



**HAL**  
open science

## L'influence de la végétation et de son évolution dans les processus d'érosion dans les Alpes du Sud

Luc Descroix, Emmanuèle Gautier, Jean-Claude Olivry

► **To cite this version:**

Luc Descroix, Emmanuèle Gautier, Jean-Claude Olivry. L'influence de la végétation et de son évolution dans les processus d'érosion dans les Alpes du Sud. Bulletin - Réseau Erosion, 2002. ird-02157719

**HAL Id: ird-02157719**

**<https://ird.hal.science/ird-02157719v1>**

Submitted on 17 Jun 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# L'influence de la végétation et de son évolution dans les processus d'érosion dans les Alpes du Sud

Luc Descroix<sup>1</sup>, Emmanuèle Gautier<sup>2</sup>, Jean Claude Olivry<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IRD-LTHE Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement, CNRS 5564, BP 53, 38 041 Grenoble cedex 9, France ; descroix@hmg.inpg.fr

<sup>2</sup> Laboratoire de Géographie Physique, Université Paris 8 et CNRS 8591, 92 195 Meudon cedex, France ; emmanuele.gautier@cnrs-bellevue.fr

<sup>3</sup> IRD, BP 5045, Montpellier cedex 2, France ; jean-claude.olivry@wanadoo.fr

## Résumé :

Les terrains marneux des Alpes Françaises du Sud ont connu dans les siècles passés des phases d'érosion intense qui ont laissé dans le paysage de grandes extensions de bad-lands. La dernière phase d'érosion est la mieux connue ; elle s'est étendue du 16<sup>ème</sup> au 19<sup>ème</sup> siècles, et serait due à la conjonction d'une péjoration climatique (« le Petit Age Glaciaire ») et d'une très forte pression anthropique sur le milieu (forte population, demande en bois de chauffage et d'œuvre, extension des cultures et des pâturages au détriment de la forêt). L'ablation annuelle dans ces terrains érodés demeure forte, puisqu'elle est d'environ 1 cm/an ; elle est influencée entre autres par la pente, la couverture végétale, l'angle constitué par la pente et le pendage et l'exposition.

Aujourd'hui, la déprise rurale et une politique volontariste mené depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle ont conduit à un doublement de la surface boisée dans les Alpes du Sud. De ce fait, les bad-lands ont stoppé leur progression, la torrentialité a beaucoup diminué, les transports de matériaux dans les cours d'eau aussi. Ces effets sont bien sûr bénéfiques, bien qu'en partie compensés par l'apparition de deux types de problèmes majeurs.

- le développement des phénomènes de solifluxion, lié à la fois à la déprise (non-entretien des canaux, drains, murets, chemins, haies) et au reboisement qui favorise l'infiltration de l'eau ;

- l'encaissement des lits des cours d'eau, dû à un déficit sédimentaire lui même causé par l'endiguement, les barrages, les extractions de matériaux et le reboisement.

**Mots clés :** marnes, torrentialité, reboisement, solifluxion, déprise rurale, végétation, France

## Abstract :

Marly outcrops of the Southern French Alps suffered in past centuries severe erosion stages that are evidenced by large extension of bad-lands. The last erosion stage is the better documented : from the 16<sup>th</sup> to the 19<sup>th</sup> centuries, this stage was caused by the conjunction of a climatic cold period (the Little Ice Age) and of a high human pressure on the environment (high population, deforestation, etc). The soil losses in the marly eroded areas stay high, 1cm/year in average; this is influenced by the slope value, the vegetation, the aspect and the angle formed by slope and dip.

Since the end of 19<sup>th</sup> century, forested areas increased twofold, in these regions. Bad-lands extension is stopped, torrential phenomena decreased strongly as well as sediment transportation. However, this positive evolution is balanced by the appearance of two new kinds of phenomena:

- the increase in solifluction processes, due to rural abandonment and reforestation;
- the entrenchment of river channels due to the "sedimentary deficit".

**Keywords:** marls, torrential process, reforestation, solifluction, rural desertion, vegetation.

## Introduction

Les Alpes du Sud (Fig.1) ont connu depuis la fin des glaciations de nombreuses phases climatiques différentes qui y rendent malaisée l'application tant à la mode actuellement de la notion de « changement climatique » ; en effet, le climat n'a pas cessé de varier, et avec lui, les phases d'occupation humaine, favorisées durant les optima climatiques, mais aussi la couverture végétale, qui a pu profiter de ces optima pour reconquérir les marges hautes de son implantation, mais a souffert durant les mêmes périodes des essartages liés à la colonisation anthropique (Descroix et Gautier, 2002).

Il semble toutefois que la conjonction d'une forte pression anthropique sur le milieu et d'une péjoration climatique (correspondant au « Petit Age Glaciaire ») ait conduit, du 16<sup>ème</sup> au 19<sup>ème</sup> siècles compris, à une forte dégradation du couvert végétal, du fait :

- des essartages, causés par la nécessité d'étendre les cultures, et ce d'autant que la péjoration climatique réduisait les rendements ;
- du déboisement dû à la nécessité du chauffage des logements et de la nourriture, mais aussi à la demande en bois d'œuvre pour les logements et surtout pour la Marine ;
- et du surpâturage lié à la conjonction de l'accroissement des troupeaux et de la location de certains alpages aux producteurs d'autres régions, Provence et Languedoc surtout.

De fait, les versants de la région sont alors fortement touchés par la torrencialité et des ravinements ; les bad-lands existaient déjà auparavant (probablement depuis les dernières glaciations), mais c'est à cette époque qu'ils se généralisent. Les marnes en particulier sont ravinées extrêmement vite et les paysages de bad-lands deviennent la règle sur tous les versants déboisés et surpâturés.

La fin du 19<sup>ème</sup> siècle connaît les derniers paroxysmes de cette torrencialité, à la suite de quoi, et du fait de la très rapide et forte déprise rurale, les versants sont re-colonisés par la végétation, et si les ravinements restent, ils ne s'étendent plus et sont même localement circonscrits par la re-conquête végétale.

Aujourd'hui, on assiste à l'apparition de deux types de problèmes liés à cette déprise rurale (Descroix, 1991 ; Descroix, 2002) :

- l'encaissement des cours d'eau, lié à l'endiguement, la construction de barrages, l'extraction de matériaux et le reboisement ;
- le développement des phénomènes de solifluxion ; liés au défaut d'entretien des paysages, mais surtout des drains, fossés, canaux et murets qui avaient été construits au fil des siècles pour permettre l'installation d'une agriculture sur les versants.

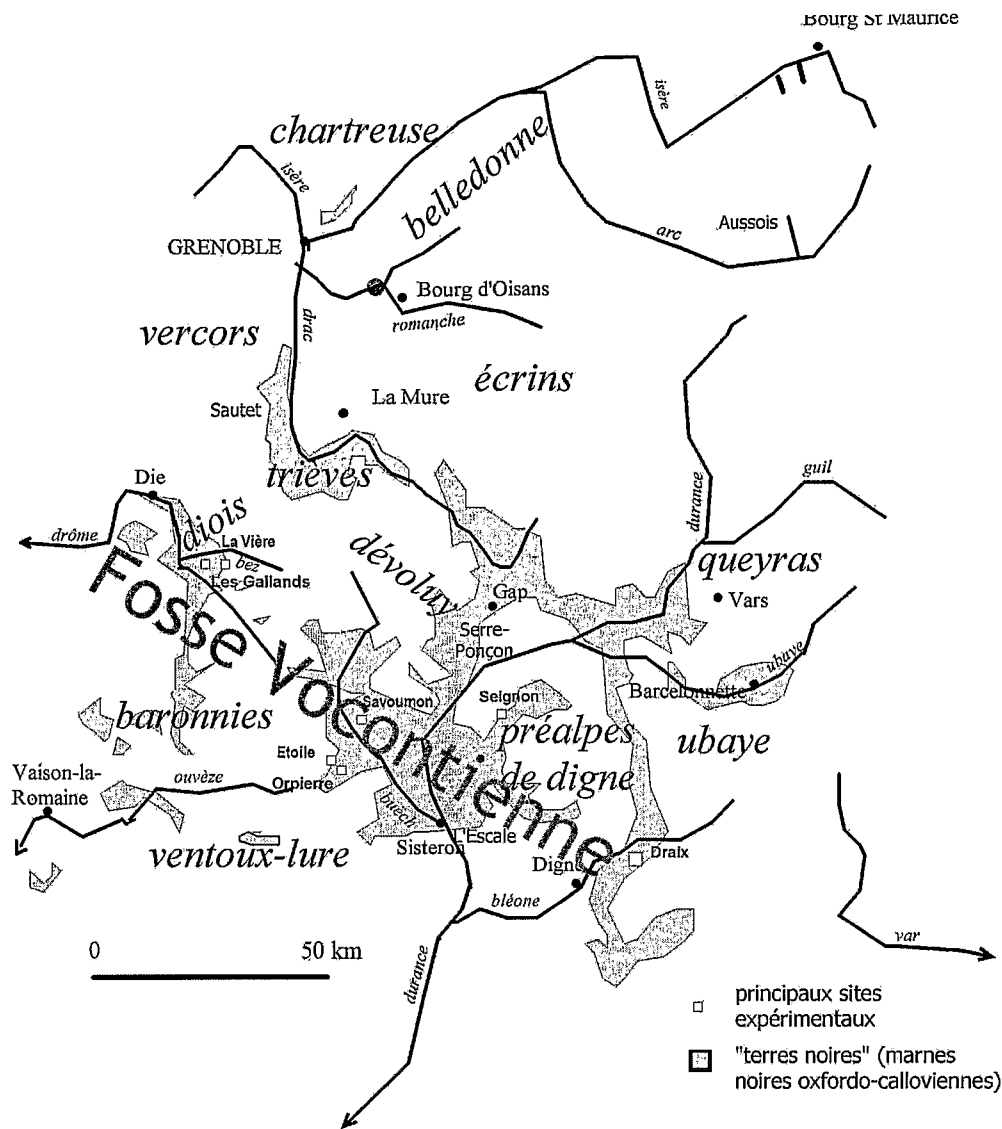


Fig 1. Localisation des différents massifs et des sites expérimentaux

## 1- L'érosion actuelle dans les Alpes du Sud

Dès le 16<sup>ème</sup> siècle, on trouve dans les archives des paroisses rurales des Alpes du Sud, sous-jacente, dans les plaintes et les demandes des responsables et des habitants, l'évidence, marquée dans la mentalité collective, de la culpabilité des troupeaux dans l'exacerbation de l'érosion et de la torrencialité (Descroix et Gautier, 2002).

Au siècle dernier, les ingénieurs du Génie rural et des Eaux et Forêts ont tant et si bien fustigé le cheptel ovin et caprin, "destructeur des forêts", que le reboisement a été considéré comme le remède idéal à l'accentuation des ravages dus au ruissellement : on a peu à peu interdit d'immenses territoires aux troupeaux, et profité de la main-d'œuvre pléthorique des paysans obligés de réduire leurs troupeaux, pour effectuer les reboisements de parties les plus dégradées des versants. Mais la formidable progression des forêts est due à 80-90% à la repousse spontanée des broussailles, puis des arbustes et des arbres (des pins essentiellement), sur les cultures et les pâturages abandonnés par les troupeaux.

Le débat soulevé au siècle dernier sur le rôle des troupeaux dans la dégradation des terrains en montagne s'est poursuivi tout au long du 20<sup>ème</sup> siècle, animé par géographes, forestiers, administrateurs, historiens, les uns défendant les troupeaux, les autres les vouant aux gémonies ; il est clair qu'il y a eu surexploitation des terrains : surpâturage, mais aussi essartage déconsidéré et de nombreuses coupes à blanc sous l'effet de la pression

démographique et de la "faim de terre"; il s'agissait, c'est vrai, parfois, de constituer de nouveaux pâturages.

### 1-1. La formation des bad-lands

Les paysages des Alpes du Sud montrent sur de grandes étendues les traces de phases d'érosion passées. Le ravinement généralisé des terrains tendres, en particulier des marnes, a laissé les paysages de bad-lands, les fameuses « terres noires » (Bufalo, 1989 ; Descroix et Olivry, 2002).

Celles-ci ont été formées à diverses époques, mais la plupart sont apparues après la dernière glaciation ; le creusement a été facilité soit parce que la végétation n'était pas encore installée après la période froide, soit plus tard, parce que la surexploitation des forêts et des pâturages a laissé le sol à nu.

La géomorphologie, l'étude des formes d'érosion et l'analyse des dépôts alluviaux dans les fonds de vallée ont permis de dresser un historique des phases d'érosion, liées à l'extension des terroirs agricoles, et des phases de progression de la végétation, où l'érosion est moindre, du fait de recul des activités agro-pastorales (Descroix et Gautier, 2002). Un débat animé pendant plusieurs décennies opposé, parmi les scientifiques et les ingénieurs forestiers, les tenants d'une cause purement anthropique des regains d'érosion aux tenants d'une position « naturaliste » et climatique convaincus que les seuls facteurs déterminants étaient les péjorations climatiques et les dégradations qu'elles occasionnaient sur la végétation. On considère actuellement le plus souvent que c'est la combinaison des deux séries de facteurs qui a pu, par plusieurs fois dans le passé, permettre le franchissement de seuils en terme de ruissellement et d'érosion, pour provoquer ces crises torrentielles qui ont marqué la mémoire collective et dont les preuves sont nombreuses dans les archives.

Le processus de formation des bad-lands est simple :

- la disparition progressive de la couverture végétale et de la litière laisse à nu des surfaces importantes ;
- le splash (rejaillissement lié à l'impact des gouttes d'eau) et la concentration du ruissellement autorisent l'incision de la matrice du sol ;
- les rigoles se creusent en ravines, et lorsque celles-ci deviennent coalescentes, on arrive à un paysage de bad-lands.

Ceux-ci sont très fréquents dans les marnes noires du Toarcien (Jurassique Inférieur), celles du Jurassique Moyen (Oxfordo-Callovien et Bathonien supérieur) (Fig. 1) qui ont comblé la Fosse Vocontienne, ainsi que dans les marnes bleues du Crétacé (base du Cénomanién, Albien et Gargasien)(Olivry et al., 1988).

Les surfaces des marnes laissées à nu par l'érosion paraissent a priori relativement homogènes et sont couvertes d'un manteau d'altérites épais de 3 à 20 cm. Pourtant, la roche saine mise brusquement au contact de l'air est très compacte, résistante au choc et pratiquement imperméable comme cela peut s'observer lors d'un écroulement ou lors de travaux de terrassement, comme en 1985 lors du creusement de la tranchée du chemin d'accès à la station de Laval dans les bassins versants expérimentaux du Cemagref à Draix dans les Alpes de Haute Provence (Descroix et Mathys, 2003).

Par contre, dès l'instant où elle est soumise aux alternances gel-dégel et humectation-dessiccation, la marne subit très rapidement une météorisation qui la transforme en « frites » de quelques centimètres de plus grande longueur, puis en paillettes de quelques millimètres qui à l'état sec, sont susceptibles d'être déplacées par des rafales de vent sur les versants.

Une expérimentation a été réalisée en armoire climatique au Laboratoire rhodanien de géomorphologie (URA 260 CNRS-Lyon 2) ; des cubes de marnes de 7 cm d'arête ont été soumis aux cycles climatiques moyens que connaît annuellement le centre des Alpes du Sud,

en l'occurrence la station de Laragne. Chaque jour, la température de l'armoire passait de +15° à -15° puis à nouveau à +15° en 24 heures ; tous les 7 jours, les cubes étaient immergés pendant 12 heures pour simuler une humectation (Descroix, 1994 ; Descroix et Olivry, 2002). L'altération et la fragmentation des blocs est très rapide. En une saison simulée (100 cycles gel-dégel), les blocs de marne noire ont été complètement désagrégés (aucun fragment supérieur à 5 mm), ceux de marne bleue l'ont été à plus de 40 % ; en deux saisons simulées (200 cycles), ces derniers étaient à leur tour entièrement altérés. Soumis au même traitement, des cubes de calcaire tithonique (du Jurassique supérieur) n'ont perdu que moins de 0.1 % de leur poids en fragments. Cette très forte susceptibilité au gel est aisée à constater sur le terrain : les blocs de marne saine qui jonchent le fond des ravines après un écroulement (phénomène fréquent du fait des fortes pentes) sont complètement pulvérisés après un hiver passés à l'air libre, comme on a pu l'observer au centre du bassin du Laval, à Draix, après le grand écroulement de 1999 (Descroix et Mathys, 2003).

## 1-2. La vitesse de l'érosion dans les marnes

Dans les bassins et parcelles expérimentaux des Préalpes du Sud (Descroix, 1994), on peut observer, comme le veut le cas général, une décroissance de l'érosion spécifique avec l'augmentation de la superficie considérée.

Cependant, les pertes en sol sont telles, dans les marnes à nu, que l'on peut considérer dans la plupart des cas comme négligeable l'érosion des autres types de surface, tous végétalisés (le rapport des pertes en sol est d'au moins trois ordres de grandeur plus grand en faveur des bad-lands).

Or, si l'on rapporte la dégradation spécifique mesurée à la sortie des exutoires partiellement ou totalement constitués de bad-lands marneux, on remarque :

- que la lame érodée annuelle est à peu près la même quelle que soit la surface de la parcelle du bassin (mais aucun ne dépasse 2 km<sup>2</sup>), c'est-à-dire d'environ 7 à 11 mm.an<sup>-1</sup> ;
- que ces valeurs sont très proches de celles mesurées in situ par d'autres moyens que la mesure des transports solides (tableau 1).

**Tableau 1. Comparaison des données de lame érodée dans les marnes à nu des Alpes du Sud**

Site (numéro du département)	référence	années	méthode	lame érodée en mm.an-1	Nb de pts (mesure in situ)	superficie (mesures à l'exutoire)
Savournon (05)	Descroix et Olivry (2002)	1985-91	rugosimètre	9	140	
Savournon (05)		1987-90	PAS + Echant..	8.2		7.84 ha et 75 ha
Saint Genis (05)		1985-91	rugosimètre	7	160	
Saint Genis (05)		1987-90	PAS + Echant	6.7		2.36 ha
Orpierre (05)	Descroix (1994)	1983-93	PAS + Echant	5.9		100 m <sup>2</sup>
Orpierre (05)		1989-92	rugosimètre	3.8*	80	
Gallands (26)		1990-91	rugosimètre	16.2**	80	
Gallands (26)		1990-91	parcelle	18.9**		2 m <sup>2</sup>
Etoile (05)		1989-92	rugosimètre	8.5	80	
Etoile (05)		1988-93	PAS + Echant	8.7		70 m <sup>2</sup>
La Vière (26)		1990-91	rugosimètre	10.3	80	
Saint Genis (05)		Bufalo (1989)	1985-88	PAS + Echant	11.5	
Seignon (04)	Combes (1981)	1962-79	PAS + Echant	6.8		160 ha
Laval (04)	Cemagref (1997)	1986-90	PAS + Echant	11		86 ha
Roubine (04)	Mathys et al (1996)	1985-90	PAS + Echant	12.1		1300 m <sup>2</sup>

\* mesure effectuée uniquement en face sud (valeurs moindres)

\*\* données influencée par un événement décennal : 100 mm tombés en 2h30 le 26 juillet 1990.

La partie grisée du tableau donne, pour comparaison, les données mesurées par d'autres auteurs.

Les valeurs d'érosion telles que montrées dans le tableau 1 sont élevées et représentent de gros volumes à l'exutoire des bassins versants. Mais ces valeurs obtenues quelque soit la surface considérée ne sont pas si homogènes que cela.

Les principaux facteurs locaux qui influencent ces pertes en sol sont les suivants :

- **P'exposition** : l'érosion est sensiblement plus élevée sur les versants exposés au nord (2 ou 3 fois plus élevée qu'en versant sud). Au cours de l'année, le contraste d'exposition mène à faire une nette distinction entre les processus de transport dominants. Alors que l'impact de la pluie est le même quel que soit le site, les processus causés par le gel (cryoreptation et coulées de débris par exemple) provoquent une plus forte production et un plus fort déplacement de matériaux en face nord que l'impact des pluies lui-même. Cette exposition par contre n'est pas déterminante pour influencer les capacités de la reconquête végétale sur les bad lands : celle-ci est gênée en face nord par la solifluxion, mais elle est très freinée au sud par la sécheresse estivale ;

- **la végétation** : l'érosion est bien sûr importante ici en zone déjà dénudée ; une couverture herbacée protège très bien le sol : on a mesuré une perte en sol plus de 1000 fois supérieure en zone dénudée qu'en zone végétalisée ( $7 \text{ mm.an}^{-1}$  contre  $0,004 \text{ mm.an}^{-1}$ ) ;

- **la pente** ne semble pas avoir une influence déterminante à l'échelle de la parcelle de  $1 \text{ m}^2$ . les pertes en sol mesurées sont deux fois plus fortes sur une pente de  $30^\circ$  que celle mesurée tant sur une pente de  $25^\circ$  que sur une pente de  $48^\circ$  ; au dessus d'une certaine pente, l'énergie cinétique de la pluie est amortie sur une surface amplifiée par le gradient ;

- **l'angle pente-pendage** : en résumant les observations réalisées en faisant varier plusieurs variables, en particulier l'exposition et l'angle mesuré entre la pente du site et le pendage de la roche en place, on arrive aux conclusions suivantes : en terrain marneux, la conjonction d'une exposition nord et d'un angle pente pendage proche de  $90^\circ$  semble être la configuration qui produit les plus forts détachements de matériaux et les plus hauts transports. En fin de compte, c'est toujours en face nord et toujours là où l'angle pente-pendage est proche de  $90^\circ$  que sont mesurées les plus fortes érosions (Descroix et Olivry, 2002 ; Descroix et Mathys, sous presse).

## 2- Evolution de la démographie et des milieux

Au sein des ensembles économiques les plus riches de la Planète (du moins en terme de PNB par habitant), les zones montagneuses du Sud de la France ont connu leur maximum démographique au 19<sup>ème</sup> siècle (entre 1846 et 1886, pour plus de 80% des communes rurales). Depuis, ces communes rurales ont, sauf le long de certains axes routiers et dans le cas des stations de sports d'hiver, perdu de 60 à 100% de leurs habitants, les plus peuplées au départ ayant en général mieux résisté à la désertification : on compte des centaines de hameaux et des dizaines de communes sans habitants, ces dernières ont été rattachées à d'autres entretemps. L'économie rurale traditionnelle - élevage du mouton et de la chèvre, lavande, céréales - n'a pas résisté à l'exode rural lié à l'attrait de la ville (on est alors en pleine "Révolution industrielle", et le chemin de fer a pu être aussi un moyen d'exode efficace) et à la concurrence de l'agriculture des régions de plaine. Ce brutal retournement démographique a pu être aggravé par :

- la torrencialité et l'érosion qui a dégradé de nombreux terroirs (on s'intéressera spécialement à cet aspect ici) (Descroix, 1994) ;

- la politique de reboisement voulue par l'Etat dès le Second Empire, pour pallier cette dégradation : le bétail ovin et caprin a été considéré - abusivement - comme le principal facteur de dégradation de l'espace ;

- la 1<sup>ère</sup> Guerre Mondiale, au cours de laquelle, les hommes venus des zones rurales de montagne ont payé, faute, souvent, d'instruction, un tribut bien plus lourd que la moyenne nationale en terme de pertes humaines.

Ce n'est que très localement que s'est produite une émigration à longue distance, telle celle des "Barcelonnette" au Mexique de l'ère Porfirienne.

Aujourd'hui, la densité de population des cantons ruraux des Préalpes Dauphinoises et Provençales est inférieure à 5 hab/km<sup>2</sup> (contre 10 à 20 au milieu du siècle dernier), parfois même à 2 hab/km<sup>2</sup>. A l'inverse, et logiquement, la progression du manteau forestier (à plus de 80% spontanée - en terme de surface - les reboisements concernant surtout les secteurs fragiles ou sensibles) est très rapide (doublement de la surface en un siècle, le faisant passer de 17-20% à 30-38% de l'espace total) (tableau 2). La déprise est partout visible : embroussaillage, enrésinement (le pin et le genévrier, non appétants pour le bétail, sont espèces pionnières), non entretien et disparition progressive des murets, chemins, terrasses, haies, drains et canaux.

L'analyse des photos aériennes révèle la fulgurante progression du manteau forestier. Mais elle ne fait pas apparaître la dégradation à plus grande échelle du milieu, liée à la déprise rurale. Cette progression apparaît sur les figures 2 et 3, représentant certaines communes des Baronnies Orientales (Hautes-Alpes) et se caractérise par sa rapidité (ici de 1948, première photo aérienne disponible, à 1989) et le fait qu'elle touche tous les anciens parcours ; au point que certaines communes (c'est le cas de Laborel, Drôme, en 1987) ont fait appel au CEMAGREF pour trouver une solution au manque de parcours pour les moutons : des forêts ont été éclaircies afin que le passage de la lumière permette la pousse de graminées et herbacées pour la pâture du bétail ovin.

La dégradation des terroirs et des écosystèmes est le fait autant de la surexploitation que, parfois, de la déprise : si la situation des Préalpes du Sud évoque une évolution biostatique croissante, du fait d'un fort développement de la surface boisée, elle n'en cache pas moins un profond problème de stabilité des terrains et de certaines formations végétales secondaires, dont la présence est liée à la déprise agricole : l'évolution vers les formations primaires ou climaciques est-elle assurée, ne va t'on pas vers un enrésinement qui pourrait apporter d'autres déséquilibres (incendies, invasions par la chenille processionnaire, etc) ? ; surtout, la progression très rapide du manteau forestier et des broussailles semble aller de pair avec l'accroissement des déséquilibres du terrain ; ceci est lié à la fois au manque d'entretien des terroirs (drains, canaux, murets, etc) et à la progression du couvert végétal qui accroît l'infiltration des eaux (Descroix, 1991 ; Descroix, 2002).

**Tableau 2. Evolution de la superficie forestière dans les 3 départements sud-alpins**

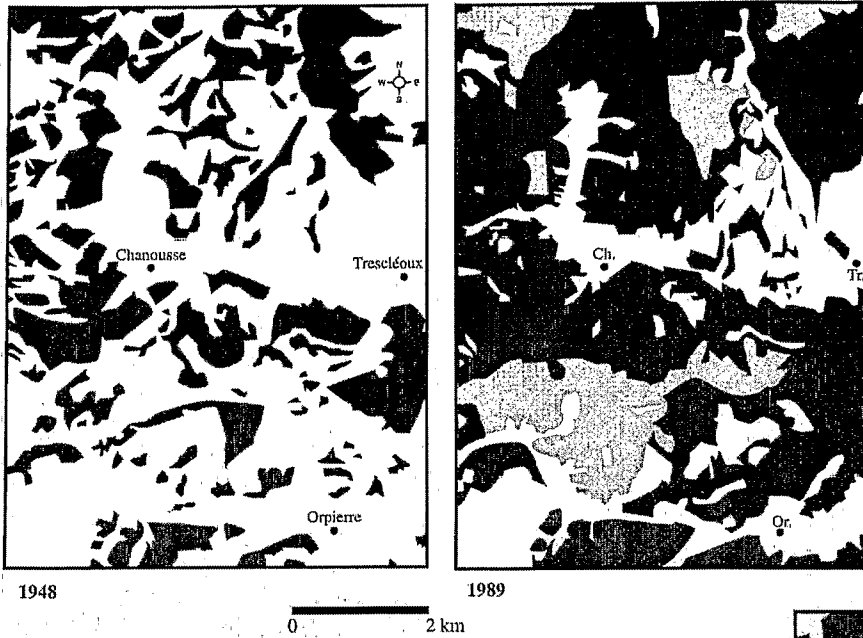
Departement	Superficie (km <sup>2</sup> )	Pourcentage de couverture forestière (%)					Sup. en forêt en 1992 (km <sup>2</sup> )
		1770-1780	1878	1914	1948	1992	
Alpes de Hte Pce	6954	10*	18*	26	31	36	2500
Hautes Alpes	5534	11*	19	27	29	34	1860
Drôme	6560	15**	23**	29	31	43	2800

(sources: Inventaire Forestier National, cadastre 1948, enquête Daubré 1904-1908, enquête Cerruti 1972 ; \* = Miramont, 1998 ; \*\* = estimations personnelles)

### 3- Conséquences morphologiques : un déficit sédimentaire ?

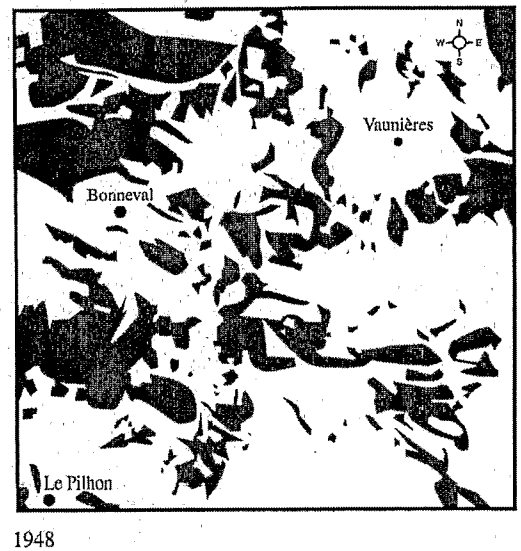
Le premier élément que les habitants des massifs sud alpins ont remarqué comme conséquence de la déprise rurale a été le développement des phénomènes de solifluxion.





**Figure 2 :**  
**Progression de la surface boisée dans les**  
**Baronnies Orientales de 1948 à 1989**

*Gris foncé : forêt naturelle*  
*Gris clair : forêt de reboisement*



**Figure 3 :**  
**Progression de la surface boisée dans le**  
**Diois Oriental de 1948 à 1985**

*Gris foncé : forêt naturelle*  
*Gris clair : forêt de reboisement*



Qu'ils soient de petite ou grande échelle, rapides ou lents, ceux-ci se sont fortement multipliés ces dernières décennies. Ceci est attribué au défaut d'entretien des aménagements hydrauliques et de versants, et à la croissance de la couverture végétale qui favorise l'infiltration de l'eau, contribuant à augmenter les teneurs en eau des sols et des sous-sols. Mais on va s'intéresser ici surtout aux conséquences hydrographiques de l'augmentation de la couverture végétale.

Les travaux géomorphologiques menés dans les Alpes du Sud ont surtout concerné l'érosion ; mais les conclusions des travaux menés (Descroix et Gautier, 2002) ont permis de cerner les liens entre versants et cours d'eau à l'échelle de la vallée du Buëch. Quatre grands types de conclusions ont pu être apportés :

- au niveau hydrologique, on a remarqué (Gautier, 1992) que **les crues étaient moins nombreuses depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle** ; c'est vrai que la période antérieure avait connu dans la vallée du Buëch 2 phases majeures de torrentialité (1770-1790 et 1840-1890) avec 3 grandes crues (novembre 1843, mai 1856 et octobre-novembre 1886) ; par ailleurs cette auteur remarque une disparition des crues d'été et une apparition de crues d'hiver, pratiquement inexistantes auparavant ;

- au niveau hydrographique, on constate au 20<sup>ème</sup> siècle une **stabilisation notoire des chenaux** des cours d'eau, et une diminution de 48 % de la largeur moyenne de leur bande active, ainsi que l'invasion des lits majeurs par la végétation ;

- au niveau des bilans sédimentaires, on assiste à un **déficit de matériaux**, qui s'est traduit par un enfoncement de 1 à 3 mètres du lit du Buëch et de ses affluents (Fig.4) ; ceci est imputé, chronologiquement, aux digues, au reboisement, aux extractions et aux barrages. Dans l'ordre des paramètres, le plus important est bien sûr l'extraction de granulats ; mais la reforestation (artificielle sur les terrains les plus dégradés, naturelle ailleurs, sur les plus grandes étendues) a pu, avec 50 ou 70 ans de retard, jouer, en même temps que les extractions, à partir de la décennie 1970, un rôle important dans le franchissement d'un seuil et la rupture d'un équilibre relatif (Descroix et Gautier, 2002). On a constaté cet enfoncement des lits sur des affluents non influencés par le Buëch, et n'ayant connu ni endiguement ni construction de seuil ou de barrage ; cela laisse à penser que la seule reforestation peut du moins sur des cours d'eau secondaires, suffire à expliquer le déficit sédimentaire.

- au niveau pluviométrique, on note une évolution de l'ordre des saisons de la plus pluvieuse à la plus sèche, dans l'ensemble des Alpes du Sud (voir Descroix et Gautier, 2002, fig.5). On assiste à une « méditerranéisation » du régime des précipitations dans le sud des Alpes, avec des étés de plus en plus secs, et qui reçoivent une proportion décroissante de la précipitation annuelle totale.

Quel est le lien entre ces diverses observations ? le premier c'est que le reboisement semble avoir provoqué une nette diminution des apports sédimentaires des versants, et, partant, une modification durable des lits des rivières ; le reboisement pourrait aussi expliquer le fait que les crues soient moins prononcées depuis un siècle. Enfin, un facteur climatique a pu permettre le franchissement d'un « seuil de torrentialité » c'est la diminution des précipitations estivales. Un point reste à démontrer, c'est que le fait que cette diminution soit bien moindre dans les massifs qui ont connu le plus fort reboisement (Préalpes de Digne et du Verdon, Ventoux-Lure, Baronnies et Diois) est lié ou pas justement à la progression drastique de la couverture forestière.

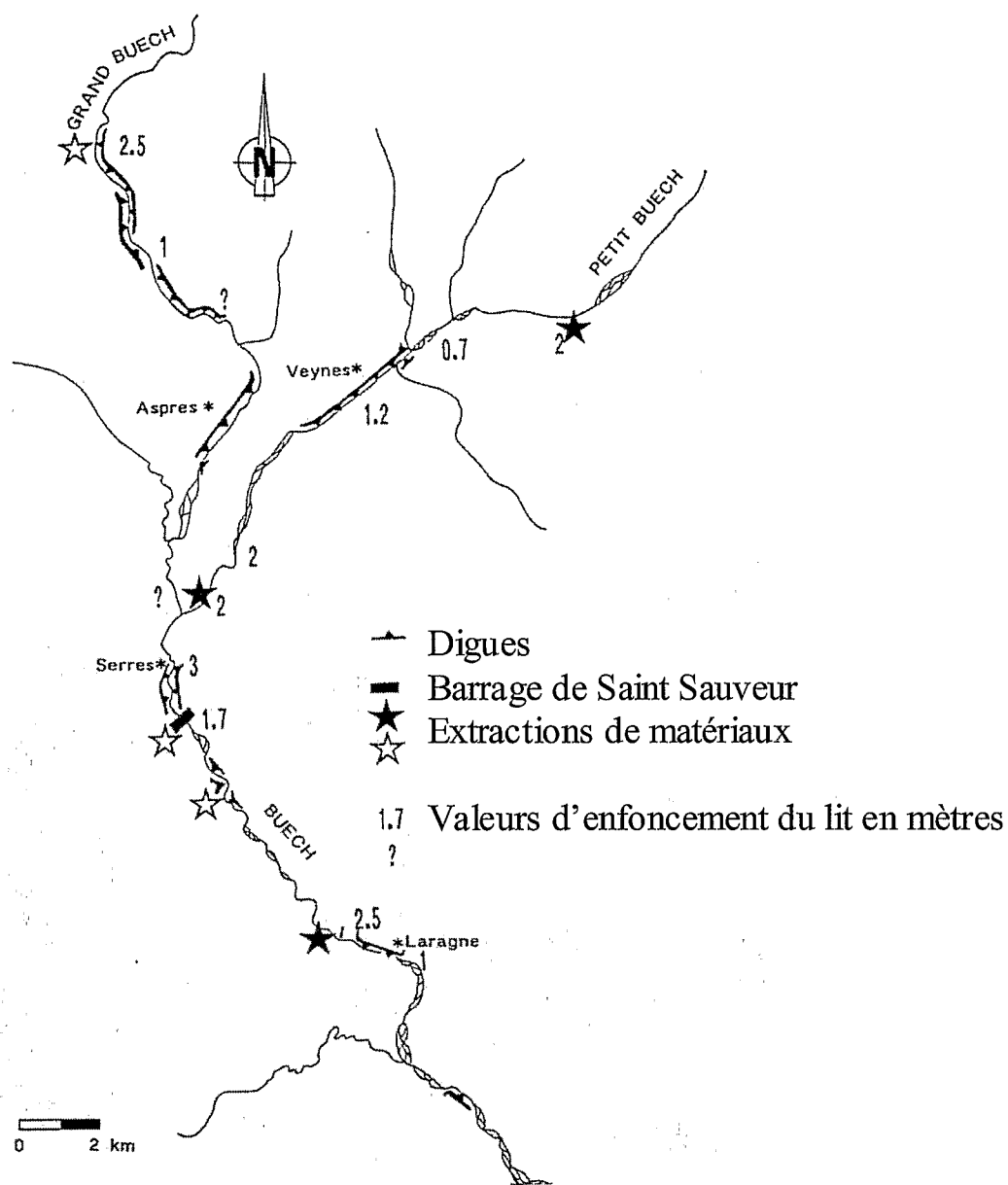
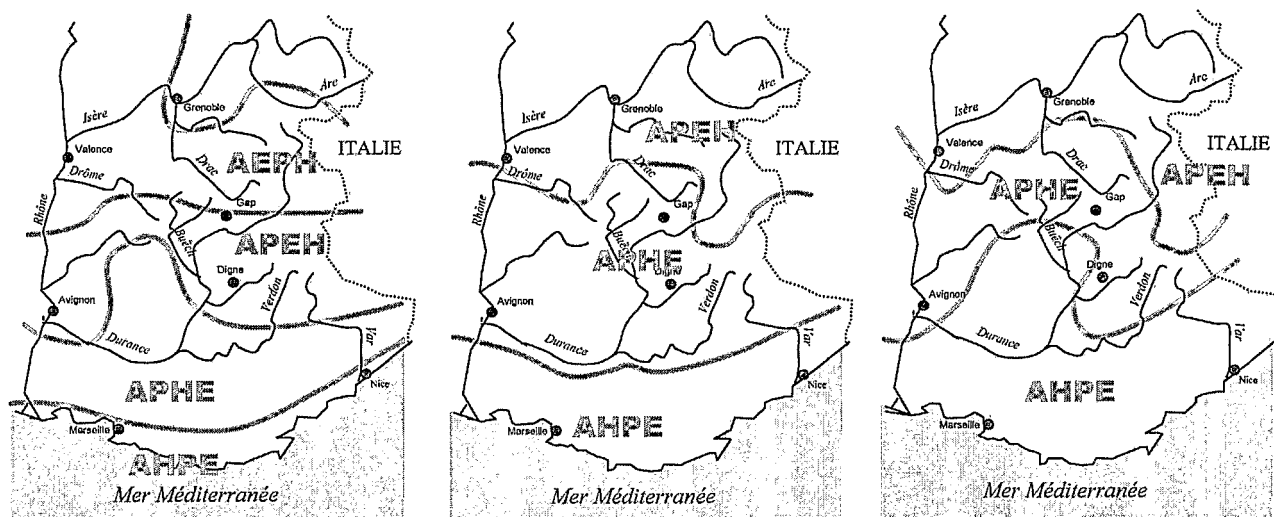


Fig.4. Enfoncement des cours d'eau dans leurs alluvions récentes, dans la vallée d Buëch (Gautier, 1992)

### Conclusion : et l'avenir ?

L'érosion reste importante dans les secteurs déjà érodés, et que la végétation aura du mal à reconquérir, du fait de l'importance de la tranche annuelle érodée, qui empêche la pénétration des racines, et les déchausse rapidement si elles ont poussé. Le reboisement et la remise en état des terrains déjà érodés est possible mais coûte trop cher pour que cela en vaille la peine. Quoiqu'il en soit, le reboisement en a bloqué l'extension, et ils ne posent plus de problème d'aménagement à l'heure actuelle.



1881-1910

1931-1960

1961-1990

**Fig.5. Evolution de l'ordre des saisons suivant leur pluviométrie, dans les Alpes du Sud, entre la fin du 19<sup>ème</sup> siècle et la fin du 20<sup>ème</sup> siècle.**

Mais aujourd'hui, ce qui préoccupe le plus, c'est l'abandon des terrains, des terrasses, des canaux, des chemins, des haies, qui provoquent, en plus d'une dégradation d'un paysage construit, des problèmes de stabilité des versants liés à la solifluxion ; liés à ce défaut d'entretien des drains et canaux, à l'accroissement des coefficients d'infiltration dû à l'embroussaillage, glissements et coulées sont aujourd'hui le principal problème posé à l'aménageur dans les Préalpes du Sud dépeuplées et désertifiées. On continue néanmoins de pratiquer l'élevage ovin traditionnel dans les Préalpes avec, suivant l'altitude, transhumance des troupeaux vers les Alpes en été, et, dans les secteurs les plus élevés, accueil des troupeaux de la plaine. Mais la charge pastorale, bien que localement en progression ces dernières années, est bien plus faible qu'au siècle dernier (et surtout que sous l'Ancien Régime, quand les communautés rurales louaient leurs secteurs pastoraux aux éleveurs de Provence pour obtenir du numéraire) ; surtout, elle s'exerce sur des terrains abandonnés par l'agriculture, et non plus sur les terrains, bien plus pentus, qui surplombent ces anciens terroirs. La charge pastorale est passée de 1-2 hectares par ovin à 2-4 hectares/tête en 1 siècle (Descroix, 1994).

## Bibliographie

- Bufalo, M. (1989) L'érosion des terres noires dans la région du Buëch (Hautes-Alpes, France). Thèse de Géologie, Université Aix-Marseille III, France.
- Cemagref (1997) Les bassins versants expérimentaux de Draix, laboratoire d'étude de l'érosion en montagne. *Actes du colloque de Digne "Experimental catchments of Draix: a field laboratory for mountains erosion studies"*, Cemagref, France.

- Combes, F., 1981. Le barrage du Seignon, un exemple de sédimentation. *Colloque de Propriano, la gestion régionale des sédiments, Doc. du BRGM*, pp. 101-104.
- Descroix, L., 1991. Déprise agricole et risques naturels. In « Les versants du soleil », mémoires et documents de l'Académie de la Val d'Isère, vol. XXI, PIREN-CNRS, pp. 129-146.
- Descroix, L., 1994. L'érosion actuelle dans la partie occidentale des Alpes du Sud. Thèse de doctorat, Université Lyon II, 300 p.
- Descroix, L., 2002. Le rôle de l'homme dans l'entretien et la dégradation des sols des régions à faible densité de population ; analyse à travers trois cas de figures. *Revue de Géographie de Québec*, vol. 46, n°128 :215-235.
- Descroix, L. et Gautier E., 2002. Hydric erosion in Southern French Alps: climatic and human mechanisms. *Catena* 50 : 53-85.
- Descroix, L. et Olivry, J.C., 2002. Spatial and temporal factors of hydric erosion in black marls bad lands of the French southern Alps. *Hydrological Sciences Journal*, 47(2) : 227-242.
- Descroix, L. et Mathys, N., 2003 . Processes, spatio-temporal factors and measurements of current erosion in French Southern Alps : a review. *Earth Surface Processes and Landforms* (sous presse).
- Gautier, E., 1992. Recherches sur la morphologie et la dynamique fluviales dans le bassin du Buëch. Thèse de géographie, Université Paris X, Nanterre, France 437 pp.
- Mathys, N., Brochot, S.& Meunier, M. (1996) L'érosion des Terres Noires dans les Alpes du Sud : contribution à l'estimation des valeurs annuelles moyennes (bassins-versants expérimentaux de Draix, Alpes de Haute Provence, France). *Revue de Géographie Alpine* 84 (2), 17-28.
- Miramont, C., 1998. Morphogénèse, activité érosive et détritisme alluvial holocènes dans le bassin de la Moyenne Durance (Alpes françaises du Sud). Thèse de Doctorat de Géographie, Université Aix-Marseille I, France 288 pp.
- Olivry, J.C., Hoorelbeck, J., Queleynec, R.E. et Bufalo, M., 1988. Erosion des Terres Noires de la vallée du Buëch. Edite par le Groupement d'études Orstom-BRGM, 350 p.