

**PROCESSUS D'EVOLUTION D'UN RAVIN DE
BASSE-PROVENCE, LE RAVIN DE L'AURIGON
(BEAURECUEIL, BOUCHES DU RHÔNE) :
ETUDE PRELIMINAIRE (octobre 1991 - février 1996)**

Jean-Louis BALLAIS, Institut de Géographie et CAGEP-URA 903 CNRS,
Université de Provence, 13621 Aix-en-Provence, FRANCE.

Résumé :

Le ravin de l'Aurigon mesure à peine une centaine de mètres de long pour un bassin-versant d'environ 1 ha, entaillé dans les argilites du Crétacé supérieur, au pied sud-ouest de la montagne Sainte-Victoire.

Dans la perspective d'y installer une station de mesure de l'érosion, un équipement préliminaire a été effectué avec 42 piquets. Il s'agissait d'apprécier, ponctuellement mais quantitativement, les phénomènes d'accumulation et d'ablation et, surtout, de mettre en évidence les processus actifs.

Le principal problème méthodologique a été constitué par l'instabilité des piquets : il a fallu en utiliser 275 au total. Cette instabilité provient de causes naturelles (piquets emportés surtout par le ruissellement dans le talweg principal ou dans les rigoles) et de causes anthropiques : arrachage par les promeneurs. 54 séries de mesures ont été effectuées mais la plus longue série continue ne dépasse pas 51 mesures. L'incertitude sur l'emplacement exact du piquet à remplacer, ajoutée à la perturbation du matériau provoquée par l'enfoncement du nouveau piquet diminuent la validité des résultats. Au total, 2 734 mesures ont été effectuées, soit une moyenne de 63,5 par piquet.

Les observations de terrain montrent que les argilites subissent une altération superficielle sous l'action de plusieurs processus : hydroclastie, solifluxion pelliculaire et, surtout sur l'ubac en hiver, gélifraction et gélifluxion de pipkrakes. L'éboulisation sèche de cette pellicule centimétrique, parfois assistée par le vent ou le passage des promeneurs, fonctionne en toute saison. C'est aussi cette pellicule qui est emportée par les processus hydriques lors des pluies : splash très actif, ruissellement concentré en rigoles qui atteignent les argilites non altérées, sauf sur l'ubac. L'essentiel de l'ablation se produit lors des phénomènes pluvieux intenses (septembre 1993).

Mots-clé : méthodologie, ravinement, processus, hydroclastie, éboulisation.

Abstract : Evolution of a gully in lower Provence (France) : preliminary results (october 1991-february 1996).

The Aurigon gully is about one hundred meters long and its watershed is about one hectare.

It is cut into Upper Cretaceous claystones on the southwestern piedmont of the Sainte-Victoire mountain.

In view of putting in an erosion measurement station, a preliminary equipment has been made using 42 pins. The goals of this equipment were to locally measure accumulation and erosion and to know the present day processes.

The main methodological problem has been the instability of pins : we were obliged to use 275 of them. This instability is due to natural causes (pins washed away mainly in the main talweg or in the rills) and to human causes (pins pulled out by strollers).

54 series of measurements have been performed but the longest continuous series is only 51 measurements. The uncertainty about the true location of the lost pin and the disruption of claystones due to the driving in of the new pin reduce the validity of the results. On the whole, 2734 measurements have been performed that is to say 63.5 per pin.

Field observations show that claystones are superficially altered by several processes : hydroclasty and pellicular solifluction everywhere and gelifraction and piprakes gelifluction in winter mainly on the ubacs. This centimetric layer produces small dry screes that can be assisted by wind or by strollers passages. This thin layer is also removed by hydraulic processes during rains : very efficient splash and rill erosion. Rills are cut into the non altered claystones, excepted on ubacs. The most important part of erosion occurs during intense rainy phenomenons (september 1993).

Key-words : methodology, gullying, processes, hydroclasty, screes.

Le ravin de l'Aurigon est un minuscule organisme hydrographique du piémont sud-ouest de la montagne Sainte-Victoire, en Basse Provence, immédiatement à l'Est d'Aix-en-Provence (fig. 1) (coordonnées Lambert : $x = 859, 8$; $y = 3141$). Grossièrement orienté nord-sud, long d'à peine une centaine de mètres, affluent du ruisseau de Riouffe, lui-même sous-affluent de l'Arc, il est totalement entaillé dans des argilites à bancs de brèches du Crétacé supérieur dépourvues de végétation. Son bassin-versant a une superficie de l'ordre de 1 ha avec une dénivellation totale de 46 m, entre 296 m et 250 m.

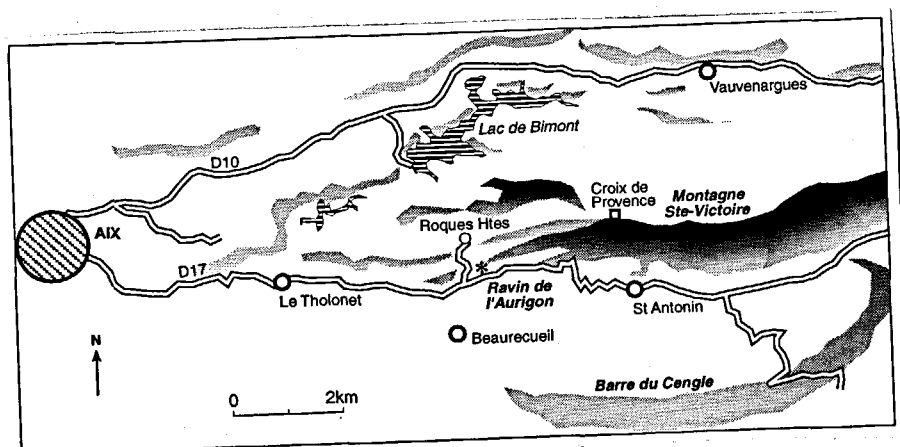


Fig. 1 : Carte de localisation

Le choix de ce ravin pour l'installation d'une station de mesure de l'érosion a été largement orienté par l'existence de vestiges importants de l'aqueduc romain dit de Saint Antonin, réalisé pour alimenter la ville d'Aquae Sextiae. Construit en suivant les courbes de niveau, l'aqueduc est aujourd'hui coupé par le ravin dont il domine de trois mètres le talweg. Considérant que l'entaille de l'aqueduc ne peut pas être antérieure à l'arrêt de son fonctionnement, soit probablement au cours du Vème siècle de notre ère (P. LEVEAU, communication orale), la moyenne de la vitesse d'entaille du ravin a donc été de 2 mm/an pendant environ 1 500 ans. Cette valeur moyenne permettra de mettre en perspective les résultats des mesures. Avant de pouvoir installer la station de mesure, un équipement préliminaire a été effectué avec 42 piquets. Il s'agissait d'apprécier, ponctuellement mais quantitativement, les phénomènes d'accumulation et d'ablation et, surtout, de mettre en évidence les processus actifs. Compte-tenu des délais très longs, en particulier des problèmes administratifs et réglementaires sur un site classé, nécessités pour la mise en place de la station, ce qui n'était conçu que comme une étude préliminaire a pris de toutes autres proportions et alors que la station fonctionne maintenant, les mesures sur piquets continuent.

I - Les problèmes méthodologiques :

1 - Le positionnement des piquets :

Les piquets ont été disposés de façon à mesurer le comportement des talwegs et versants du ravin : 3 piquets ont été placés dans le lit mineur du ruisseau de Riouffe, au confluent avec le ravin de l'Aurigon, les piquets 42, 41, 40, 37, 32, 25, 9 et 4 ont été placés dans le talweg, de l'amont à l'aval; les piquets 22, 13 et 10 dans le talweg de l'affluent de rive droite. Tous les autres piquets ont été placés sur les versants du ravin, soit dans des rigoles (piquets 5, 6, 7, 8, 16, 17, 18, 19, 26, 27, 28, 29), soit entre les rigoles (piquets 11, 12, 14, 15, 20, 21, 23, 24, 30, 33, 34, 35, 36, 38, 39).

La répartition des piquets a tenu compte également des différences d'orientation des versants, susceptibles d'influencer les processus liés au bilan hydrique et thermique : adret (piquets 14, 15, 16, 17, 23, 24), ubac (piquets 11, 12, 18, 19, 20, 21), versant occidental (piquets 5, 6, 28, 29, 30, 31, 35, 36) et versant oriental (piquets 7, 8, 26, 27, 33, 34, 38, 39). Enfin, les piquets ont été toujours placés par groupes : groupes de deux avec un piquet à l'amont et un à l'aval, ou transects de 5 piquets (11 à 15 et 20 à 24).

2 - L'"instabilité" des piquets :

Outre les problèmes méthodologiques déjà reconnus concernant la méthode des piquets (A. GOUDIE, 1990), le principal problème méthodologique a été constitué par l'instabilité des piquets : pour 42 postes d'observation, il a fallu utiliser 275 piquets au total, soit 6,5 piquets par poste d'observation entre octobre 1991 et février 1996. L'instabilité provient surtout de causes naturelles dans les talwegs : la force d'arrachement du courant est responsable de la majorité de la consommation de 8 piquets par poste. Dans les rigoles, l'arrachage par les nombreux promeneurs s'ajoute à cette cause naturelle (6,4 piquets par poste). Sur les interfluves entre ces rigoles, la part de l'intervention humaine devient prépondérante : il a fallu utiliser autant de piquets par poste (6,2 exactement) que dans les rigoles alors que les processus d'ablation sont beaucoup moins efficaces (cf. ci-dessous). Une dernière incertitude importante est liée à la réinstallation des piquets disparus ou tombés : incertitude de la localisation à quelques millimètres, voire quelques centimètres près, perturbation du matériau provoquée par l'enfoncement du nouveau piquet.

Au total, alors que 54 séries de mesures ont été effectuées, la plus longue série en un poste ne dépasse pas 51 mesures. Au total, 2 734 mesures ont été effectuées, soit une moyenne de 63,5 par piquet, ce chiffre supérieur au nombre de séries de mesures s'expliquant par le fait que, sur les pentes, deux mesures étaient effectuées, une sur la face aval du piquet et l'autre sur la face amont, cette dernière permettant de quantifier le rôle d'obstacle sur le transit des matériaux, les graviers et cailloux en particulier.

II - Les processus morphogéniques :

Les observations de terrain effectuées lors des mesures montrent que les argilites subissent une altération superficielle qui permet ensuite leur mobilisation.

1 - L'altération des argilites :

Les argilites du Crétacé supérieur sont des roches cohérentes : elles résistent légèrement au marteau et il est très difficile d'y enfoncer un piquet sans le tordre. Sur les flancs du ravin, à l'exception partielle des pentes fortes (supérieures à 30° par exemple), elles sont recouvertes par une pellicule centimétrique très meuble, formée sous l'action de processus dont l'efficacité et l'occurrence varient en fonction de la saison et de l'exposition.

Le processus le plus commun est l'hydroclastie ou ensemble des processus de fragmentation provoqués par les variations d'hydratation de la roche. Très vite, après une pluie, la surface des argilites sèche sur les interfluves et un réseau de fentes de dessiccation se forme, même en hiver et sur l'ubac (le 25 février 1994 au piquet 11). Plusieurs fois répétée, en particulier pendant la saison pluvieuse de septembre à avril-mai, l'hydroclastie fragmente peu à peu les argilites et les fentes de dessiccation évoluent en fentes de décollement sur les fortes pentes. Le deuxième processus de fragmentation mécanique est représenté par la gélifraction. En l'absence de mesures locales, on peut penser que la fréquence du gel est de l'ordre de celle d'Aix-en-Provence, soit 52 j/an, ce qui est considérable. La gélifraction se manifeste, en particulier, par la formation de pipkrakes surtout sur l'ubac (le 18 janvier 1992, piquet 18; le 13 décembre 1995, piquet 11; le 10 février 1996, piquet 21), mais aussi sur l'adret (le 18 janvier 1992, piquet 19) et le versant occidental (le 10 février 1996, piquet 6).

2 - La mobilisation de la pellicule ameublie :

La pellicule meuble ainsi formée est ensuite mobilisée à très courte distance, ou vers le talweg. A échelle de quelques millimètres à quelques centimètres, opèrent la gélifluxion pelliculaire, en conjonction étroite avec les pipkrakes (le 8 janvier 1994, piquets 11, 12, 18, 19, 20, 21; le 25 février 1994, piquets 6, 12, 29 (micro-terrassettes); le 26 janvier 1995, piquets 18 et 23; le 10 février 1996, piquets 29 et 40), la solifluxion pelliculaire (le 6 avril 1994, piquets 6 et 19; le 26 janvier 1995, piquet 40; le 17 février 1995, piquet 19), le glissement en micro-planches (le 26 janvier 1995, piquet 21 et le 17 février 1995, piquet 19) ou le splash (effets par vent de nord-ouest observés le 6 avril 1994, piquets 6 et 15 et le 17 février 1995, piquets 35, 38 et 39). Le transit jusqu'au talweg est assuré par de rares décollements (le 30 janvier 1996, piquet 14 et le 10 février 1996, piquets 19 et 20), éboulements humides (le 10 février 1996, piquet 22) ou arrachements (le 12 décembre 1995, piquet 4). Mais c'est l'ébouilisation sèche qui mobilise, de beaucoup, le plus fréquemment et en plus grande quantité, la pellicule ameublie : 19 séries d'observations en 49 points différents, surtout en hiver (mais peut-être faut-il y voir, outre la rapidité avec laquelle les parois sèchent même en cette saison, un artefact dû à ce que le rythme des observations a été délibérément calqué sur celui des précipitations), et sur tous les versants, quelle que soit leur orientation. Ainsi se forment de petits cônes d'ébouil, constitués de clasts millimétriques à

5

centimétriques, qui progradent sur les talwegs. Cette éboulisation peut être très ponctuellement assistée par le vent (le mistral principalement) et, surtout, par le passage de promeneurs (8 séries d'observations, en 24 points différents, ont révélé des traces de pas plus ou moins profondes, déstabilisant la pellicule ameublie et alimentant, souvent, des cônes d'éboulis secs parfois beaucoup plus volumineux que les cônes non anthropiques (le 6 avril 1994, piquets 29, 31, 35, 36, 37, 42).

La suffosion, rare et peu développée, n'a été observée qu'en fin d'été, à 3 reprises, soit en position d'ubac (les 25 et 29 août 1993, piquets 21 et 22), soit dans des cônes d'éboulis secs stabilisés et ameublés (le 25 août 1993, piquet 33).

Les processus hydriques transportent ensuite ces débris jusque dans le ruisseau de Riouffe. Ils commencent avec le splash, puis le ruissellement concentré sous la forme de rigoles profondes de un à quelques centimètres, d'autant plus rectilignes que la pente est forte. Leur largeur ne dépasse pas le décimètre et reste sensiblement constante sur l'ensemble de leur longueur (quelques mètres). Des complications de tracé se produisent lorsque les interfluves du ravin fournissent des graviers, des cailloux, voire des blocs, remaniés des pavages des glacis de bas de versants holocènes ou des affleurements de brèches. A l'amont, sur la convexité sommitale, ces éléments grossiers apparaissent en saillie, individualisés par le splash sur des micro-piédestals hauts de quelques millimètres. Plus à l'aval, ils transitent dans les rigoles sous forme de coulées de pierres. Là, les piquets ont pu les bloquer pendant des mois, voire des années. C'est ainsi que les mesures faites sur la face amont du piquet 5 montrent un bilan positif sur l'ensemble de la période (+ 30 mm), alors que le bilan est négatif (- 35 mm) à l'aval (fig. 2). L'efficacité du ruissellement dans ces rigoles est incontestable, bien que très difficile à évaluer puisqu'elle a souvent provoqué l'arrachage des piquets (cf. ci-dessus). C'est également le cas dans le talweg du ravin où les mesures sont trop discontinues pour être représentatives (exemple du piquet 32, figure 3). Une preuve de cette efficacité est fournie par l'affleurement, aussi bien dans les rigoles que dans le talweg du ravin, des argilites non altérées, à l'exception des ubacs où les rigoles sont sinueuses même sur des pentes supérieures à 30°, mal calibrées et discontinues, plus denses que sur l'adret mais la plupart n'atteignent pas le talweg.

L'efficacité du ruissellement est contrôlée par la quantité et surtout l'intensité des pluies. Un exemple particulièrement significatif est fourni par les mesures du piquet 5 (fig. 2), à l'aval d'une courte rigole (2 m de long) qui draine le versant occidental du ravin. Il a été possible d'effectuer 50 mesures successives sur ce piquet, série exceptionnelle et d'autant plus précieuse. Bien qu'il s'agisse d'une rigole, il est clair que la fin de 1991, toute l'année 1992 et les huit premiers mois de 1993 se caractérisent par une tendance nette à l'accumulation (plus de 60 mm). Tout le système bascule le 22 septembre 1993, alors qu'il tombe 222 mm en trois heures à Aix-en-Provence (le ravin n'étant pas alors équipé d'un pluviographe, il n'est pas possible de connaître la pluviométrie pendant cette journée). A partir de ce jour, et jusqu'en février 1996, la tendance est au creusement qui, non seulement compense en quelques jours l'accumulation précédente, mais provoque un bilan négatif : 35 mm d'ablation.

En revanche, l'évolution de la même ravine, au piquet 6, soit seulement 1 m à l'amont, mais au point d'inflexion de la pente, de convexe à concave, tout en présentant exactement les mêmes garanties de fiabilité, est totalement différente (fig. 4) : la tendance à l'accumulation se maintient jusqu'en février 1996 et l'événement pluviométrique du 22 septembre 1993 ne provoque pas de bouleversement. De telles constatations, surprenantes sur de si courtes distances, montrent que les processus sont très différents à l'amont (gélifluxion, solifluxion, glissements) et à l'aval (prédominance du ruissellement concentré) et que le passage de l'un à l'autre

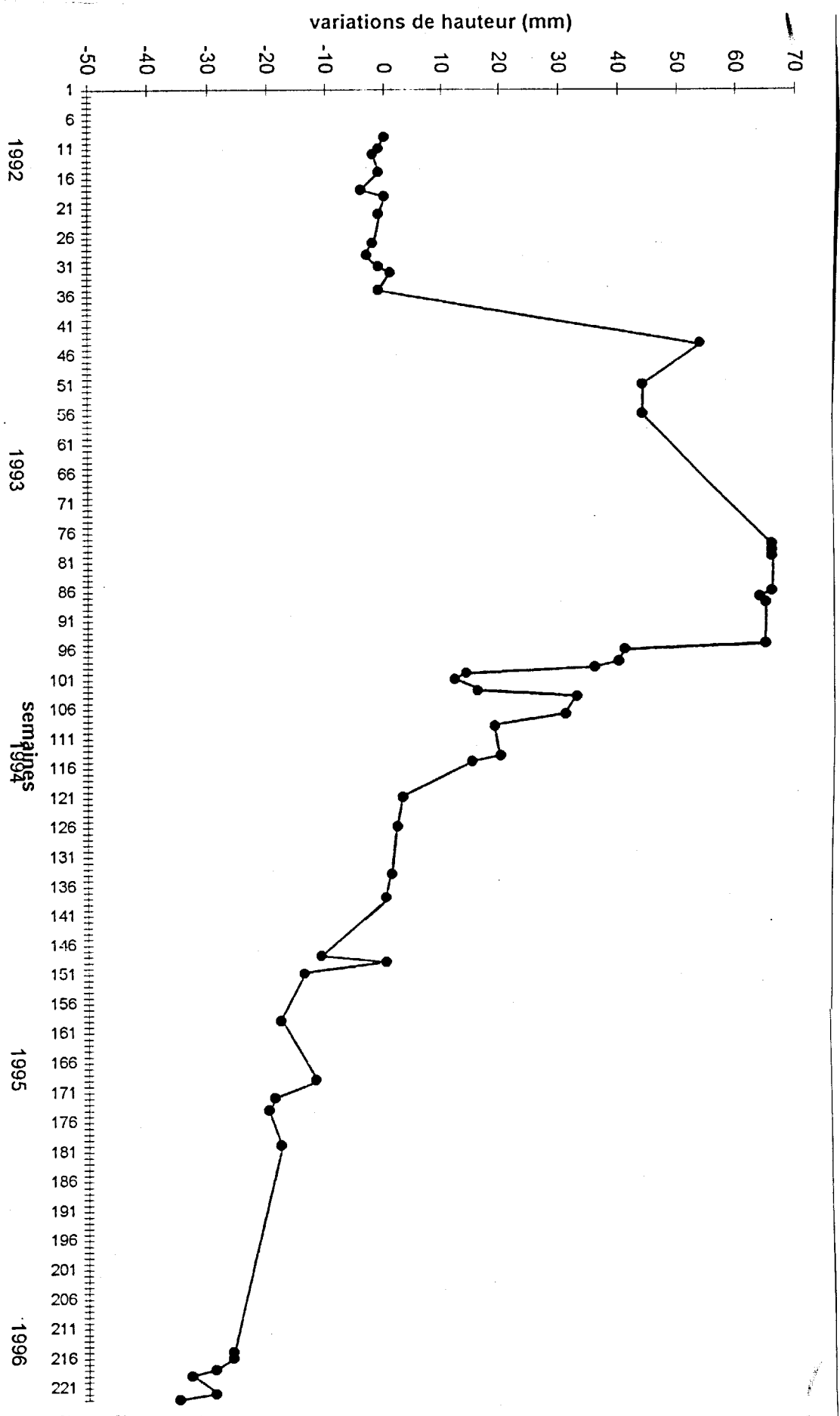


Fig. 2 - Evolution de l'aval d'une rigole du versant occidental

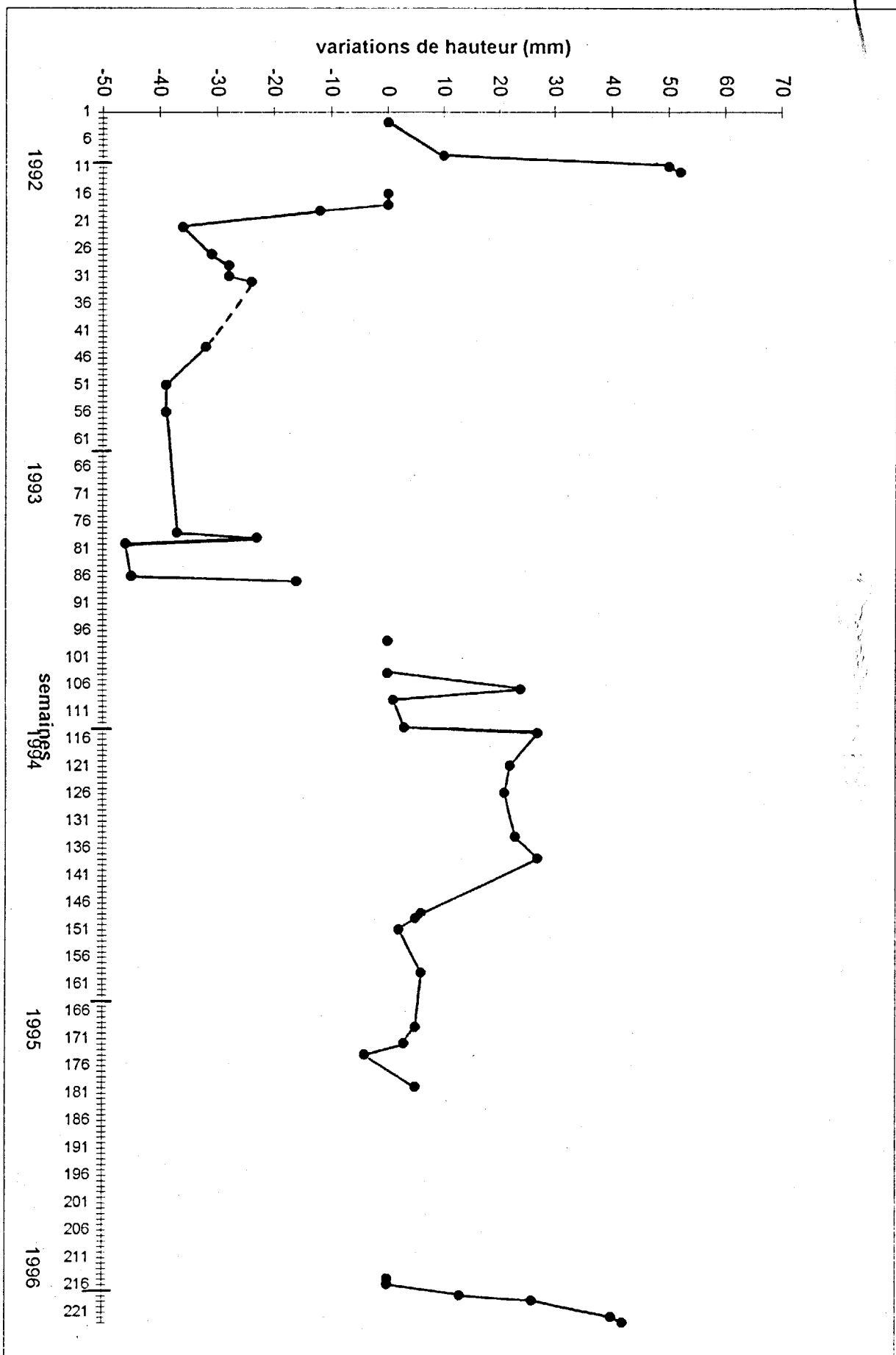


Fig. 3 - Evolution du talweg principal

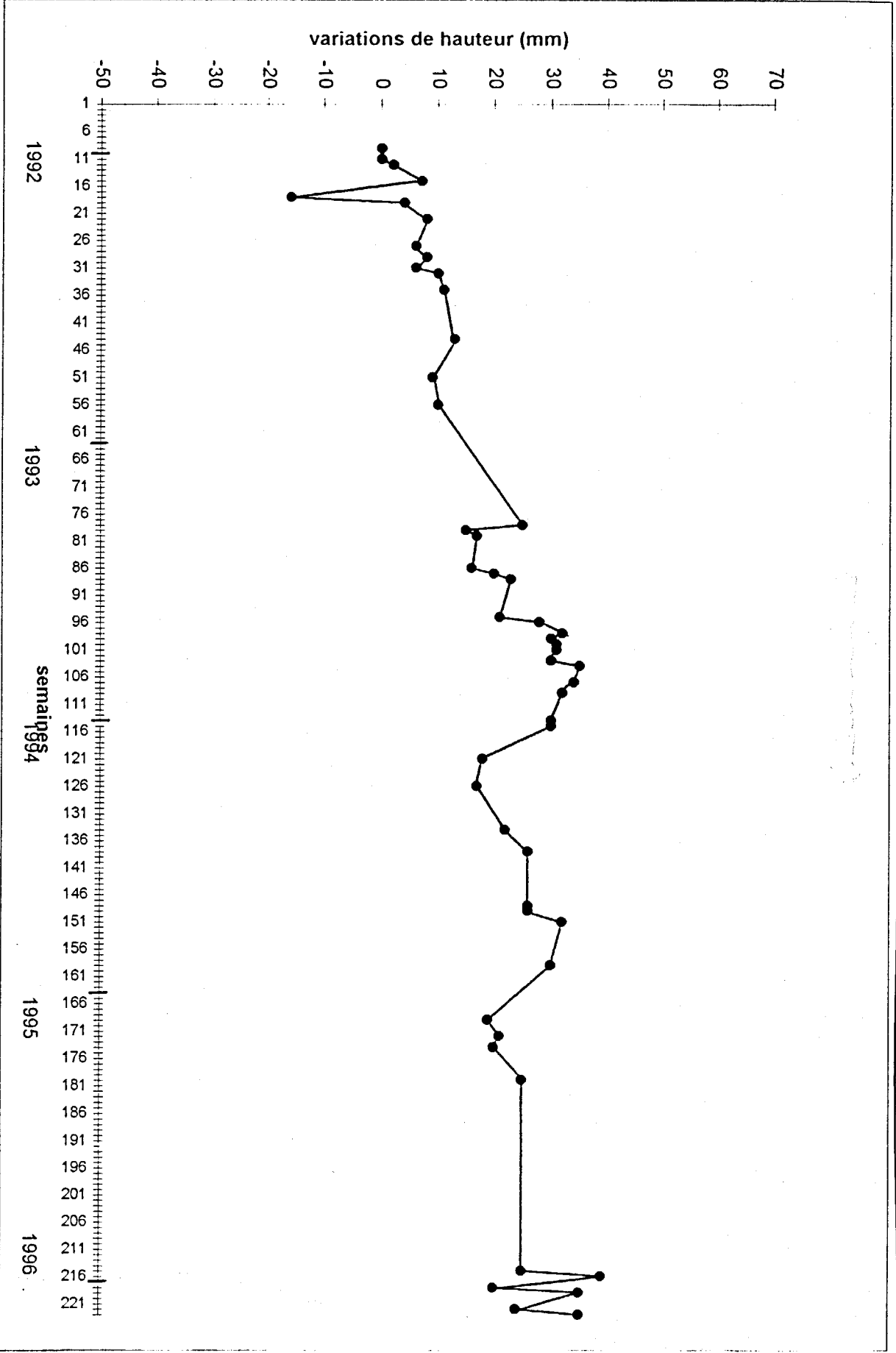


Fig. 4 - Evolution de la topographie au piquet 6.

se fait par une discontinuité brutale. Ces observations devront être confirmées par le dépouillement systématique des résultats et la prolongation des mesures.

Conclusion : la masse considérable de données accumulée pendant plus de 4 années nécessite un traitement statistique complet et complexe, qui est en cours. Il s'agissait ici, dans l'esprit du colloque du Pradel, d'insister sur les problèmes méthodologiques et les processus. Compte-tenu de ce que la montagne Sainte-Victoire, en général, est un lieu de promenade très fréquenté, le principal problème méthodologique a été l'instabilité des points de mesure, en plus des problèmes habituels déjà reconnus concernant la méthode des piquets. Cette instabilité diminue considérablement la fiabilité des résultats voire, dans le cas des talwegs, interdit toute interprétation solide. Les processus se sont avérés nombreux et variés, depuis ceux qui forment la pellicule ameublie superficielle (hydroclastie, cryoclastie) et ceux qui la mobilisent à courte distance (gélifluxion, solifluxion, glissement en planches, splash) ou jusqu'au talweg (décollement, éboulement humide, passage des promeneurs, éboulisation sèche, ruissellement concentré). La réalisation d'une station de mesure de l'érosion, maintenant achevée, permettra de corréler l'évacuation de la charge de fond et des matières en suspension par le talweg avec les processus de mobilisation sur les versants du ravin.

Référence bibliographique :

GOUDIE A. (1990). - *Geomorphological techniques*, Unwyn Hyman, London, 570 p.



Pour citer cet article / How to cite this article

Ballais, J. L. - Processus d'évolution d'un ravin de Basse-Provence, le ravin de l'Aurigon (Beaurecueil, Bouches du Rhône) : étude préliminaire (octobre 1991 - février 1996), pp. 37-45, Bulletin du RESEAU EROSION n° 17, 1997.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr