Université Louis Pasteur
Strasbourg
URF de Géographie

REPÉRAGE D'ANCIENS GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LE BASSIN DE BARCELONNETTE D'APRÈS LA PHOTO-INTERPRÉTATION, L'ÉTUDE DE CARTES...VÉRIFICATIONS SUR LE TERRAIN.

SECTEUR SUD (JAUSIERS / ENCHASTRAYES)

En vue de l'obtention de la maîtrise
mention géographie physique.

OCTOBRE 1995

Directeur de mémoire
M. FLAGEOLLET

QUINTLÉ Laurence

Table des matières

Introduction.....1

1ère partie
présentation de la vallée et du secteur d'étude.....3

I. Localisation de la vallée

II. Cadre géologique

1. Principales subdivisions structurales
2. Description géologique
   2.1. L'autochtone
   2.2. Les nappes de l'Embrunais-Ubaye
   2.3. L'héritage quaternaire
3. L'occupation du sol
   3.1. Historique
   3.2. L'occupation actuelle du sol

IV. Les conditions climatiques et hydrologiques

1. La climatologie
2. L'hydrologie
3. La végétation

V. Délimitation du secteur d'étude

VI. Conclusion

2ème partie
étude de quelques glissements actifs.....17

I. Terminologie et définition d'un glissement de terrain, d'une coulée

1. Le glissement de terrain
   1.1. Définition
   1.2. Les principaux éléments d'un glissements d'après la nomenclature de Crudden

II. Fiches descriptives de quelques glissements ACTIFS

1. Les glissements actifs
   1.1. Le glissement-coulée du Sauze
   1.2. Le glissement de Poche
   1.3. Le glissement du Bois Noir
   1.4. Le glissement de la Valette

III. Evolution des glissements

IV . L'analyse morphométrique

1. Point de départ
2. Le calcul des indices
   2.1. Le principe de Crozier
   2.2. Techniques d'estimation des proportions d'un glissement
   4.3. Les paramètres et les indices
4. Commentaires sur ces indices

3ème partie
repérage des anciens glissements de terrain.....40

I. Travail préparatoire au travail de terrain

1. Étude des cartes
   1.1. La carte topographique
   1.2. La carte géologique
   1.3. La carte géomorphodynamique
2. Les photographies aériennes
   2.1. Comment distinguer une forme ancienne de terrain
   2.2. Localisation des escarpements

II. Le travail de terrain

1. Le choix des sites à étudier
2. L'élaboration des fiches de terrain
   3. Le remplissage des fiches et la prise de notes
   3.1. La technique utilisée pour remplir les fiches
   3.2. Le choix des éléments retenus pour la fiche
4. Les erreurs de la photo-interprétation
5. Les problèmes rencontrés sur le terrain
6. Conclusion
   6.1. Le bassin d'Enchastrayes
   6.2. Le secteur du torrent de Poche et de la Frache
   6.3. Le versant du Bois Noir

III. Synthèses

1. L'élaboration des différentes cartes
   1.1. Le choix des critères
   1.2. Les différentes cartes
2. La superposition des 5 cartes
3. L'étude des indices morphométriques des glissements anciens repérés à photo-interprétation
   3.1. Mesures effectuées sur les traces d'escarpements et de flancs
   3.2. Rappels sur les indices morphométriques
   3.3 Les indices morphométriques des glissements repérés à la photo-interprétation
4. Les indices morphométriques et les indicateurs morphologiques
   4.1. Elaboration du tableau de synthèse
   4.2. Commentaires sur le tableau des pourcentages
   4.3. Le tableau des conclusions

IV. Les conclusions

1. Conclusion géographique
2. Comparaison avec la thèse de A. Légier (1977)
3. La carte finale

Conclusion.....68

Bibliographie 70

Annexes 75

Remerciements.....94

Introduction

La région de Barcelonnette est relativement célèbre dans le milieu des géographes pour son instabilité qui modèle continuellement les versants. Ceux-ci sont régulièrement soumis à des glissements de terrain, des coulées, et surtout à des laves torrentielles (elles sont cependant exclues de ce sujet d'étude), le tout évoluant principalement dans les marnes noires.

De ce fait, beaucoup d'études ont été rédigées sur tous ces phénomènes actifs. Malheureusement, moins d'études s'attardent sur les glissements peu actifs, dormants ou éteints peut-être parce qu'ils se fondent peu à peu dans le paysage.

Le présent mémoire a donc pour but de repérer ces formes pas toujours très spectaculaires qui sont le plus souvent oubliées de la littérature et de la plupart des études.

L'étude est réalisée en trois parties :

-la première partie renferme tous les renseignements importants sur la vallée avec une présentation générale des principaux domaines physiques et humains en rapport avec l'évolution des glissements de terrain.

-la deuxième partie est consacrée au repérage et à la description des glissements actifs en tenant compte, de la végétation, de la forme du réseau hydrographique et de la forme générale du glissement.

-la troisième partie du mémoire est consacrée au repérage des anomalies dans les cours d'eau, dans la végétation, dans les formes visibles du relief, tout ceci dans le but de dresser des cartes superposables, à la même échelle.

A partir de ce travail, on détermine des zones d'ancienne activité où l'on présuppose des glissements anciens, dormants ou éteints.

Parallèlement, on réitère l'étude morphométrique sur les formes détectées grâce à la photo-interprétation.

Des conclusions sont alors émises sur la validité de l'étude.

1ère partie : présentation de la vallée et du secteur d'étude

I. LOCALISATION DE LA VALLÉE :

La vallée de Barcelonnette se localise dans les Alpes du Sud, à 1135m d'altitude, entre le massif des Ecrins au nord-ouest, le massif du Queyras au nord-est et l'Argentera-Mercantour au sud.

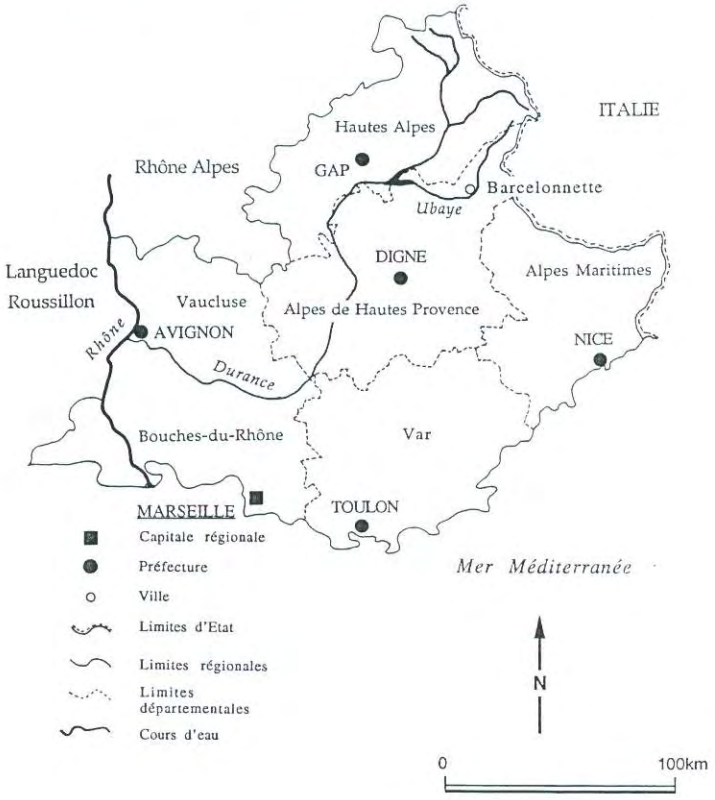


Figure 1 : localisation du secteur d'étude : Provence Alpes Côte d'Azur

Le bassin de Barcelonnette se trouve dans la partie moyenne de la vallée de l'Ubaye entre Jausiers et Revel. Le torrent serpente sur près de 80km de long, de la frontière italienne lieu où il prend sa source (au lac de Longet), jusqu'au lac artificiel de Serre-Ponçon où il se jette dans la Durance.

De hauts sommets encerclent le bassin de Barcelonnette :
-au nord, le massif du Parpaillon avec le Grand Bérard et la Tête de Siguret plus à l'est,
-au sud-est, le massif de Restefond avec la Tête de l'Empeloutier,
-au sud, la Montagne de l'Alpe qui s'avance dans la vallée et délimite à l'ouest le bassin-versant d'Enchastrayes .
-à l'ouest, le Chapeau de Gendarme (Lan) et la Grande Séolane.

Plus à l'aval, l'Ubaye creuse une gorge étroite.
Cette configuration lui a valu d'être pendant longtemps une des vallées les plus isolées de France.

II. CADRE GÉOLOGIQUE :

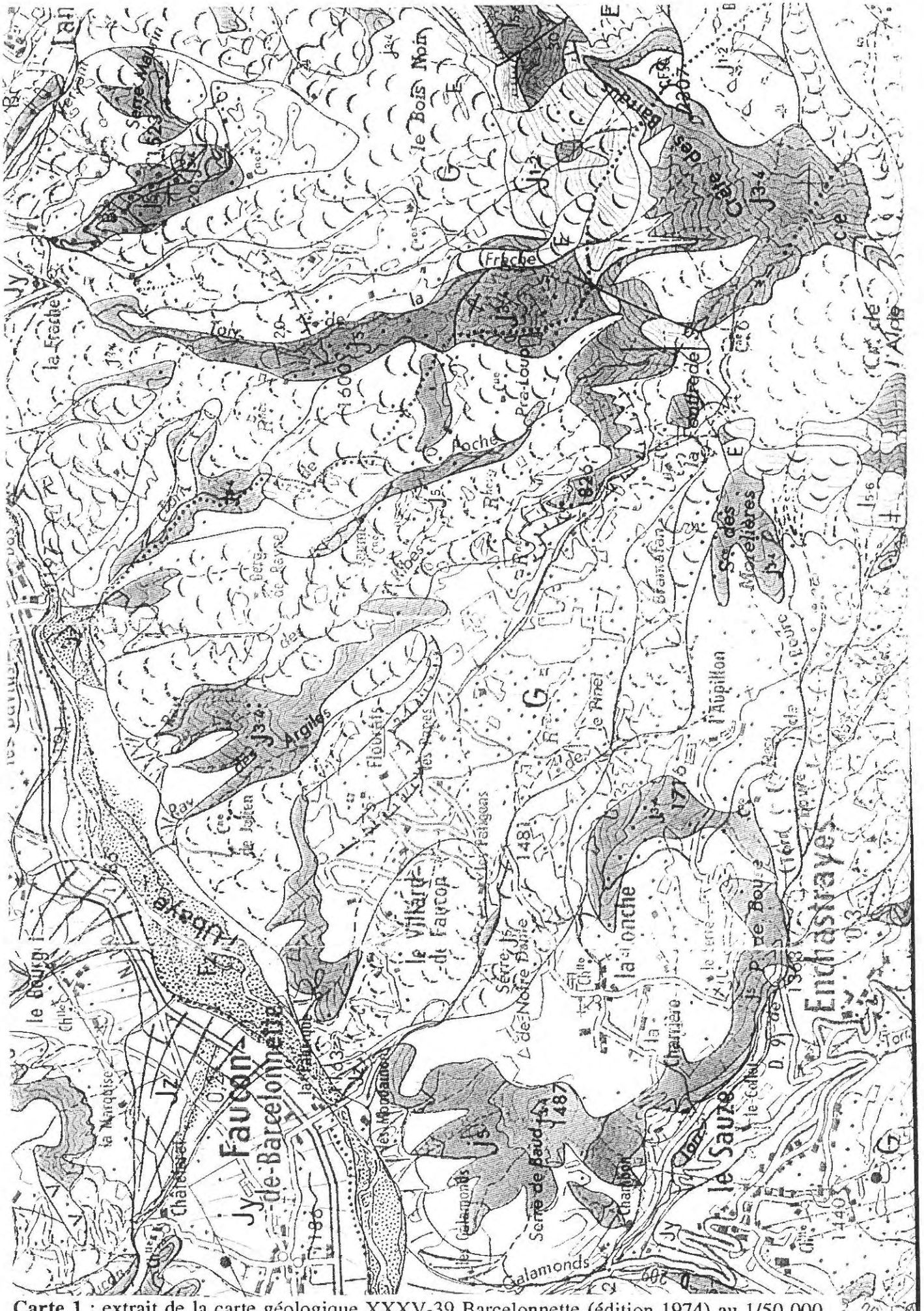
1. Principales subdivisions structurales :

3 unités coexistent dans la région de Barcelonnette :
-les nappes de l'Embrunais-Ubaye
-la zone briançonnaise
-l'autochtone

Seules 2 de ces unités apparaissent dans le secteur d'étude :
-les nappes de l'Embrunais-Ubaye avec les unités ultra-briançonnaises formées de la nappe du Parpaillon, des écailles basales de la nappe du Parpaillon, ainsi que de la nappe de l'Autapie.
-l'autochtone.

Photo 1 : ce sont des marnes noires stratifiés, en place.

Photo 2 : la photo montre l'opposition entre le relief résultant d'un soubassement marneux et les montagnes façonnées dans les externes (nappes de flyschs de l'Autapie et du Parpaillon)


Fauconnet
Jy-de-Barcelonnette
Villard-de-Faucon
la Sauze
Endrayes
Argiles
Fraiche
Roche
Serre de Baud
Gelamonds
Serre de Notre Dame
Serre Malurin
le Bois Noir
Pré-Loup
Mardelières
l'Aupillon
la Monche
le Bourg
la Marquise
la Fraiche
le Pinet
Les Hippolaines
Les Chalamonds
le Cadet
Les Fléchets
Les Juifs
Les Fatigeas
Les Ayes
Les Bouffes
Les Ribes
Les Rioux
Les Rochers
Les Rouvières
Les Rouvières
Les Rouvières

G-Gk. Moraine ou formation d'altération périglaciaire. Il n'a pas été possible de distinguer systématiquement les *moraines vraies* (essentiellement moraines de fond du complexe glaciaire würmien de l'Ubaye et du Verdon) et les *formations d'altération périglaciaires* anciennes ou subactuelles (boues à blocs) élaborées aux dépens des terrains argileux du bed-rock (flyschs divers, Terres Noires), aux limites incertaines et souvent mélangées dans les zones glissées. Ces formations sont presque partout affectées par de vastes glissements actifs plus ou moins biens stabilisés. Sur le versant nord de la vallée de l'Ubaye, certains de ces glissements en forme de longues coulées empruntent d'anciennes vallées tributaires de l'Ubaye anté-würmiennes ultérieurement comblées par d'épaisses formations glaciaires. Les contreforts du massif du Parpaillon et des divers chaînons de celui de Restefonds sont bordés par un trottoir de banquettes fluvio-glaciaires emboîtées ou étagées entre 1800 m et 2200 m d'altitude. La surface originelle bien réglée en pente douce de ces banquettes est fréquemment dérangées par des arrachements et des glissements, ou encombrées par les cordons des glaciers pierreux et des moraines de névés plus récentes, localement subactuelles. La genèse de ces banquettes reste encore mal expliquée.

j5. Marno-calcaires et marnes noires ("Argovien"). (40 à 50 m). Marnes noires chargées en bancs de 20 à 30 cm de calcaires argileux détritiques à patine roussâtre. Le toit et le mur de la formation sont repérés par deux bancs métriques de calcarénite gravelles de calcaire noir associés à des grains siliceux (quartz, feldspaths, roches éruptives diverses) et des débris organiques. Cette formation est datée de l'Oxfordien supérieur (= Argovien des auteurs) par *Orthosphinctes tiziani* et *Phylloceras tortisulcatum* bassin de Barcelonnette).

j3-4. "Terres Noires" (Callovien-Oxfordien) (250 à 300 m). Dans le bassin de Barcelonnette, cette formation monotone peut être subdivisée en trois ensembles que leurs limites imprécises et les recouvrements quaternaires n'ont pas permis de cartographier séparément.

***Ensemble supérieur** (50 à 60 m) : marnes noires à slumpings, à bancs détritiques roux, riches en éléments cristallins et en Encrines, avec lentilles de conglomérats à éléments de 1 à 5 cm (dolomies et calcaires en graviers ou blocs, galets de matériel cristallin). Au SW et à l'Ouest de la fenêtre de Barcelonnette, cet ensemble devient moins détritique et ne contient plus que quelques bancs de calcarénites dont le plus élevé a fourni, au Queiron (NE du Lan) et près d'Uvernet : *Quenstedtoceras pseudogoliath, Périsphinctes birmensdorffensis, Taramelliceras pichleri, Sowerbyceras tortisulcatum* de l'Oxfordien (s. str.) supérieur.

***Ensemble médian** (100 à 200 m) : marnes noires à bancs centimétriques de calcaires argileux et miches à *Holcophylloceras zignoi, Prososphinctes bernensis* (Oxfordien inférieur-moyen).

***Ensemble inférieur** (env. 60 m) : marnes schisteuses à plaquettes détritiques brunes et feuilletées, à passées charbonneuses, avec *Posidonomya alpina* et petites Ammonites pyriteuses indéterminables près de Thuiles au contact du Dogger, représentant le Callovien.

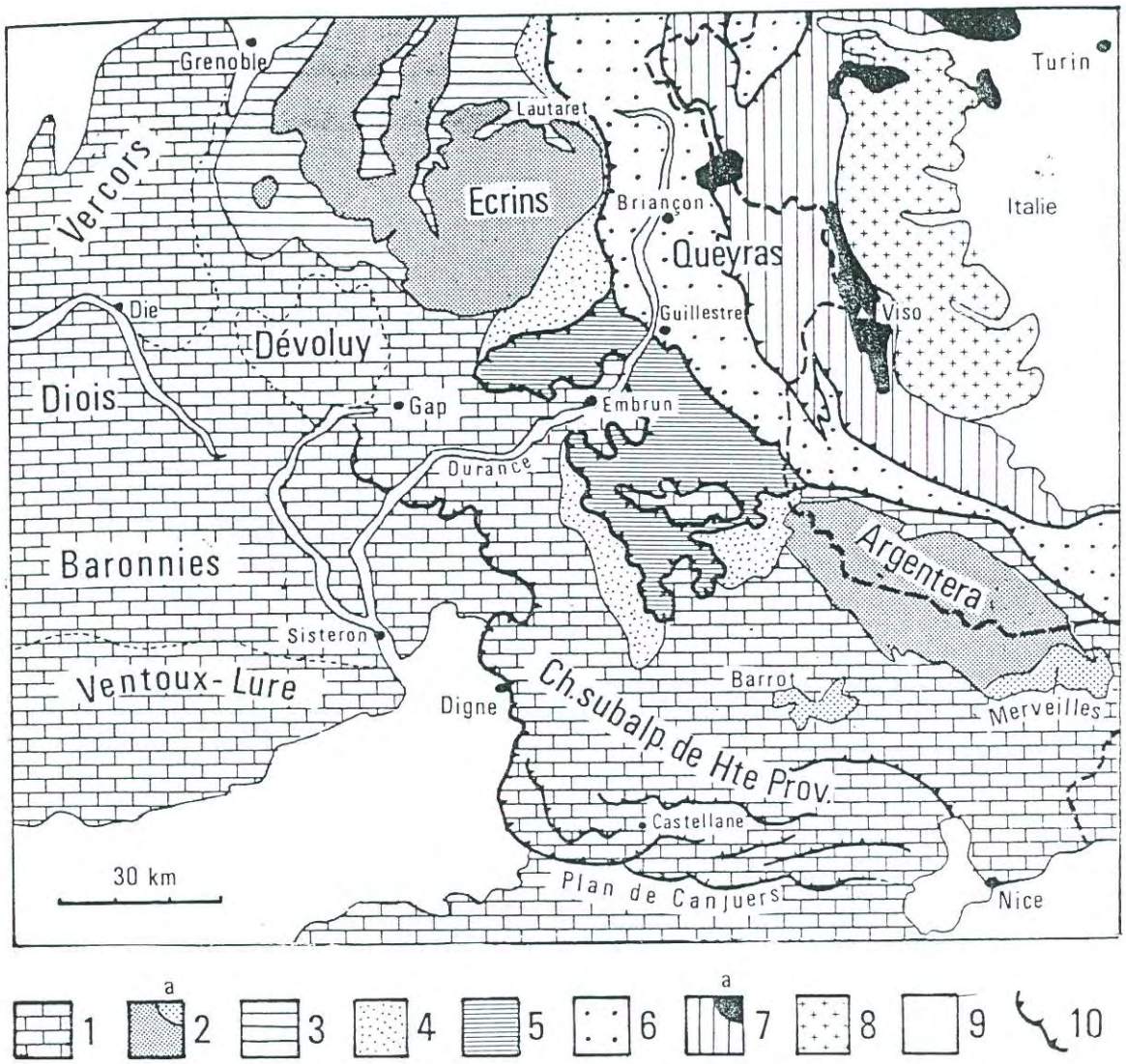
j1-2. Calcaires à *Cancellophycus* (Dogger) (80 m). Série rythmique de calcaires argileux en bancs décimétriques à métriques à patine rousse et cassure finement détritique bleu-noir, avec *Cancellophycus*, Bélémnites, Spongiaires et Brachiopodes, séparés par des couches marneuses noires de même épaisseur.

Dans le flanc normal du pli de terres Plaines, la partie médiane de la formation est entrecoupée de plusieurs hard-grounds ayant fourni jadis à W.Kilian : *Nannolytoceras tripartitum, Morphoceras polymorphum, Parkinsonia parkinsoni* (Bajocien). Son toit, bien marqué par la disparition brutale des bancs de calcaires, est daté du Bathonien supérieur par : *Nannolytoceras tripartitum, Calliphylloceras disputabile, Phylloceras viator.*

Jz. Cône torrentiel actif. Les principaux cônes actifs se situent aux débouchés des torrents affluents de l'Ubaye, du Bachelard et de la Blanche de Laverq, c'est à dire au pied des versants exposés au Sud et au Sud-Ouest. Cette particularité résulte de conditions *morpho-structurales* (pentes raides contraires au pendage régional) et *climatiques* (absence ou réduction de la couverture végétale) qui favorisent l'action de l'érosion torrentielles sur ces versants.

Jy. Cône torrentiel ancien. Certains de ces appareils, nettement recreusés par leur torrent (Les Thuiles) sont réellement anciens, sans que l'on puisse les dater relativement aux autre formations superficielles non actuelles ; ailleurs, il s'agit de secteurs latéraux fixés de cônes encore actifs (Jausiers).

Figure 2 : extrait de la notice explicative de la carte géologique Barcelonnette au 1/50 000, BRGM XXXV-39 (1974).



1. Chaînes subalpines; 2. Massifs centraux (a. leur couverture permienne); 3. Couverture secondaire des massifs centraux (Jurassique inférieur et moyen); 4. Couverture tertiaire des massifs centraux (Grès du Champsaur, au nord; Grès d'Annot, au sud); 5. Nappes de l'Embrunais; 6. Nappes briançonnaises; 7. Nappes de Schistes lustrés (a. ophiolites); 8. Substratum granito-gneissique des Schistes lustrés; 9. Bassins tertiaires et quaternaires péri-alpins; 10. Chevauchements et nappes de charriage.

Figure 3 : Debelmas (1987) : «carte géologique simplifiée des Alpes du Sud» (Découverte géologique dans les Alpes du Sud)

2. Description géologique :

2.1. L'autochtone :

La vallée de Barcelonnette s'est formée sur un socle hercynien recouvert d'épais sédiments autochtones qui disparaissent eux-mêmes sous les avancées des différentes nappes.

Cette vallée s'ouvre en "fenêtre" à la suite d'un bombement structural. Les roches du soubassement marneux se sont en effet rehaussées, pour être creusées par l'érosion. Ses dimensions atteignent 22 km d'est en ouest et 10 km du nord au sud.

Les Terres Noires apparaissent ainsi largement sous les nappes de l'Embrunais-Ubaye et sous la zone briançonnaise. Elles appartiennent à la zone externe et constituent ce qu'on appelle les terrains autochtones.

La série sédimentaire de l'autochtone va du Trias à l'Éocène supérieur mais ce sont surtout les marno-calcaires de l'Argovien (J_5) et les marnes noires du Callovo-Oxfordien (J_{3-4}) qui affleurent.

Ces terrains sont facilement érodables ainsi que le laissent apparaître les ravines et le creusement des torrents et sont donc propices au déclenchement de glissements de terrain. En effet, les marnes sont des roches imperméables facilement saturées d'eau dès qu'il pleut (voir paragraphe 5.1. sur les conditions climatiques) : les limites de plasticités et de liquidités sont très vite atteintes. Le Torrent de Poche en est un parfait exemple.

2.2. Les nappes de l'Embrunais-Ubaye :

Ce sont tous les terrains de la zone interne des Alpes.

2 nappes lithologiquement très différentes se distinguent :

- la nappe du Parpaillon qui recouvre, au nord, en partie la nappe de l'Autapie et qui repose, au sud, directement sur les terrains autochtones ; il y a donc discordance. Cette nappe est constituée de flyschs à helminthoïdes du Parpaillon, de grès de l'Embrunais, de schistes noirs et versicolores appelé aussi "complexe de base". Le pendage nord-est entraîne une dissymétrie dans le relief.
- au sud de l'Ubaye, une nappe inférieure qui repose directement sur l'autochtone. Elle est composée de flyschs[1] à helminthoïdes de l'Autapie, de flyschs dissociés (ce sont des schistes noires, des bancs discontinus de calcaires gréseux, des schistes[2] noires et des brèches siliceuses). Elle apparaît aussi largement au nord entre les terres noires et les écailles basales de la nappe de l'Embrunais.

Figure 5 - Coupe à travers les Alpes franco-italiennes (le Viso marque la frontière). Extrait de Debelmas, 1974.

mol. = molasse *H. br. = Houiller briançonnais* *S.l.p. = schistes lustrés piémontais*

Figure 4 : coupe à travers les Alpes franco-italiennes. Extrait de Debelmas (1974)

Le versant sud est plus long que le versant nord à cause de la lithologie plus molle de la nappe de l'Autapie mais aussi parce que la nappe du Parpaillon descend beaucoup plus bas surtout près de Jausiers. Les Flyschs sont moins favorables aux glissements de terrain mais beaucoup plus aux éboulements et aux écroulements comme au Sauze et le long de la montagne de l'Alpe (Augier et Rebmann, 1990).

Il faut donc faire une distinction entre les terrains autochtones et les terrains allochtones formés des nappes de charriage recouvrant l'Ubaye et l'Embrunais.

---

[1]Flyschs : formation très épaisse issue de dépôts marins fins où alternent des lits de grès et de schistes à un rythme très rapide. C'est un faciès géosynclinal qui précède la phase tectonique paroxysmale.

[2]Schistes : roches affectées d'un métamorphisme variable. Les calschistes sont d'anciennes marnes faiblement métamorphisées : les SCHISTES LUSTRÉS des Alpes font partie de cet ensemble.

2.3. L'héritage quaternaire :

La fin du Tertiaire et tout le Quaternaire correspondent à l'histoire du creusement du bassin, principalement par les différentes glaciations et secondairement par le réseau hydrographique.

La glace arrive dans la vallée de l'Ubaye par le nord-est. Les glaciers façonnent ainsi des cirques qui marquent l'aspect actuel des versants.

En se retirant, les glaciers laissent des dépôts morainiques qui recouvrent en partie les terrains autochtones sauf au niveau des ravines, des coulées et des glissements où les marnes noires, souvent remaniées, affleurent. Ces dépôts occupent actuellement la majeure partie de la fenêtre de Barcelonnette avec des épaisseurs très variables qui peuvent atteindre 20 ou 30m ou alors être très infimes.

Les moraines sont des terrains perméables qui peuvent accumuler une grande quantité d'eau. Sous ce poids, il peut se produire des glissements plus profonds, de type rotationnel.

D'autres formations quaternaires aussi spectaculaires mais moins " catastrophiques " peuvent aussi être repérées :

- les éboulis qui sont des talus de cailloutis classés par gravité ; ils sont soit actifs soit stabilisés par la végétation. Ils se produisent dans les flyschs et sont issus de l'action fréquente gel/dégel au cours de l'année.
-au-dessus de 2000m d'altitude, les glaciers rocheux qui caractérisent les hautes vallées glaciaires et les cirques. Le plus caractéristique se localise au-dessus du glissement/coulée du Sauze sous le Chapeau de Gendarme.
-les cônes de déjection qui concentrent le matériel qui a été érodé à l'amont et qui est charrié par le torrent. Ils contribuent aux sinuosités de l'Ubaye. A l'heure actuelle ces formations sont moins dynamiques grâce aux travaux entrepris par l'homme depuis plus d'un siècle mais elles peuvent encore se modifier lors d'une crue de grande ampleur.

On peut remarquer l'étendue des cônes de déjection des affluents de la rive gauche de l'Ubaye qui est importante que l'étendue de ceux de la rive droite (secteur étudié).

3. L'OCCUPATION DU SOL :

3.1. Historique :

Au début de l'Holocène, le fond de vallée est un peu moins profond qu'aujourd'hui. Le creusement se fait par érosion fluviatile et par un ruissellement qui s'est accentué au cours des derniers siècles.

A l'époque romaine, la vallée de Barcelonnette est déjà habitée. Des traces de boisements très importants ont été retrouvés, surtout à l'étage montagnard et à l'étage subalpin.

Au XIV et au XV^{ème} siècle, la population commence à déboiser et à défricher dans le but de cultiver et de transformer des terres en pâturages.

Au milieu du XIX^{ème} siècle, le déboisement est à son maximum. L'érosion devient intense, la torrentialité se développe, les torrents emportent les roches. Les mouvements de terrains se font de plus en plus fréquents.

Grâce à des opérations de reboisements mises en oeuvre dès la fin du siècle dernier, la vallée se stabilise peu à peu. Mais l'équilibre reste tout de même très précaire et certains endroits sont toujours très actifs.

3.2. L'occupation actuelle du sol :

Le paysage actuel est largement marqué par l'influence anthropique : il est le fruit de reboisements organisés qui interfèrent avec la végétation naturelle.

En traversant les versants de la vallée, de nombreuses traces passées sont encore discernables comme les murets partiellement revégétalisés, des anciennes terrasses de culture ou des anciens villages aujourd'hui délaissés.

Malgré cela, l'agriculture et l'élevage sont omniprésents dans la vallée. Ils se combinent avec l'activité touristique hivernale et estivale que proposent les stations de ski ainsi que les communes et dont découlent beaucoup d'activité annexes, en particulier le commerce.

IV. LES CONDITIONS CLIMATIQUES ET HYDROLOGIQUES :

1. La climatologie :

La région de Barcelonnette est soumise à un climat méditerranéen à tendance continentale assez marquée.

L'influence continentale se caractérise par des températures froides en hiver, c'est à dire inférieures à 0°C en décembre et en janvier et supérieures à 16°C en juillet et en août. L'enneigement est important en hiver : il dure en moyenne 4 mois et persiste plus longtemps sur les versants exposés au nord ; il est donc favorable aux stations de Sauze, Super-Sauze, Pra Loup et la Frache. Enfin, l'amplitude thermique journalière et annuelle est importante.

L'influence méditerranéenne se caractérise par des précipitations importantes en automne et au printemps, des averses orageuses très violentes en été. L'ensoleillement est plus important ici que dans toutes les autres vallées des Alpes (environ 300 jours).

2. L'hydrologie :

De nombreux torrents alimentent l'Ubaye près de Barcelonnette.

Leur débit est très variable dans le temps, ceci dû au climat méditerranéen atténué à tendance montagnarde. Ainsi, les débits des torrents sont marqués par deux maxima, le principal étant celui de printemps issu de la fonte de la neige et qui est responsable du débit très élevé de l'Ubaye à cette époque de l'année. Un pic secondaire se produit en automne lors de la recrudescence des pluies.

Q/S= module spécifique en l/s/km^2

Le module spécifique est le débit brut rapporté à l'unité de surface, ce qui permet de comparer des bassin-versants de taille très différentes.

Lieu	Module spécifique
DOMAINE OCEANIQUE DE PLAINE	
Loire à Gien	6,2 l/s/km2
Seine à Paris	5,9 l/s/km2
DOMAINE DE MOYENNE MONTAGNE A INFLUENCE OCEANIQUE	
Moselle à Epinal	30,3 l/s/km2
DOMAINE DE MONTAGNE ALPINE	
Isère à Grenoble	30,6 l/s/km2
DOMAINE MEDITERRANEEN	
Ardèche-Sauze- Saint Martin	27,9 l/s/km2

Figure 6 : modules spécifiques d'près le tableau de Frécaut (P. Pagney, 1988)

En moyenne annuelle, les modules spécifiques de l'Ubaye atteignent 20 l/s/km^2 (Ch.P. Péguy, 1947). Ces torrents drainent des bassin-versants de tailles variables.

Ils traversent des terrains différenciés :

-les flyschs de l'Embrunais-Ubaye près de la source,

-les marnes noires de l'autochtone dans les parties basses qui incisent largement les torrents . Ils mettent à découvert de grandes surfaces souvent dépourvues de végétation soumises à un ravinement intense, surtout pendant les périodes où les pluies sont fréquentes. Ces ravinements deviennent des collecteurs qui amènent les eaux aux torrents, autrement dit des bassins de réception. Ils sont localisés sur la carte topographique au 1/25 000 par de petits drains temporaires, ainsi que par un figuré précis. L'intensité de l'érosion en fait donc un agent primordial.

3. La végétation :

Elle est largement marquée par le régime climatique. Bon nombre d'espèces méditerranéennes comme des oliviers qui poussent en général à des altitudes beaucoup plus faibles s'y développent dans la vallée. Ces plantes se mêlent à des espèces typiquement alpines qui s'étagent par tranches d'altitude.

-des pins à crochets, des pins sylvestres et des pins noirs d'Autriche qui sont le fruit des reboisements anthropiques se localisent à l'étage montagnard. Il y a assez peu de sapins et d'épicéas.

-à l'étage supérieur les pins sont peu à peu remplacés par des mélèzes.

-à l'étage alpin se développent les pelouses alpines.

On retrouve aussi une végétation spécifique, hygrophile, dont la présence est directement liée à l'existence de zones plus humides, voir marécageuses, et qui peut être d'une aide précieuse pour un repérage précis. Ce sont surtout des feuillus comme les peupliers trembles, des joncs, et de la végétation herbacée comme le carex que l'on ne retrouve que dans des zones où la teneur en eau est élevée.

Cette vallée est la plus septentrionale des vallées alpines à influence méditerranéenne. De ce fait, les plantes peuvent croître à des altitudes plus élevées que dans le reste des Alpes françaises.

V. DÉLIMITATION DU SECTEUR D'ÉTUDE :

Il s'agit de la partie sud du bassin de Barcelonnette qui comprend la rive droite de la vallée du Sauze jusqu'à la rive gauche du Riou Versant. La limite sud correspond à la Montagne de l'Alpe et la limite sud-ouest au Chapeau de Gendarme.

La limite nord est, bien entendu, l'Ubaye. Il s'agit des meilleures limites naturelles retenues, les limites choisies au départ étant des lignes créées par l'homme qui recoupent les unités naturelles.

-la D64 à l'est qui va sur Nice par le Col de la Bonette,
-la D9 et la D209 à l'ouest qui mènent aux stations de Sauze et de Super-Sauze, lieu où se termine la route.
-la D900 au nord qui vers le Col de Larche.

Ces limites sont très faciles à déterminer sur une carte car elles sont très bien matérialisées et plus visibles que les cours d'eau, mais elles ne correspondent pas toujours très bien au relief même si elles empruntent une vallée.

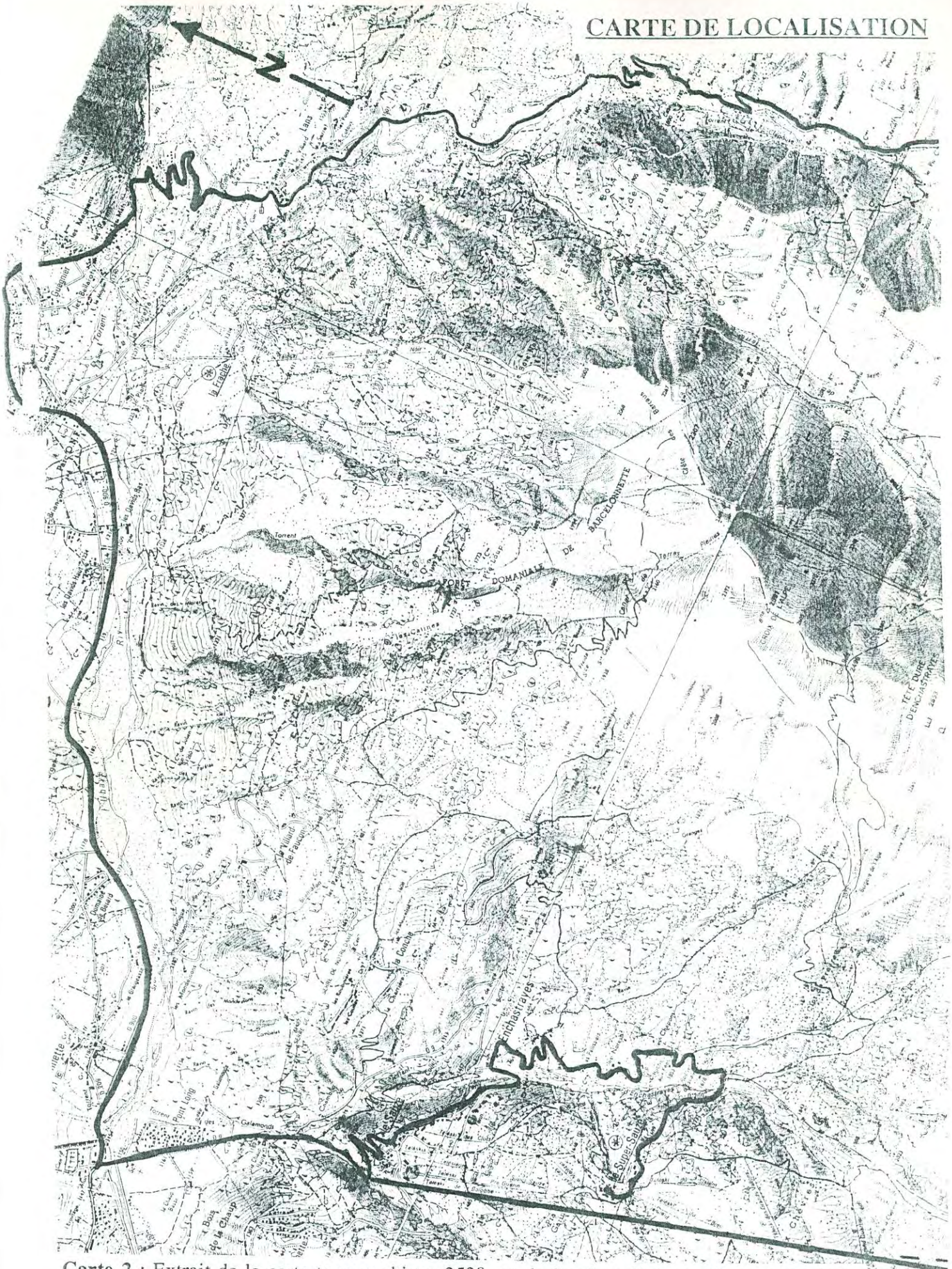
Les principaux torrents traversant le secteur sont, d'ouest en est :
- le **Sauze** qui conflue avec le torrent de **Boure** pour devenir le torrent des **Galamonds,**
- le torrent de **Bramafan,**
- le torrent de **Poche**
- le torrent de la **Frache** avec son affluent le torrent **Claret**. La Frache conflue avec le **Riou versant.**

VI. CONCLUSION :

Cette vallée dissymétrique doit sa complexité à sa lithologie qui superpose les terrains autochtones aux terrains allochtones que sont les nappes de l'Embrunais-Ubaye. Les propriétés des roches en place très sensibles à l'érosion favorisent le déclenchement de mouvements de terrains.

Dans la partie qui suit, des mouvements de terrains déjà connus sont successivement répertoriés. Ils sont mesurés en vue d'obtenir des rapports de mesures ou indices.

CARTE DE LOCALISATION



Carte 2 : Extrait de la carte topographique 3539 est de Jausiers (édition 1991) au 1/25 000 réduite 2 fois (1/50 000)

2ème partie : étude de quelques glissements actifs

I. TERMINOLOGIE ET DÉFINITION D'UN GLISSEMENT DE TERRAIN, D'UNE COULÉE :

Les mouvements de terrain entrent dans la catégorie des mouvements de masse : ils impliquent une rupture et un déplacement simultané des matériaux sous l'action de la gravité. Les matériaux déplacés ont des limites nettes.

Les mouvements de terrain englobent, entre autre, les glissements de terrain et les coulées. Il semble donc nécessaire de rappeler les spécificités d'un glissement de terrain ainsi que celles d'une coulée. Par la suite celles-ci ne sont plus différenciées.

1. Le glissement de terrain :

1.1. Définition :

On définit comme glissement de terrain tout phénomène mettant en mouvement des terrains à des vitesses de déplacement variables et concernant des matériaux meubles, affouillables.

Ils sont délimités dans leur partie amont par une zone déterminée par un ou plusieurs arrachements apparents. Ils évoluent à des vitesses de quelques centimètres à quelques mètres par an et peuvent affecter des volumes de quelques m^3 à plusieurs millions de m^3 pour les glissements les plus considérables.

Deux types de glissements peuvent être différenciés : les glissements qui se produisent le long d'une surface plane et les glissements qui se produisent le long d'une surface en semi-ellipse (glissements rotationnels). Mais les formes rencontrées sur le terrain sont bien souvent plus complexes et résultent d'une composition entre les deux types de glissements.

Pour les **glissements plans**, le mouvement est translationnel, souvent au niveau des discontinuités couvert végétal/substratum, formations superficielles/roches en place, failles ou plan de stratification, pendage des couches et structure des formations géologiques.

Les **glissements rotationnels** ont lieu le long de surfaces de rupture concaves. Les masses glissées dégénèrent souvent en coulées de débris. Les surfaces de rupture peuvent être emboîtées, provoquant des phénomènes de glissements en chaîne.

D'après Filliat (1981), " lorsqu'un glissement se produit, il y a suppression de la butée en pied du terrain amont, surcharge du terrain aval par sa langue et possibilité de déclenchement de nouveau glissements. Le processus peut alors se déclencher de proche en proche et affecter l'ensemble du versant ".

Ainsi, le glissement régressif apparaît en s'amorçant au pied d'un versant et progresse par la suite vers l'amont.

1.2. Les principaux éléments d'un glissements d'après la nomenclature de Crudden :

Un mouvement de masse se compose de différentes parties qui font l'objet d'une terminologie précise. Ne sont retenus ici que les termes utiles pour l'étude qui va suivre.

Zone d'ablation : c'est le secteur du glissement dans lequel le matériel déplacé se trouve en-dessous de la topographie initiale.

Zone d'accumulation : c'est le secteur du glissement dans lequel le matériel déplacé se trouve au-dessus de la topographie initiale.

Couronne : cela correspond aux parties les plus hautes de l'escarpement principal où le matériel n'a pas encore été déplacé.
Au-delà, il y a souvent des **fissures de régression** (elles sont qualifiées de régression lorsqu'elles s'ouvrent en arrière de la niche d'arrachement et qu'elles résultent de la propagation des mouve-ments vers l'amont).

Escarpement principal : c'est une pente raide dans laquelle le sol ou la roche en place est visibles, en limite supérieure du glissement causé par le mouvement du matériel déplacé.

Escarpement secondaire : c'est une pente raide dans le matériel déplacé du glissement causé par des mouvements différentiels.

Fissures transversales : ce sont les fissures perpendiculaires à la pente dans le corps du glissement.

Fissures radiales : ce sont les fissures parallèles à la pente ; elles sont rares dans la zone d'ablation.

Front : c'est la limite la plus basse, habituellement incurvée à cause de la vitesse différentielle due aux forces de frottements sur les parois du soubassement, du matériel déplacé, la plus éloignée de l'escarpement principal.

Bourrelets : ce sont des surélévations locales dus à une compression. Ils sont aussi appelés bossellements.

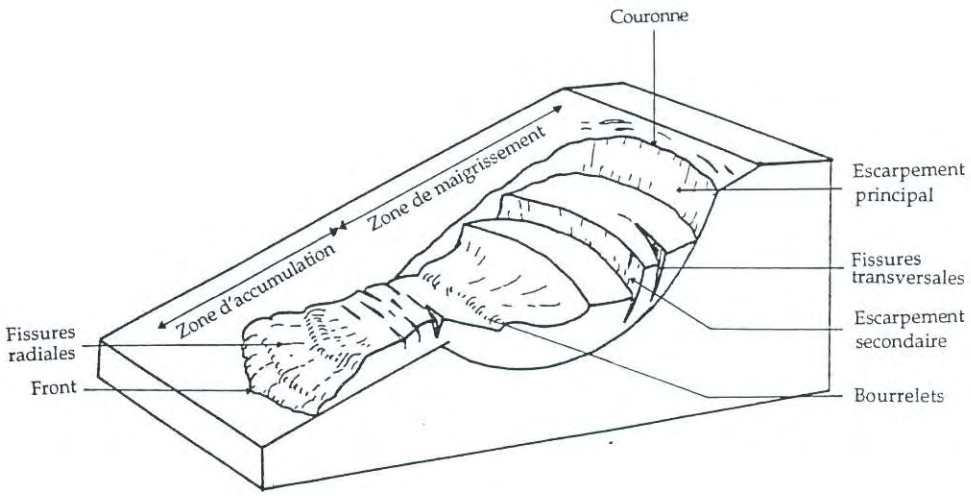


Figure 7 : principaux termes d'un glissement de terrain d'après la nomenclature de Crudden.

Tout glissement comporte 2 zones :
- en tête, la zone d'ablation correspond à une dépression issue du matériel déversé dans la zone d'accumulation.
- vers le bas, l'amoncellement de matériaux glissés crée des formes telles les langues, les bourrelets et correspond à la zone d'accumulation.

2. La coulée : définition :

Une coulée est un déplacement de matériel qui est différent de celui des glissements de par la disparition des structures de la roche ou du sol, de par leurs vitesses plus grandes, de par une

consistance plus ou moins "pâteuse" ou visqueuse des matériaux mélangés et transportés, tantôt grossiers mais le plus souvent hétérogènes.

Ces mouvements sont également différents de par leur morphologie d'ensemble. Ils évoluent en lame sur une pente ou sont guidés par l'encaissement du talweg, du vallon ou du torrent qu'ils empruntent et au débouché duquel ils s'étalent en cône ou en éventail.

Les mécanismes d'écoulement sont encore mal connus mais les observations de terrain font état d'un écoulement spasmodique, des phases d'écoulements plus rapides alternent avec des pulsions d'écoulements plus visqueux et plus lents.

Les vitesses sont maximales à la limite masse rigide-coulée laminaire. Certaines coulées sont capables de construire des levées latérales, qui tendent à contenir l'écoulement de sorte que, moins étalée latéralement, la coulée descend plus loin.

Dans le secteur étudié, des glissements, des coulées et des glissements rotationnels évoluant en coulées (que l'on appelle aussi "glissement-coulée" et qui dérive de l'expression anglo-saxonne "flowslide") peuvent être repérés. Ils se développent dans un matériel marneux pouvant renfermer, suivant la période de l'année, beaucoup d'eau.

II. FICHES DESCRIPTIVES DE QUELQUES GLISSEMENTS ACTIFS :

1. Les glissements actifs :

1.1. Le glissement-coulée du Sauze :

Orientation : nord
Altitude : 1950m au sommet
1750m à la base d'où un dénivelé de 200m.
Longueur de la coulée seule : 630m
Pente moyenne : 18°
Largeur de la couronne : 200m
Largeur à la base : 10m
Surface totale du matériel remanié : 54 600m^2 (mais ceci est une estimation).

L'hydrogéologie :

De nombreuses sources prennent naissance au contact entre les "Terres Noires et les formations glaciaires. Certaines sont captées comme la source de la Goutta qui est à l'origine du torrent du Sauze. Lorsqu'il pleut de nombreux drains se mettent en activité et imbibent le glissement, ce qui provoque parfois la mise en mouvement du terrain et favorise la création des coulées.

La géologie :

Le glissement évolue dans des terrains détritiques, des formations glaciaires et des marnes altérées. Il n'y a donc que du matériel remanié.

Les formations glaciaires se trouvent principalement à l'amont et s'étendent sous la forme d'une langue morainique le long de la partie est de l'ensemble du mouvement.

Photo 3 : glissement-coulée du Sauze évoluant dans une zone où les marnes affeurent (ravines).

Le mouvement :

La masse glissée des Moulines est la partie la plus récente. En effet, de nombreux blocs marneux en décomposition, une très faible quantité de végétation (quelques touffes) et une érosion intense le confirment.

Le second replat correspond à l'atterrissement d'une coulée plus ancienne, mais qui comporte de nombreuses fissures et fentes radiales ouvertes et qui caractérisent son activité.

Le talus du bourrelet terminal vient s'écraser dans le lit du torrent. Son activité est intense car il est soumis à la pression de l'ensemble des matériaux stockés à l'amont. A cet endroit, la totalité des eaux de surface et des eaux souterraines se concentre sur quelques mètres de large.

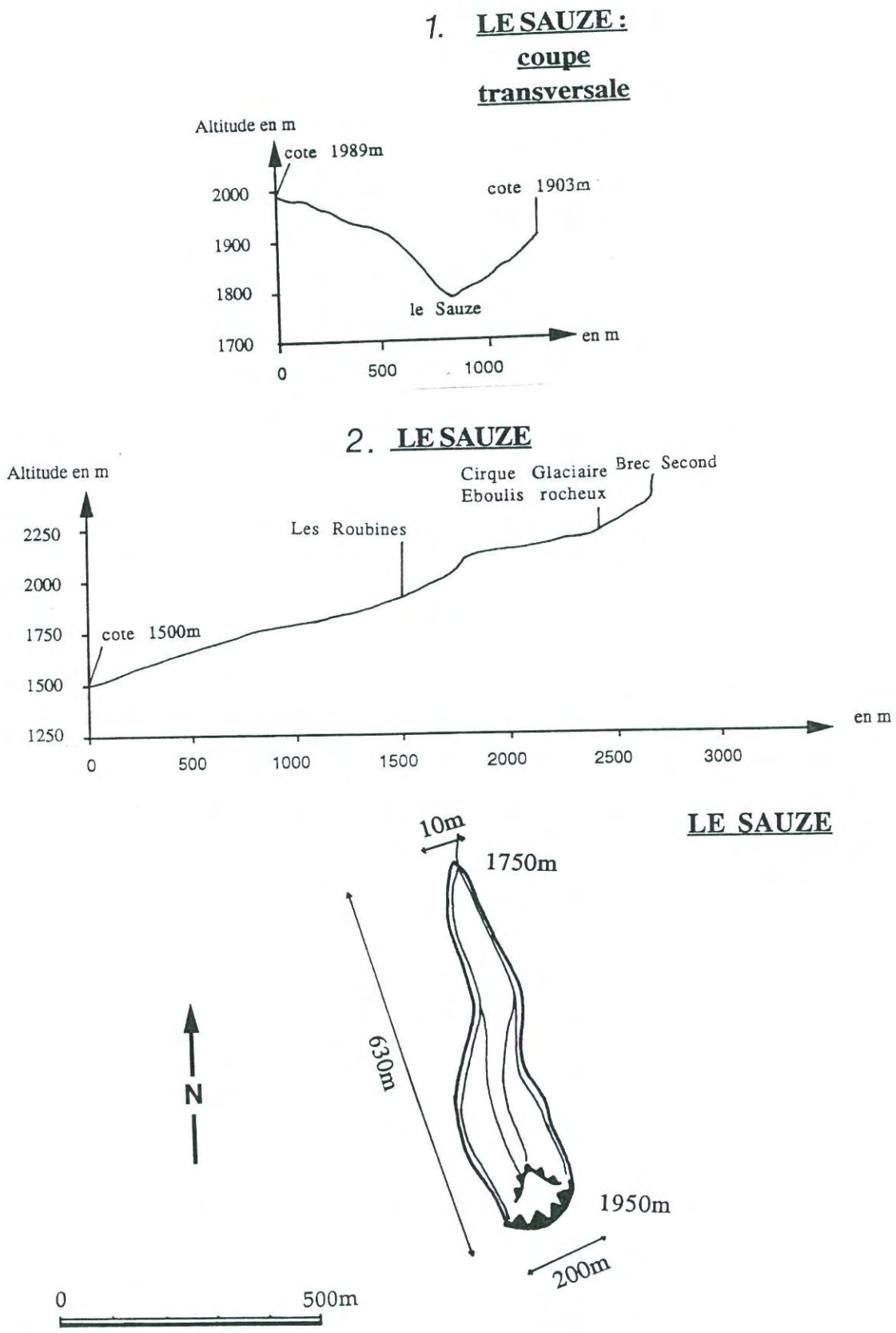


Figure 8 : Le glissement du Sauze

La végétation dans le glissement et dans le corps de la coulée :

Elle semble relativement inexistante d'après la photo-aérienne au 1/30 000 Barcelonnette /Larche 1988 mais on note tout de même une reprise de la végétation uniquement sous la forme de touffes. On peut aussi remarquer la présence de prairie alpine dans le glissement mais celle-ci provient de la masse effondrée.

1.2. Le glissement de Poche :

Il s'agit là aussi d'un glissement évoluant en coulées. Dans ce cas précis, plusieurs coulées successives sont repérées.

Localisation : sur la rive droite du torrent de Poche entre les cotes 1200m et 1500m.
Orientation : ouest
Pente moyenne : 16°
Altitude : 1500m au sommet
1230m à la base d'où un dénivelé de 270m
Longueur totale du glissement :1000m
Largeur de la couronne :280m
Largeur à la base :environ 100m

L'hydrogéologie :

Le contact entre les marnes noires et la couverture morainique favorise des venues d'eau .
Le contact entre le glissement et les coulées est marqué par une zone très humide (exurgence du cours d'eau).
Le mouvement démarre le long d'un drain temporaire, affluent du torrent de Poche, dont le cours varie en fonction de la topographie accidentée. Des mares marquent les replats formés par les coulées successives.

La géologie :

Les marnes noires affleurent dans presque tout le mouvement. Les marnes qui affleurent dans la partie est de l'escarpement principal sont beaucoup plus claires ; elles sont certainement plus altérées. La couverture de moraine est peu épaisse (moins de 1m) mais apparaît par endroits.

Le mouvement :

La couronne a la forme d'un immense arc de cercle de 500 à 600m. Des glissements successifs donnent l'impression d'une extension continuelle de cette couronne.
Au-delà du corps principal, des coulées prennent naissance : certaines sont plus actives que d'autres. On peut le remarquer grâce à l'état d'humidité, ainsi qu'à l'état des fissures et des bossellements.
L'ensemble du mouvement vient mourir dans le torrent de Poche qui conflue un peu plus loin avec l'Ubaye.

La végétation :

Ce sont principalement des prairies alpines mais il subsiste aussi des lambeaux de forêt. Dans le mouvement cette forêt est modifiée à cause de l'activité du glissement et des coulées.

La végétation permet de déterminer l'âge des différentes coulées : les coulées les plus à l'aval sont boisées alors que les secteurs amonts sont à peine recouverts de touffes herbeuses. Les arbres sont penchés voire déracinés ce qui évoque une activité constante de ces coulées.

Ce glissement s'intègre dans un ensemble de mouvements beaucoup plus vaste. Il s'agit en fait d'un secteur en glissement entre le Riou Des Ribes et le torrent de Poche. Le sommet de ce secteur se trouve au niveau des trois cotes 1885-1885-1894m pour finir dans la vallée de l'Ubaye. Il comprend la coulée du Plan, le glissement du torrent de Poche ainsi que toute une série de mouvements le long du Riou Des Ribes.

D'autres mouvements, plus anciens, concerneraient tout le versant.

Photo 4 : zone de départ du glissement-coulée de Poche. La couronne est bordée d'arbres. Une coulée plus récente et relativement petite par rapport à la totalité du glissement de Poche est nettement visible.

3. VERSANT DU TORRENT DE POCHE

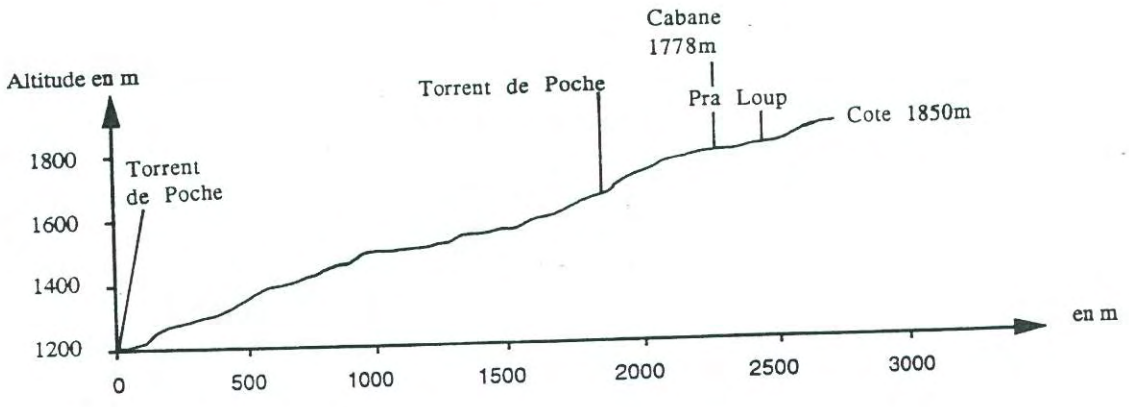


Photo 5 : glissement de Poche
vu du versant d'en face

4. GLISSEMENT DE POCHE

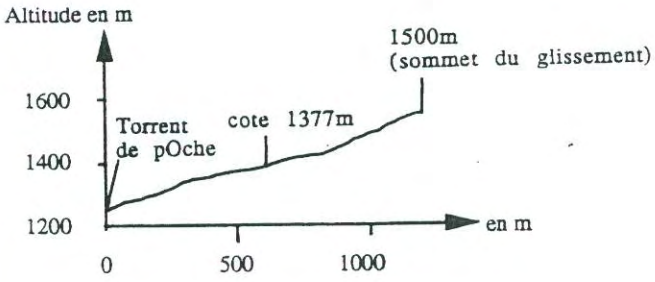


Figure 9 : le glissement-coulée de Poche

1.3. Le glissement du Bois Noir :

Celui-ci s'est produit en 1993.

Situation :le glissement se situe sous le ravin du Bois Noir dans le coude de la route venant de la Frache.
Orientation : nord/nord-est
pente moyenne :15°
Altitude : 1640m au sommet
1600m à la base d'où un dénivelé de 40m
Longueur totale du glissement : 150m
Largeur de la couronne : 60m
Largeur à la base : 42m

L'hydrogéologie :

Le torrent du Bois Noir a changé son cours en s'orientant plus à l'est, pour se perdre dans la zone marécageuse des Tuisses. L'humidité est omniprésente dans tout le secteur. Elle fait sentir ses effets dans le corps du glissement qui est sans cesse remanié. Tout près du glissement, il y a une source et plus bas dans le Bois Noir se localisent des marais (marais des Tuisses).

La géologie :

Le mouvement se développe dans les marnes noires, mais on peut repérer de nombreux blocs de marno-calcaires ainsi qu'un peu de moraine sous la couronne.

Le mouvement :

Il s'agit d'un glissement peu profond (G. Koehlé, 1994) mais ayant une structure de glissement rotationnelle. On peut noter plusieurs gradins et contre-pentes. L'escarpement principal est situé juste sous le chemin glissé du haut.
Le corps du glissement est sans cesse remanié à cause de la présence continuelle de l'eau.

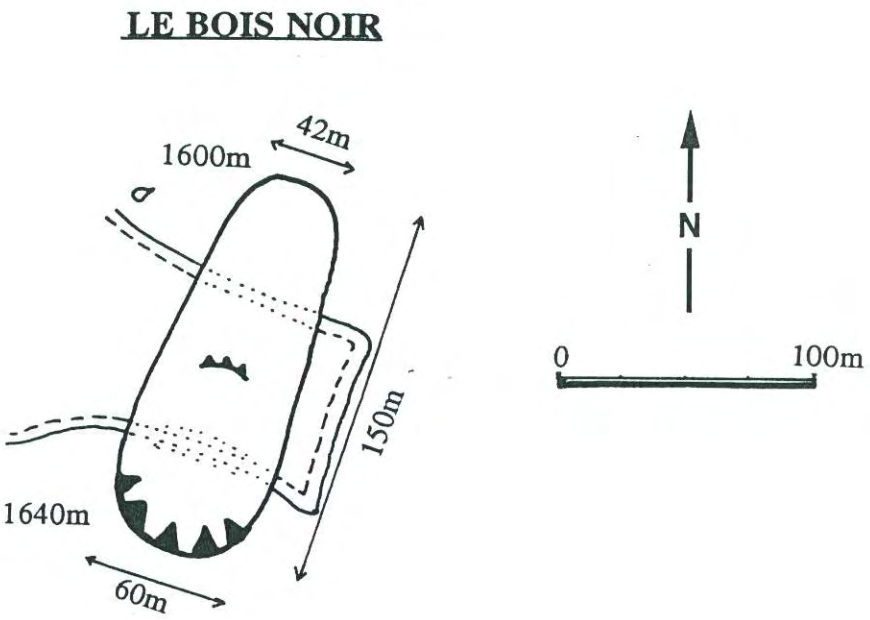


Figure 10 : le glissement du Bois Noir

Photo 6 : le glissement du Bois Noir a abîmé la route : celle-ci est descendue de 1 à 2m.

1.4. Le glissement de la Valette :

C'est le glissement-coulée le plus spectaculaire de la vallée, mais aussi le plus retouché par l'homme. En effet, sa stabilisation est importante puisqu'il menace le lotissement, la zone industrielle et l'aérodrome qui se trouvent juste au-dessous dans la commune de Saint-Pons.

Situation : le mouvement se localise dans la commune de Saint-Pons au lieu-dit "Champ de Tir". Il débute au niveau du Rocher Blanc sous la crête de Soleille Boeuf pour se terminer en une coulée sous la Trachette.
Orientation : sud-ouest
Pente moyenne : 22°
Altitude : 1990m au sommet
1320m à la base d'où un dénivelé de 670m
Longueur totale du mouvement : 1750m
Largeur de la couronne : 500m
Largeur à la base : 200m

L'hydrogéologie :

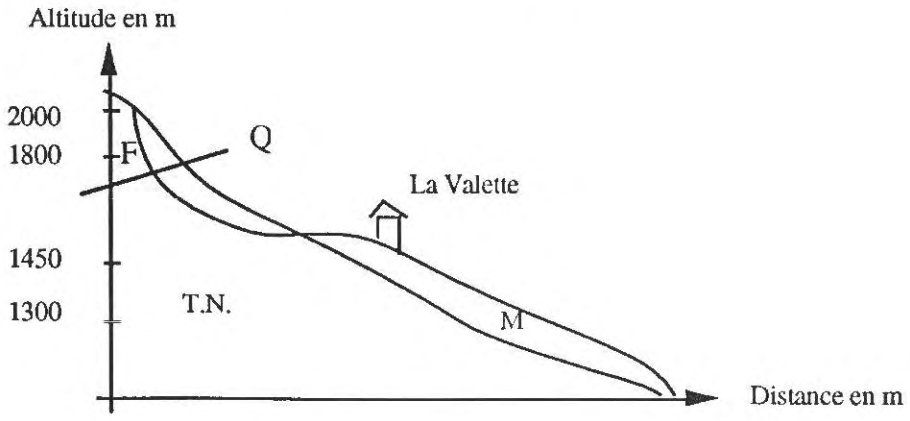
De nombreuses sources jaillissent à la discontinuité entre les flyschs et les marnes noires imperméables.

Les torrents de Serre et de La Valette drainaient le bassin-versant sur lequel s'est produit le glissement. Ces torrents n'ont actuellement plus de lit et s'étendent ainsi sur les masses de matériaux instables glissés.

La géologie :

La couronne et les parties en contrebas se sont développées dans les flyschs dissociés de la nappe de l'Autapie. Le corps du glissement évolue ensuite dans une zone principalement constituée de marnes noires.

Le contact brutal entre les 2 types de lithologie s'explique par la présence d'une faille. On pense que c'est cette discontinuité structurale entre les 2 domaines qui a été le principal facteur de mise en mouvement du glissement à cause des circulations préférentielles de l'eau.



Q=zone de contact anormal
F=flyschs crétacés
T.N.=terres noires
M=moraines glaciaires
=ligne de rupture

Figure 11 : schéma géologique du glissement de la Valette (d'après la plaquette publiée par le RTM)

Le mouvement :

La zone de rupture est formée de 2 grands arrachements qui délimitent des panneaux s'emboîtant les uns dans les autres. Le glissement occupe dans sa partie amont un volume important du bassin de réception des torrents de La Valette et du Serre. Il développe des coulées de boues importantes issues du corps principal du glissement. Le pied du glissement atteint la confluence entre le Serre et la Valette. Les masses glissées empruntent le lit du torrent ce qui lui confère une humidité très forte qui favorise la création et l'évolution de coulées de boues à l'aval.

La végétation :

Il n'y a pas de végétation dans le corps du glissement car il est continuellement remanié par des mouvements. De ce fait, l'ONF et plus précisément les services du RTM de Barcelonnette (Restauration des Terrains en Montagne) ont entamé des travaux de stabilisation des terrains à cause de la vulnérabilité des secteurs en contrebas et notamment la commune de Saint-Pons avec l'aérodrome et la zone industrielle.

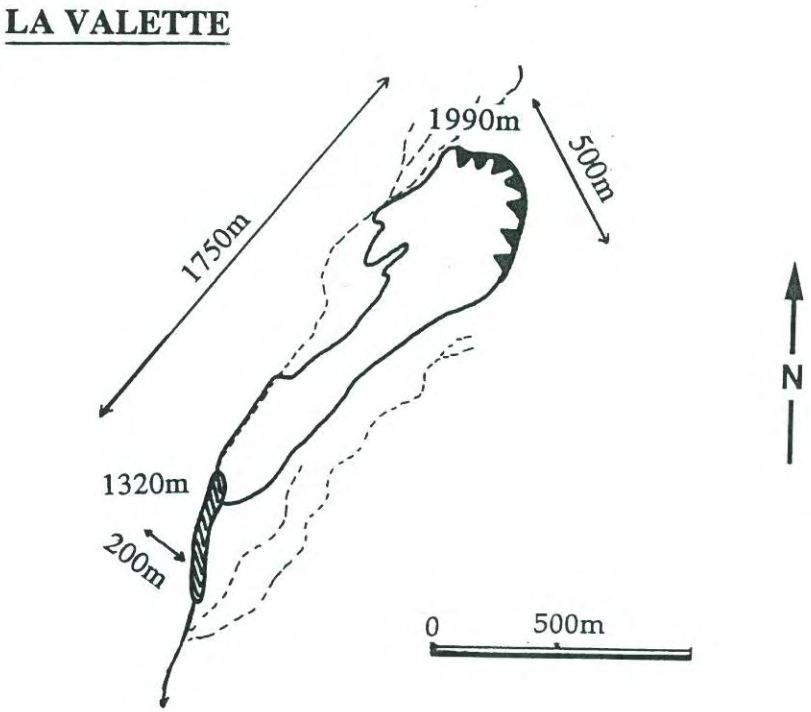


Figure 12 : le glissement-coulée de la Valette

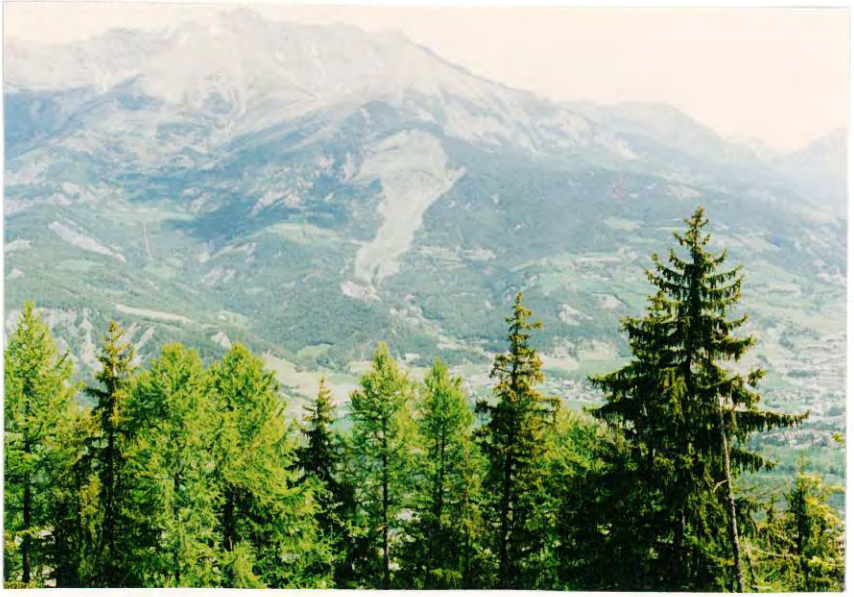


Photo 7 : le glissement de la Valette vu de la route menant à Pra Loup.

2. Conclusion :

Les fiches sur les différents glissements, actifs ou non, permettent de mesurer certains paramètres pour établir des rapports de mesures que l'on confronte à ceux que nous obtient en mesurant les formes supposées être des glissements et qui sont repérées grâce à la visée stéréoscopique des photographies aériennes. Ces glissements sont partiellement ou totalement stabilisés, les glissements actifs ayant été étudiés précédemment.

III. EVOLUTION DES GLISSEMENTS :

La problématique de départ est que les glissements de terrain s'effacent peu à peu à cause de l'érosion, de la colonisation par la végétation, et de l'homme qui les modifie pour de les stabiliser.

J. B. Rice et J. Mac Calpin (1984) ont déterminé les différents stades de l'érosion d'un glissement de terrain dans le schéma suivant :

on suppose que les glissements actuels ressemblent aux glissements anciens plus ou moins effacés. Pour retrouver les traces de ceux-ci, on s'appuie sur les caractéristiques géomorphologiques et morphométriques des glissements actifs actuels.

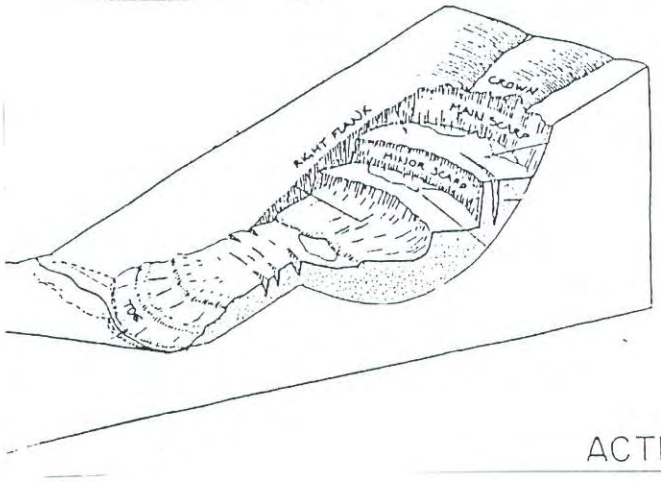


Figure 13a

Le glissement est actif : les formes de l'escarpement principal sont anguleuses et sans végétation.
A l'arrière des blocs glissés, dans les replats, des mares se créent ainsi qu'un drainage local.
Près du front se distinguent des fissures transversales ainsi que des fissures dans l'axe de la pente. De ce fait, un drainage se crée en association avec ces fissures. Le front barre le cours d'eau.

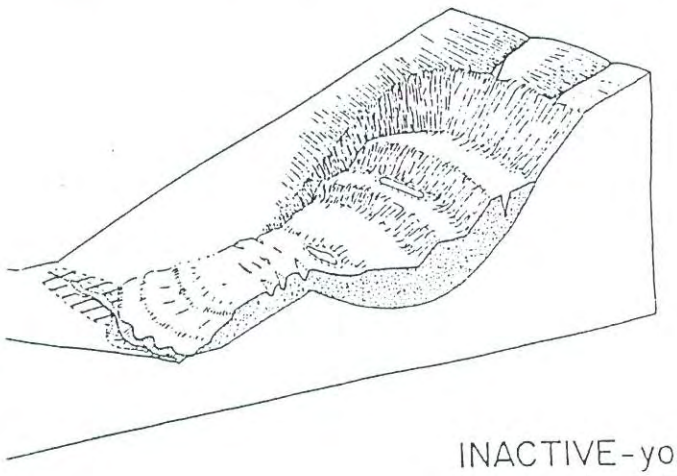


Figure 13b

1ère phase d'inactivité : l'escarpement principal et les escarpements secondaires commencent à se revégétaliser. Les étangs locaux ainsi que les fissures se remplissent de sédiments.

Les formes anguleuses commencent à s'estomper dans le bas du glissement. Le cours d'eau ouvre des brèches dans le barrage naturel créé par le front du matériel déplacé et draine le lac naturel.

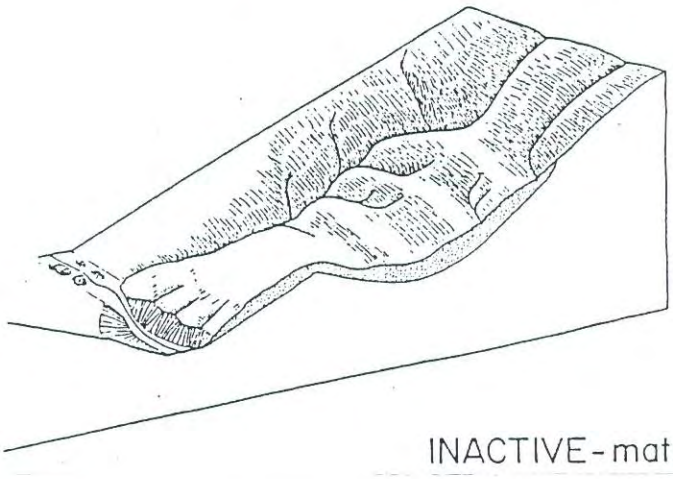


Figure 13c

2ème phase d'inactivité : les escarpements sont disséqués par un drainage local qui suit ces escarpements marginaux. Ces dépôts cachent les sédiments initiaux. La végétation envahit le bas du glissement . Le front est érodé par le cours d'eau.

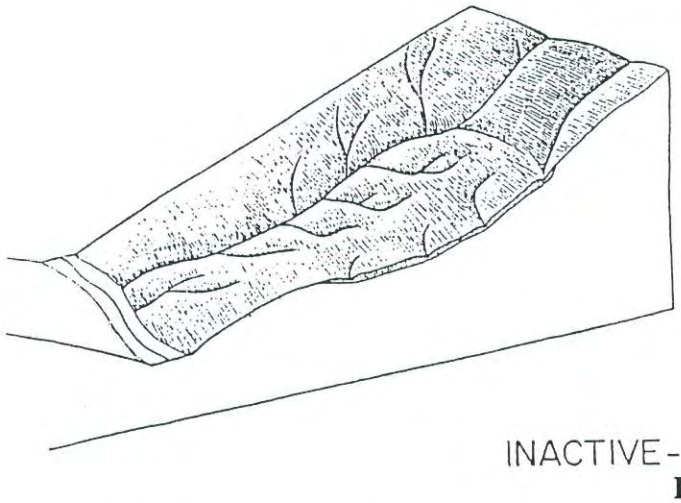


Figure 13d

3ème phase d'inactivité : le drainage obscurcit complètement les formes du glissement.
La seule suggestion d'un mouvement passé sont les courbes anormales résultant des anciens gradins.

Figure 13 : Schéma décrivant les différentes étapes morphologiques de la transformation d'un glissement-type suite à l'action de l'érosion . D'après J.MacCalpin et J.B.Rice

IV . L'ANALYSE MORPHOMÉTRIQUE :

1. Point de départ :

L'idée de départ consiste à établir un certain nombre de mesures simples des glissements actifs et des coulées de la zone pour déterminer des indices susceptibles de nous renseigner sur les proportions des mouvements.

C'est une technique qui s'inspire de la méthode de J.Crozier, car elle utilise également des indices issus de mesures directes des glissements.

Le principe des 2 méthodes est donc identique, même si l'objectif n'est pas le même.

2. Le calcul des indices :

2.1. Le principe de Crozier :

La distinction entre un glissement et une coulée est souvent fondée sur la forme et la longueur du trajet parcouru. En partant de cette affirmation, on décide d'effectuer des mesures sur la forme des glissements de terrain pour créer 7 indices morphométriques.

Chaque indice a été formulé de façon à donner une indication des procédés responsables des variations dans un mouvement de terrain en fonction des éléments mesurés. Le rapport D/L est servi comme un paramètre numérique pour la classification du type de mouvement.

2.2. Techniques d'estimation des proportions d'un glissement :

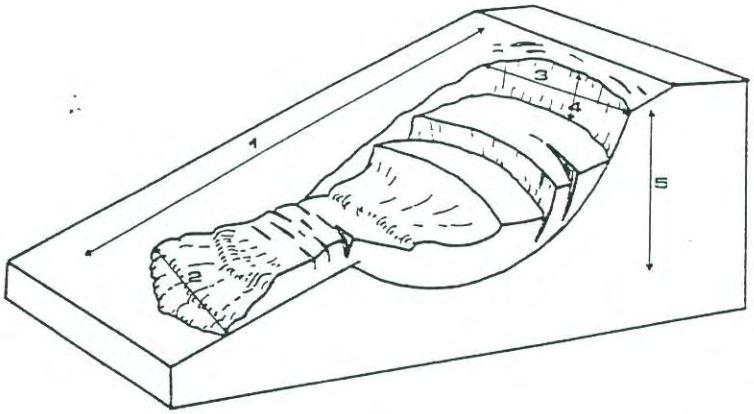
On établit parallèlement le même raisonnement à ceci près qu'on ne veut pas définir le type de glissement mais simplement confirmer si des formes estompées repérées peuvent effectivement correspondre à un glissement.

On pose l'hypothèse qu'un glissement ou une coulée se développe dans un matériel plus ou moins uniforme, sur des pentes homogènes, avec une végétation variée...Les dimensions et surtout la forme du glissement de terrain sont supposés similaires.

Cinq paramètres simples ont été choisis pour être les plus représentatifs de la forme d'un glissement. La longueur totale du glissement (1) nous renseigne sur l'étendue du phénomène ; elle est fonction de la pente initiale du versant. La largeur à la base (2) et la largeur à la couronne (3) se mesurent perpendiculairement à la longueur totale du glissement (1). La hauteur de l'escarpement principal (4) permet de se faire une idée sur le déplacement de la masse glissée. Enfin, la dénivelé entre la tête et le front du glissement (ou de la coulée) peut nous donner des indications de la pente sur laquelle s'est produit le glissement.

A partir de ces mesures, des indices peuvent être calculés :
-dénivelé/longueur totale du glissement (I1)
-largeur à la base/largeur de la couronne (I2)
-largeur de la couronne/longueur totale du glissement (I3)
-largeur à la base/longueur totale du glissement (I4)
-hauteur de l'escarpement principal/longueur totale du glissement (I5)

Ces indices servent de base pour confirmer si une forme ancienne repérée dans le secteur d'étude peut s'assimiler à un glissement de terrain ancien, aux formes estompées. Si les indices n'appartiennent pas à la fourchette des valeurs retenue, l'hypothèse est abandonnée.



1 Longueur totale du glissement
2 Largeur à la base
3 Largeur de la couronne
4 Hauteur de l'escarpement principal
5 Dénivelé

Figure 14 : les mesures effectuées sur les glissements.

4.3. Les paramètres et les indices :

Nom du Glissement	Orientation	Pente moyenne	Altitude au sommet	Altitude à la Base	Dénivelé
Le ravin des Routres	Nord-Est	18°	2200m	1800m	400m
Le Sauze	Nord	40%	1950m	1750m	200m
L'Aupillon	Ouest	12°	2100m	1618m	482m
Lans	Nord-Ouest	18°	1700m	1302m	398m
Le torrent de Poche	Ouest	16°	1500m	1230m	270m
La Frache	Nord	15°	2200m	1700m	500m
Bois Noir	Nord/Nord-Est	15°	1640m	1600m	40m
La Valette	Sud-ouest	22°	1990m	1320m	670m

Nom du Glissement	Longueur totale du glissement	Hauteur de l' escarpement	Largeur de la couronne	Largeur à la base
Le ravin des Routres	1530m	30m	550m	900m
Le Sauze	630m	100m	200m	10m
L'Aupillon	1550m	10m	200m	450m
Lans	1620m	20m	500m	785m
Le torrent de Poche	1200m	40m	600m	100m
La Frache	1230m	40m	400m	90m
Bois Noir	150m	20m	60m	42m
La Valette	1750m	100m	500m	200m

Tableau 1 : paramètres des mouvements déclarés

Nom du Glissement	Indice 1	Indice 2	Indice 3	Indice 4	Indice 5
Le ravin des Routres	0,26	0,29	0,59	0,59	0,02
Le Sauze	0,11	0,32	0,01	20	0,016
L'Aupillon	0,3	0,13	0,29	0,44	0,006
Lans	0,31	0,35	0,48	0,73	0,012
Le torrent de Poche	0,22	0,17	0,16	1,05	0,033
La Frache	0,41	0,33	0,07	4,44	0,032
Bois Noir	0,27	0,4	0,28	1,42	0,13
La Valette	0,38	0,29	0,11	2,5	0,057

Indice 1 : dénivelé/longueur totale du glissement
Indice 2 : largeur de la couronne/longueur totale du glissement
Indice 3 : largeur à la base/longueur totale du glissement
Indice 4 : largeur de la couronne/largeur à la base
Indice 5 : hauteur de l'escarpement principal/longueur totale du glissement

Tableau 2 : tableau des indices. Rapports de dimensions des mouvements actifs ou non

4. Commentaires sur ces indices :

A partir du tableau des rapports de dimensions des glissements de terrain, on peut établir pour chaque indice (de I_1 à I_5) une fourchette des valeurs obtenues. Pour chaque indice, on obtient les intervalles suivantes :
I_1= [0,11 ; 0,41]
I_2= [0,13 ; 0,4]
I_3= [0,01 ; 0,59]
I_4= [0,44 ; 20]
I_5= [0,006 ; 0,057]

Pour I_1, I_2, et I_5, la fourchette de valeurs est relativement peu étendue. Les rapports sont tous inférieurs à 1, ce qui veut dire que le numérateur est toujours inférieur au dénominateur. La longueur totale du glissement est dans tous les cas la valeur la plus grande. Dans le cas de I_3,la fourchette de valeurs est plus grande : certains indices sont très faibles comme celui du Sauze (0,01) ou celui de la Frache (0,07). La base du glissement est donc très étroite. Dans le cas de I_4, le problème est différent puisque cinq des huit valeurs sont supérieures à 1.

C'est un indice qui met en rapport la largeur de la couronne et la largeur à la base. De ce fait, si la valeur trouvée est supérieure à 1, cela veut dire que la largeur de la couronne est plus importante que celle à la base. Si la valeur est inférieure à 1, c'est le contraire.

Ces 2 indices mettent en lumière un phénomène particulier ; pour le cas du Sauze et de la Frache, les indices vont dans le même sens puisqu'il apparaît nettement dans les deux cas que le mouvement est très long et que la base est très étroite. Il se pourrait donc qu'il s'agît de deux coulées empruntant un ravin.

5. Conclusion :

Cette procédure n'a d'intérêt que si elle est à nouveau réalisée dans le cas des anciens glissements de terrain. Une part du troisième chapitre est ainsi consacrée à refaire la même analyse, à partir des éléments recueillis grâce au repérage par photographies aériennes.

V. LES INDICATEURS HYDROLOGIQUES :

Un paragraphe étant consacré aux perturbations dans le réseau hydrographique, on comprend la nécessité de décrire auparavant les perturbations qui se profilent dans les glissements ou coulées actifs connues.

Au départ, un ravinement non affecté par un phénomène de glissement ou de coulée a 2 versants symétriques. Lorsque qu'un de ses versants est affecté par un mouvement de terrain, il perd de sa cohérence et le matériel, glissé ou écoulé, est entraîné vers l'aval. Le profil transversal de la ravine devient alors dissymétrique.

Après que ce mouvement se soit stabilisé l'évolution se fait lentement et le torrent s'enfonce à nouveau peu à peu.

Le versant non affecté par le glissement (ou la coulée) est beaucoup plus long mais un peu moins raide que le versant opposé. La dissymétrie est en général notée du côté du versant le plus long.

Lorsque le glissement ou la coulée emprunte le chenal d'écoulement d'un torrent, celui-ci entrave l'écoulement de celui-ci qui sera alors modifié. Il emprunte alors un cheminement en bordure du glissement car la topographie y est souvent plus déprimée. Le tracé sera alors légèrement modifié.

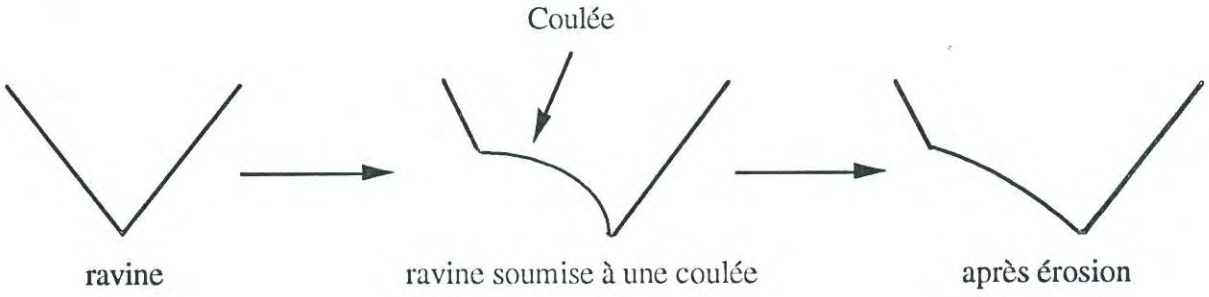


Figure 15 : profil transversal d'une ravine

S'il s'agit d'une coulée, il se forme des levées latérales dues à la différence de vitesse entre les différentes zones de la coulée. C'est une zone d'écoulement privilégiée d'écoulement d'un torrent. Dans le cas où le torrent s'écoule à la base d'un glissement de terrain, le front du glissement le repousse et donc perturbe son tracé (voir paragraphe sur l'évolution d'un glissement).

Qu'il s'agît d'un glissement ou d'une coulée, lorsqu'il se produit à la hauteur d'un torrent, son profil transversal ou son tracé est modifié. Ce sont ces modifications qui servent comme indicateur hydrologique pour détecter des anciens glissements de terrain.

VI. CONCLUSION :

Après avoir défini les glissements de terrain et les coulées, quelques-uns d'entre eux plus ou moins actifs ont été retenus dans le but de les mesurer et de les décrire. Ces conclusions obtenues, des comparaisons pourront être faites en vue de repérer des formes plus ou moins estompées de glissements grâce à la photo-interprétation. Ils seront ensuite soumis au même type d'analyse. Auparavant, on aura d'abord supposé qu'un glissement ou qu'une coulée soient soumis dans le temps à l'érosion qui atténue les formes et façonne les mouvement de façon à les intégrer dans le paysage.

3ème partie : repérage des anciens glissements de terrain

I. TRAVAIL PRÉPARATOIRE AU TRAVAIL DE TERRAIN :

Il s'agit d'aborder la partie pratique qui concerne l'étude proprement dite. Cette étude se divise en 3 parties bien distinctes :
-le travail de recherche qui prépare les opérations de terrain. Celui, pour être efficace doit être structuré et précis.
-le travail de terrain pour lequel on se propose de choisir les points les plus représentatifs qui feront l'objet d'un questionnaire de terrain.
-la synthèse avec la superposition des différentes cartes. Elles sont au nombre de 5.

1. Étude des cartes :

Pour cette étude, on a utilisé la carte topographique IGN au 1/25 000 3539 EST Jausiers-Le Sauze édition 1991, la carte géologique Barcelonnette XXXV-39 du BRGM édition 1974, et la carte géomorphodynamique de C. Augier et T. Rebmann établie dans le cadre d'un mémoire de maîtrise en 1990.

Ces différentes cartes servent d'appui à l'étude des photographies aériennes.

1.1. La carte topographique :

La carte topographique est un document issu de la photo-interprétation et de l'étude photogrammétrique. Il s'agit donc d'un document synthétisé par rapport à la photographie aérienne puisqu'il ne comporte que les informations retenues par l'interprétateur. Celles-ci sont figurées d'une manière toujours identique ce qui simplifie de beaucoup l'interprétation d'une carte.

La carte topographique a plusieurs fins :
-pouvoir se repérer sur le terrain !
-être utilisée comme fond de carte pour chacun des critères d'activité que l'on localise.
-être utilisée en confrontation systématique avec la photo-interprétation car l'étude des cartes est plus aisée.

1.2. La carte géologique :

Pour commenter les résultats obtenus par la photo-interprétation de façon satisfaisante, il faut toujours avoir recours à la carte géologique, celle-ci pouvant enrichir le commentaire ou éviter certaines erreurs quant à certaines formes morphologiques. Son appui n'est donc pas négligeable.

1.3. La carte géomorphodynamique :

Elle peut nous être utile car certaines formes de terrain ont déjà été localisées et répertoriées.

2. Les photographies aériennes :

Le but est de pouvoir distinguer les formes que l'on ne verrait pas directement sur le terrain, soit à cause d'un mauvais angle de vue, soit parce qu'on n'a pas une vue générale, faute de recul, des unités qui nous intéressent.

2.1. Comment distinguer une forme ancienne de terrain :

On suppose qu'avec l'érosion un glissement actif s'estompe mais garde sensiblement les mêmes formes. La première étape est donc d'essayer de repérer les escarpements ainsi que les restes de flancs lorsque cela est possible.

Ces restes apparaissent le plus souvent sous la forme de talus circulaires avec une pente raide et concave à l'amont, une pente plus atténuée et convexe à l'aval (voir paragraphe "évolution d'un glissement ancien").

Il faut absolument faire attention aux déformations issues du fait que la photo est une perspective conique. En effet, le relief apparaît très accentué à cause du phénomène d'hyperstéréoscopie qui résulte de l'augmentation de l'échelle des hauteurs sous le stéréoscope. Il faut donc faire attention lors d'une interprétation à ne pas prendre une petite butte pour un haut sommet. De même, pour les escarpements. On peut donc être " trompés " sur le dénivelé réel du terrain.

2.2. Localisation des escarpements :

Les contours sont reportés sur le fond topographique avec le plus de précision possible. On obtient ainsi la première carte.

Ces formes repérées sont nommées "formes", "traces", "escarpement" ou tout simplement "glissement" puisqu'on suppose au départ qu'il s'agît de glissements anciens et que le but est de le confirmer.

La carte comporte tous les escarpements numérotés de façon à avoir une trame de départ pour le travail d'étude.

Cette préparation effectuée, il reste à préparer les documents importants pour le travail de terrain, comme "les fiches de terrain" ou les cartes servant à localiser tous les indices repérés. Cette carte est d'une aide précieuse pour diriger l'étude.

II. Le travail de terrain :

1. Le choix des sites à étudier :

Le choix des sites à étudier a son importance dans la mesure où le territoire est relativement grand.

Les escarpements repérés et localisés sur un fond de carte au 1/25 000 servent de base de travail.

Le secteur est parcouru dans l'optique de trouver des indicateurs qui confirment l'existence ou non de glissements de terrain.

2. L'élaboration des fiches de terrain :

Pour répertorier ces traces, une méthode de travail consiste à établir des documents pour chaque point qui sera étudié plus en détail.

On va donc établir une fiche de terrain comportant toutes les caractéristiques permettant de confirmer l'existence d'un glissement de terrain. De cette façon, les principaux points sont vus de façon systématique et aucun élément important ne peut être oublié.

Numéro de glissement et localisation :

1°) Occupation du sol :
- -habitations
- -chemins
- -végétation :
  - • type (ainsi que les traces de cultures lorsqu'il y en a)
  - • port des arbres

2°) Géologie :
- - roche en place ? Laquelle ?
- - formations superficielles ? Lesquelles ?
- - ravinement dans les marnes ?

3°) Hydrogéologie :
- - présence ou non de torrents dans le glissement
- - zones humides, végétation hygrophile
- - type et degré d'encaissement du torrent

Figure 16 : fiche type de terrain

3. Le remplissage des fiches et la prise de notes :

Les fiches remplies à l'occasion du travail de terrain sont placées en annexe de manière à pouvoir les consulter indépendamment du commentaire. Elles comportent le même numéro d'identification que celui que l'on retrouve sur la carte de localisation des escarpements, mais ne contient pas les résultats des mesures ni leur orientation, ceux-ci ayant été établis avant le travail de terrain à l'aide des photographies aériennes et de la carte topographique dans un tableau conçu à cet effet et également consigné en annexe.

Il est à noter que les fiches de terrain regroupent souvent 2 ou 3 escarpements ceci pour 3 raisons :
-soit ils appartiennent au même glissement,
-soit des glissements s'imbriquent les uns dans les autres,
-soit les escarpements sont très proches les uns des autres donc possèdent sensiblement les mêmes caractéristiques.

3.1. La technique utilisée pour remplir les fiches :

La première chose est de noter le numéro de l'endroit que l'on a étudié. On parcourt ensuite l'ensemble de la forme considérée pour essayer de repérer tous les éléments caractéristiques d'un glissement, ainsi que les occupations humaines lorsqu'il y en a et le matériel géologique sous-jacent lorsqu'il apparaît.

3.2. Le choix des éléments retenus pour la fiche :

Le repérage d'épierrements, de murets peut permettre de conclure à la présence de moraines sur le lieu considéré mais on ne pourra pas en déterminer l'épaisseur sauf dans les cas particuliers où le matériel affleure : par exemple lorsqu'il y a un talus de route, une ravine ou un escarpement raviné. Ces murets peuvent aussi indiquer si le terrain a bougé depuis leur mise en place ou s'ils sont toujours intacts. Dans ce dernier cas, on peut admettre que le terrain s'est stabilisé.

L'état des chemins peut donner une idée quant à l'état d'activité du secteur. Les chemins peuvent aussi renseigner sur le matériel géologique qui affleure ou sur les formations superficielles, mais dans ce cas, il faut tenir compte du fait qu'ils ont pu être consolidés avec du matériel apporté.

Les cours d'eau sont aussi des bons indicateurs géologiques car, à cet endroit, le sol apparaît. Il est donc intéressant de savoir si un torrent évolue sur les marnes noires ou sur les moraines :
-s'il s'incise dans les marnes noires, il s'encaisse souvent très profondément (de plus de 50m) comme dans le cas du torrent de la Frache ou du torrent de Poche. Les eaux sont troubles et noirâtres, avec des graviers et des galets peu nombreux rassemblés le plus souvent dans les replats ou leur confluence avec un autre torrent.
-s'ils s'incisent dans les moraines, ils sont très peu encaissés mais encombrés de nombreux galets plus ou moins émoussés de tailles très variables.

La végétation est le principal indicateur d'humidité surtout au mois de juillet, époque souvent assez sèche. De nombreux torrents, marécages et sagnes sont asséchés et il n'y a donc que la végétation à caractère hygrophile ou les feuillus qui renseignent sur les zones humides.

Les conclusions faites sur la végétation sont :
-les zones de feuillus sont toujours très proches des torrents : ils forment dans ce cas une ligne à peu près continue. Ils peuvent s'établir en arc de cercle autour des replats marécageux ou envahir des zones humides.
-la végétation herbacée : elle est sèche là où il y a peu d'eau ; ce sont des endroits propices à la fauche. Elle est beaucoup plus verte quand l'eau est plus présente dans le sol, c'est à dire au niveau des replats, dans les creux.
-des anciens vergers ou autres plantations humaines peuvent induire en erreur : dans ce cas le peuplement n'est plus spontané et le raisonnement n'a plus aucune valeur : c'est pourquoi il faut absolument pouvoir distinguer une ancienne zone habitée ou une ancienne zone de culture.

A cette étude, on peut ajouter la prise de nombreuses photos immédiatement annotées et localisées le plus précisément possible avec la direction dans laquelle on les prend. Toutes les photos ne sont pas utilisées ; on ne retient que les plus explicites.

4. Les erreurs de la photo-interprétation :

L'étude des photos aériennes est un travail très enrichissant qui permet de localiser et d'expliquer bon nombre de phénomènes mais qui se heurte à un certain nombre de problèmes.

-l'échelle de la photographie - le 1/30 000- ne permet pas de visualiser l'état de la forêt, de même que le type de végétation ou les épierrements. On distingue assez mal les bosselements, mais grâce au travail de terrain et au repérage systématique dans les fiches de terrain, on peut les replacer assez facilement. Les photos permettent, dans ce cas de confirmer l'étude ou d'aider à localiser les bourrelets.
-certaines formes ne doivent pas être confondues entre elles. En effet, certains escarpements circulaires, au lieu d'être des escarpements issus de glissements de terrain, ont une autre origine (exemple : origine structurale). On peut s'en rendre compte sur la carte géologique en repérant les ruptures lithologiques, les failles...

5. Les problèmes rencontrés sur le terrain :

On a recours aux photographies aériennes car tout n'est pas repérable sur le terrain, soit à cause du couvert végétal, soit à cause du mauvais angle de vue au sol, soit tout simplement parce qu'on n'a pas une vue d'ensemble. Il est parfois difficile de retrouver sur le terrain les éléments qu'on a vu sur les photos.

On a aussi besoin des photographies aériennes lorsque les sites sont relativement inaccessibles. On travaille alors avec un système de "clés". Les "clés" sont des éléments qui sont repérés sur les photos et qui font l'objet d'une expertise sur le terrain. En retrouvant à d'autres endroits sur la photo le même type d'éléments, on peut extrapoler.

6. Conclusion :

A l'issue du travail de terrain, on peut conclure que le secteur est constitué de 3 parties bien distinctes :

6.1 Le bassin d'Enchastrayes :

Il se situe à l'ouest du secteur et s'expose au nord / nord-ouest.

Il repose principalement sur des formations morainiques. Celles-ci ne sont pas très épaisses mais suffisamment pour assécher la partie superficielle du sol.

Ce bassin paraît relativement stabilisé sauf dans certains endroits isolés comme le glissement correspondant à l'escarpement 6. La présence actuelle de l'homme n'est pas négligeable puisqu'on localise d'une part 3 villages qui sont : Le Sauze, Enchastrayes, Le Super-Sauze et d'autre part 3 hameaux : Pont Long, Le Villard de Faucon, La Conche. On peut aussi constater la présence de bon nombres d'habitations isolées comme les Flourats, l'Aupillon...

Ces lieux sont marqués par des champs de cultures céréalières et des prés de fauche qui s'étalent en général beaucoup plus haut en altitude. Sur la carte des types d'occupation du sol, ces prés sont partagés entre les cultures, comme dans le cas des Flourats et les zones de prairies arborées comme à l'est des Papes.

De nombreux chemins d'accès permettent d'atteindre facilement chaque endroit. Ils sont pour la plupart, carrossables, même si certains sont marqués d'affaissements et remis fréquemment en état.

6.2. Le secteur du torrent de Poche et de la Frache :

Du secteur d'Enchastrayes à celui de Poche, les limites ne sont pas nettes. Le passage est graduel autant pour l'occupation humaine que pour le matériel sous-jacent. On passe en effet d'un secteur fortement anthropisé et d'apparence relativement stable, à un secteur inhabité, fortement

accidenté et instable ; la couverture morainique s'amincit donc de plus en plus pour finalement disparaître.

Ce secteur est délimité à l'ouest au niveau du Ravin des Argiles, juste à l'ouest du Riou des Ribes et à l'est au niveau de la piste de ski des Pins qui correspond à l'interfluve séparant le torrent Claret du versant du Bois Noir.

Il repose directement sur les marnes noires dans la plupart des cas, ce qui fait que sa topographie soit très accidentée. On repère de nombreuses traces de glissements encore actifs si on s'en tient aux nombreux bossellements et fissures qui se font fréquents en se dirigeant vers l'est.

Les chemins se font très rares et il n'existe plus de voies que l'on peut qualifier de carrossable. Les cabanes ne sont souvent que des ruines, certaines étant tout de même occupées en été par des bergers comme la bergerie de la Rayne ou la cabane de la Jaume.

Les torrents incisent beaucoup plus cette partie du secteur. Le torrent de Poche en est un parfait exemple puisqu'il s'incise parfois de plus de 50m dans les marnes et fait parfaitement entrevoir l'aspect de " bad-lands "!

6.3. Le versant du Bois Noir :

Il s'agit d'un versant totalement instable. Il correspond au prolongement direct du secteur précédent avec pour seule différence que celui-ci est orienté sud-est/nord-ouest et qu'il s'expose au nord-est. De ce fait, il est presque totalement recouvert de forêt, mais on peut noter que certains endroits sont recouvert de végétation herbacés et qu'ils constituent les principaux replats du versant.

C'est un versant principalement marneux.

Une voie carrossable longe le versant. Cette voie est inégalement accidentée et devient totalement impraticable au niveau du Ravin du Bois Noir où un glissement (celui du Bois Noir répertorié avec les glissements actifs) s'est produit en 1993 barrant la route sur environ 100m. Celui-ci a évolué dans les marnes noires mais, de nombreux blocs de calcaires anguleux et un peu de moraine se sont mêlés à cette matrice. Il se peut que ces gros blocs proviennent des sommets juste au-dessus formés dans le Lias marneux (I_{5-6}) et les calcaires du Dogger (J_{1-2}) qui sont tous 2 des terrains autochtones.

Sur ce versant, une station de ski a été aménagée à la fin des années 80. Elle n'est plus fonctionnelle depuis 1993 ceci par manque de neige. La station s'étage en effet entre 1250m, altitude où se dresse la station, jusqu'à 1900m au sommet de la piste des Pins et ne bénéficie pas d'autant de neige que Super-Sauze ou Pra Loup.

Il est à noter que l'aménagement de cette station a certainement déformé la morphologie originelle du versant, en estompant certaines formes et provoquant des manifestations de solifluxion superficielle (G. Koehlé, 1993).

Ces 3 secteurs, bien que très proches, possèdent chacun des caractéristiques spécifiques qui en font des unités bien distinctes. De nombreux escarpements y sont repérées, certains étant parfaitement nets et d'autres beaucoup moins. Mais ceci ne doit pas tromper sur leur état d'activité: leur aspect n'est pas toujours fonction de leur état d'activité.

Par exemple, le glissement de la Frache est très peu visible par photo-interprétation, à part son escarpement principal très raviné, mais possède des indicateurs d'activité au contraire du glissement du Villard de Faucon (13) qui est net mais fortement anthropisé!

Photos 8 et 9 : vue panoramique du bassin d'Enchastrayes depuis le Super-Sauze

Photos 10, 11, 12 : vue panoramique du secteur de la Frache. Cette zone est presque totalement recouverte de forêt (de conifères).

Photos 13 et 14 : vue panoramique du versant du Bois Noir. On constate de nombreuses irrégularités dans le relief malgré le couvert forestier quasiment continu.

III. SYNTHÈSES :

1. L'élaboration des différentes cartes :

1.1. Le choix des critères :

Différents critères sont choisis pour être représentés sur des cartes thématiques. Ils ont pour but d'être superposés les uns aux autres afin de faire une synthèse sur l'état du versant.

Ces critères sont ainsi énumérés :
-les escarpements,
-les bossellements,
-le port des arbres,
-les perturbations dans le réseau hydrographique,
-les types d'occupation du sol et les traces de culture.

Ce sont les principales caractéristiques que l'on peut repérer et qui caractérisent la déformation subite d'une partie de terrain.

1.2. Les différentes cartes :

a) La carte des d'escarpements :

L'élaboration de cette carte est déjà détaillée dans un paragraphe antérieur, de ce fait on ne s'étend pas sur le sujet.

L'escarpement correspond à la masse restée en place qui affleure à l'issue d'un glissement de terrain. On le prend comme critère de base à notre explication car on émet l'hypothèse que s'il y a un escarpement, il a du y avoir un glissement. D'autres critères doivent alors être repérés pour prouver qu'il s'agît bel et bien d'un ancien glissement de terrain (ceci est repris dans la superposition de toutes les cartes). On sépare en 2 classes les traces d'escarpements (ou escarpements estompés) et les escarpements nets.

b) La carte des bossellements :

Les zones de bossellements correspondent aux zones d'accumulation d'un glissement, mais peuvent aussi inclure les accidents de terrain dans la zone d'ablation. On ne doit, de ce fait, repérer des bossellements qu'à l'intérieur même des glissements. Or ce n'est pas toujours le cas. Certaines formes sont le résultat d'accumulations morainiques dues au retrait des glaciers. On en repère par exemple au-dessus des Tuisses, ou au-dessus de l'Aupillon.

Les bossellements sont assez difficiles à repérer, mais grâce au travail de terrain, on peut se faire une idée de leur localisation et de leur étendue. Sur les photos, ils concordent avec les zones les plus chahutées. Leur taille est très variable.

Photo 15 : bossellements entre le glissement de Poche et le torrent de Poche.

Photo 16 : zone de bossellements au-dessus de l'Aupillon, entre le Pinet et le Palais.

La complexité du secteur, l'emboîtement de glissements d'âges divers contrecarrent ce raisonnement. Le repérage se fait donc par zone car les bossellements recouvrent parfois de grandes étendues.

Les principales zones repérées sont :

-vers 1900m d'altitude, près de l'Aupillon, entre le Pinet et le Palais, une zone de bossellements recouverte de prairie arborée et de prairie alpine. Celle-ci est marquée par de la solifluxion généralisée mais très superficielle (sentiers de vaches).

il en est de même dans la zone au-dessus d'Enchastrayes.

-la zone entre le Riou des Ribes et le torrent de la Frache est non seulement bosselée mais aussi largement fissurée. Cette zone évolue sur un soubassement marneux recouvert de prairie arborée et dont les arbres sont très troublés dans leur développement.

-la zone du Plan et la piste de ski des Pins, le Serre Maurin et le Serre du Corbeau sont aussi largement bosselés. A certains endroits des fissures jalonnent le terrain.

c) La carte du port des arbres :

Elle est issue en partie des observations faites sur le terrain mais aussi du travail effectué par S. Kirchhoffer dans le cadre de son mémoire de maîtrise en 1994. Tous les types de désorganisation ont été réunis en une seule légende :
-les arbres penchés,
-les arbres penchés puis redressés,
-les arbres déracinés.

Il en ressort 2 choses : la zone la plus affectée par la désorganisation se situe à l'est de la zone d'étude et cette même zone est aussi celle qui est le plus marquée par la présence de la forêt.

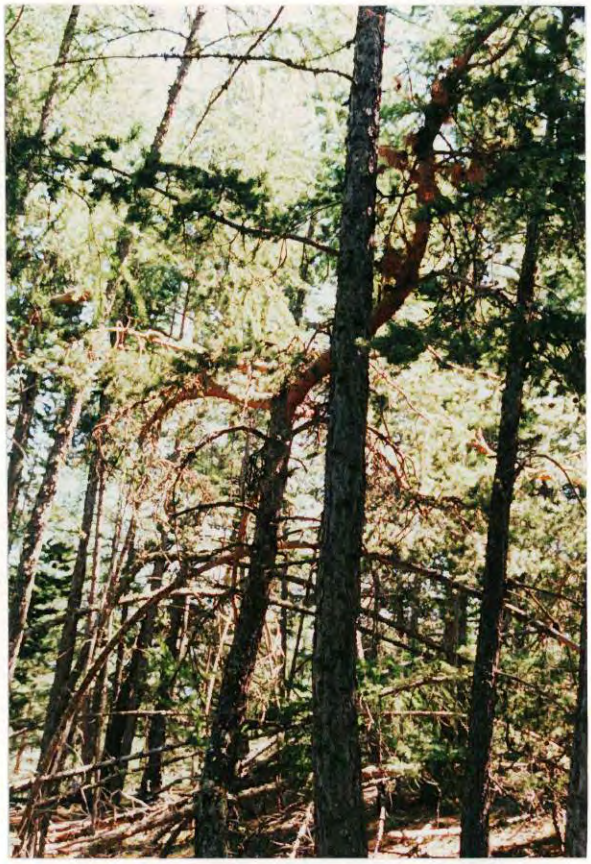


Photo 17 : arbre penché puis redressé au-dessus des Catines en allant vers le Riou des Ribes.

d) Les perturbations du réseau hydrographique :

Cette carte est établie à partir du fond hydrographique issu de la carte topographique au 1/25 000 JAUSIERS 3539 EST (édition 1991) et des photos aériennes mission Barcelonnette-Larche 1988.

Sur cette reproduction du réseau hydrographique, on a voulu représenter l'encaissement des cours d'eau. Cette figure a donc pour but de faire ressortir le type d'encaissement, mais aussi sa profondeur.

C'est à partir d'un tableau à double entrée qu'on a créé une légende qui cumule les deux variables. Celle-ci ne comporte que 7 éléments, car par convention on n'a pas fait de distinctions de dissymétrie dans les cours d'eau faiblement encaissés.

La dissymétrie est le caractère d'une vallée ou d'un relief qui possède un relief ou un versant plus long que l'autre. Elle est établie sur le versant le plus long et matérialisée par des pointillés pour bien différencier les parties dissymétriques des parties plus homogènes.

Le Riou Versant s'encaisse très peu à l'aval, mais au-delà de Péchine il s'enfonce très profondément avec une dissymétrie du côté de la rive droite. Ce versant est marqué par du ravinement. Il reçoit, en rive gauche, le torrent de la Frache.

Le torrent Claret est très encaissé dans sa partie amont ; il chemine jusqu'à sa confluence avec le torrent de la Frache sans vraiment marquer le relief.

Le bassin de réception du torrent de la Frache est déjà relativement enfoncé par rapport à la majorité des autres bassins. Il s'encaisse d'autant plus au niveau du chenal d'écoulement mais de façon dissymétrique. Au niveau de la Cabane (1570m d'altitude) , son cours évolue plus en surface.

Ces 2 cours d'eau évoluent parallèlement jusqu'au moment où ils confluent. Après cette confluence, le torrent marque un coude de 90° et chemine alors vers le nord avec un enfoncement quasiment nul. Ce résultat serait issu d'un ancien cône de déjection de la Frache dans le Riou Versant. La configuration du Riou Versant à la confluence avec l'Ubaye est également le résultat d'un cône de déjection.

Le torrent de Poche est très encaissé et dissymétrique dès sa source. Il subit de nombreux changements qui sont probablement dus à l'instabilité du terrain. Son cours très devient relativement symétrique sur toute sa longueur. Vers 1600m une rupture survient : l'encaissement devient moindre et dissymétrique en rive droite. Il s'enfonce à nouveau profondément mais de façon symétrique. Ceci est le résultat d'un ravinement intense. Le Cône de déjection est très réduit et n'apparaît presque pas sur la carte des encaissements.

Photo 18 : le torrent de Poche à l'aval avant le cône de déjection, juste à la fin de la dernière coulée.

Le Riou des Ribes subit des modifications dans la profondeur de l'encaissement (à l'amont et à l'aval) mais est toujours dissymétrique en rive droite. A-t-il été repoussé par un mouvement

de terrain ? Le cours d'eau est intermittent dans sa partie basse ; il n'apparaît pas de cône de déjection.

Le torrent de Bramafan n'est pas un cours d'eau très encaissé surtout au-dessus de 1600m d'altitude. Cette morphologie serait la traduction d'un mouvement de terrain répertorié par la littérature comme étant la coulée de l'Aupillon. Le réseau hydrographique s'entaille progressivement dans ce matériel remanié.

Le torrent des Galamonds et ses affluents : le réseau est très complexe.
-le torrent de Boure est dissymétrique en rive droite mais seulement à l'amont entre la source principale et la bifurcation avec le canal d'irrigation.
-le torrent des Granges Blanches est encaissé en rive droite jusqu'à la cote 1583m où brusquement le cours d'eau est repoussé vers le nord, mais sur 150m seulement. L'irrégularité du profil se fait alors ressentir sur la rive gauche.
-le torrent d'Enchastrayes est dissymétrique en rive droite sur une bonne partie de son cours. Il se prolonge par le torrent des Galamonds jusqu'au pont de la route menant au hameau des Galamonds.
-le torrent du Sauze se distingue par sa dissymétrie très marquée en rive droite jusqu'au pont près de Vivier. Près de sa confluence avec le torrent d'Enchastrayes, la dissymétrie évolue rive gauche.
Un grand cône de déjection encore actif façonne le replat de Pont Long.

La carte d'encaissement des torrents est un moyen simple et efficace pour repérer les irrégularités des torrents. Ces irrégularités peuvent se situer au niveau de la section : ce sont la profondeur d'encaissement, la symétrie... ou au niveau du tracé : ce sont les bifurcations anormales parfois en angle droit. On peut noter qu'il ne faut pas les confondre avec un changement de lit dans un cône de déjection comme dans le torrent de la Frache. Ces irrégularités témoignent de l'existence probable d'un ancien mouvement de terrain, à savoir un glissement ou une coulée.

e) Les types d'occupation du sol :

Les types d'occupations du sol renseignent sur l'occupation humaine, et donc sur la stabilité du secteur car l'homme s'installe en général sur des terrains qui lui paraissent stables. Ils peuvent aussi renseigner sur l'altitude ; en effet, la forêt se localise surtout dans les points les plus bas des versants avec un étagement successif des espèces. Au-dessus, la forêt laisse peu à peu la place à la prairie arborée puis à la prairie alpine. A cette altitude, les glissements de terrain se font plus rares car les marnes noires disparaissent sous les nappes de flyschs : la dynamique du terrain se manifeste surtout par des éboulements et des écroulements. D'où l'intérêt de ce critère.

La carte est donc constituée des critères suivants :
-cultures,
-forêt,
-arborées,
-prairies alpines et sol nu,
-ravinements.

2. La superposition des 5 cartes :

La superposition doit permettre de repérer tous les endroits où se cumulent un ou plusieurs indicateurs morphologiques.
Des indices quantitatifs arbitraires, appelés également indices d'activité, sont mis en place dans le but de construire cette carte.

Ils ont été établis comme suit :

-pour les perturbations dans le réseau hydrographique on affecte un coefficient de 1 s'il y a effectivement des changements dans le degré ou le type d'encaissement à la hauteur de l'escarpement. Sinon, on attribue un coefficient de 0.
-pour le port des arbres, si on constate des perturbations, que ce soit des arbres penchés puis redressés ou des arbres déracinés, on attribue un coefficient de 1, sinon le coefficient est 0.
-pour les bossellements, on affecte 1 s'il y en a et 0 s'il n'y en a pas. S'il y a des fissures en plus des bossellements, on affecte un coefficient de 2. Les fissures ne sont pas représentées sur la carte mais elles sont recensées sur les fiches de terrain, dans le mémoire de C. Augier et T. Rebmann (1990) et celui de G. Koehlé (1994).
-si les escarpements sont nets, ils sont affectés d'un coefficient de 1, s'ils sont estompés ils sont affectés d'un coefficient de 0.
-pour les types d'occupation du sol, les indices sont établis différemment : on classe les occupations selon qu'ils concernent des zones plus ou moins stables.

- •cultures : 0
- •prairie alpine et sol nu : 1
- •prairie arborée et forêt : 2
- •ravinements : 3 (car ils sont souvent liés aux glissements)

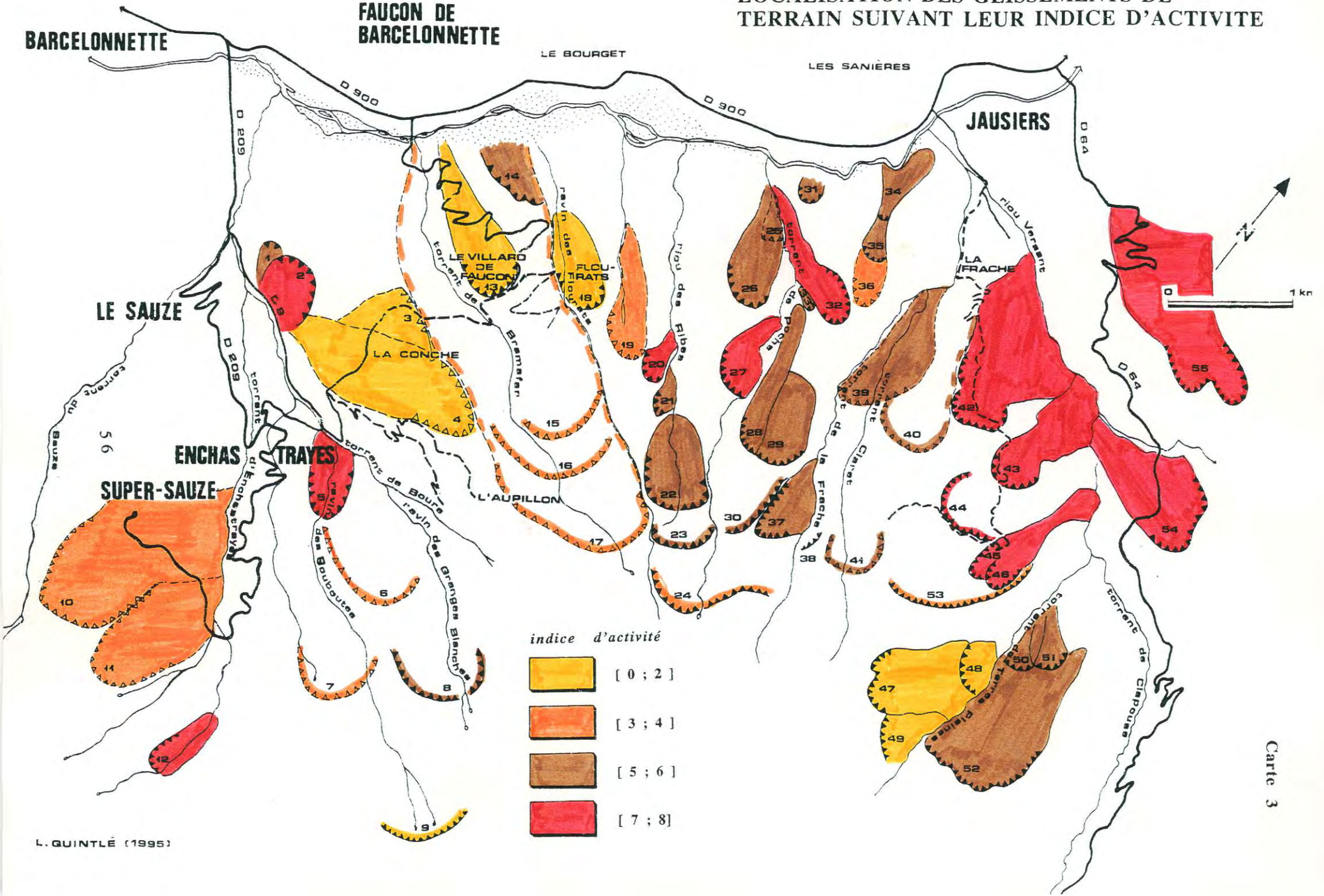
Après avoir établi ces indices, on va les cumuler de manière à obtenir un indice unique qui permettra d'établir la carte de synthèse.

On fait donc l'addition de tous les indices ; ce résultat est inventorié dans la dernière colonne du tableau. Ils vont de 0 à 8. On obtient un indice de 8 lorsque toutes les conditions relatives à l'instabilité du terrain sont réunies.

La répartition des indicateurs de glissements :
-la classe [0 ; 2] ou anciens glissements possibles,
-la classe [3 ; 4] ou glissements anciens partiellement estompés,
-la classe [5 ; 6] ou glissements peu actifs ou dormants,
-la classe [7 ; 8] ou glissements actifs bien inscrits.

Pour mémoire, le tableau des critères morphologiques a été répertorié parmi les annexes.

LOCALISATION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN SUIVANT LEUR INDICE D'ACTIVITE



Commentaire géographique :

Cette étude confirme les remarques évoquées lors du travail de terrain.

Les formes les plus estompées se localisent principalement à l'ouest du secteur dans le bassin d'Enchastrayes. Beaucoup de ces formes sont déjà très estompées et anthropisées.

Dans certains glissements, quelques bossellements peuvent encore être repérés (notamment dans le 13 : les Flourats).

Les formes ayant des indices d'activité élevés ou très élevés se localisent dans toute le partie est. Ce sont aussi tous les glissements reconnus par A. Légier (1977) et C. Augier et T. Rebmann (1990) et bien sûr les glissements actifs.

Les escarpements localisés à une altitude plus élevée ont souvent des indices d'activité peu élevés car leurs formes ne sont pas complètes.

-les indices 0, 1 et 2 concernent les formes le plus souvent stabilisées, estompées, anthropisées.

-les indices 3 et 4 caractérisent des formes nettes mais avec des indicateurs souvent très estompés: il n'y a presque plus de traces d'activité. Si ce sont réellement des glissements ils sont de toute façon anciens.

-les indices 5 et 6, les glissements nets. L'activité n'est pas prouvée mais ces glissements ne sont en tout cas pas très anciens. (par exemple le glissement 21 le long du Riou des Ribes !)

-les indices 7 et 8 concernent les glissements dont l'activité a été signalée. Le glissement du Bois Noir se trouve inclus dans le glissement 45. Il est invisible à la photographie aérienne puisque celle-ci date de 1988 alors que le glissement ne s'est produit qu'en 1993.

Le glissement 27 est le plus représentatif du phénomène des modifications du réseau hydrographique. Son indice d'activité le prouve.

Le glissement-coulée du Sauze et le glissement-coulée de Poche sont les 2 seuls glissements affectés d'un coefficient 8 !

Les glissements reconnus par Légier et de ce fait relativement anciens ont un indice élevé :

-le glissement du Ravin des Routres : 7

-le glissement-coulée de la Frache : 6

-le glissement de Lans : 7

-la coulée de l'Aupillon : elle se distingue très mal par la photo-interprétation mais son indice calculé est de 6.

Photo 19 : le torrent de Poche avec au milieu le glissement numéro 27. L'escarpement est raviné et le corps du glissement est recouvert de conifères.

Cette carte est élaborée en fonction des escarpements repérés grâce à la photo-interprétation.

Il existe d'autres endroits où se cumulent des critères de glissements, mais où les escarpements sont inexistants, ou alors trop estompés pour les repérer. On ne les retrouve donc pas dans l'analyse qui précède.

En superposant les différentes cartes, on peut retrouver les autres zones perturbées.

Ainsi, des bossellements sont également présents :
-dans le secteur de Péchine,
-au-dessus de l'Aupillon, entre le Pinet et le Palais,
-sous les Flourats, au nord-est du glissement 18,
-en rive droite du Riou des Ribes,
-tout le long du versant entre la Frache et le Claret.

Le port des arbres est perturbé :
-en rive gauche du Riou des Ribes,
-sous la crête des Barraus,
-tout le long du versant entre la Frache et le Claret.

Le réseau hydrographique est perturbé dans les secteurs suivants :
-l'anomalie la plus importante se localise dans le secteur du Claret ; celui-ci est très encaissé près de sa source, alors que plus bas, il n'est pratiquement plus encaissé.

En conclusion, il existe également des zones, en-dehors de celles où les glissements sont repérés, marquées par des indicateurs morphologiques. Certains de ces lieux ont probablement été marqués par des glissements de terrain.

C'est le cas de la rive droite du Riou des Ribes, et le long du versant entre le torrent de la Frache et le torrent Claret. De même, sous les Flourats car l'escarpement 14 semble de se prolonger jusqu'au ravin des Argiles.

Le secteur du Pinet et le secteur du Palais sont marqués par des bossellements très nets (voir photo) mais aucun autre indicateurs ne peut nous permettre d'affirmer qu'il s'agît d'un glissement. La même remarque peut être faite pour le secteur de Péchine.

3. L'étude des indices morphométriques des glissements anciens repérés à photo-interprétation :

3.1. Mesures effectuées sur les traces d'escarpements et de flancs :

On dresse une carte des escarpements et des restes de flancs avec comme fond de carte la carte topographique Jausiers Est 3539 au 1/25 000. Cette carte permet d'effectuer un certain nombre de mesures simples comme :
-la longueur totale du glissement,
-la largeur de la couronne,
-la largeur à la base,
-l'altitude au sommet,
-l'altitude à la base,
-le dénivelé.

A partir de ce travail, on effectue les mêmes opérations que celles qui sont effectuées sur les glissements actifs de manière à pouvoir comparer les résultats.

3.2. Rappels sur les indices morphométriques :

Ce sont les suivants :
-I_1 : dénivelé / longueur totale du glissement,
-I_2 : largeur de la couronne / longueur totale du glissement,

-I3 : largeur de la base / longueur totale du glissement,
-I4 : largeur de la couronne / largeur à la base.

Le 5ème indice dépend de la hauteur de l'escarpement principal. Il n'a pu être calculé du fait qu'il est très difficile d'estimer la hauteur de l'escarpement d'après la photo-interprétation surtout lorsqu'ils sont très estompés. On abandonne donc I_5.

3.3 Les indices morphométriques des glissements repérés à la photo-interprétation :

Après avoir calculés les indices morphométriques, on les compare à ceux calculés dans le cadre de l'étude des glissements actifs. Pour ce travail, on définit 5 intervalles mathématiques appelés Df qui déterminent l'étendue des valeurs calculées pour les glissements actifs. Seulement 4 peuvent être utilisés : en effet, le 5ème indice utilise la hauteur de l'escarpement principal qui est très difficile à mesurer indirectement ; il est donc retiré de l'étude.

Pour chaque indice on aura un domaine de définition Df :
-Df_1 : [0,11 ; 0,41]
-Df2 : [0,13 ; 0,50]
-Df3 : [0,02 ; 0,59]
-Df4 : [0,44 ; 20]

En toute logique, les intervalles (Df) issues des mesures des glissements actifs sont plus étroites que les intervalles issues des mesures faites sur les glissements repérés grâce à la photo-interprétation :
-Df'_1 : [0,10 ; 1,17]
-Df'2 : [0,09 ; 1,42]
-Df'3 : [0,02 ; 2,50]
-Df'4 : [0,05 ; 20]

L'étude est limitée car certaines formes de glissement ne sont pas repérable entièrement. Toutes les mesures précédemment citées ne peuvent être réalisées ; certains glissements ne sont caractérisés que par une partie de leurs indices morphométriques.

Remarque : ceux qui ne sont pas définis par au moins 1 indice sont exclus de l'étude qui suit, mais font l'objet d'un paragraphe spécial.

4. Les indices morphométriques et les indicateurs morphologiques :

On veut savoir si les 2 types d'études correspondent, et si oui, dans quelle mesure.
Un tableau est dressé pour chaque indice (ils sont consignés en annexe). Ceux-ci sont classés dans l'ordre croissant. Les indices d'activités issus du cumul des différents critères sont placés en vis à vis. Le but n'est pas de comparer les indices morphométriques et les indicateurs morphologiques mais de comparer les résultats obtenus dans chacun des cas pour appuyer la probabilité ou la certitude d'existence d'un glissement.
On sépare tous les glissements dont les valeurs correspondent aux intervalles de valeurs Df des autres. Les valeurs exclues de Df sont matérialisées par une trame.
Ces tableaux ainsi établis vont permettre de créer le tableau de synthèse qui met en relation les indicateurs morphologiques et les indices morphométriques.

4.1. Elaboration du tableau de synthèse :

Le but est d'établir la liaison entre l'étude des indicateurs morphologiques et l'étude des indices morphométriques. Pour cela, on crée un tableau de synthèse que l'on appelle " pourcentage de glissements en fonction des indices morphologiques et des indicateurs morphométriques ". Pour créer ce tableau, on regroupe les indices d'activité en 2 classes : celle qui comprend tous les indices élevés et celle qui comprend tous les indices faibles. La limite affecté à ces 2 classes est déterminé de façon a repartir au mieux toutes les valeurs et de façon à ce que lorsqu'on parle d'indice d'activité élevé, celui-ci soit représentatif.

On a d'abord essayé de séparer les classes correspondant à la carte d'indices d'activité :
-indice faible pour [0 ; 2] et [3 ; 4]
-indice élevé pour [5 ; 6] et [7 ; 8].
Le nombre de valeurs élevé était alors trop important et les résultats n'étaient pas assez représentatifs.

Les 2 classes retenues sont donc :
-[0 ; 5]
-[6 ; 8].
La classe des valeurs élevées (supérieures ou égales à 6) est toujours la classe ou le nombre de valeurs est le plus important, ce qui conforte bien le fait que les résultats trouvés par la photo-interprétation ne paraissent pas trop fantaisistes.

La technique est résumée de la manière suivante et reconduite pour chaque indice.

	n'appartient pas à Df	appartient à Df
indice morphologique [0;5]	résultat en %	résultat en %
indice morphologique [6;8]	résultat en %	résultat en %

Tableau 3a

Les pourcentages sont calculés de la façon suivante (exemple pour le pourcentage d'indices inférieurs ou égaux à 5 appartenant à Df) :

$$\% = \frac{\text{total des indices appartenant à Df}}{\text{total des indices}}$$

	Indice 1	Indice 2	Indice 3	Indice 4
Total des indices	37	40	34	34
% ≤ 5 appartenant à Df	27%	15%	26%	38%
% ≥ 6 appartenant à Df	51%	40%	44%	56%
Total appartenant à Df	78%	55%	70%	94%
% ≤ 5 n'appartenant pas à Df	14%	27%	15%	3%
% ≥ 6 n' appartenant pas à Df	8%	18%	15%	3%
Total n'appartenant pas à Df	22%	45%	30%	6%

Tableau 3b : pourcentages de glissements en fonction des indices morphologiques et des indices morphométriques

A partir de ces données, on va pouvoir calculer les pourcentages suivants :
-le pourcentage des indices morphométriques inférieurs ou égaux à 5 appartenant à Df,
-le pourcentage des indices morphométriques supérieurs ou égaux à 6 appartenant à Df,
-le pourcentage des indices morphométriques inférieurs ou égaux à 5 n'appartenant pas à Df,
-le pourcentage des indices morphométriques supérieurs ou égaux à 6 n'appartenant pas à Df.

Les pourcentages calculés permettent de savoir quelle est la part de glissements qui ont des indices d'activités élevés et des indices morphométriques qui correspondent à ceux des glissements actifs.

4.2. Commentaires sur le tableau des pourcentages :

La répartition des indices morphométriques montre que les valeurs appartenant à Df sont les plus nombreuses. Les valeurs supérieures ou égales à 6 qui appartiennent à Df sont plus nombreuses que les valeurs inférieures ou égales à 5.

Dans le cas de l'indice 1, 59% des valeurs sont caractéristiques de la rubrique "≥ 6 appartenant à Df". De même, 28% des valeurs sont caractéristiques de la classe "≤ 5 appartenant à Df". 77% des valeurs appartiennent au domaine de définition Df des glissements reconnus.

Dans le cas des 3 autres indices morphométriques, les valeurs appartenant à Df sont toujours les plus nombreuses. Pour l'indice 2, elles ne représentent que 53%, donc 47% des valeurs n'appartiennent pas à Df: la largeur de la couronne par rapport à la longueur totale du glissement est donc très variable.

On ne s'attardera pas sur les valeurs qui n'appartiennent pas à Df. On peut seulement dire que pour les indices 1 et 2 le pourcentage de valeurs dont l'indice d'activité ≤ 5 est de l'ordre de 60% et pour l'indice 3 et 4, il est de l'ordre de 50%.

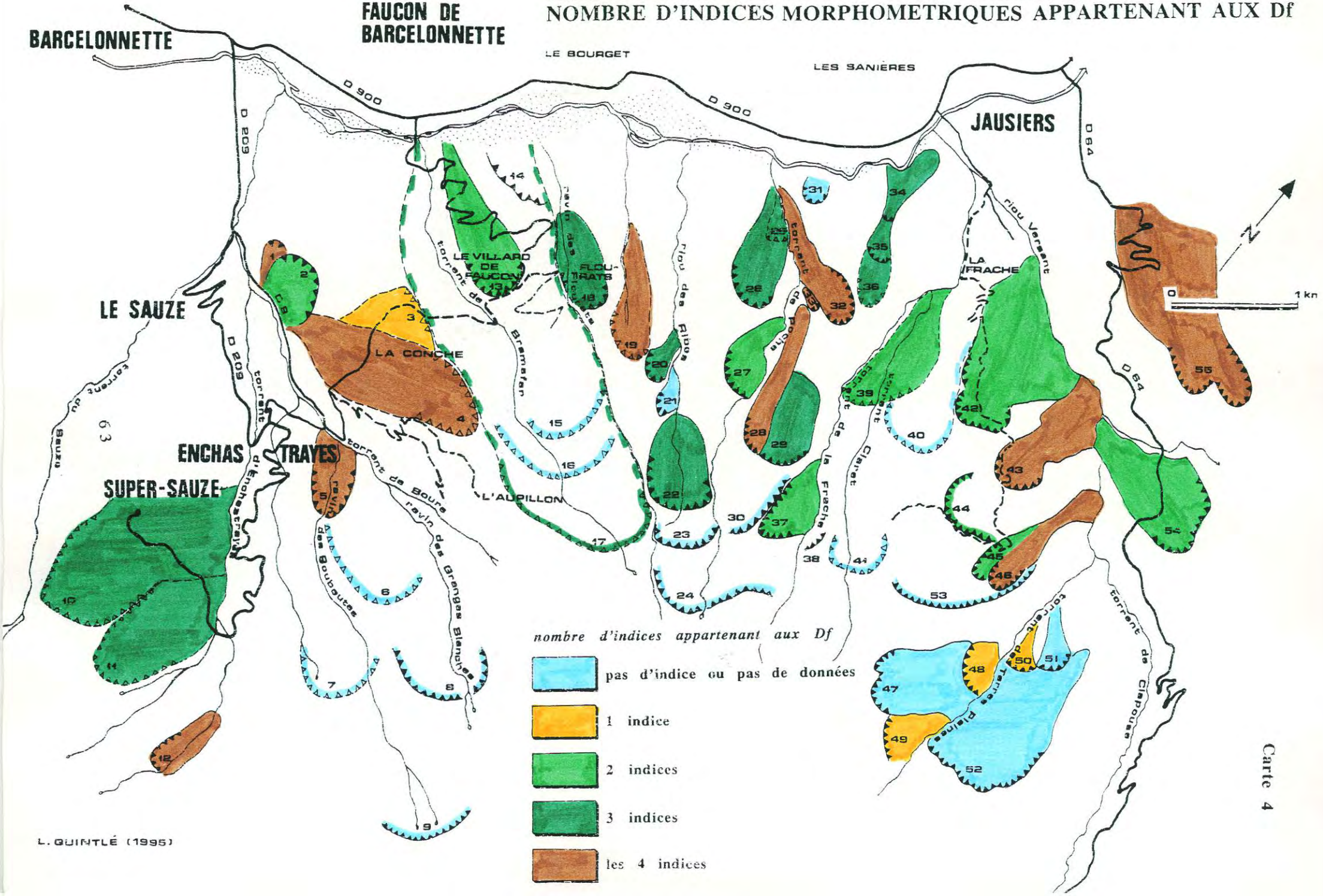
4.3. Le tableau des conclusions :

N°	Indice 1	Indice 2	Indice 3	Indice 4
1	0,19	0,27	0,20	1,33
2	0,26	1,29	1,12	1,16
3	0,33	1,25		
4	0,22	0,31	0,07	4,40
5	0,14	0,39	0,26	1,50
9		0,77		
10	0,23	0,46	0,43	1,07
11	0,30	0,49	0,24	2,00
12	0,26	0,36	0,59	0,61
13	0,57	0,89	0,21	4,25
17	0,27	0,45	0,34	1,35
18	0,20	0,56	0,19	3,00
19	0,19	0,40	0,05	8,50
20	0,35	0,58	0,26	2,20
21	0,52	0,60	1,40	0,43
22	0,19	0,68	0,39	1,75
25	0,18	0,44	0,05	8,75
26	0,27	0,47	0,08	5,67
27	0,35	0,67	1,08	0,62
28	0,22	0,23	0,10	2,20
29	0,21	0,48	0,34	1,40
32	0,23	0,50	0,08	6,00
33	0,25	0,38	0,15	2,50
34	0,10	0,17	0,38	0,44
35	0,10	0,17	0,38	0,44
36	0,12	0,14	0,24	0,56
37	0,41	1,22	0,78	1,56
39	0,20	0,80	1,07	0,75
42	0,26	0,58	0,93	0,62
43	0,19	0,37	0,49	0,75
44	0,22	0,39		
45	0,25	0,22		
46		0,23	0,51	0,45
47	0,60	0,98		
48	1,17	1,42	2,50	0,57
49		1,42	2,50	0,57
50	0,64	0,60	0,20	3,00
51	0,98	0,09	1,77	0,05
52	0,43	1,06		
54	0,30	0,50	0,60	0,83
55	0,31	0,35	0,48	0,73
Sauze	0,32	0,32	0,02	20,00

: tous les indices correspondent au domaine de définition Df1
: indices ne correspondant pas au domaine de définition Df1

Tableau 4 : conclusion des indices morphométriques

LOCALISATION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN SUIVANT LE NOMBRE D'INDICES MORPHOMETRIQUES APPARTENANT AUX Df



Ce tableau regroupe à nouveau les 4 indices. Les valeurs des indices morphométriques appartenant aux Df sont séparées de ceux qui n'en font pas partie. Une carte est dessinée à partir de ce tableau.

Les glissements dont le nom est matérialisé par une trame correspondent à ceux dont tous les indices correspondent aux domaines de définition Df (ou au moins 3 des 4 quand il manque le 4ème indice).

Seuls 12 glissements sont signalisés de cette façon. 9 de ces 12 glissements ont un indice d'activité supérieur ou égal à 6.

Sur ces 12 glissements on retrouve plusieurs glissements actifs ou du moins reconnus et décrit par A. Légier (1977).
-le glissement du Ravin des Routres (12)
-le glissement de Lans (55)
-le glissement des Tuisses (43)

D'autres glissements ont tous leurs indices morphométriques qui appartiennent à Df, mais certaines cases sont vides du fait de l'absence de données. Certains glissements ne sont en effet caractérisés que par 2 mesures comme les glissements 44 et 45. Pour mémoire le glissement du Bois Noir est imbriqué dans le glissement 45.

Inventaire des 12 glissements :

-1 : le sapement de berge à la confluence du torrent de Boure et du torrent d'Enchastrayes. L'indice d'activité est de 7.
-4 : La Conche. L'indice d'activité est de 2.
-5 : le glissement le long du Ravin des Rouboutes (au confluent du torrent de Boure). L'indice d'activité est de 5.
-12 : le glissement du Ravin des Routres. L'indice d'activité est de 7.
-19 : le long du Ravin des Argiles. L'indice d'activité est de 4.
-28 : le glissement en rive droite du torrent de Poche. L'indice d'activité est de 6.
-32 : le glissement de Poche. L'indice d'activité est de 8.
-33 : le glissement entre le glissement de Poche et le torrent de Poche. L'indice d'activité est de 6.
-43 : le glissement des Tuisses. L'indice d'activité est de 7.
-46 : le Ravin du Bois Noir (inclus le glissement du Bois Noir). L'indice d'activité est de 7.
-55 : le glissement de Lans. L'indice d'activité est de 7.
-Sauze : le glissement-coulée du Sauze. L'indice d'activité est de 8.

IV. LES CONCLUSIONS :

1. Conclusion géographique :

La répartition semble assez aléatoire au premier abord. Certaines conclusions peuvent néanmoins être établies. Ainsi, on constate que beaucoup des formes dont seul l'escarpement principal a été repéré se localisent assez haut en altitude. Certains sont en fait des escarpements structuraux comme la crête des Barraus (53). D'autres ressemblent étrangement à des bassins de réception des eaux pluviales mais il n'est pas exclus que ces derniers aient été remaniés par des mouvements de terrain à un moment ou à un autre.

Le cas de la forme 52 est curieux car aucun indice ne correspond bien que le repérage de ses limites soit complet, et que l'activité paraît assez forte (6). On pense qu'il s'agirait en fait d'un bassin de réception.

Les formes dont les indices ne correspondent pas tous aux indices des glissements actifs évoluent le long des torrents. L'indice d'activité est alors d'un grand secours. Ainsi, la forme 42 (le Serre Maurin) qui évolue le long du Riou Versant n'est confirmé que par un seul indice morphométrique. Par contre son indice d'activité est très élevé (7). Il s'agît donc bien d'un glissement, qui comporte en plus des traces d'activité.

Les formes les plus semblables aux glissements actifs sont souvent allongées et sont situées à faible ou moyenne altitude. Le cas de la forme 28 sous Pra Loup est assez évocateur à ce sujet. Son indice d'activité est de 6 et tous les indices morphométriques correspondent à ceux des glissements actifs.

Ces formes ont l'allure d'une coulée, phénomène fréquent dans les marnes noires.

2. Comparaison avec la thèse de A. Légier (1977) :

Dans la thèse réalisée par A. Légier en 1977, il n'y a pas de carte de localisation des glissements anciens. Toute critique est donc délicate. Néanmoins, A. Légier a décrit tous les glissements actifs, les glissements plus anciens ainsi que des traces d'activité dans les secteurs sensibles.

Le secteur du torrent de Poche, celui du Riou des Ribes et celui du Riou Versant jusqu'au Bois Noir ont été très bien décrit.

Par contre, mis à part le glissement du Ravin des Routres et la coulée de l'Aupillon, il n'a pratiquement pas parlé de tout le secteur ouest correspondant à la commune d'Enchastrayes, peut-être parce qu'il y a très peu de traces d'activité.

Depuis cette thèse, près de 20 ans se sont écoulés et le secteur de Jausiers/Enchastrayes en rive gauche de l'Ubaye n'a cessé d'évoluer. On a tout de même pu constater que tous les glissements détectés par A. Légier sont encore repérables, même si leur formes ont quelque peu changé.

Un seul glissement s'est produit depuis cette date : le glissement de la Valette.

3. La carte finale :

Grâce aux résultats de la thèse d'A. Légier et au travail fournit dans cette étude, on peut donc établir une carte qui indique la probabilité ou la certitude d'existence d'un glissement (voir carte de "répartition des glissements en fonction de leur probabilité d'existence").

L'étude permet d'estimer si les glissements repérés sont certains ou probables. Elle permet d'autre part de localiser des zones sans glissements apparents, mais qui réunissent plusieurs indicateurs pouvant manifester la présence d'un glissement. Elle permet enfin d'éliminer les formes attribuées à d'autres processus.

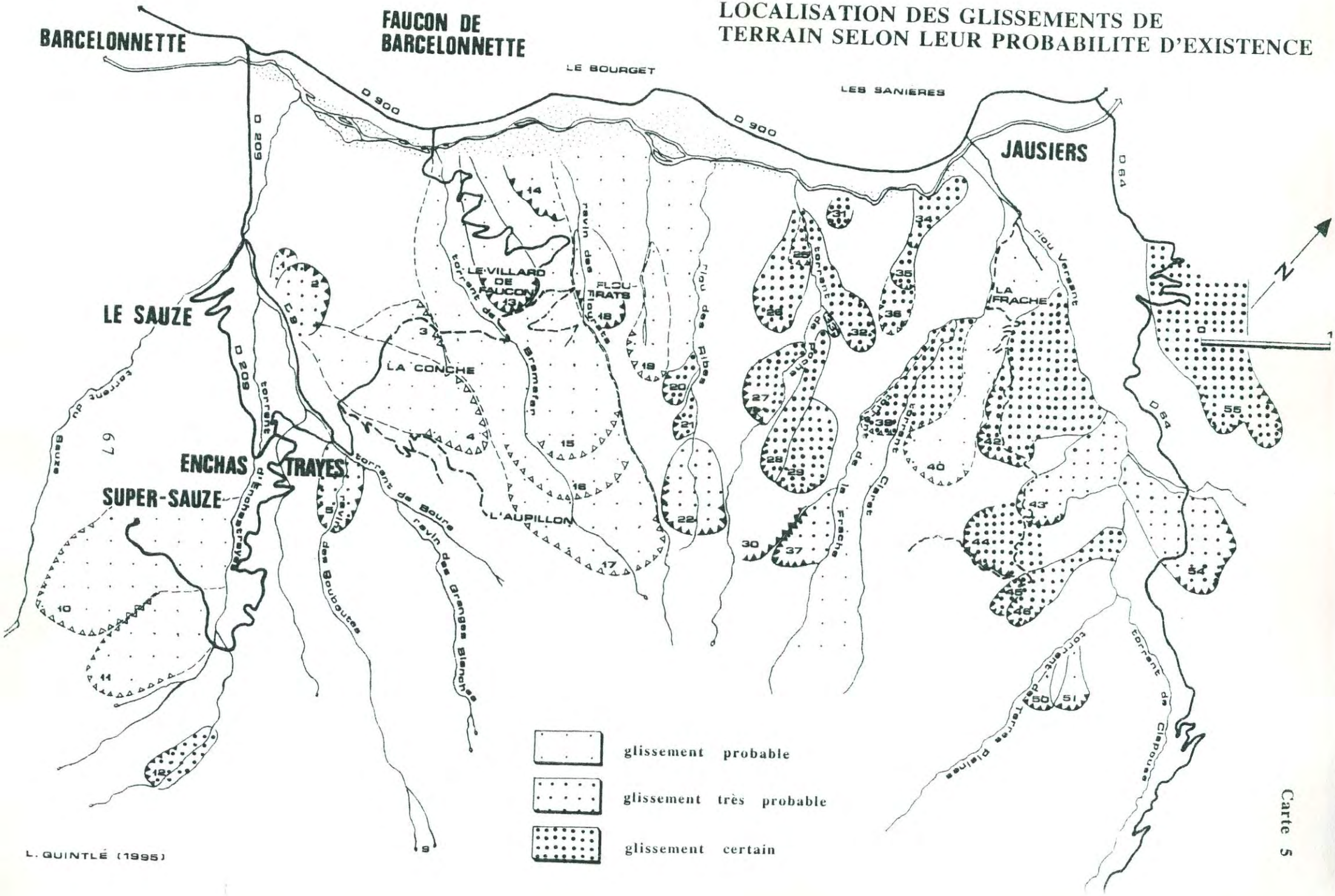
Les escarpements attribués à d'autres processus appartiennent pour la plupart à la classe [0 ; 2] ou à la classe [3 ; 4]. En effet, les escarpements 6, 7, 8, 9 sont des bassins de réception des eaux. La forme 53 correspond à la crête des Barraus : il s'agit d'un escarpement structural dans des terrains autochtones plus durs que les marnes noires (J_{1-2}). Cet escarpement est marqué par des éboulis.

La carte finale de localisation des glissements répertorie donc:
-les **glissements certains**, qui sont les glissements qui ont été répertoriés à la fois par A. Légier (1977) et par cette étude.
-les **glissements très probables**, qui sont les glissements dont les indicateurs morphologiques et les indices morphométriques ont tous deux des valeurs élevées.
-les **glissements probables** qui correspondent à des zones où se confrontent plusieurs critères morphologiques mais dont les valeurs sont plus ou moins élevées.

Résultat :

Sur la carte finale, les escarpements structuraux et les bassins de réception des eaux sont éliminées. Il ne reste de ce fait que des formes supposées être des glissements de terrain ou des coulées. 2 zones peuvent être différenciées :
-le secteur ouest où la majorité des glissements et coulées ne sont que probables,
-le secteur est (commune de Jausiers) où une bonne part des glissements ont également été repérés par A. Légier. De nombreuses traces d'activité avaient d'ailleurs été signalées.

LOCALISATION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN SELON LEUR PROBABILITE D'EXISTENCE



Conclusion

Ce mémoire avait pour but de repérer et de localiser les anciennes formes de glissements. Pour cela, on s'est inspiré de l'étude des glissements actifs.

Le repérage n'était pas évident, ceci pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, beaucoup d'erreurs peuvent être commises car le développement des formes est parfois entravé par un torrent, car les glissements sont imbriqués, etc....

D'autre part, les glissements s'effacent peu à peu et il est parfois difficile de repérer une forme et encore moins des traces d'activité.

Malgré cela, 3 secteurs bien déterminés se différencient :
-le bassin d'Enchastrayes,
-le secteur du torrent de Poche et du torrent de la Frache,
-le versant du Bois Noir.

On a ensuite essayé de prouver que certaines formes étaient réellement des glissements. Pour cela on s'est appuyé de la morphométrie des glissements actifs que l'on a appliqué aux escarpements détectées par la photo-interprétation.

On a aussi utilisé tous les critères morphologiques traduisant l'activité qui sont repérables sur le terrain pour d'établir des fiches.

Ces 2 analyses ont été combinées de manière à ne retenir que les glissements les plus représentatifs de l'étude, sans pour autant rejeter les autres qui correspondent pour la plupart à d'anciens mouvements de terrain.

Cette étude, bien qu'empirique, nous permet de nous faire une idée sur l'importance des anciens glissements de terrain dans la région de Barcelonnette et de les localiser. Leur fréquence semble assez impressionnante, certes, mais l'instabilité du secteur ne nous incite-t-il pas à confirmer cette hypothèse?

Bibliographie

Ouvrages :

ARNAUD F. (1895), *Notice historique sur les torrents de la vallée de l'Ubaye.* Imprimerie nationale Paris 140 p.

ARNAUD F. (1900), *La vallée de Barcelonnette (L'Ubaye).* A.Gratier et compagnie 125 p.

ARNAUD F. (1906), *L'Ubaye et le Haut Verdon, essai géographique.* Imprimerie Nationale, Paris.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE (1984), *Mouvements de terrain, colloque de Caen,* documents du BRGM. N°35, 670 p.

AUGIER C. / FLAGEOLLET J.C. (1992), *Notice détaillée de la carte géomor-phodynamique de la commune d'Enchastrayes.* Strasbourg, 45p.

AUGIER C. / REBMANN T. (1990), *Étude et cartographie géomorpho-dynamique des risques naturels dans la commune d'Enchastrayes.* Mémoire de maîtrise, UFR de Géographie, Strasbourg.

CASALE R. / FANTECHI R. / FLAGEOLLET J.C (1992), *Temporal occurence and forecasting of landslides in the European Community.* Comission of the european communities. Directorate General for Science, Research and Development.

CHONDROYANNIS P. (1992), *Ubaye, la forêt reconstruite ; le sentier de découverte du Riou Bourdoux,* L. Esmenjaud, Gardanne, 112 P.

DEBELMAS J. (1983), *Guide géologique : les Alpes du Dauphiné.* Masson, Paris 198 p.

DEBELMAS J. (1987) *Découverte géologique dans les Alpes du Sud.* Editions du BRGM, Grenoble, 82 p.

DERRUAU M. (1974), *Précis de géomorphologie.* Masson & Cie, Paris 453 p.

FLAGEOLLET J.C. (1989) *Les mouvements de terrain et leur prévention.* Masson Collection Géographie, Paris 224 p.

GEORGE P. (1990), *Dictionnaire de géographie* . PUF, Paris 511 p.

KIRCHHOFFER S. (1994), *Végétation arborée et mouvements de terrain dans le secteur de la Frache.* Mémoire de maîtrise, UFR de géographie, Strasbourg 132 P.

KOEHLÉ G. (1994), *Cartographie géo-morphodynamique d'un versant instable (Poche, Bois Noir, La Frache).* Mémoire de maîtrise, UFR de géographie, Strasbourg, 99 p.

LECARPENTIER C (1963), *La crue de juin 1957 et ses conséquences morphodynamiques.* Thèse de 3ème cycle, Université des Lettres et Sciences Humaines Centre de Géographie Appliquée, Strasbourg 319p.

LÉGIER A. (1977), *Mouvements de terrain et évolution récente du relief dans la région de Barcelonnette.* Thèse, Université de Grenoble 163 p.

PÉGUY Ch. P. (1947), *Haute Durance et Ubaye.* Arthaud, Grenoble, 311 p.

PLAN J. (1968), *La fenêtre de Barcelonnette.* Bulletin du service de la carte géologique de la France n°280, Tome LXI, Paris.

Articles :

BONNARD C. (10-15/07/88), "Conférence spéciale : les mouvements de terrain dans les Alpes françaises". *Landslides, glissements de terrain. Compte rendu du cinquième synposium international sur les glissements de terrain.* Vol. 2, pp.1515-1537.

CHARDON (1990) "Quelques réflexions sur les catastrophes naturelles en montagne". *Revue de Géographie Alpine.* Tome 78, pp. 193-213.

CROZIER M.J. (1973) "Techniques for the morphometric analysis of landslips". *Zeitschrift für Geomorphology.* Berlin, 17, n°1, pp.78-101.

EVIN M. (1990), "Les risques naturels dans un espace montagnard : la Haute Ubaye". *Revue de Géographie Alpine.* Tome 78, pp.175-192.

JORDA M. (1980), "Morphogénèse et évolution des paysages de Haute Provence depuis le tardiglaciaire. Facteurs naturels et facteurs anthropiques". *Bulletin de l'association des géographes français.* n° 472, pp.295-304.

LAHOUSSE P. (1991) "Mouvements de terrain ancien et héritage glaciaires sur le versant méridional du Granon (briançonnais) ; Tentative d'établissement d'une chronologie relative". *Méditerranée.* n°4, pp. 23-30.

MAC CALPIN J. / RICE J.B. (1984), "Spatial and temporal analysis of 1200 landslides in a 900 km2 area, Middle Rocky Montains Wyoming USA" *ANZSLIDES. 5th IFCL*, Christchurch, New Zealand, pp. 137-146.

PECH P. (1990), "Les crues du 7 août 1978 dans l'Ossala". *Revue de Géographie Alpine.* Tome 78, pp. 89-101.

PIGEON P. (1985) "Géomorphologie et évolution récente d'un versant en glissement sur la commune de Vailly-Lullin. Apports dela photo-interprétation". *Photo-interprétation* n°6 fascicule 4, Edition Technip, Paris XVème.

VEYRET P. (1983), "Les hommes dans la haute montagne alpine" *Bulletin de l'Association des Géographes Français.* Paris n°496, pp.225-232.

Documents divers :

Carte topographique Jausiers-Le Sauze, IGN 3539 au 1/25 000 (1991).

Carte géologique Barcelonnette au 1/50 000, BRGM XXXV-39 (1974).

Carte géomorphodynamique d'Enchastrayes au 1/10 000 Mémoire de maîtrise, UFR de Géographie, Strasbourg (1990).

Photographies aériennes 3539 3639 300 mission Barcelonnette-Larche (1988) voir tableau d'assemblage

ÉTUDIANTS DE LICENCE (1990-1993), *Lever cartographique du modelé actuel de versants instables dans la région de Barcelonnette* Rapports de stage J.C. FLAGEOLLET, UFR de Géographie, Strasbourg

La Valette, Service RTM (Restauration des Terrains en Montagne) Alpes de Haute Provence 12p.

Mai 1979 : *Un exemple de correction torrentiel : le Riou Bourdoux.*

Mai 1987 : *Le torrent de la Valette.*

VINCENT J.(1990) *Glissement de la Valette : état des travaux de protection des populations et des biens situés sur le cône de déjection au début septembre 1990.* ONF Service Départemental Dignes les Bains. 6 p.

Annexes

Annexe 1 : Carte de localisation des photographies et des coupes topographiques,

Annexe 2 : Fiches de terrain

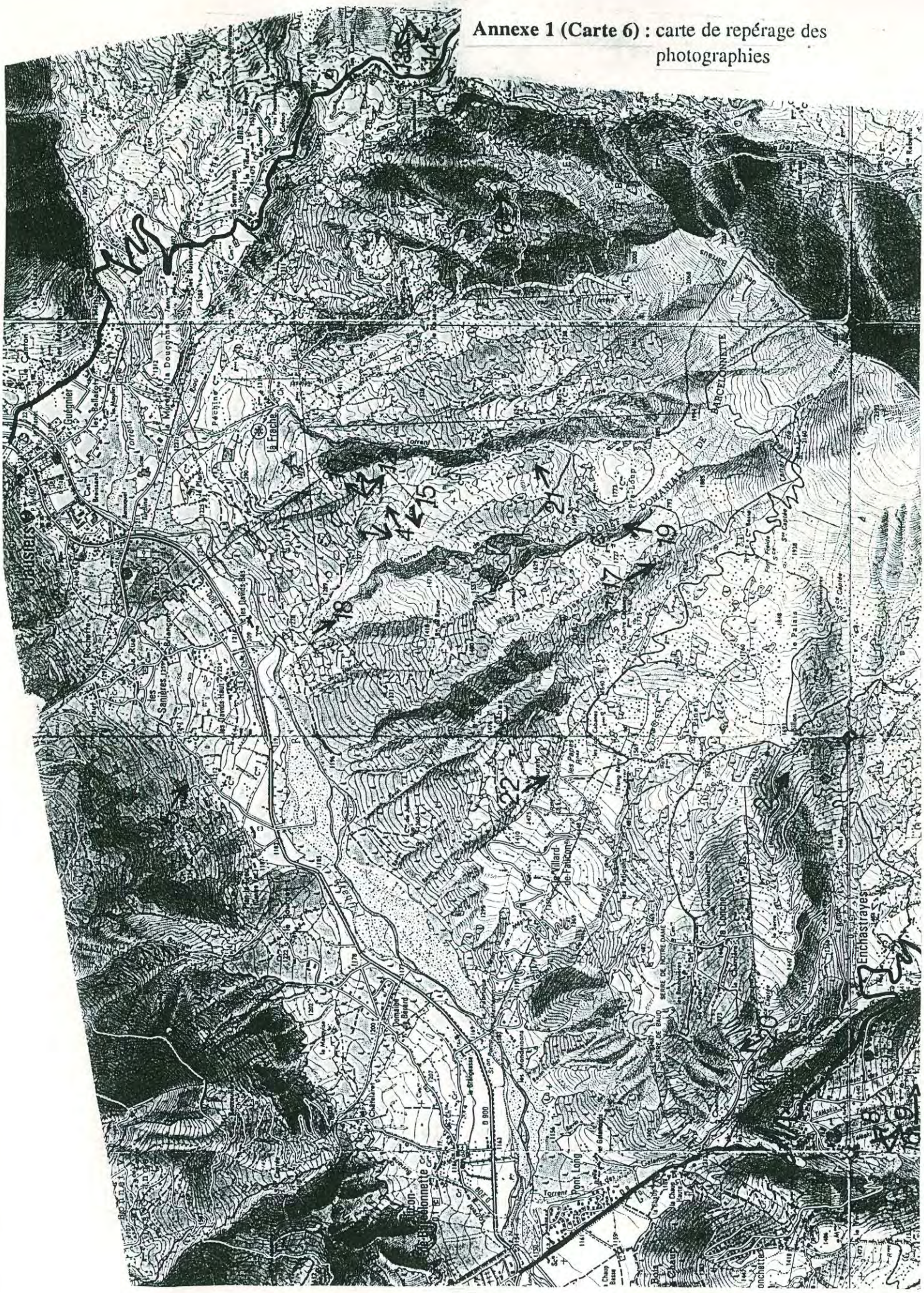
Annexe 3 : Le tableau des indices morphologiques.

Annexe 4 : Fiches descriptives des glissement repérés grâce à la photo-interprétation

Annexe 5 : Les 5 cartes des indicateurs morphologiques :

- les bossellements,
- le port des arbres,
- les types d'occupations du sol,
- la localisation des anciens escarpements et glissements d'après la photo-interprétation,
- les perturbations dans le réseau hydrographique.

Annexe 1 (Carte 6) : carte de repérage des photographies



Annexe 2

N° d'escarpement : 1/2 Chambon

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
la ferme Chambon a été construite juste à la base du glissement le long de la D9. il y a une réserve de chasse dans la forêt juste au-dessus.

1.2. Chemins :
la D9 apparaît sous le glissement c'est une route bitumée. Il y a un chemin sous le glissement 2 et aucun dans les glissements eux-mêmes.

1.3. Végétation :

1.3.1. Type : c'est une végétation herbacée avec conifères dispersés et des feuillus le long des drains temporaires.

1.3.2. Port des arbres :
ils sont relativement droits.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Des marnes remaniés et des marnes en place (stratifiés) apparaissent à cause du ravinement. Parfois, on note une alternance avec des bancs décimétriques de calcaires.

2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Il n'y a pas d'altérites ni de moraines dans le glissement 1,mais des altérites d'environ 1m d'épaisseur apparaissent dans le 2.

2.3. Ravinement dans les marnes ?
Le ravinement est très intense avec de la végétation seulement dans le bas. La roche est très visible.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
on peut voir apparaître un drain temporaire dans le 1 et plusieurs dans le 2.

3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
dans le pré fauché sous les ravines ; il y a un bossellement puis un replat en cuvette très humide.

3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le drain du glissement 1 n'est pas encaissé.
Les écoulements du glissement 2 sont beaucoup plus encaissés.

Il s'agit d'un ravinement, mais les accumulations au bas ainsi que la forme du sommet peuvent nous faire penser à un glissement issu d'un ancien sapement de berge.
Le ravinement serait donc créé après le glissement. Peut-être continue-t-il à évoluer.

Photo 20 : photo du glissement n°2 à la confluence entre le torrent d'Enchastrayes et le torrent de Boure.

Photo 21 : petite sagne en rive gauche du torrent de Poche (vers 1600m d'altitude).

N° d'escarpement : 3/4 Le Serre de Notre Dame et la Conche

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
un village agricole : presque toutes les terres sont cultivées autour! Des cabanes et maisons isolées apparaissent aussi dans le paysage.

1.2. Chemins :
une route bitumée et des chemins permettent l'accès à ces habitations.

1.3. Végétation :

1.3.1. Type : des feuillus se développent dans les parties humides, c'est à dire là où il y a des drains temporaires. Des zones de conifères délimitent la couronne.

1.3.2. Port des arbres : ils sont droits

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Elle n'a pas l'air d'affleurer !
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Le chemin est constitué de moraines. Epaisseur ?
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Non !

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
plusieurs drains temporaires drainent la dépression au centre du glissement.
3.2. Zones humides, végétation hygrophile : des feuillus font apparaître le cheminement des drains. Il y a beaucoup de feuillus dans le secteur (peupliers trembles)
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
pas d'encaissement.

Il s'agit d'un secteur totalement occupé par l'homme : omniprésence de l'action humaine ! Il n'existe pas de témoins véritables d'un glissement que l'allure générale du versant (s'il a eu lieu a du être très vieux).
La couronne est représentée par une pente concave à l'amont, replat, pente convexe à l'aval.
Il n'y a ni bossellements, ni fissures.

N° d'escarpement : escarpement 5 près d'Enchastrayes.

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
Il y a une cabane (sans nom).
1.2. Chemins :
la route est en bon état malgré quelques petits affaissements de route sur la D9 après le pont qui se trouve au-delà de la bifurcation. Les chemins sont bordés de moraine ; ils disparaissent sous la végétation.
1.3. Végétation :
1.3.1. Type : sur les sommets, on peut voir des prés fauchés. Celui, près du flanc gauche est doucement incliné alors que celui qui est beaucoup plus près du flanc droit est tout bosselé.
1.3.2. Port des arbres : dans le ravin des Rouboutes, certains arbres sont déracinés, d'autres ont la forme d'un revolver. Ailleurs, ils sont droits.
Rem : le versant qui se trouve après le flanc gauche est très raide. Là-aussi, des arbres sont déracinés ou en revolver. Est-ce à cause de la neige ou d'un autre glissement qui n'a pas été localisé sur les photos aériennes ?

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Ce sont des marnes remaniés avec des blocs de moraines dans le ravin des Rouboutes. Des bossellements y ont été repérés.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Des moraines bordent les chemins qui mènent aux prés.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Oui, on peut en localiser au niveau du ravin des Rouboutes.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
Deux torrents drainent le glissement : le ravin des Rouboutes dans le glissement. Le torrent de Boure semble avoir arrêté le mouvement à la base.
3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
il y a partout des conifères sauf au niveau des prés, mais aussi au niveau du ravin des Rouboutes où la forêt se transforme en forêt de feuillus.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le torrent de Boure est très encaissé : de la forêt le borde en rive gauche. La rive droite évolue en ravinement généralisé (on y a déjà repérer des glissements).

N° d'escarpement : escarpement 13. Le Villard de Faucon et le bas de la zone 15/16/17.

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
le hameau du Villard de Faucon s'intègre à l'ancien glissement.
1.2. Chemins :
une route bitumée mène au hameau. Elle est très peu accidentée (sauf en 2 ou 3 endroits où il y a de petits glissements de route).
1.3. Végétation : .
1.3.1.Type : c'est une zone très cultivée, mais il y a aussi des traces de forêt de conifères et de feuillus en particulier près des prairies et près des routes
1.3.2. Port des arbres : ils sont droits sauf si la pente est très forte.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Elle n'affleurent pas.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
On repère des moraines dans les zones de forêt, et aussi sur les chemins. En bordure des champs, on signale quelques épierrements.
Le long de la route menant du Villard à la Conche, il y a un bloc de moraine de 3/4m.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Il n'affecte pas le glissement, mais en-dessous près de l'Ubaye et le long du torrent de Bramafan.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
le torrent de Bramafan, Ravin des Méans dans l'escarpement 10 (pas d'écoulement à cette période de l'année).
3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
pas vraiment à part les feuillus et les drains temporaires.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
torrent de Bramafan moyennement encaissé avec ravinement en rive droite (seulement en bas de versant).

On a l'impression que le bassin est beaucoup plus sec que la zone du torrent de Poche. Peut-être car les moraines sont plus présentes.
La zone paraît plus stable, peut-être parce qu'elle est régulièrement entretenue et complètement remaniée par l'homme. Il n'y a pas de bossellements signalés.
Cl : la zone est plus peuplée. Les chemins et les routes plus nombreuses (station de Sauze et de Super-Sauze).

N° d'escarpement : escarpements 15/16/17. Le Pinet et le Palais. On peut y inclure la coulée de l'Aupillon (pas d'escarpement visibles donc pas de numéro !)

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
de nombreuses ruines s'éparpillent dans le glissement 17, mais seul le bas de la zone de glissement est habité : les Patigons, le Villard de Faucon (voir 13)

1.2. Chemins :
des chemins ravinés par l'eau et encombrés de blocs de moraines traversent cette zone en glissement, des chemins carrossables régulièrement entretenus permettent l'accès de la Conche au Villard, une route mènent directement au Villard à partir de la D.900.

1.3. Végétation :

1.3.1. Type : ce sont principalement des cultures et prés de fauche, mais on peut aussi noter des arbres disséminés (il n'y a pas réellement de forêt). Il y a beaucoup de feuillus dans le bas et des conifères plus haut. Vers 1700m, cette végétation se remplace peu à peu par des mélèzes.

1.3.2. Port des arbres : ils sont droits dans le bas. Dans la coulée de l'Aupillon, ils sont presque droits (le plus souvent!).

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Des bancs stratifiés se distinguent le long de la route menant à l'Aupillon.

2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Il s'agit d'un secteur principalement constitué de moraines. De la solifluxion quasi généralisée apparaît dans le haut près du cimetière.

2.3. Ravinement dans les marnes ?
Non!

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
le secteur est drainé par le torrent de Bramafan. Celui-ci n'accueille que peu de drains temporaires ou affluents. On peut signaler une incurvation bizarre dans la zone où il commence à s'encaisser à l'aval de la coulée de l'Aupillon.

3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
des zones humides se signalent dans certains replats (photo) de la coulée de l'Aupillon. On peut noter la présence d'un réservoir mais pas de marais localisés.

3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le torrent est peu encaissé vers le haut mais beaucoup plus vers le bas.

Il s'agit donc d'un immense glissement dont les formes sont très estompées. Par contre, des reprises localisées d'âge divers nous montrent la précarité de cette stabilité. (coulée de l'Aupillon, Les Flourats).Voir bas de la zone.

N° d'escarpement : glissement n°18 : les Flourats

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
seulement la ferme des Flourats (avec prés fermés et chevaux).

1.2. Chemins :
un chemin assez large permet d'accéder aux champs.

1.3. Végétation :

1.3.1. Type : il y a des prés de fauche à l'intérieur du glissement, des conifères sur la couronne, des feuillus le long du Ravin des Flourats (humidité).

1.3.2. Port des arbres : ils sont droits sauf certains (voir brouillons). Leur déformations sont à 1m-1,5m au- dessus du sol (ou plus haut).

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Elle n'affleure pas.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
On a localisé de la moraine un peu partout : de nombreux épierrements et terrasses nous permettent de le confirmer (dans les champs).
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Sous le glissement lorsque le versant devient plus raide le long de l'Ubaye.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
un torrent : Ravin des Flourats (très mince filet d'eau le jour du relevé.
3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
feuillus sur le replat : la zone est apparemment humide mais ce n'est pas sûr.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le Ravin des Flourats n'est pas encaissé à la hauteur du glissement. Il évolue dans les moraines.

Photo 22 : le Ravin des Flourats. Le torrent évolue sur les moraines mais celles-ci sont très peu épaisses car, par endroits, les marnes noires affleurent.

N° d'escarpement : glissement n° 19 : Les Ribes de Caire le long du Ravin des Argiles.

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
il n'y en a aucune, pas même une ruine.
1.2. Chemins :
il n'y a pas de véritables chemins dans le glissement, seulement des sentiers qui ne mènent nul part.
1.3. Végétation :
1.3.1.Type : une forêt de conifères, avec mousse sur la moraine (tapis épais car on s'enfonce en marchant). Il n'y a pas de végétation herbacée mais des arbustes.
1.3.2. Port des arbres : la forêt est ivre.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Elle n'affleure pas, mais elle ne doit pas se trouver à une profondeur très importante.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
La moraine est recouverte d'un sol peu épais et de mousse.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Non !

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
Le ravin des Argiles est à sec à cette époque de l'année.
3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
un replat avec quelques feuillus et végétation herbacée forme une clairière d'environ 5*5m).
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le ravin n'est pas encaissé.

On sent bien qu'on se rapproche d'une zone beaucoup moins stable et plus hostile à l'homme : il n'y a presque plus de chemins praticables ni d'habitation et encore moins de cultures et de pâturages.

N° d'escarpement: Glissements 20/21 près des Catines.

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
il n'y en a aucune.
1.2. Chemins :
on peut localiser un chemin praticable ; la forêt est entretenue car certains arbres sont coupés (20). Ce chemin est aussi utilisé pour la transhumance des ovins.
1.3. Végétation :
1.3.1.Type :sur la couronne, ce sont surtout des conifères et quelques mélèzes. Dans le bas, il y a des feuillus mais pas de cours d'eau signalé (pour le 20). Il y en a aussi feuillus au niveau du chemin..
1.3.2. Port des arbres : en général, ils sont pour le 20, la forêt est ivre pour le 21.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Les marnes noires commencent à apparaître ainsi que des bossellements mais celles-ci sont encore mêlées à de la moraine comme cela est précisé dans la rubrique au-dessous.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
C'est toujours de la moraine. On retrouve à nouveau des épierrements.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Non !

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
à la base du glissement coule le Riou des Ribes.
3.2. Zones humides végétation hygrophile :
il y a des feuillus dans le bas mais aucun cours d'eau n'est signalé.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le Riou des Ribes est encaissé d'1 à 2m là où je l'ai traversé. (environ 1700m d'altitude).A l'aval, il s'encaisse beaucoup plus.

N° d'escarpement : glissement n°22 dans les Catines (jusqu'au torrent de Poche).

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
il n'y a pas d'habitations, seulement des ruines avec de nombreuses terrasses et épierrements. La caravane du berger se trouve à environ 1800 m d'altitude.
1.2. Chemins :
un petit sentier difficile à suivre s'arrête en plein milieu du glissement.
1.3. Végétation :
1.3.1.Type : forêt de feuillus (peupliers trembles), quelques mélèzes.
1.3.2. Port des arbres :

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
on passe graduellement aux marnes noires en se dirigeant vers le torrent de Poche.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Encore des moraines mais elles doivent être de moins en moins épaisses. On trouve aussi des argiles desséchées.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
L'escarpement 23 au-dessus du glissement 22 est très raviné.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
le Riou des Ribes.
3.2. Zones humides végétation hygrophile :
de nombreux replats, bossellements et fissures sont occupés par des feuillus. Certains étaient très humides.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le Riou des Ribes n'est quasiment plus encaissé à cette altitude.

Au-dessus de la zone bosselée, on peut voir une prairie avec de la solifluxion presque généralisée.

N° d'escarpement : 25/26 près du torrent de Poche (aval rive gauche)

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
la bergerie de la se trouve au-dessus de la couronne du glissement 26. C'est une baraque en tôle.
1.2. Chemins :
un chemin est régulièrement entretenu pour voiture et transhumance des chèvres vers la bergerie.
1.3. Végétation :
1.3.1. Type : la forêt est très serrée, sèche avec quelques prairies.
1.3.2. Port des arbres : ils sont ivres.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Les marnes n'apparaissent seulement qu'à quelques endroits localisés.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Moraines.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Non.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
le long du torrent de Poche.
3.2. Zones humides végétation hygrophile :
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
il n'y a pas de cours d'eau. A l'aval, le torrent de Poche est très encaissé. Cet encaissement n'est pas régulier.

N° d'escarpement : 29/30 au-dessus du glissement de Poche sous Pra Loup

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
une cabane abandonnée se localise dans la partie nord-est du glissement 30.
1.2. Chemins :
il n'y a pas de chemins dans cette partie du secteur
1.3. Végétation :
1.3.1. Type : les parties basses correspondent surtout à la forêt de conifères et à des conifères dispersés. Dans le glissement 29, une langue de conifères correspondant à peu près aux limites du glissement descend vers le nord.
1.3.2. Port des arbres : ils sont à peu près droits dans le glissement 30. De nombreux arbres calcinés affectent le bas du même glissement (mêlés à des oliviers rabougris). De hautes herbes marquent les zones humides.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
La couronne est façonnée dans les marnes qui, par endroit, sont encore stratifiés .
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Dans les couronnes on peut repérer quelques blocs de moraines emballées. Dans le corps des glissements, on détecte des blocs de moraine entre les touffes d'herbe.
De nombreux bossellements et déchirures (fissures dans tous les sens) affectent le versant entre le glissement de Poche et le torrent de Poche. L'activité semble donc omniprésente même si elle n'est pas catastrophique.
3.3. Ravinement dans les marnes ?
oui. Les couronnes sont très actives, sauf la partie est du glissement 30 qui commence à se revégétaliser.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
il n'y a pas de torrents seulement de petits drains temporaires.
3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
de nombreuses zones humides sont détectées dans les replats (roseaux, feuillus). Toute la zone semble très humide même au-delà des glissements. On peut noter la présence de sagnes.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
les drains sont encaissés d'1 à 2m par endroit.

33 : C'est exactement la continuité du 29 et du 30. Les caractéristiques sont donc sensiblement identiques !

N° d'escarpement : 34/35/36 coulée du Plan
photos 7/8/9/10

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
il n'y a pas d'habitations sauf la ferme qui se trouve à l'est du glissement. Une ligne haute tension traverse le glissement dans sa largeur.
1.2. Chemins :
plusieurs chemins traversent le glissement : ceux de la partie basse sont affectés de fissures et de décrochements.
1.3. Végétation :
1.3.1. Type :
une forêt de conifères se localise dans le bas du glissement : ce sont surtout des pins sylvestres). La végétation est plus clairsemée dans le haut (prairies et anciennes cultures dans les replats).
1.3.2. Port des arbres :
ils sont ivres là où çà continue de bouger ; ce sont principalement les bordures de ravin.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Ce sont surtout des marnes noires remaniées (ravinement).
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Des altérites marneuses au sommet sur une épaisseur de 50 cm à 1m. Parfois, les marnes noires sont à nu.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Le ravinement est intense au niveau de la ligne haute tension : sa profondeur est d'environ 30m avec au fond un drain intermittent.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
aucun torrent n'est localisé, seulement 2 drains temporaires dans la ravine.
3.2. Zones humides, végétation hygrophile :
pas de zones humides localisées.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
aucun

Il s'agit d'une coulée assez ancienne stabilisée par endroits. Nous avons pu discerner des traces d'activité correspondant surtout à des reprises localisées (un premier glissement est repéré sur la photo).

N° d'escarpement : glissement n°39 le long du torrent de la Frache.

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
il n'y a pas d'habitations dans le glissement mais le hameau de la Frache se trouve un peu à l'aval (au sommet de Péchine).
1.2. Chemins :
il n'y a pas vraiment de chemin ou alors ceux-ci sont des sentiers peu praticables. Le chemin dans le glissement ne mène nul part.
1.3. Végétation :
1.3.1. Type : en bas, s'est développée une forêt de feuillus. A la base, ce sont des prairies bosselées et fissurées. a l'amont, près de la couronne, les conifères prennent peu à peu la place des feuillus.

1.3.2. Port des arbres : ils ne sont pas déracinés, mais bon nombre d'entre eux ont été dérangés dans leur croissance : certains sont inclinés.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Ce sont surtout des marnes remaniés ; ils sont mélangés à de la moraine.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
On trouve de la moraine, mais elle n'a pas d'épaisseur puisqu'elle est mélangée à la matrice marneuse.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Il n'y en a pas au niveau du glissement.

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
le torrent de la Frache se localise à la base du glissement et le torrent Claret se trouve immédiatement dans le glissement.
3.2. Zones humides végétation hygrophile :
on peut voir des sagnes asséchées, mais la prairie reste très verte avec sa végétation caractéristique (il y avait même une grenouille). La forêt est composée presque uniquement de feuillus.
3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
la Frache est moyennement encaissée et le torrent Claret coule en surface.

N° d'escarpement : Glissements 42/43 : Le Serre Maurin et le Serre du Corbeau.

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
il y a une cabane dans le glissement 42 et une dans le 43 (le Chat Noir). Au bas du 42, la station de ski de la Frache a été construite. On peut aussi localiser des aménagements pour les pistes de ski (elles sont définitivement fermées).
1.2. Chemins :
la route qui mène à la piste de ski est relativement bien entretenue, à part les petits glissements de route qui la rétrécissent là où les marnes noires sont à nu. La route devient impraticable à partir du glissement du Bois Noir.
1.3. Végétation :
1.3.1.Type : c'est une forêt de feuillus et de conifères. Quelques petits replats sont occupés par de la prairie mais ils sont très peu nombreux.
1.3.2. Port des arbres : ils sont dérangés dans leur croissance (en revolver ou bien déracinés.)

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Ce sont des marnes remaniés avec des blocs de moraines. Il y a très peu d'épierrements : juste 1 ou 2.
2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Des gros blocs dans les cours d'eau.
2.3. Ravinement dans les marnes ?
Non !

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
les 2 glissements viennent mourir le long du Riou Versant. Un drain temporaire draine le glissement 42 (de l'eau s'écoulait le 02/08/95)

3.2. Zones humides végétation hygrophile :
tout est humide : il n'y a pas de sagnes ou de marais dans le glissements 42 et 43. La pluie du 31/07/95 a laissé encore de nombreuses flaques dans les marnes. La végétation y est plus luxuriante (beaucoup de moustiques).

3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le Riou Versant est très encaissé, mais le drain temporaire s'écoule à même la surface.

Les glissements 44/45/46 possèdent à peu près les mêmes caractéristiques. Dans le 41, on peut noter une reprise localisée : c'est le glissement du Bois Noir ! Le bas du 41 est formé de zones marécageuses.

N° d'escarpement : glissement n°54 : Les Caires ; La Chalanette.

1. Occupation du sol :

1.1. Habitations :
une seule habitation se localise dans le glissement : Les Caires.

1.2. Chemins :
la D64 mène au Col de la Bonette 20km plus loin. Cette route est régulièrement remise à neuf. Il y a aussi un chemin carrossable menant aux cultures.

1.3. Végétation :

1.3.1.Type : des conifères jalonnent la couronne ceci, parfois, jusqu'au bas de la ravine qui tend à se revégétaliser tout doucement.
Des cultures et des prés de fauche ont été établit dans le corps du glissement (donc dans les replats)

1.3.2. Port des arbres : il n'y a pas d'arbres déracinés, mais certains ont quand même subit des modifications dans leur développement.

2. Géologie :

2.1. Roche en place ? Laquelle ?
Des marnes noires et des calcaires du Dogger.

2.2. Formations superficielles ? Lesquelles ?
Les versants sont remaniés avec des gros blocs plus ou moins anguleux (Est-ce des moraines ou des dépôts fluvio-lacustres ?)

2.3. Ravinement dans les marnes ?
Oui, il y a du ravinement au niveau du Riou Versant, et un peu au niveau de la couronne, mais se dernier tend à se stabiliser car il se revégétalise (seules les incisions sont à nu !).

3. Hydrogéologie :

3.1. Présence ou non de torrent(s) dans le glissement :
le Riou Versant passe près du flanc droit du glissement.

3.2. Zones humides végétation hygrophile :
tous les cours d'eau sont bordés de feuillus; On peut repérer des zones humides au bas de l'escarpement car la végétation est beaucoup plus verte. Il y a un écoulement qui donne naissance à une sagne.

3.3. Type et degré d'encaissement dans les cours d'eau :
le Riou Versant est moyennement encaissé.
On peut apercevoir sur la rive droite du Riou Versant une roche rouge : ce sont probablement des marnes rouges.
A droite de ce glissement, on peut apercevoir un autre petit glissement avec des altérites calcaires (juste au sud de Lans). Il n'a pas été repéré sur la carte.

Annexe 3 : Le tableau des indicateurs morphologiques

	Bossellements, fissures		Modifications hydrographiques ?		Végétation, port des arbres		Etat des escarpements		Occupation du sol		Indice d'activité
1	oui pas de fissures	1	oui, très encaissé et dissymétrique	1	droits, quelques-uns sont inclinés	1	net raviné	1	ravinement, prairie arbustive	3	7
2	oui pas de fissures	1	oui, très encaissé et dissymétrique	1	droits, quelques-uns sont inclinés	1	net raviné	1	ravinement, prairie arbustive	3	7
3	non	0	pas de cours d'eau	0	droits	0	estompé	0	cultures	0	0
4	oui quelques bossellements	1	drain temporaire pas encaissé	1	droits	0	estompé	0	cultures	0	2
5	oui	2	oui, moins encaissé dans le bas	1	arbres déracinés et arbres courbés	1	très net	1	forêt et prairie arborée	2	7
6	oui pas de fissures	1	non pas de cours d'eau	0	droits	0	estompé	0	prairie arbustive	2	3
7	non	0	oui, Ravin des Rouboutes	1	droits	0	estompé	0	prairie arbustive	2	3
8	oui des bossellements	1	oui, ravin des Granges Blanches dissymétrique	1	droits	0	net raviné	1	prairie arbustive et ravinement	3	6
9	non	0	Bassin de réception pas encaissé	0	pas, d'arbres	0	net	1	prairie alpine	1	2
10	oui un peu	1	oui, torrent d'Enchastrayes dissymétrique	1	droits	0	estompé	0	prairie arborée	2	4
11	oui un peu	1	non	0	droits	0	estompé	0	prairie arborée	2	3
12	oui, fissures et bossellements	2	oui, profil dissymétrique	1	arbres penchés	1	net	1	prairie	2	7
13	oui un peu	1	non	0	droits sauf si la pente est très forte	0	net	1	cultures	0	2
14	non	0	non	0	arbres penchés	1	net raviné	1	ravinement et forêt	3	5
15	oui, des bossellements	1	oui torrent de Bramafan pas encaissé	1	droits	0	estompée	0	prairie arborée	2	4
16	oui, des bossellements	1	oui torrent de Bramafan pas encaissé	1	droits	0	estompé	0	prairie arborée	2	4
17	oui, des bossellements	1	oui torrent de Bramafan pas encaissé	1	droits	0	estompé	0	prairie arborée	2	4
l' Aupillon	oui, des bossellements et des fissures	2	oui torrent de Bramafan pas encaissé	1	quelques fois penchés	1	pas d'escarpement visible	0	prairie arborée	2	6
18	oui, quelques bossellements	1	non	0	droits sauf certains (redressés)	0	nette	1	cultures	0	2
19	oui, quelques bossellements	1	non	0	forêt ivre	1	estompé	0	forêt	2	4
20	oui, bossellements et fissures	2	oui,Riou des Ribes dissymétrique	1	forêt ivre	1	net	1	forêt	2	7
21	oui, bossellements et fissures	2	oui,Riou des Ribes dissymétrique	1	relativement droits	0	net	1	forêt	2	6
22	oui, bossellements et fissures	2	non	0	forêt ivre	1	net	1	forêt	2	6
23	oui, bossellements et fissures	2	non	0	droits	0	net	1	prairie arborée	2	5
24	non	0	non	0	pas d'arbres	0	net raviné	1	prairie et ravinement	3	4
25	oui, terrain fissuré	1	oui, torrent de Poche dissymétrique	1	forêt ivre	1	estompé	0	prairie arborée	2	5
26	oui, terrain fissuré	1	oui, torrent de Poche dissymétrique	1	forêt ivre	1	net	1	prairie arborée	2	6
27	oui, bossellements et fissures	2	oui, torrent de Poche dissymétrique	1	forêt ivre	1	net	1	forêt	2	7
28	oui, bossellements et fissures	2	non	0	forêt ivre	1	net raviné	1	forêt	2	6
29	oui, bossellements et fissures	2	non	0	forêt ivre	1	net raviné	1	prairie arborée	2	6
30	oui, bossellements et fissures	2	non	0	forêt ivre	1	net	1	prairie arborée	2	6
31	oui, des bossellements	1	non	0	arbres déracinés	1	net	1	prairie arborée	2	5
32	oui, bossellements et fissures	2	oui, torrent de Poche dissymétrique	1	arbres déracinés	1	net	1	forêt , à nu	3	8

33	oui, bosselements et fissures	2	non	0	arbres déracinés	1	net	1	prairie arborée	2	6
34	oui, bosselements et fissures	2	non	0	désorganisés près des ravins	1	net	1	culture et forêt	2	6
35	oui, bosselements et fissures	2	non	0	désorganisés près des ravins	1	net	1	forêt	2	6
36	oui, des bosselements	1	non	0	désorganisés près des ravins	1	estompé	0	forêt	2	4
37	non	0	non	0	désorganisés près des ravins	1	net raviné	1	prairie et ravinement	3	5
38	non	0	non	0	désorganisés	1	net raviné	1	prairie	2	4
39	oui, bosselements et fissures	2	non	0	désorganisés	1	estompé	0	forêt	2	5
40	oui, bosselements et fissures	2	non	0	désorganisés	1	estompé	0	forêt et prairie arborée	2	5
41	oui, bosselements et fissures	2	oui, torrent Claret pas encaissé	1	désorganisés	1	estompé	0	forêt et prairie arborée	2	6
42	oui, bosselements et fissures	2	oui, Riou Versant dissymétrique	1	désorganisés	1	net	1	forêt	2	7
43	oui, bosselements et fissures	2	oui, Riou Versant dissymétrique	1	désorganisés	1	net	1	forêt	2	7
44	oui, bosselements et fissures	2	oui,torrent de Clapouse moins encaissé	1	désorganisés	1	net	1	forêt	2	7
45	oui, bosselements et fissures	2	oui,torrent de Clapouse moins encaissé	1	désorganisés	1	net	1	forêt	2	7
46	oui, bosselements et fissures	2	oui,torrent de Clapouse moins encaissé	1	désorganisés	1	net	1	forêt	2	7
47	non	0	non, pas de modification nette	0	pas de forêt	0	net	1	prairie alpine	1	2
48	non	0	non, pas de modification nette	0	pas de forêt	0	net	1	prairie alpine	1	2
49	non	0	non, pas de modification nette	0	pas de forêt	0	net	1	prairie alpine	1	2
50	non	0	non, pas de modification nette	0	désorganisés	1	net raviné	1	ravinement et prairie	3	5
51	non	0	non, pas de modification nette	0	désorganisés	1	net	1	ravinement et prairie	3	5
52	non	0	oui, torrent de Terres Pleines dissymétrique	1	désorganisés	1	net raviné	1	ravinement et forêt	3	6
53	non	0	non	0	désorganisés	1	net raviné	1	forêt	2	4
54	oui, quelques fissures	1	oui, moins encaissé	1	modifications dans leur développement	1	net	1	prairie et ravinement	3	7
55	oui, fissures et bosselements	2	pente moins raide au niveau du	1	nombreuses zones désorganisées	1	net	1	prairie arborée et forêt	2	7
Le Sauze	oui, fissures et bosselements	2	oui, torrent dissymétrique	1	pas d'arbres dans la coulée, mais végétation désorganisée	1	net raviné	1	à nu, ravinement	3	8

Annexe 4 : fiches descriptives des glissements repérés grâce à la photo-interprétation

N°	Localisation	Orientation	L.tot.glt	l.couronne	l.base	alt.sommet	alt.base	dénivelé
1		SSW	375m	100m	75m	1350m	1280m	70m
2		SW	425m	550m	475m	1420m	1310m	110m
3		SW	400m	500m		1550m	1420m	130m
4		W	1775m	550m	125m	1710m	1320m	390m
5		NNW	950m	375m	250m	1578m	1447m	131m
6		N		875m		1780m		
7		N		625m		1970m		
8		NW		700m		2000m		
9		WNW		960m		2250m		
10		NE	1625m	750m	700m	1920m	1550m	370m
11		NE	1225m	600m	300m	2000m	1630m	370m
12		NE	1530m	550m	900m	2200m	1800m	400m
13		NW	475m	425m	100m	1450m	1180m	270m
14		NW		600m	375m	1350m	1180m	170m
15		NW		700m		1650m		
16		NW		950m		1750m		
17		NW	2750m	1250m	925m	1910m	1180m	730m
18		NW	800m	450m	150m	1510m	1350m	160m
19		NW	1075m	425m	50m	1550m	1350m	200m
20		N	475m	275m	125m	1667m	1500m	167m
21		NE	250m	150m	350m	1690m	1560m	130m
22		NW	775m	525m	300m	1800m	1650m	150m
23		NW		550m		1900m		
24		NNW		1025m		2140m		
25		NNW	400m	175m	20m	1300m	1230m	70m
26		NNW	900m	425m	75m	1470m	1230m	240m
27		NE	600m	400m	650m	1630m	1420m	210m
28		NNW	1200m	275m	125m	1700m	1440m	260m
29		NNW	725m	350m	250m	1700m	1550m	150m
30		W		625m		1850m		
31		NNE		175m		1260m		
32		NW	1200m	600m	100m	1500m	1320m	270m
33		NW	200m	75m	30m	1450m	1400m	50m
34		N	700m	100m	450m	1300m	1230m	70m
35		N	1200m	200m	450m	1350m	1230m	120m
36		N	1850m	250m	450m	1460m	1230m	230m
37		NE	575m	700m	450m	1885m	1650m	235m
38		W		200m		1870m		
39		N	750m	600m	800m	1500m	1350m	150m
40		N		550m		1600m		
41		NNW		450m		1900m		
42		NNE	1125m	650m	1050m	1570m	1280m	290m
43		NNE	1025m	375m	500m	1570m	1375m	195m
44		NE	1475m	575m		1700m	1375m	325m
45		NNE	1150m	250m		1735m	1450m	285m
46		NNE	1075m	250m	550m			
47		NE	1025m	1000m		2260m	1650m	610m
48		NE	300m	425m	750m	2000m	1650m	350m
49		NE	300m	425m	750m			

50		NNW	375m	225m	75m	1830m	1590m	240m
51		NW	325m	30m	575m	1900m	1580m	320m
52		NW	875m	925m		2178m	1800m	378m
53		NW		1150m		1900m		
54		WNW	1250m	625m	750m	1750m	1375m	375m
55		NW	1600m	500m	785m	1700m	1300m	400m
Sauze		N	630m	200m	10m	1950m	1750m	200m

Remerciements

Je remercie toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail de maîtrise.

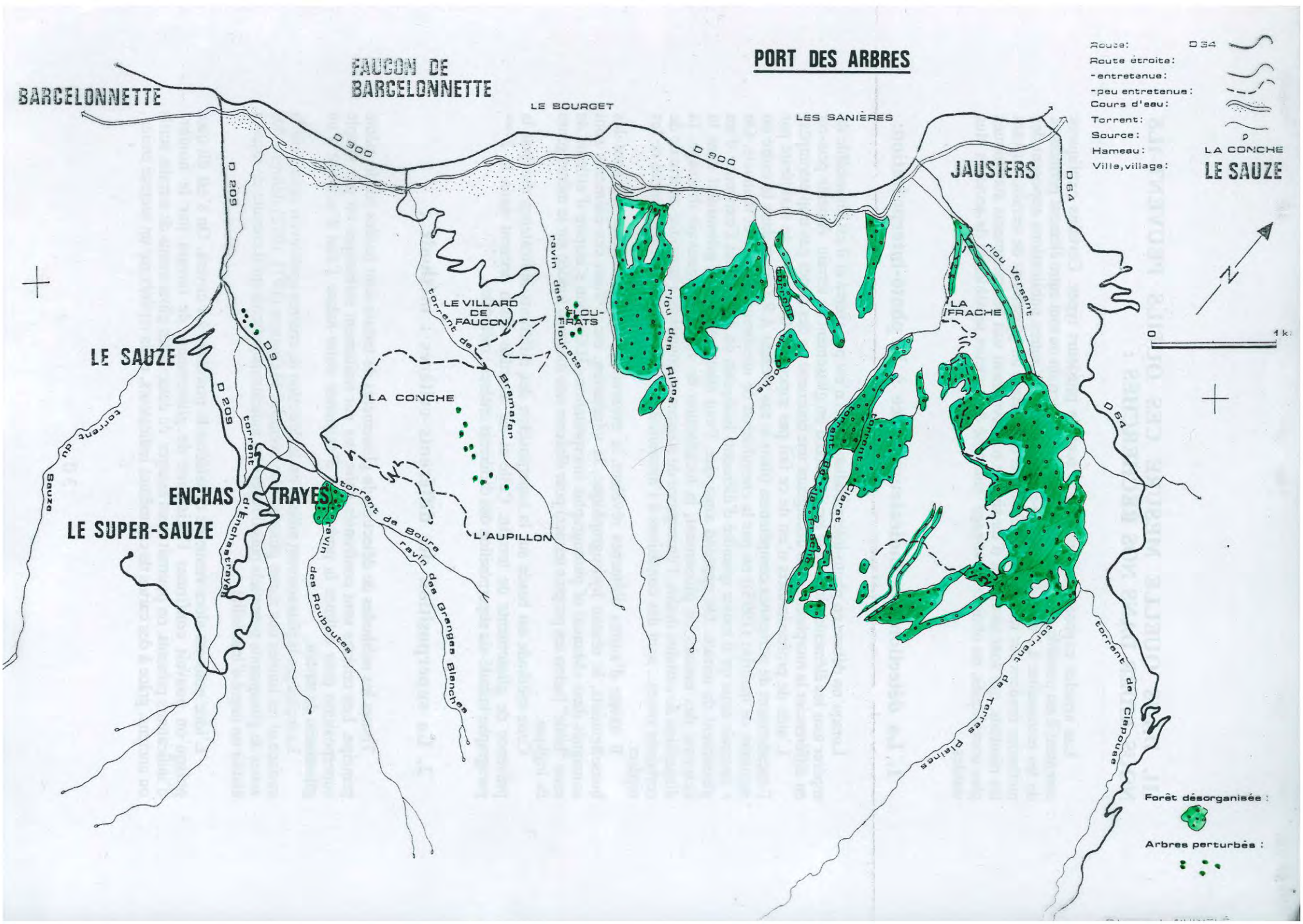
Merci à toute l'équipe du CERG qui m'a donné les moyens de faire aboutir mon travail, et plus particulièrement à M. Flageollet qui a consacré de son temps pour me diriger et m'orienter dans mes recherches.

Merci à A.R. Cloots qui m'a aidée dans mon travail de photo-interprétation et qui a soutenu mes recherches.

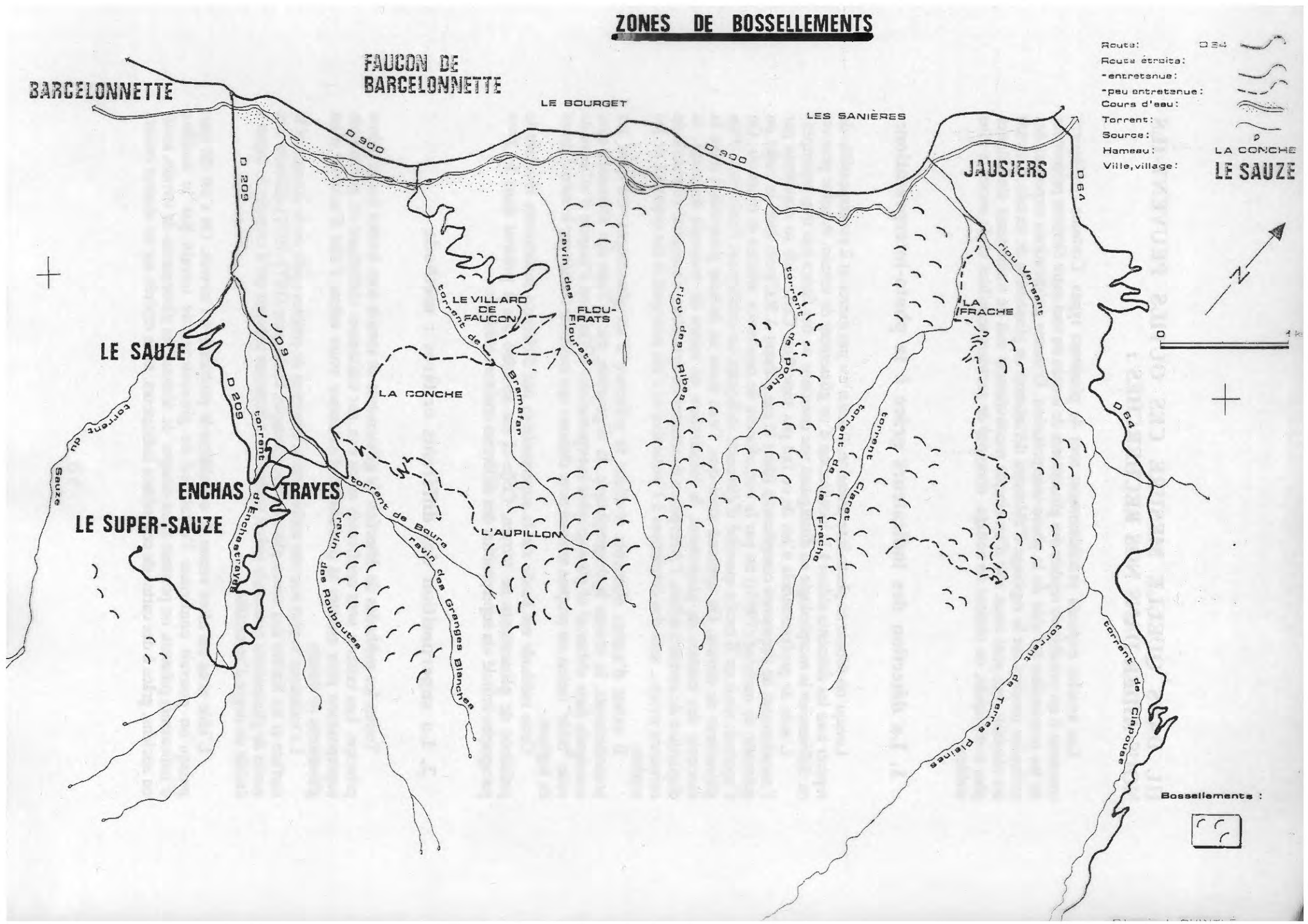
Merci à tout le personnel de Jausiers et de Barcelonnette qui m' a accueilli avec extrêmement de gentillesse dans sa vallée.

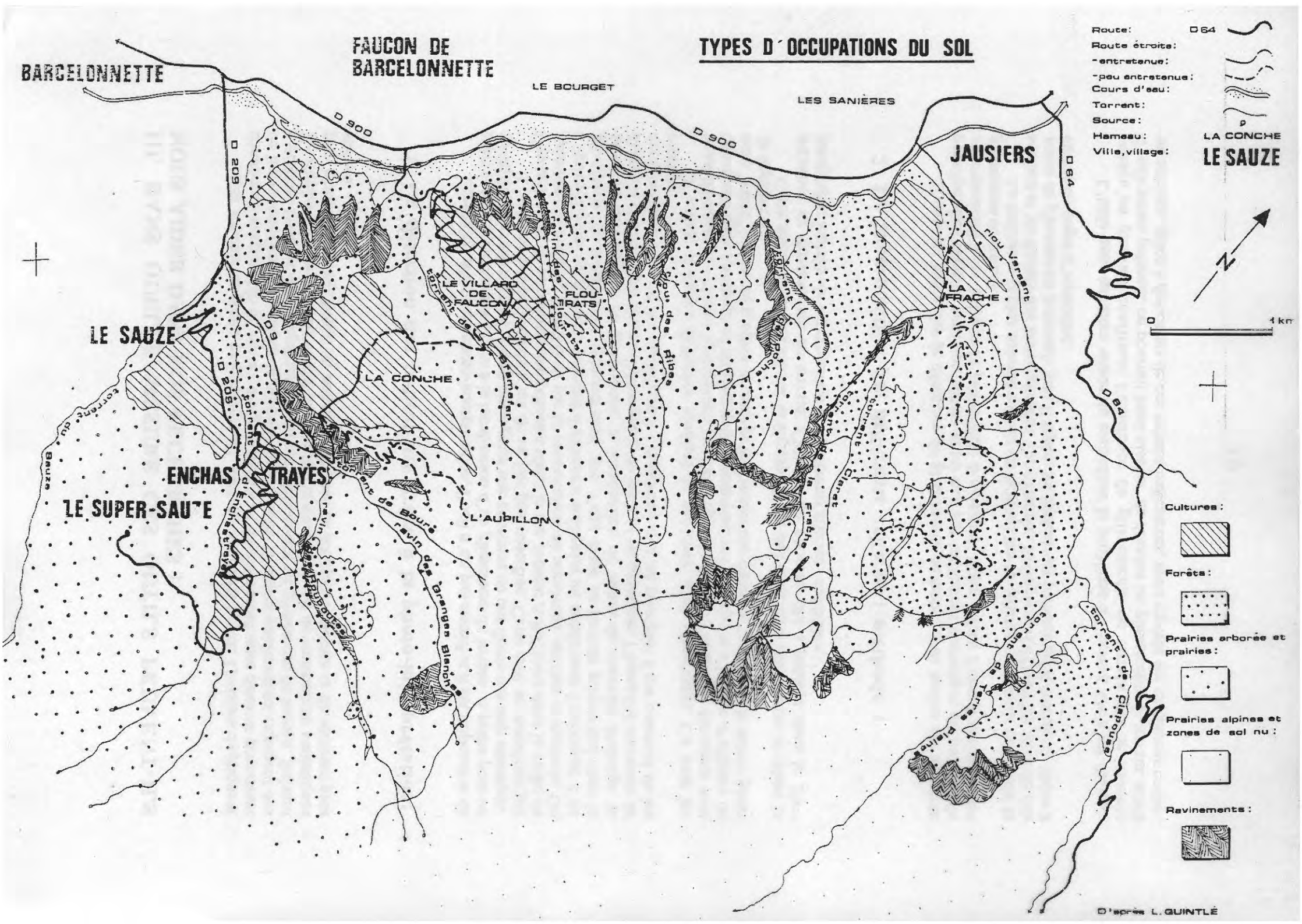
Merci à Steph et à Gérard pour m'avoir aidés ponctuellement sur le terrain ainsi qu'à tous mes autres amis (qui se reconnaîtront sans doute) pour leur soutien dans les moments difficiles.

Merci enfin à mes parents pour leur soutien moral et financier (et pour la voiture) dans les moments où j'en avais besoin et pour leur confiance.

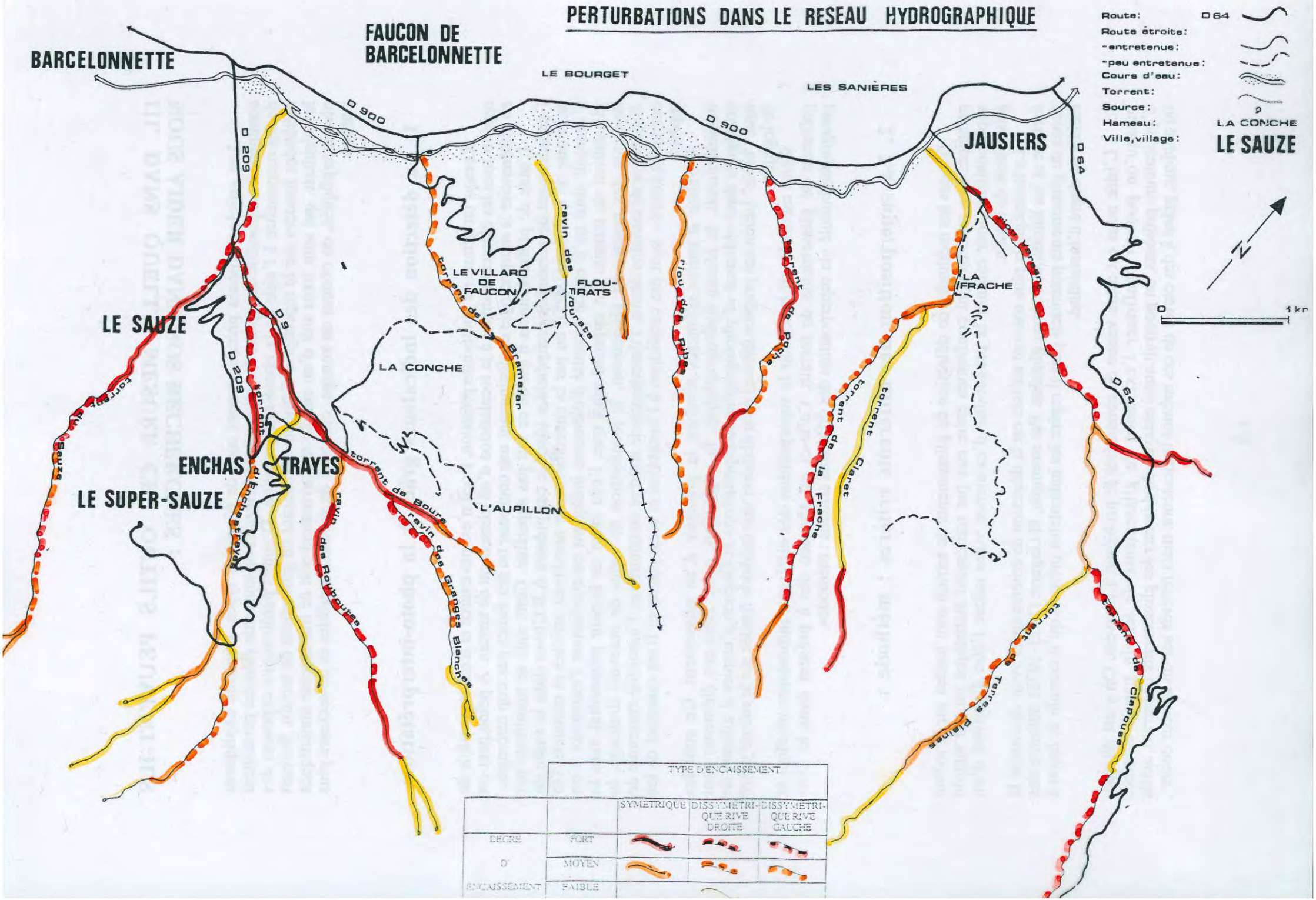

PORT DES ARBRES
FAUCON DE BARCELONNETTE
BARCELONNETTE
LE BOURGET
LES SANIÈRES
JAUSIERS
D 900
D 64
D 209
LE SAUZE
LE VILLARD DE FAUCON
FLOU-RATS
LA CONCHE
LA FRACHE
ENCHAS
TRAYES
LE SUPER-SAUZE
L'AUPILLON
torrent de Bramafan
ravin des Rouboutes
ravin des Granges Blanches
torrent de Terres Pleines
torrent de Clapouse
riou Vergant
riou des Albas
Route: D 64
Route étroite:
-entretenue:
-peu entretenue:
Cours d'eau:
Torrent:
Source:
Hameau: LA CONCHE
Ville,village: LE SAUZE
0 1 k
Forêt désorganisée :
Arbres perturbés :

ZONES DE BOSSELLEMENTS




FAUCON DE BARCELONNETTE
TYPES D'OCCUPATIONS DU SOL
BARCELONNETTE
LE BOURGET
LES SANIÈRES
D 900
D 900
D 209
JAUSIERS
D 64
LE VILLARD DE FAUCON
FLOU-RATS
LE SAUZE
LA CONCHE
LA FRACHE
D 9
D 209
ENCHAS
TRAYES
LE SUPER-SAUZE
L'AUBILLON
D 64
Route: D 64
Route étroite:
-entretenue:
-peu entretenue:
Cours d'eau:
Torrent:
Source:
Hameau: LA CONCHE
Ville, village: LE SAUZE
0 1 km
Cultures:
Forêts:
Prairies arborée et prairies:
Prairies alpines et zones de sol nu:
Ravinements:
D'après L. QUINTLÉ

PERTURBATIONS DANS LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE



DEGRE D'ENCAISSEMENT	TYPE D'ENCAISSEMENT			
		SYMETRIQUE	DISSYMETRIQUE RIVE DROITE	DISSYMETRIQUE RIVE GAUCHE
	FORT			
	MOYEN			
	FAIBLE			