

**DE L'ANALYSE GEOMORPHOLOGIQUE A LA ZONATION GEO-
PEDOLOGIQUE DES TERROIRS : L'EXEMPLE DES A.O.C MADIRAN
ET PACHERENC DU VIC-BILH**

**FROM GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS TO TERROIRS GEO-
PEDOLOGICAL ZONATION : THE MADIRAN AND PACHERENC OF
VIC-BILH A.O.C. AS CASE OF STUDY**

D. CHAUVAUD

Université de Pau et des Pays de l'Adour, Laboratoire de Géodynamique et
Modélisation des Bassins Sédimentaires, CURS-IPRA - B.P. 1155 - 64013 Pau Cédex

Mots clés : vignoble, analyse géomorphologique, carte géomorphologique,
topolithoséquences, cartes pédologiques, aptitudes viticoles des sols.

Key words : vineyard, geomorphological analysis, physiographic map, topolithosequences,
pedological maps, wine producing aptitudes of soils.

RESUME

L'aire des A.O.C. Madiran et Pacherenc du Vic-Bilh est située sur le piémont nord-occidental des Pyrénées, au nord du cône de Ger. Sa délimitation parcellaire a été complétée par une étude géo-pédologique systématique. L'analyse du modelé des échines dissymétriques qui portent le vignoble montre que la nature et la distribution des formations superficielles sont contrôlées par les systèmes de pente et les roches mères. Une carte géomorphologique au 1/50000 a guidé l'implantation de 37 topolithoséquences analysées à l'aide de 227 profils ouverts. La synthèse des études de terrain et des analyses physico-chimiques (pH, texture, capacité d'échange, minéraux argileux...) permet de définir 12 types de sols. Le regroupement de ces unités aboutit à deux cartes pédologiques d'échelles complémentaires : au 1/25000 pour la zone test du bassin du Bergons et au 1/50000 pour l'aire des A.O.C. Le contexte géomorphologique, la nature des substrats et les propriétés physico-chimiques des sols définissent leurs potentialités agronomiques et une hiérarchisation en quatre classes d'aptitudes viticoles.

ABSTRACT

The A.O.C. Madiran and Pacherenc of Vic-Bilh area is located in the northwestern piedmont of the Pyrénées, in the north of the Ger cone. Its delimitation was complemented by a systematic geo-pedological study. The geomorphologic analysis of the vineyard dissymmetrical relieves shows that the type and the distribution of the surficial formations are controlled by the slope systems and the parent rocks. A physiographic map at 1/50000 scale guided to establish 37 topolithosequences studied with 227 soil profiles. The synthesis of the field works together with physico-chemical analysis (pH, texture, exchange capacity, clay

minerals...) permits to characterize 12 soils types. These units are consolidated in order to present two pedological maps at complementary scales: 1/25000 for the Bergons basin test zone and 1/50000 for the A.O.C. surface. The geomorphological context, the type of the substrates and the physico-chemical properties of these soils define their agronomic potentialities and a hierarchization in four wine-producing aptitude classes.

INTRODUCTION

L'aire des A.O.C. Madiran et Pacherenc du Vic-Bilh se situe sur le piémont nord-occidental des Pyrénées. Elle est structurée par des échines dont les interfluves, plats ou convexes prolongent les digitations du plateau de Ger vers le nord (CHAUVAUD D., 1996). Ces reliefs séparent des vallées dissymétriques, conformes au modelé des vallées gasconnes : les flancs ouest, longs et peu inclinés, s'opposent aux flancs est, courts et raides. Ce vignoble a été délimité en 1966 par l'I.N.A.O. sur 37 communes des Pyrénées-Atlantiques, Hautes-Pyrénées et Gers. L'I.N.A.O. a procédé plus récemment à une délimitation parcellaire (BARROQUERE G. *et al.*, 1996) pour éliminer les secteurs les plus défavorables à partir de critères géo-pédologiques et climatiques. Cette action a été complétée par une étude systématique du milieu géo-pédologique (CHAUVAUD D., 2001) dont l'objectif était de caractériser et cartographier les types de sols, donner leur répartition spatiale, préciser leurs propriétés physico-chimiques et proposer leur hiérarchisation en fonction de leurs aptitudes agro-viticoles. Cette étude a été menée à plusieurs échelles, au 1/25000 sur la zone test du bassin du Bergons et au 1/50000 sur l'ensemble du vignoble. L'ensemble de ce travail a été réalisé à la demande du syndicat des Vins de Madiran et Pacherenc du Vic-Bilh avec le concours financier de la région Aquitaine et de la Communauté Européenne.

ASPECTS METHODOLOGIQUES

Ce travail a été guidé par l'analyse géomorphologique. L'étude des formes élémentaires a permis de retracer les grandes étapes de l'évolution morphogénique du vignoble et d'établir des transects de références à l'échelle des flancs de vallée : ils montrent les types d'enchaînements de formations superficielles en fonction de la variété des combinaisons de formes et des changements de faciès de la roche mère. Une carte géomorphologique réalisée au 1/50000 précise l'association des formes du relief sur l'ensemble du vignoble, partagé en quatre secteurs géomorphologiques.

En utilisant les transects de référence et la carte géomorphologique, 37 topolithoséquences ont été réparties sur l'aire des A.O.C. (fig. 1). Leur nombre et leur distribution dépendent des échelles d'étude retenues : 20 topolithoséquences (130 profils) pour la zone test du bassin du Bergons et 10 topolithoséquences (97 profils) sur les secteurs est et ouest de l'aire des A.O.C. Pour observer la chaîne complète des sols, ces parcours recoupent les flancs de vallée en respectant deux critères : ils sont orthogonaux aux courbes de niveaux et longent les croupes surbaissées. Les profils aménagés sur les talus des chemins creux à partir de tranchées (de 0,6 à 1,5 m de hauteur) ont été étudiés en deux phases :

- acquisition de données de terrain concernant le contexte géomorphologique, le type de couverture végétale et l'organisation bi-dimensionnelle du milieu géo-pédologique.
- analyses de laboratoire portant sur 681 échantillons prélevés sur trois horizons. Un traitement statistique de l'ensemble des données recueillies a été effectué pour préciser les variations physico-chimiques verticales (profils) et latérales (topolithoséquences).

La synthèse des données de terrain et des résultats analytiques aboutit à la caractérisation de 12 types de sols selon le Référentiel Pédologique. Des regroupements adaptés de ces sols définissent les unités de deux cartes : la carte pédologique au 1/25000 de la zone test du bassin du Bergons (secteur historique de l'aire des A.O.C.) souligne les relations entre la répartition des sols, l'étagement des formes et la nature des roches mères ; la carte pédopaysagère au 1/50000 de l'aire des A.O.C. permet d'identifier des « unités naturelles » caractérisées par des sols dérivant du même lithofaciès.

Une estimation des aptitudes agro-viticoles des sols a été réalisée à partir de critères extrinsèques (géomorphologie, conditions topoclimatiques) et intrinsèques (nature de la roche-mère, paramètres physico-chimiques étudiés) tout en précisant les facteurs limitants des sols. En fonction des critères retenus, une hiérarchisation de ces sols est proposée.

LES TYPES DE SOLS ET LEUR ENCHAINEMENT

Deux topolithoséquences synthétiques montrent l'enchaînement des 12 types de sols sur les flancs occidentaux et orientaux des échines du vignoble (fig. 2).

- Sur les flancs occidentaux des luvisols dégradés glossiques (1) nappent les limons quaternaires des plateaux culminants alors que les croupes modelées sur la nappe de Maucor portent des peyrosols à galets (2). En contrebas, des colluviosols à galets (3) couvrent les versants raides façonnés sur les dépôts du Miocène supérieur. Ces versants se raccordent à des croupes ou à des versants de pente moyenne. Ces formes portent en alternance des brunisols (4) issus d'argiles rubéfiées et des peyrosols à graviers (5) issus de graves chenalisées du Miocène supérieur. En contrebas, on rencontre des calcosols (6) sur des pentes faibles et des calcisols (7) sur des croupes à replats sub-structuraux, couverts d'altérites. A l'aval, les versants raides armés par les calcaires sont couverts de rendosols (8). Ils dominent des fonds plats ou en berceau constitués d'alluvions ou de colluvions du Quaternaire récent associant des fluvisols et des colluviosols brunifiés réductiques (9).
- Sur les flancs orientaux des échines, on retrouve la plupart des sols précédents mais les calcosols, les calcisols et les rendosols n'apparaissent que sur les flancs les plus érodés (secteurs de Maumusson et de Castelnau-Rivière-Basse). L'allongement des versants et le dépôt de limons en contrebas des brunisols et des peyrosols à graviers ont conditionné la formation de boubènes : des planosols distaux (10) issus de limons à graviers nappent des versants de pente moyenne. En contrebas, les interfluves des croupes surbaissées supportent des planosols structuraux (11) peu épais à horizon B pétroferrique (grep compact). Vers l'aval l'adoucissement des versants s'accompagne d'un épaissement des limons qui constituent la roche-mère des luvisols-rédoxisols (12), plus profonds que les précédents.

REPARTITION SPATIALE ET APTITUDES AGRO-VITICOLES DES SOLS

La synthèse des 227 profils étudiés, des données géologiques et géomorphologiques permet de cartographier 6 unités pédopaysagères à l'échelle du vignoble (fig. 3). Ces unités sont présentées ici selon leur enchaînement dans la topolithoséquence, de l'amont vers l'aval.

- UNITE 1 : les plateaux culminants. Ces surfaces sommitales du vignoble sont couvertes de **luvisols dégradés glossiques**, de texture équilibrée. Ils sont très instables sur le plan structural (glaçage de surface) et présentent un très grand risque d'asphyxie. Leur CEC est faible et les pH sont acides. La pente inférieure à 2% et la présence d'un horizon très compact (fragipan) expliquent leur très mauvais drainage (engorgement en hiver et au

printemps) à l'origine de tâches grises d'hydromorphie. Ces sols profonds et riches sont exposés aux vents dominants. Ces facteurs limitants ne permettent pas à la vigne de croître dans de bonnes conditions et à fortiori de produire un raisin de qualité. C'est pourquoi les luvisols dégradés glossiques ont été déclassés de l'aire des A.O.C.

- **UNITE 2 : croupes culminantes et versants raides bordiers.** Sur ces formes sommitales se rencontrent des **peyrosols** et des **colluviosols à galets**, très pierreux, riches en éléments de quartzite et de quartz (cailloux et pierres dominants) noyés dans une matrice plus ou moins abondante de texture équilibrée. Le risque d'asphyxie moyen à élevé est minoré par les discontinuités présentes à la surface des éléments lithiques grossiers et le bon drainage des terrains. La CEC des sols est faible et le pH est peu acide. Les peyrosols, bien drainés et pauvres en éléments chimiques et en réserves nutritives facilitent les faibles rendements. Les colluviosols à galets sont situés sur de fortes pentes et sont plus filtrants que les précédents. La pierrosité y est moins forte et les réserves nutritives supérieures. En l'absence de facteur limitant, ces sols sont parmi les meilleurs supports pour la vigne. Leur pavage, accentué par les pratiques culturales, protège leur surface du ruissellement et favorise leur réchauffement. Le volume prospectable par les racines est peu important mais la forte pierrosité permet un bon enracinement qui garantit des apports hydriques suffisants.

- **UNITE 3 : versants et replats intermédiaires.** Les molasses du Miocène supérieur situées à mi-flanc des échines sont nappées de **brunisol**s et de **peyrosols à graviers**.

Les **brunisol**s, de texture argileuse, présentent une stabilité structurale moyenne à satisfaisante et un risque d'asphyxie élevé. Leur capacité d'échange est faible et conditionnée surtout par des illites dominantes et des kaolinites. De fréquentes traces d'hydromorphie correspondent le plus souvent à un héritage des paléopédogenèses mio-plio-quadernaires. Les brunisol

Les **peyrosols à graviers**, de texture équilibrée à argileuse en profondeur ont une CEC et un pH faible. Cette pierrosité explique leur bon drainage mais la présence d'argile maintient une humidité suffisante pour le développement de la vigne. Dans le cas de sols très filtrants, les racines peuvent aller puiser l'eau dans le substratum argileux plus humide.

- **UNITE 4 : les côteaux argilo-calcaires.** Ils occupent la moitié inférieure des flancs ouest des échines et supportent des **calcosols**, des **calcisols** et des **rendosols**.

Les **calcosols** et les **calcisols** ont des textures argileuses qui garantissent leur stabilité structurale mais engendrent un très grand risque d'asphyxie. Ces sols peu calcaires et de faible pierrosité en surface et dans les horizons intermédiaires renferment pour certains (calcosols) de nombreux éléments calcaires à la base des solums. Dans tous les cas, la CEC est moyenne. La faible pierrosité, la présence d'argile et l'épaisseur de ces sols déterminent une réserve hydrique satisfaisante mais un risque d'hydromorphie existe sur les sites de faible pente. La présence de smectites explique la formation de fentes de retrait qui guident l'infiltration de l'eau en déclenchant localement des mouvements de masse. Le gonflement de ces sols pendant l'hiver et le printemps peut également gêner le développement des racines en favorisant leur écrasement et le risque d'asphyxie.

Les **rendosols** sont peu profonds et riches en éléments calcaires jointifs, noyés dans une matrice argileuse, grumeleuse à polyédrique. Ils sont stables du point de vue structural et sans horizon asphyxiant. Ils ont une CEC moyenne et leur abondance en ions détermine des pH basiques. Leur très forte pierrosité et leur faible réserve hydrique obligent les racines à puiser l'eau profondément dans des calcaires palustres noduleux ou lacustres et massifs. Ces sols couvrent des versants bien exposés au sud et au sud-ouest et abrités des intempéries. Ces sites sont très favorables à des vendanges de qualité mais leur très forte pente et la faible superficie des parcelles exploitables entre les affleurements rocheux rend leur mise en valeur difficile.

- **UNITE 5 : croupes molles et glacis.** Elle couvre généralement une superficie importante sur la partie inférieure des flancs est des échines et correspond au groupe des boulbènes intégrant les **planosols distaux et structuraux** et les **luvisols-rédoxisols**. Ces sols présentent des textures moyennes qui expliquent la grande instabilité structurale et les conditions asphyxiantes des horizons superficiels sauf dans les planosols distaux. Les limons colluvionnés silico-argileux déterminent des pH peu acides et une CEC toujours faible à cause de leur faible taux d'argile formée principalement d'illites et de kaolinites. Les aptitudes agro-viticoles de ces sols dépendent de l'horizon B, à grip plus ou moins compact selon le contexte géomorphologique. Les planosols distaux sont souvent bien drainés. L'horizon B plus argileux, renferme des nodules ferro-manganiques épars qui ne gênent pas l'enracinement de la vigne. Les planosols structuraux sont très mal drainés. Ce facteur limitant est accentué par la présence d'un horizon pétroferrique situé à 0,6 m de profondeur en moyenne. Il bloque le développement vertical des racines qui se développent dans des conditions très asphyxiantes. Dans les luvisols-rédoxisols, le grip compact, visible à 1 m sous la surface, constitue le plancher d'une nappe saisonnière. Celle-ci génère des conditions hydromorphes qui freinent le développement du réseau racinaire. Même après drainage, ces sols sont trop riches pour maintenir de faibles rendements et garantir une vendange de qualité.
- **UNITE 6 : fonds alluviaux et colluviaux.** Les fonds plats des vallées et les fonds en berceau des vallons sont occupés par des fluvisols et des colluviosols brunifiés réductiques. Ces sols hydromorphes, situés sur des sites de faible pente (< 2%), sensibles aux gelées et aux brouillards ont été systématiquement déclassés de l'aire des A.O.C.

Les propriétés agro-viticoles des sols du vignoble définies à partir de leurs propriétés extrinsèques et intrinsèques (Fig. 4) permettent de hiérarchiser les sols en 4 classes : la **classe optimale** regroupe les sols de forte pierrosité représentés par les rendosols, les peyrosols à galets et les colluviosols à galets ; la **classe adéquate** est représentée par les peyrosols à graviers, les brunisols, les planosols distaux, les calcisols et les calcosols ; la **classe peu favorable** rassemble des sols plus ou moins hydromorphes représentés par les planosols structuraux et les luvisols-rédoxisols ; enfin la **classe défavorable** regroupe les luvisols dégradés glossiques ainsi que les fluvisols et colluviosols brunifiés réductiques. Ces sols impropres à la culture de la vigne ont été systématiquement déclassés de l'aire des A.O.C.

CONCLUSION

Nous exposons ici une méthode de zonation géo-pédologique possible d'un vignoble à partir d'une analyse fine du modelé. La carte pédopaysagère et la carte des sols constituent les bases pour une cartographie intégrée des terroirs viticoles dont l'échelle de résolution reste à définir. La hiérarchisation des sols proposée pourra être affinée par la mise en place d'un réseau de parcelles expérimentales. Cette démarche permettra aux professionnels d'étudier le comportement de la vigne à ses différents stades phénologiques et d'apprécier la qualité des vins produits en procédant à des micro-vinifications.

BIBLIOGRAPHIE

BAIZE D., GIRARD M.-C. (1995). Référentiel pédologique. I.N.R.A. éd., Coll. Techniques et Pratiques, 332 p.

BARROUQUERE G., BLOTIN L., DELFAUD J. & DUTEAU J. (1996). Délimitation parcellaire : A.O.C. Madiran, Pacherenc du Vic-Bilh et Béarn. Rapport d'expertise, mise à l'enquête, ann. à la roneo 96-106, I.N.A.O. Centre de Pau, 188 p.

BOULET R., CHAUVEL A., HUMBEL F.X., LUCAS Y. (1982). Analyse structurale et cartographie en pédologie : I- Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique : les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XIX, n° 4, p. 309-321.

CHAUVAUD D. (2001). Les terroirs viticoles des A.O.C. Madiran et Pacherenc du Vic-Bilh : analyse géomorphologique, géo-pédologique et cartographique. Thèse de Doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 226 p, 2 cart. h.t., ann. III en 2 tomes, t.2, 312 p., t.3, 248 p.

PAILHE P. (1985). A propos des travaux pyrénéens : quelques réflexions sur la cartographie géomorphologique détaillée. In : Pour Fernand Joly. C.E.R.C.G., C.N.R.S. éd., 403-408.

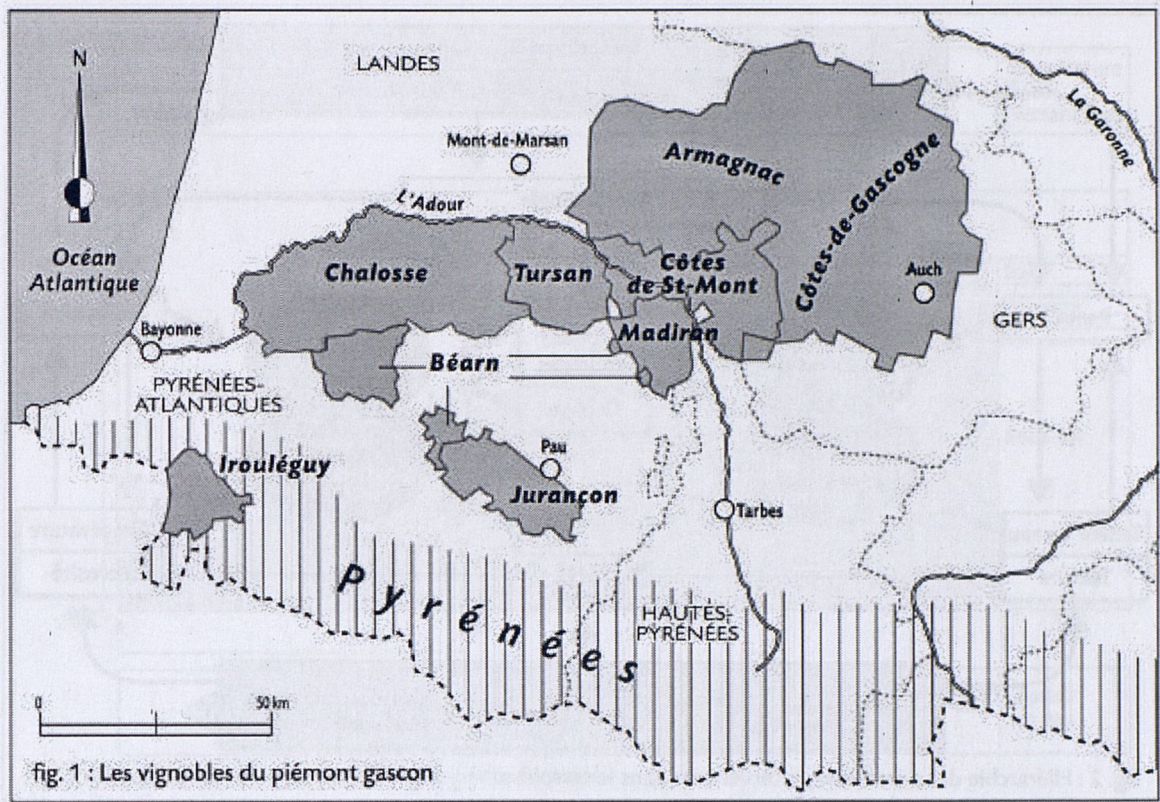


fig. 1 : Les vignobles du piémont gascon

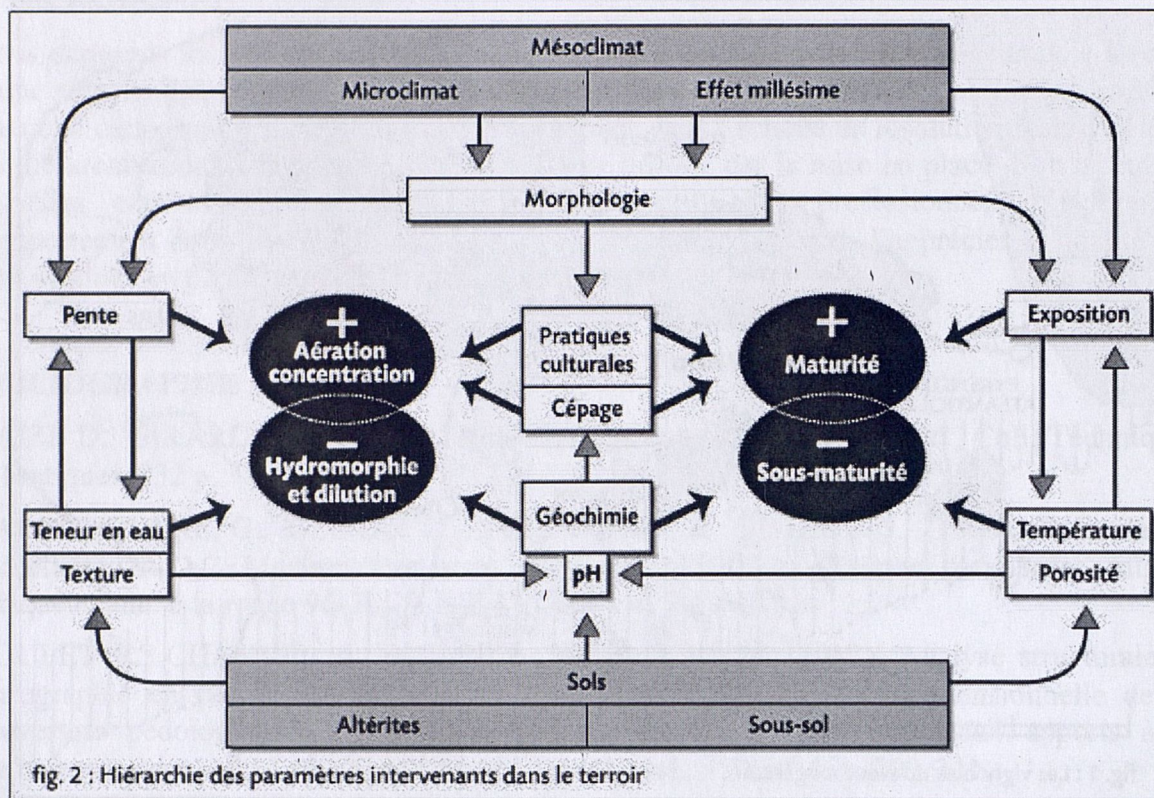


fig. 2 : Hiérarchie des paramètres intervenants dans le terroir

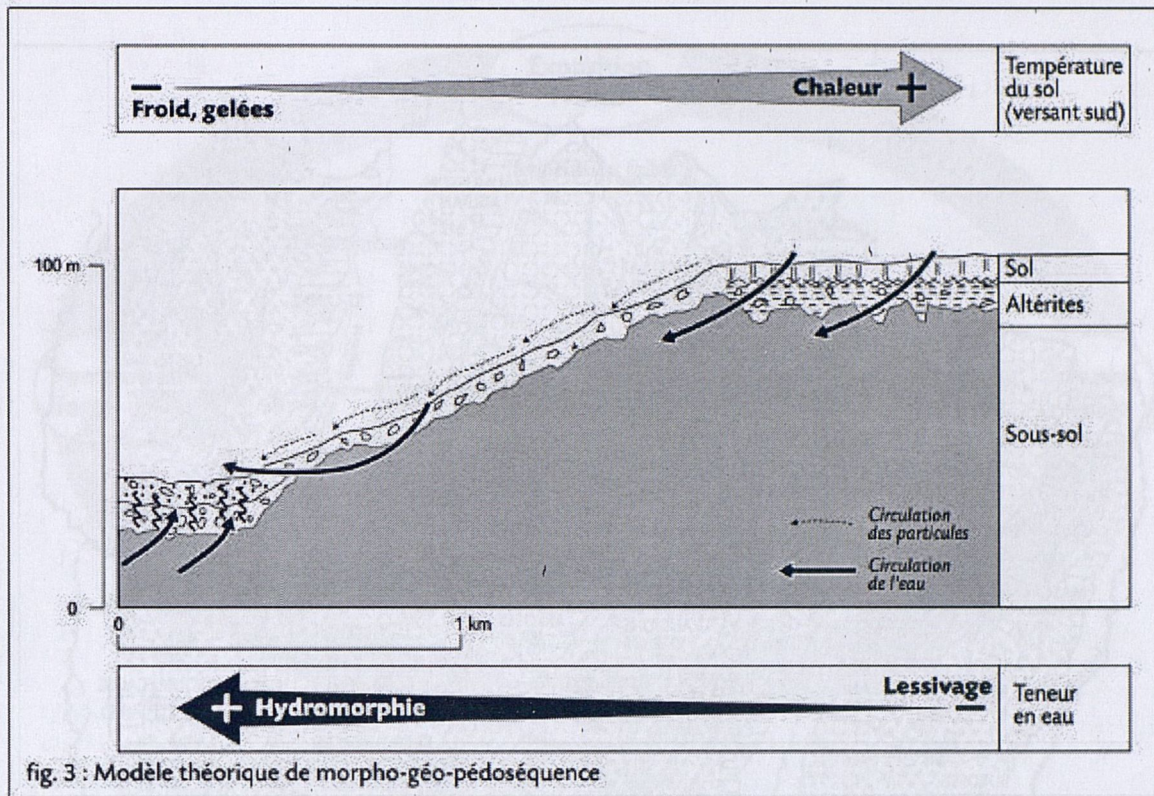


fig. 3 : Modèle théorique de morpho-géo-pédoséquence

