal P., Nystrom M., Palumbi S.R., Pandolfi J.-M., Rosen B., and Roughgarden J., 2003.** Climate change, human impacts and the resilience of coral reefs. *Science*, **301**, pp. 929-933.

**INSEE-ITSEE, 1997.** *Image de la population de la Nouvelle-Calédonie. Principaux résultats du recensement de 1996. Résultats n°523.* Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques, Paris, p. 64.

**Institut Louis Harris, 2002.** *SDAU de Voh, Koné Pouembout. Synthèse de la 1ère phase.* Institut Louis Harris, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 60.

**Institut Louis Harris, 2003.** *SDAU de Voh, Koné Pouembout. Développement des activités économiques.* Institut Louis Harris, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 11.

**Institut Louis Harris, 2004.** *SDAU de Voh, Koné Pouembout. Phase 2.* Institut Louis Harris, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 34.

**Institut Louis Harris, 2004.** *SDAU de Voh, Koné Pouembout. Phase 3.* Institut Louis Harris, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 17.

**International Association for Impact Assessment (IAIA), 1994.** Guideline and principles for social impact assessment, USA, 33 p.

**IRD, 2001.** *CoRéUs: Approche Ecosystémique des Communautés REcifales et de leurs USages dans le Pacifique Sud \_ Présentation détaillée du Projet scientifique.* IRD, Nouvelle-Calédonie, p. 25.

**ISEE, 2005.** Données non publiées, disponible sur le site internet : <http://www.isee.nc>.

**Istomina Z.M., 1975.** The development of voluntary memory in children of preschool age. *Soviet Psychology*, **13**, pp. 5-64.

- Jackson C.J., Preston N., Burford M.A., and Thompson P.J., 2003.** Managing the development on sustainable shrimp farming in Australia: the role of sedimentation ponds in treatment of farm discharge water. *Aquaculture*, **226** (1-4), pp. 23-34.
- Jennings S. and Kaiser M.J., 1998.** The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology*, **34**, p. 201-?
- Jennings S. and Lock J. M., 1996.** Population and ecosystem effects of reef fishing. In : Polunin, N. V. C and Roberts, C. M., Eds, *Reef Fisheries*, Chapman & Hall, London, pp. 193-218.
- Jennings S. and Polunin N.V.C., 1996.** Impact of fishing on tropical reef ecosystems. *Ambio*, **25** (1), pp. 44-49.
- Jentoft S., 2000.** The community: a missing link of fisheries management. *Marine Policy*, **24** (1), pp. 53-60.
- Joannot P., Giraudon C., Siapo P., Henriot K., Farman R., Devink F., Garrigue C., Dauzon J.L., Eschenbrener L., and Carrier M., 2002.** Rapport de la Nouvelle-Calédonie. In : Kulbicki M., comp. *Les récifs coralliens du Pacifique : état et suivi, ressources et gestion. Symposium régional International Coral Reef Initiative (ICRI). Documents Scientifiques et Techniques II5*, Nouméa, IRD, New Caledonia
- Jodelet D., 1989.** Représentations sociales : un domaine en expansion. In : Jodelet, D., Ed., *Les représentations sociales*, Presses Universitaires de France, Paris, France, pp. 31-61.
- Johannes B., Green A., and Adams T., 2002.** Les récifs coralliens du Pacifique : ressources et gestion, bilan et surveillance. In : Kulbick i.M., comp. *Les récifs coralliens du Pacifique : état et suivi, ressources et gestion. Symposium régional International Coral Reef Initiative (ICRI). Documents Scientifiques et Techniques II5*, Nouméa, IRD, New Caledonia
- Johannes R.E., 1998.** The case for data-less marine resource management: example from tropical nearshore finfisheries. *Trends in Ecology and Evolution*, **13** (6), pp. 243-246.
- Johannes R.E., Freeman M.M.R., and Hamilton R.J., 2001.** Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries*, **1** (3), pp. 257-271.
- Johansen P. and Asmund G., 1977.** Capter 15 : Pollution from mining in greenland: monitoring and mitigation of environmental impact. In : Azcue J., *Environmental impacts of mining activities*, Springer, Londres, RU, pp. 245-262.
- Johnson L.J. and Frid C.L.J., 1995.** The recovery of benthic communities along the County Durham coast after cessation of colliery spoil dumping. *Marine Pollution Bulletin*, **30** (3), pp. 215-220.
- Jones G.P. and Syms C., 1998.** Disturbance, habitat structure and the ecology of fishes on coral reefs. *Australian Journal of Ecology*, **23** (3), pp. 287-297.
- Kang J., Song Y., Moon J., and Moon H., 2001.** Water quality impact of mining in the Wolmyoung area of Korea, and its short-term changes. *Water, Air and Soil Pollution*, **129**, pp. 349-367.
- Kay J.J., 2000.** Complex systems theory applied to ecosystem management. **Keynote address at Modelling complex systems conference**, Montreal, University of Waterloo, Canada
- Kay J. J., 2000.** Ecosystems as Self-organizing Holarchic Open Systems : Narratives and the Second Law of Thermodynamics. In : Jorgensen, S. E. and Muller, F., Eds., *Handbook of Ecosystem Theories and Management*, CRC Press - Lewis Publishers, pp. 135-160.
- Kay J.J. and Regier H., 1999.** An Ecosystem Approach to Erie's Ecology. In : Munawar M., Edsall T., and Munawar I.F., Eds. *International Symposium. The State of Lake Erie (SOLE) - Past, Present and Future. A tribute to Drs. Joe Leach & Henry Regier*, Backhuys Academic Publishers, Netherland, p. 511-533.

- Kay J. J. and Regier H., 2000.** Uncertainty, complexity, and ecological integrity: insight from an ecosystem approach. In : Crabbe, P., Holland, A., Ryszkowski, L. , and Westra, L., Eds., *Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional and Global Environmental and Human Health*, Kluwer, NATO Science Series, Environmental Security , pp. 121-156.
- Kay J.J., Regier H., Boyle M., and Francis G., 1999.** An Ecosystem Approach for Sustainability: Addressing the Challenge of Complexity. *Futures*, **31** (7), pp. 721-742.
- Kay J.J. and Schneider E.D., 1994.** Embracing Complexity, The Challenge of the Ecosystem Approach. *Alternatives* , **20** (3), pp. 32-38.
- KBR, 2003.** Koniambo Project, Model Studies : Pinjen. KBR, Toonwong (AU), 300 p.
- KBR, 2003.** Koniambo Project, Model Studies : Vavuto. KBR, Toonwong (AU), 600 p.
- Klien E., Lutz M., and Kuhn W.,** In Press. Ontology-based discovery of geographic information services-- An application in disaster management. *Computers, Environment and Urban Systems*
- Komocar J. M., 2003.** Chapitre 7. Cartes causales en milieu de travail. In : Cossette, P., Ed., *Cartes cognitives et organisations*, Les Editions de L'ADREG, pp. 227-268.
- Korn H., Schliepm R., and Stadler J., 2003.** Report of the International Workshop on the "Further Development of the Ecosystem Approach". International Academy for Nature Conservation. Federal Agency for Nature Conservation, Isle of Vilm, Germany, 121 p.
- Korn H., Stadler J., Maltby E., and Kerr A.J., 1999.** Report of the scientific workshop on "The ecosystem approach - what does it mean for European ecosystems?". International Academy for Nature Conservation. Federal Agency for Nature Conservation, Isle of Vilm, Germany, 120 p.
- Kosko B., 1986.** Fuzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, **1**, pp. 65-75.
- Kulbicki M., 1997.** Bilan de 10 ans de recherche (1985-1995) par l'ORSTOM sur la diversité, la densité, la biomasse et la structure trophique des communautés des poissons lagunaires et récifaux en Nouvelle-Calédonie. *Cybium*, **21** (1. Suppl.), pp. 47-79.
- Kulbicki M., 1998.** Biodiversité des poissons lagunaires de Nouvelle-Calédonie, connaissances actuelles et usages. In *Conférence de Koné*, Koné, IRD, Nouvelle-Calédonie, p. 13.
- Kulbicki M., Bargibant G., Menou J.L., Mou Tham G., Thollot P., Wantiez L., and Williams J.T., 1994.** *Evaluation des ressources en poissons du lagon d'Ouvéa: 3ème partie: les poissons. Conventions Science de la Mer n°11.* ORSTOM (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 448.
- Kulbicki M., Chabanet P., Guillemot N., Sarramegna S., Vigliola L., and Labrosse P., 2004.** *Les poissons de récifs dans la région de Koné. Premiers résultats comparatifs des évaluations en plongée menées par l'IRD, la CPS et Falconbridge entre 1996 et 2002.* IRD, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 103.
- Kulbicki M., Labrosse P., and Letourneur Y., 1995.** Etudes des ressources récifales piscicoles par relevés visuels dans le lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie. Premier résultats. In *Séminaire FFA/CPS sur la gestion des ressources côtières du Pacifique Sud*, Nouméa, CPS, Nouvelle-Calédonie, p. 11.
- Kulbicki M., Labrosse P., and Letourneur Y., 2000.** Fish stock assessment of the northern New Caledonian Lagoons: 2 - Stocks of lagoon bottom and reef-associated fishes. *Aquatic Living Resource*, **13** (2), pp. 77-90.
- Labrosse P., Ferraris J., and Letourneur Y., 2000.** The structure of reef and lagoon fish consumption as a mean to assess subsistence fisheries in a tropical island setting: a case study of the Northern Province of New Caledonia (Western Pacific)

**Labrosse P., Fichez R., Farman R., and Adams T., 2000.** New Caledonia. In : Sheppard, C., Ed., *Seas at The Millennium: An Environmental Evaluation*, Elsevier, England, pp. 723-736.

**Labrosse P. and Letourneur Y., 1998.** Définition et mise en oeuvre de méthode de suivi des stocks et de la pression de pêche des poissons d'intérêt commercial des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. *Conventions Science de la Mer n°21*. ORSTOM (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 25.

**Labrosse P., Letourneur Y., Audran N., Boblin P., and Kulbicki M., 1996.** Evaluation des ressources en poissons démersaux commerciaux des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. *Résultat des campagnes d'échantillonnage de la zone Nord*. *Conventions Science de la Mer n°16*. ORSTOM (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 118 + annexes.

**Labrosse P., Letourneur Y., Audran N., Boblin P., and Kulbicki M., 1997.** Evaluation des ressources en poissons démersaux commerciaux des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. *Résultat des campagnes d'échantillonnage de la zone Ouest*. *Conventions Science de la Mer n°17*. ORSTOM (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 110.

**Labrosse P., Letourneur Y., and Kulbicki M., 2000.** Fish stock assessment of the northern New Caledonian Lagoons: 3 - Fishing pressure, potential yields and impact on management options. *Aquatic Living Resource*, 13 (2), pp. 91-98.

**Lagadec G., Perret C., and Pitoisset A., 1992.** Nickel et développement en Nouvelle-Calédonie. In : Perret, C., Ed., *Perspectives de développement pour la Nouvelle-Calédonie*, Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble, France, p. -2242.

**Langfield-Smith K., 1992.** Exploring the Need for a Shared Cognitive Map. *Journal of Management Studies*, 29 (3), pp. 349-367.

**Lasswell H.D., 1971.** A pre-view of policy sciences. American Elsevier Publication Compagny, New York, USA, 173 p.

**Lasswell H.D. and McDougal M.S., 1992.** Jurisprudence for a free society: studies in law, science and policy. New Haven Press, New Haven, USA, 1588 p.

**Laszlo E., Artigiani R., Combs A., and Csanyi V., 1996 .** Changing visions, Human cognitive maps: Past, Present and future. Praeger, Westport, Connecticut.

**Laukkanen M., 1994.** Comparative cause mapping of organizational cognitions. *Organization Science*, 5 (3), pp. 322-344.

**Law A. M. and Kelton W. D., 1991.** Chapter 5: Building valid and credible simulation models. In : Law, A. M. and Kelton, W. D., Eds., *Simulation modelling and analysis*, McGrawHill, New York, pp. 299-323.

**Lazega E., 1994.** Analyse de réseaux et sociologie des organisations. *Revue Française de Sociologie*, XXXV, pp. 239-320.

**Le Robert P., 2006.** Le nouveau petit Robert de la langue française. Le Robert, Paris, France, 2950 p.

**Leblic I., 1991.** Pêche, clans-pêcheurs et développement en Nouvelle-Calédonie. In *La recherche face à la pêche artisanale \_ Symposium International ORSTOM\_IFREMER. Tome 2*, Montpellier, p. 747-756.

**Leblic I., 1993.** Les kanaks face au développement - La voie étroite. ADCKI Presse Universitaire de Grenoble, 441 p.

**Leblic I., 1999.** Pêcheurs kanak et politiques de développement de la pêche en Nouvelle-Calédonie. In : Blanchet, G., Ed., *Les petites activités de pêche dans le Pacifique Sud*, IRD Editions, Paris, pp. 119-141.

**Legendre P. and Legendre L., 1998.** Numerical ecology. 2nd English edition. Elsevier Science, Amsterdam, 853 p.

**Lehé C., 2002.** Tjibaou. In : Faberon, J-Y. and Garde, F., Eds., *Les institutions de la Nouvelle-Calédonie. 101 mots pour comprendre*, Ile de Lumière, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 240.

**Leopold M., 2000.** *Évaluation de la production halieutique par la consommation en milieu insulaire : l'exemple d'Ouvéa, dans le Pacifique Sud. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur, spécialisation halieutique.* IRD \_ ENSAR, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 50 + annexes.

**Letourneur Y., Kulbicki M., and Labrosse P., 1998.** Spatial structure of commercial reef fish communities along a terrestrial runoff gradient in the northern lagoon of New Caledonia. *Environmental Biology of Fishes*, **51**, pp. 141-159.

**Letourneur Y., Kulbicki M., and Labrosse P., 2000.** Fish stock assessment of the northern New Caledonian Lagoons: 1 - Structure and stocks of coral reef fish communities. *Aquatic Living Resource*, **13** (2), pp. 65-76.

**Letourneur Y., Labrosse P., Audran N., Boblin P., Paddon J., and Kulbicki M., 1997.** *Évaluation des ressources en poissons démersaux commerciaux des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. Résultat des campagnes d'échantillonnage de la zone Est. Conventions Science de la Mer n°20.* ORSTOM (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 130.

**Letourneur Y., Labrosse P., and Kulbicki M., 2000.** Distribution spatiale des stocks de poissons récifaux démersaux d'intérêt commercial et effort de pêche en Province Nord de Nouvelle-Calédonie (Pacifique occidental). *Oceanologica Acta*, **23** (5), pp. 595-606.

**Loftus E., 1983.** La mémoire. Comment nous nous souvenons et pourquoi nous oublions. Le Jour, Montréal, Canada, 205 p.

**Loubens G. and Charreire G.C., 1978.** La pêche dans le lagon neo-calédonien. *Rapports Scientifique et Techniques n°1.* ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 52 p.

**Lovell E., Sykes H., Debye M., Wantiez L., Garrigue C., Virly S., Samuelu J., Solofa A. N., Poulasi T., Pakora K., Sabetian A., Afzal D., Hughes A., and Sulu R., 2004.** Status of coral reefs in the southwest Pacific to 2004: Fiji, Naru, New Caledonia, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu and Vanuatu. In : Wilkinson, C., Ed., *Status of coral reefs in the world 2004*, AIMS, Townsville, AU, pp. 337-363.

**Léopold M., Ferraris J., and Labrosse P., 2004.** Assessment of the reliability of fish as an indicator of reef fish catches of small Pacific islands: the example of Ouvéa Island in New Caledonia. *Aquatic Living Ressource*, **17**, pp. 119-127.

**Markoczy L. and Goldberg J., 1995.** A method for eliciting and comparing causal maps. *Journal of Management*, **21** (2), pp. 305-333.

**Markoczy L.A., 1994.** *Barriers to shared belief: The role of strategic interest, managerial characteristics and organisational factors. Dissertation submitted to The University of Cambridge in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of philosophy.* St Johns College \_ The University of Cambridge, England, p. 345.

**McCay B. J. and Acheson J. M., 1987.** Human ecology of the commons. In : McCay, B. J. and Acheson, J. M., Eds., *The Question of the commons. The culture and Ecology of Communal resources*, The University of Arizona Press, Tucson, pp. 1-34.

**McClanahan T.R., Maina J., and Pet-Soede L., 2002.** Effects of the 1998 coral mortality event on Kenyan coral reefs and fisheries. *Ambio*, **31** (7-8), pp. 543-550.

**Medio D., Ormond R.F.G., and Pearson M., 1997.** Effect of breifing on rates of damage to corals by scuba

divers. *Biological Conservation*, **79**, pp. 91-95.

**Mendoza G.A. and Prabhu R., 2003.** Fuzzy methods for assessing criteria and indicators of sustainable forest management. *Ecological Indicators*, **3** (4), pp. 227-236.

**Merlé I., 1995.** Expériences coloniales. La Nouvelle-Calédonie. Belin, Paris.

**Mokaddem H., 2002.** FLNKS. In : Faberon, J-Y. and Garde, F., Eds., *Les institutions de la Nouvelle-Calédonie. 101 mots pour comprendre*, Ile de Lumière, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 240.

**Munro J.L., 2003.** The assessment of exploited stocks of coral reef fishes. Western Pacific Regional Fishery Management Council, Honolulu, Hawaii, 55 p.

**Météo France, 1995.** Atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie. DIRNC, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 104 p.

**Nadkarni S. and Shenoy P.P., 2004.** A causal mapping approach to constructing Bayesian networks. *Decision Support Systems*, **38**, pp. 259-281.

**Nascimento A., Smith D.H., Pereira S.A., Sampaio de Araújo M.M., Silva M.A., and Mariani A.M., 2000.** Integration of varying responses of different organisms to water and sediment quality at sites impacted and not impacted by the petroleum industry. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, **3** (4), pp. 449-458.

**Neuman W.L., 2000.** Social research methods: qualitative and quantitative approaches (4th ed). Allyn and Bacon, Boston, USA, 558 p.

**Noy F.N. and Hafner C.D., 1997.** The state of the art in ontology design. *AI Magazine*, **18** (3), pp. 53-74.

**Nozicka G., Bonham G. M., and Shapiro M. J., 1976.** Simulation techniques. In : Axelrod, R., Dir., *Structure of decision: the cognitive maps of political elites*, Princeton University Press, Princeton, NJ, pp. 349-359.

**Nystrom M. and Folke C., 2001.** Spatial resilience of coral reefs. *Ecosystems*, **4** (5), pp. 406-417.

**Nystrom M., Folke C., and Moberg F., 2000.** Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. *Trends in Ecology and Evolution*, **15** (10), pp. 413-417.

**ORSTOM, 1981.** Atlas de Nouvelle-Calédonie et dépendances. ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédoine, 53 p.

**Ozesmi S.L. and Ozesmi U., 1999.** An artificial neural network approach to spatial habitat modelling with interspecific interaction. *Ecological Modelling*, **116**, pp. 15-31.

**Ozesmi U., 1999.** *Conservation strategies for sustainable resource use in the Kizilirmak delta in Turkey*. University of Minnesota, Minnesota, USA., p. 253.

**Ozesmi U. and Ozesmi S., 2004.** An ecological model based on people knowledge: a multiple step fuzzy cognitive mapping approach. *Ecological Modelling*, **176** (1-2), pp. 43-64.

**Parashar A., Paliwal R., and Rambabu P., 1997.** Utility of fuzzy cross-impact simulation in the environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, **40**, pp. 427-447.

**Paulet J., 2002.** Les représentations mentales en géographie. Anthropos, Paris, 152 p.

**Pauly D. and Thia-Eng C., 1988.** The overfishing of marine resources: Socioeconomic background in Southeast Asia. *Ambio*, **17** (3), pp. 200-206.

**Pedrycz W., 1991.** Fuzzy modelling: fundamentals, construction and evaluation. *Fuzzy Sets and Systems*, **41**, pp. 1-15.

**Pennanguer S., 2005.** *Incertitude et concertation dans la gestion de la zone côtière. Thèse de doctorat Halieutique.* ENSA-Rennes, Rennes, France

**Pham B. and Brown R., 2005.** Visualisation of fuzzy systems: requirements, techniques and framework. *Future Generation Computer Systems*, **21** (7), pp. 1199-1212.

**Pitcher T.J., 1999.** *RAPFISH, a rapid appraisal technique for fisheries, and its application to the code of conduct for responsible fisheries.* FAO Fisheries Circular n° 947. FAO, Rome, p. 46.

**Pitcher T. J. and Pauly D., 1998.** Rebuilding ecosystems, not sustainability, as the proper goal of fishery management. In : Pitcher, T. J., Hart, P. J. B., and Pauly, D., Eds., *Reinventing Fisheries Management*, Chapman & Hall, London, pp. 311-329 .

**Pitts F.R., 1979.** The medieval river trade network of Russia revisited. *Social Networks*, **27** (1), pp. 39-54.

**Poignonec D., 2002.** *Proposition d'une démarche pour le développement d'indicateurs de suivi de l'état des ressources récifo-lagonaires et de leurs usages. Application aux communautés ichtyologiques de la partie lagonaire de la zone d'impact d'un projet minier en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur, spécialisation halieutique.* IRD \_ ENSAR, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 45 + annexes.

**Poling G.W., 1995.** Mining/Milling processes and tailings generation. *Marine Geosources and Geotechnology*, **13**, pp. 19-31.

**Polunin N. and Graham N., 2003.** Review of the impact of fishing on coral reef fish populations. Western Pacific Regional Fishery Management Council, Honolulu, Hawaii, 47 p.

**Polunin N.V.C. and Roberts C.M., 1996.** Reef fisheries. Chapman et Hall, 477 p.

**Prigent M. and Fontenelle G., 2006.** *Perceptions et attentes des pêcheurs professionnels de Manche Est vis-à-vis de l'écosystème qu'ils exploitent .* Agrocampus Rennes, Rennes, France

**Psyché, V., 2005.** *L'ontologie \_ Apport en éducation . Cours DIC9340 Systèmes a base de connaissances \_ Université du Quebec a Montréal.* <http://www.info2.uqam.ca/~nkambou/DIC9340/seances/seance2-3-4-6/seance6.pdf>.

**Pélouas A., 2006.** L'envolée des cours des métaux met le secteur minier en ébullition. *Le Monde*

**Quidet C., 2000.** *La pêche artisanale en Province Nord \_ Etat des lieux \_ Début 2000.* DDE \_ Service de la mer, Koné, Nouvelle-Calédonie

**Radomski P.J. and Goeman T.J., 1996.** Decision making and modeling in freshwater sport-fisheries management. *Fisheries*, **21** (12), pp. 14-21.

**Ramade F., 2002.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ième édition. Dunod, Paris, France, 1075 p.

**Rayment G.E. and Barry G.A., 2000.** Indicator tissues for heavy metal monitoring - Additional attributes. *Marine Pollution Bulletin*, **41** (7-12), pp. 353-358.

**Richer de Forges B., Bargibant G., Menou J.-L., and Garrigue C., 1987.** Le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie. Observation préalable à la cartographie bionomique des fonds meubles. ORSTOM, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 110 p.

**Roberts F.S., 1973.** Building and analyzing an energy demand signed diagraph. *Environment and Planning*,

5, pp. 199-221.

**Rocard M., 2002.** Accords de Matignon. In : Faberon, J-Y. and Garde, F., Eds., *Les institutions de la Nouvelle-Calédonie. 101 mots pour comprendre*, Ile de Lumière, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 240.

**ROCHE, 2005.** *Etude d'impact environnemental et social. Rapport final. Volume I, partie 1 et 2. Volume II Annexes. Volume III Recueil des cartes.* ROCHE, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

**Rocklin D., 2006.** *La pêche au crabe de palétuvier à Voh (Nouvelle-Calédonie) : typologie de la pêche et proposition d'indicateurs. Rapport de stage de Master Sciences Halieutiques et Aquacoles.* IRD \_ ENSAR, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 49.

**Rouphael A.B. and Inglis G.J., 2001.** "Take only the photographs and leave only footprints"?: An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. *Conservation Biology*, **100**, pp. 281-287.

**Rouphael A.B. and Inglis G.J., 2002.** Increased spatial and temporal variability in coral damage caused by recreational scuba diving. *Ecological Applications*, **12** (2), pp. 427-440.

**Rugabe, S. and Stirewalt, K.** DYNAMO. PDF.

**Russ G.R. and Alcala A.C., 1989.** Effects of intense fishing pressure on an assemblage of coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, **56**, pp. 13-27.

**Sade D.S., 1989.** Sociometrics of macaca milatta III: N-path centrality in grooming networks. *Social Networks*, **11**, pp. 273-292.

**Sano M., 2000.** Stability of reef fish assemblages: responses to coral recovery after catastrophic predation by *Acanthaster planci*. *Marine Ecology Progress Series*, **198**, pp. 121-130.

**Sano M., 2001.** Short-term responses of fishes to macroalgal overgrowth on coral rubble on a degraded reef at Irimote island, Japan. *Bulletin of Marine Science*, **68** (3), pp. 543-556.

**Schiller A., Hunsaker C.T., Kane M.A., Wolfe A.K., Dale V.H., Suter G.W., Russell C.S., Pion G., Jensen M.H., and Konar V.C., 2001.** Communicating ecological indicators to decision makers and the public. *Conservation Ecology*, **5** (1), p. art. 19.

**Service territorial de la Marine Marchande et des pêches maritimes, 1988.** Etude socio-économique du groupement des pêcheurs d'Oundjo, commune de Voh, Nouvelle-Calédonie. In *Colloque sur les ressources halieutiques côtières du Pacifique*, Nouméa, Commission du Pacifique Sud, Nouvelle-Calédonie, p. 55.

**Service territorial de la Marine Marchande et des pêches Maritimes.** Etude socio-économique du groupement de pêcheurs d'Oundjo, commune de Voh, Nouvelle-Calédonie. In *Colloque sur les ressources halieutiques côtières du Pacifique*, Nouméa, Commission du Pacifique Sud, Nouvelle-Calédonie

**Smith E.P., Orvos D.R., and Cairns J.J., 1993.** Impact assessment using the Before-After-Control-Impact (BACI) model: concerns and comments. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, **50** (3), pp. 627-637.

**Smith R.D. and Maltby E., 2003.** Using the Ecosystem Approach to Implement the Convention on Biological Diversity: Key Issues and Case Studies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK., 118 p.

**South R. and Skelton P., 2000.** Status of coral reefs in the southwest Pacific to 2000: Fidji, Naru, New Caledonia, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu and Vanuatu. In : Wilkinson, C., Ed., *Status of coral reefs in the world 2000*, AIMS, Townsville, AU, pp. 159-180.

**Steele J.H., 1998.** Regime shifts in marine ecosystems. *Ecological Applications*, **8** (1 Supplément), pp. 33-36.

**Studer R., Benjamins V.R., and Fenzel D., 1998.** Knowledge engineering : Principles and methods. *Data Knowledge Engineering*, **25** (1-2), pp. 161-197.

**Sulu R., Cumming R., Wantiez L., Kumar L., Mulipola A., Lober M., Sauni S., Poulasi T., and Pakoa K., 2002.** Status of coral reefs in the southwest Pacific to 2002: Fidji, Naru, New Caledonia, Samoa, Solomon Islands, Tuvalu and Vanuatu. **In** : Wilkinson, C., Ed., *Status of coral reefs in the world 2002*, AIMS, Townsville, AU, pp. 181-202.

**Sun R., 1994.** A neural network model of causality. *IEEE Transactions on Neural Networks*, **5**, pp. 604-611.

**Swales S., Storey A.W., Roderick I.D., Figa B.S., Bakowa K.A., and Tenakanai C.D., 1998.** Biological monitoring of the impacts of the Ok Tedi copper mine on fish populations in the Fly River system, Papua New Guinea. *The Science of The Total Environment*, **214** (1-3), pp. 99-111.

**Swartout W., Patil R., Knight K., and Russ T., 1997.** Toward distributed use of large-scale ontologies. **In** *Spring Symposium Series on Ontological Engineering*, Stanford, AAAI Press, UK, p. 33-40.

**Taber W.R., 1991.** Knowledge processing with fuzzy cognitive maps. *Expert Systems With Applications* , **2**, pp. 83-87.

**Teulières-Preston MH., 1995.** Le droit de la mer kanak : entre "coutume" et droit français. **In** : Bensa, A., Ed., *Chroniques kanak : l'ethnologie en marche. Ethnies documents 18-19*, Survival International, Paris, pp. 220-229.

**Thollot P., 1992.** Importance des mangroves pour la faune ichtyologique des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie. *Cybium*, **16** (4), pp. 331-344.

**Tolman E.C., 1948.** Cognitive maps in rats and men. *The psychological review*, **55** (4), pp. 189-208.

**Tratalos J.A. and Austin T.J., 2001.** Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. *Biological Conservation*, **102**, pp. 67-75.

**Van den Belt M., Deutsh L., and Janson A., 1996.** An integrated ecological economic assessment of the coastal zone of Patagonia : Using modelling as a consensus building. **In**, *Conference of the European chapter of the international society for ecological economics: Ecology, society, economy*, Université de Versailles, Paris, France, p. 21.

**Van Woestik R., 2000.** Modelling processes that generate and maintain coral community diversity. *Biodiversity and Conservation*, **9** (9), pp. 1219-1233.

**Veron J.E.N., 1995.** Corals in space and time. The biogeography and evolution of the scleractinia. University of New South Whales Press, Sydney, Australia, 321 p.

**Virly S., 2000.** *Analyse de l'enquête sur la pêche vivrière et plaisancière dans les lagons de Nouvelle-Calédonie.* ZoNéCo \_ IRD, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 60.

**Virly S., 2001.** *Perceptions de l'état de la ressource, du milieu et des mesures de gestion par les pêcheurs professionnels de Nouvelle-Calédonie: Domaine côtier et lagonaire.* ZoNéCo \_ IRD, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, p. 60.

**Visser T., 2003.** Fisheries statistics: a necessary toll for sustainable fisheries ? *Fish for the people*, **1** (3), pp. 2-14.

**Wantiez L., 1993.** *Les poissons des fonds meubles du lagon nord et de la baie de St Vincent de Nouvelle-Calédonie \_ description des peuplements structures et fonctionnement des communautés.* Thèse pour le titre de Docteur de l'Université d'Aix-Marseille II, spécialité Océanographie biologique. Université d'Aix-Marseille II, Marseille, France, p. 444.

- Watzlawick P., Helmick Beavin J., and Jackson D.D., 1979.** Une logique de la communication. Editions du Seuil, Paris, France, 280 p.
- Weber J., 1996.** Conservation, développement et coordination : peut-on gérer biologiquement le social ? **In** *Colloque Panafricain, Gestion communautaire des ressources naturelles renouvelables et développement durable*, Harare, p. 18.
- Weber J. and Lateltin E., 2004.** Sciences sociales et biodiversité. **In** : INSU *Colloque de réflexion pour la prospective de la division "Société-Environnement"*, Campus Michel-Ange, INSU, Paris, p. 75-82.
- Werber B., 2003.** L'encyclopédie du savoir relatif et absolu. Albin Michel, Paris, France, 269 p.
- White D.R. and Borgatti S.P., 1994.** Betweenness centrality measures for directed graphs. *Social Networks*, **16** (4), pp. 335-346.
- White S., 2004.** What the Heck is an Ontology? *Plug In Magazin*, pp. 24-25.
- Williams A., Padmanabhan A., and Blake M.B., 2003.** Local Consensus Ontologies for B2B-Oriented Service Discovery. **In** *Proceedings of the Second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Melbourn , Victoria, ACM, Australia, p. 647-654.
- Wilson D.C., 1999.** Fisheries Science Collaboration: The critical role of the community. **In** *Conference on Holistic Management an the role of Fisheries and Mariculture in the Coastal Community*, Tjärnô Marine Biological Laboratory, Sweden
- Wéry C., 2005.** A Nouméa, la "guerre du nickel" est relancée. *Le Monde*
- Zakai D. and Chadwick-Furman N.E., 2002.** Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation*, **105** (2), pp. 179-187 .
- Zann L.P., 1994.** The status of coral reefs in South Western Pacific islands. *Marine Pollution Bulletin*, **29** (1-3), pp. 52-61.





**Résumé :** *Apport de la combinaison cartographie cognitive/ontologie dans la compréhension de la perception du fonctionnement d'un écosystème récifo-lagonaire de Nouvelle-Calédonie par les acteurs locaux*

Les habitants des pays et états insulaires du Pacifique Sud ont développé une relation très étroite avec les ressources marines qui constituent une de leurs principales sources d'alimentation et de revenu. Tout impact sur le milieu ou les ressources elles-mêmes, qu'il soit d'origine naturelle ou anthropique, peut, directement ou non, remettre en cause la durabilité de ces ressources. La mise en place de mesures de gestion est indispensable, même si les connaissances sur celles-ci sont relativement limitées. La prochaine construction d'un complexe minier en bordure du lagon nord-ouest de Nouvelle-Calédonie va induire des perturbations directes et indirectes, à diverses échelles, sur l'ensemble "éco-sociosystème" adjacent qui inclut plusieurs villages et tribus locales. Parmi ces perturbations, l'augmentation de la population humaine constituera un des vecteurs de modifications les plus rapides sur les ressources halieutiques lagonaires. Si des connaissances "scientifiques" sur le fonctionnement de l'écosystème récifo-lagonaire existent, elles demeurent cependant parcellaires et ne permettent pas d'avoir une vision dynamique ni de recul temporel. Le savoir des acteurs locaux constitue alors une source de connaissances essentielle qu'il importe de prendre en compte. L'objectif de ce travail est de mettre en place une méthodologie permettant de récupérer ce savoir traditionnel, souvent empirique. Cette méthodologie s'appuie sur la représentation de la perception des acteurs locaux du fonctionnement du système récifo-lagonaire par le tracé de cartes cognitives individuelles. Une ontologie est mise en place pour pallier l'hétérogénéité sémantique rencontrée lors du tracé initial des cartes et pour établir des cartes de synthèse par catégorie d'acteurs. Elle classe l'ensemble des termes utilisés lors du tracé des cartes et se présente sous la forme d'un arbre hiérarchique sur 5 rangs. La combinaison de la cartographie cognitive et de l'ontologie permet de représenter chaque carte (individuelle ou de synthèse) selon 5 niveaux de simplification. Les représentations de chaque acteur et catégorie d'acteurs sont comparées deux à deux selon deux approches (distance de Markoczy & Goldberg et centralité) et sont projetées sur un espace plan à l'aide d'un MDS. Les principaux résultats mettent en évidence une dichotomie marquée entre les acteurs des villages et ceux de la tribu tant au niveau de la structure du fonctionnement du système récifo-lagonaire que de l'importance relative accordée aux différents éléments constitutifs de ce système. L'ensemble des ces résultats constitue une base solide pour la mise en place de mesures de communication en vue d'une approche intégrée de la gestion de l'environnement et des ressources récifo-lagonaires.

**Mots-clés :** cartographie cognitive, ontologie, approche systémique, système récifo-lagonaire, centralité, distance de Markoczy et Goldberg, MDS

**Abstract:** *Combining cognitive mapping and ontology to improve the understanding of the local stakeholders' perception of a coral reef ecosystem functioning in New Caledonia*

The people of the different South Pacific island countries have developed a strong link with the marine resources available to them. These resources represent one of their main sources of food and income. Every impact, natural or human-caused, on these resources, or their environment, can be detrimental to the sustainability of those resources. The development of management measures is a priority, even if little knowledge is known on these resources. The development of a mining complex in the north-western lagoon of New Caledonia will generate direct and indirect perturbations, at different scales, on the whole "socio-ecosystem" (which include several villages and local tribes). Among those perturbations, the increase of the population size will have one of the most damaging effects on the evolution of the finfish resources of the reef and lagoon. Scientific knowledge available on the functioning of the reef and lagoon ecosystem is fragmented and insufficient in terms of gaining a dynamic insight and a historical perspective. Therefore, the knowledge of the local people must be taken into account. The main purpose of this work is to set up a methodology in order to grasp this traditional knowledge. This methodology, drawing individual cognitive maps, is based on the representation that local stakeholders have on the functioning of the coral reef system. An ontology is set up to palliate the semantic heterogeneity encountered during the initial sketch of the maps and is also used to build synthetic group maps according to the different categories of stakeholders. It is used to classify the terms used during the drawing of the maps and has a hierarchical tree shape with a depth of 5 levels. By combining cognitive mapping and ontology, each map (individual and group map) can be represented in 5 different simplification levels. The representations of each stakeholder and category are compared against one another using two different approaches (Markoczy & Goldberg distance and centrality). They are also represented in a 2 dimensional space with MDS. The main results show a strong dichotomy between villagers and tribe inhabitants, both in the structure of the functioning of the coral reef system and the significance given to the different components of this system. These results provide a solid foundation, in terms of setting up communication measures, to develop an integrated management process for the coral reef lagoon environment and its associated resources.

**Keywords:** cognitive mapping, ontology, ecosystem approach, coral reef system, centrality, Markoczy & Goldberg distance, MDS