



SAVOIR ET COMPRENDRE

Juin 97

n° spécial

STRUCTURE D'ÉCHANGE ET D'INFORMATION DE VALDUC

E DITORIAL Information

En publiant la lettre «Savoir et Comprendre» (S.C.) la Seiva entend jouer un rôle informatif par rapport au nucléaire dans le nord-est de la Bourgogne. L'information proposée doit permettre de suivre l'actualité et découvrir d'une façon claire et pédagogique des dossiers importants.

Les grands problèmes qui concernent la Structure peuvent être groupés en deux ensembles : la recherche et l'industrie nucléaire avec ses rejets, déchets et l'environnement d'une part, la sécurité et la sûreté de ces activités d'autre part.

Les numéros réguliers de S.C. ne permettent pas d'appréhender un ensemble complexe d'interrogations. Avec cette publication consacrée à l'hydrogéologie, nous commençons une série de lettres spéciales qui ouvrira de grands dossiers.

L'hydrogéologie est une science complexe et nécessaire pour comprendre les infiltrations, écoulements et autres mouvements de fluides dans les terrains.

Pour une région géologiquement complexe comme celle de Valduc, cette connaissance est indispensable pour suivre, si besoin est, une éventuelle pollution.

D'un autre côté, il est intéressant que chacun puisse déterminer l'origine de la source délivrant une eau claire et limpide...

Gérard NIQUET
Président de la Seiva

Eléments d'hydrogéologie du site de Valduc

Le Centre de Valduc est situé à 32 km au Nord Nord-Ouest de Dijon, dans une région vallonnée et boisée. Il se trouve sur la charnière de la voûte anticlinale* du seuil de Bourgogne (figure 1), zone déprimée entre le Morvan et les Vosges. Les reliefs observés sur le site résultent de l'érosion d'une série de terrains constitués de l'alternance de bancs calcaires massifs et de bancs marneux dans lesquels des failles ont guidé l'établissement du réseau hydrographique. Les actions anciennes de gel et de dégel aux temps quater-

naires ont modelé la topographie des vallons.

Dans ce contexte, l'infiltration des eaux de pluie légèrement agressives a conduit à la formation et au développement d'aquifères karstiques* dans lesquels se déroulent les circulations souterraines.

La morphologie* se caractérise par l'existence d'une série de combes* que séparent des hauteurs boisées: Combe de Noirveau, Combe au Tilleul, Combe Argilières... C'est en tête de l'une de ces combes, la Combe au Tilleul, et sur les hauteurs avoisinantes que s'étend le Centre.

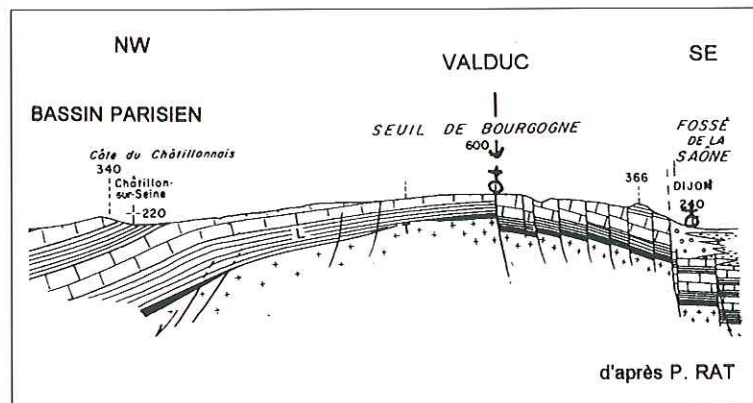


Figure 1 : La voûte anticlinale du seuil de Bourgogne, vaste bombement dissymétrique dont le flanc Nord est en pente douce vers le Bassin Parisien et le flanc Sud, plus raide et faillé, descend en marches d'escalier vers la vallée de la Saône.

Les mots et expressions suivis d'un * sont explicités dans le glossaire ou dans un encart.

Savoir Comprendre

Tri-annuel édité par la Seiva, DRIRE, 15, 17, rue Jean Bertin 21000 Dijon

Responsable de la publication :

Gérard Niquet,

Président de la Seiva ;

Directeur de l'information :

Alain Houpert,

Vice-Président de la Seiva.

Plaquette réalisée

par Arnaud Belleville,

Ingénieur hydraulicien

avec la participation de Maurice Amiot,

hydrogéologue agréé.

Réalisation : Imprimerie S'Print

Dépôt légal

et numéro ISSN : 1277-2879.

La lettre "Savoir Comprendre" ne peut être vendue, elle peut être obtenue à la Seiva ou dans les mairies des communes avoisinant Valduc

Les nappes aquifères : définitions...

Une nappe se forme par blocage et accumulation des eaux d'infiltration, par exemple sur un terrain imperméable qui interdit leur progression vers le bas. Les eaux souterraines remplissent les interstices des terrains perméables, poreux ou fracturés qui constituent l'aquifère.

La surface libre d'une nappe est la surface à laquelle l'eau s'observe dans les puits atteignant cette nappe. Sa cote

varie dans le temps en fonction des apports et des drainages.

Une nappe est dite libre lorsque sa surface n'est pas limitée par une couche imperméable. A l'opposé, une nappe captive ou semi-captive est emprisonnée entre deux couches de terrain imperméables.

Dans une région au relief accidenté, il est fréquent qu'une nappe soit perchée ou suspendue et repose à sa base sur une couche imperméable en dessous de laquelle le terrain n'est pas saturé.

Stratigraphie* et tectonique*

De nombreux sondages de reconnaissance ont permis de définir avec précision la stratigraphie des terrains situés sous le Centre de Valduc. La région est constituée du point de vue géologique par des terrains d'âge secondaire. La série stratigraphique peut se résumer, du terrain le plus ancien au terrain le plus récent (figure 2), de la manière suivante :

- des marnes micacées noires, non visibles à l'affleurement, qui forment le soubassement imperméable de tous les plateaux calcaires. Cette formation est épaisse d'une soixantaine de mètres (âge: Lias supérieur Toarcien).

- des calcaires «à entroques» du Bajocien inférieur et moyen: ce sont les calcaires inférieurs du Centre de Valduc, d'une épaisseur de 40 mètres environ; cette formation est marquée par de nombreuses fractures.

- à la base, les marnes à *Ostrea Acuminata* (huîtres) du Bajocien supérieur forment un horizon relativement étanche

épais d'une dizaine de mètres. Elles se marquent dans la topographie par un replat.

— le complexe calcaire du Bathonien inférieur et moyen (oolithe blanche et calcaire comblanchoïde) constitue les calcaires supérieurs du Centre : d'une épaisseur totale d'environ 100 mètres, il forme le haut des versants et le plateau.

Ces différents terrains sont affectés de légères ondulations et de failles*. Les principales failles ont été reportées sur la carte :

- une grande faille partant de Léry (F1) et provoquant un abaissement du compartiment Est vers le bas, avec un rejet de 40 mètres;

- une grande faille complexe le long de la Combe de Noirveau (F2).

Il en existe d'autres de moindre importance qui rendent compte de certaines particularités géologiques ou hydrogéologiques. Nous verrons plus en détail le rôle de ces failles sur les écoulements souterrains dans la partie relative à la Combe au Tilleul.

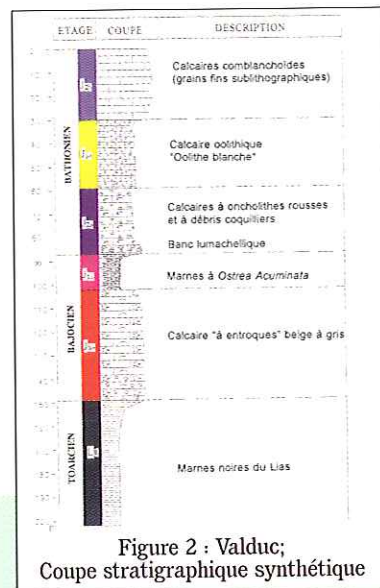
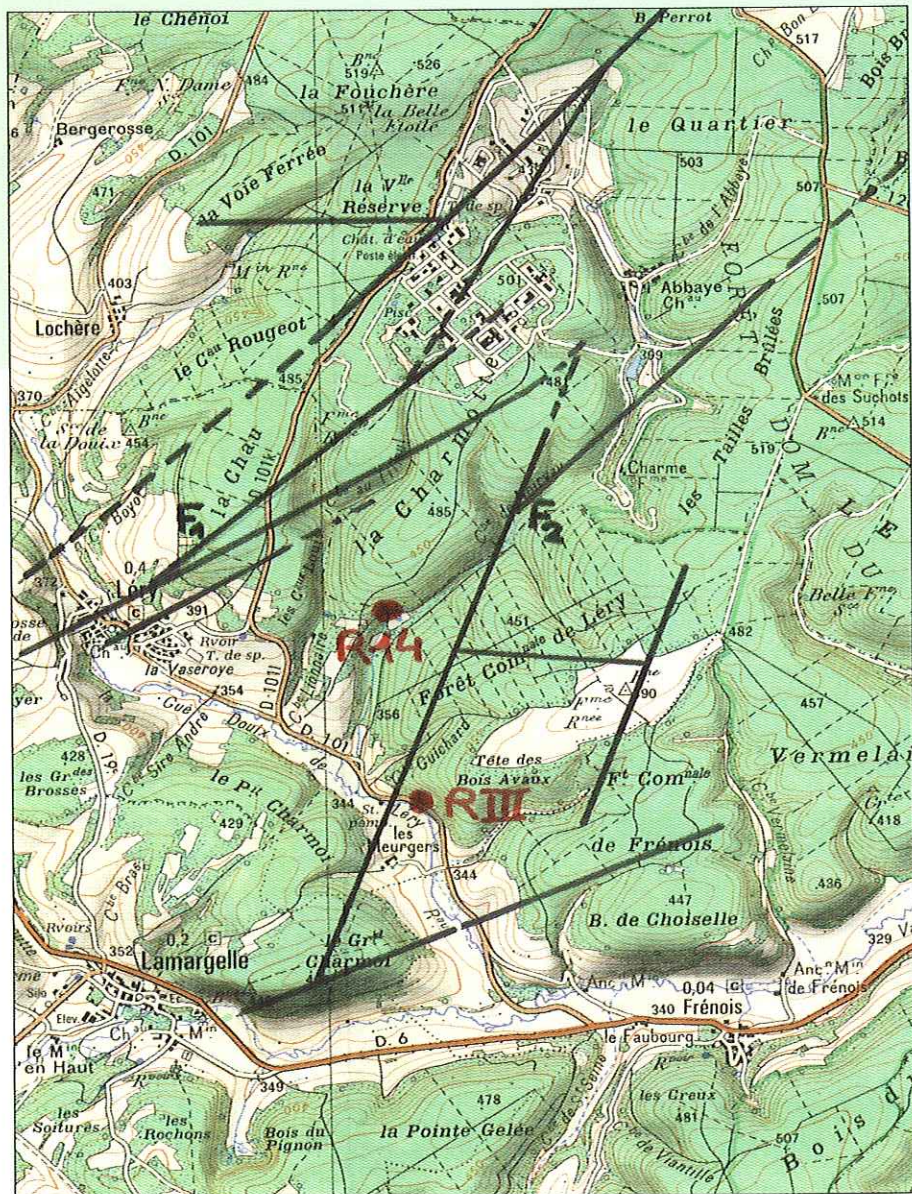


Figure 2 : Valduc; Coupe stratigraphique synthétique



Région de Valduc : Failles (—) : Sources (●)

Extrait de la carte 3021 C IGN-PARIS. Autorisation n° 527022

Hydrogéologie régionale

Les axes de drainage superficiels de la région sont la Douix de Léry au Sud Ouest et l'Ignon au Sud, les écoulements se dirigeant en définitive vers la Saône. Au Nord Ouest, le drainage est assuré par des ruisseaux qui se jettent dans la Seine. Le réseau hydrographique superficiel est réduit (nombreuses vallées sèches) du fait de la nature karstique de la région.

Les formations calcaires sont le siège de l'ensemble des circulations d'eau souterraines et constituent les aquifères reconnus sur le Centre: nappe dite supérieure dans les calcaires supérieurs avec les marnes à huîtres pour substratum; nappe dite inférieure dans les calcaires inférieurs avec les marnes du Lias pour substratum.

* Nappe des calcaires supérieurs : Cette nappe suspendue alimente toute une série de sources (dont celle dénommée R14, dans la Combe de Noirveau) qui sourdent sur le pourtour des massifs calcaires, au contact des marnes à huîtres. Etant donné qu'il s'agit d'un système perché dont l'extension reste assez limitée, et que cette nappe n'est l'objet d'aucune suralimentation par d'autres nappes ou par des rivières, le débit des sources reste dans l'ensemble assez modeste.

* Nappe des calcaires inférieurs : Elle se manifeste par plusieurs exutoires* au voisinage du site: source de la Douix, dont le débit est de plusieurs dizaines de litres/seconde, sources de la Tête du Bois d'Avaux, de l'Ancien Moulin du Pont de la Roche et du Foineux.

En plus d'une alimentation par son impluvium* propre, cette nappe bénéficie d'une suralimentation par la nappe des calcaires supérieurs à la périphérie des affleurements marneux. Son sens d'écoulement se fait vers le Sud et le Sud-Est.

Hydrogéologie de la Combe au Tilleul

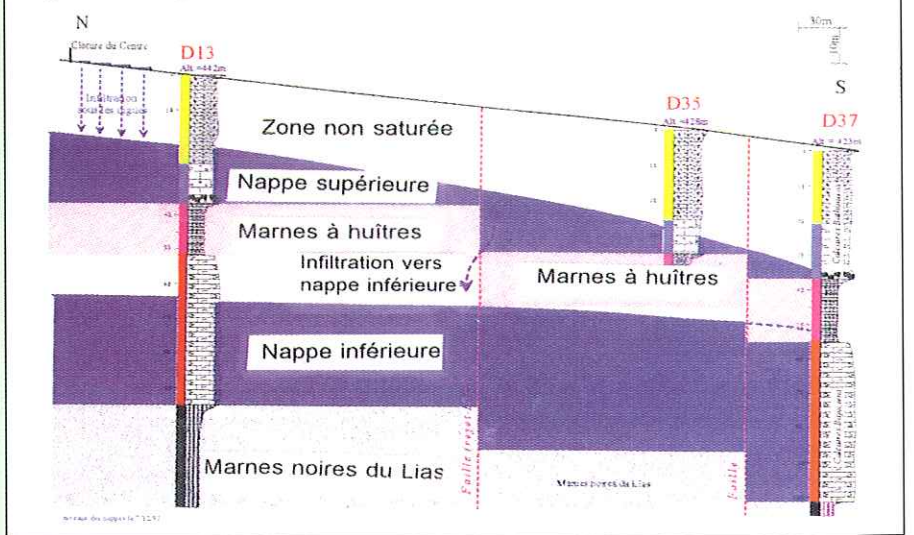
La Combe au Tilleul reçoit les eaux usées* de la station d'épuration du Centre. Ces eaux, à la faveur des digues qui stoppent leur écoulement vers l'aval, s'infiltrent dans les calcaires supérieurs et rejoignent la nappe supérieure dont le toit est situé environ 20 mètres sous la surface topographique. Il est important de connaître le cheminement ultérieur de ces eaux jusqu'à l'exutoire naturel (figure 3).

La structure de la Combe au Tilleul forme une succession de marches d'escalier délimitées par des failles, affectant des formations pratiquement tabulaires. Le rejet vertical total entre les bassins d'infiltration et la Combe Lionnaise est de 60 mètres, les forages de la combe montrant que ce rejet total correspond au cumul des rejets de plusieurs accidents parallèles.



L'Ignon constitue l'axe de drainage superficiel principal au sud-est de Valduc

Figure 3 : Coupe schématique de la Combe au Tilleul (d'après document CEA)



Fonctionnement des nappes et relation entre elles

L'exutoire de la nappe supérieure le plus important, par son débit et sa pérennité, est la source R14. On verra que l'eau qui s'infiltré en haut de la Combe au Tilleul réapparaît en R14. La chronique des hauteurs d'eau mesurées entre le début de l'année 1993 et le mois de juillet montre des fluctuations dont l'amplitude et la périodicité sont directement liées aux volumes et à la fréquence des rejets de la station d'épuration du Centre (forts les jours ouvrables et quasi nuls les week-ends). Ces variations quotidiennes peuvent atteindre 5 mètres en semaine et 7 mètres le week-end. Ceci met en évidence la grande rapidité des transferts entre les bassins d'infiltration et la nappe supérieure.

En ce qui concerne la nappe inférieure, son épaisseur est étroitement dépendante de la position de la couche de marnes du Lias. Dans la Combe au Tilleul, elle peut atteindre 50 mètres en période de fortes pluies, toutefois cette épaisseur importante reste limitée dans l'espace. Autre conséquence de la tectonique locale, la nappe

inférieure est une nappe libre à l'amont de la Combe au Tilleul mais elle devient captive sous les marnes à huîtres en aval du sondage D37 (figure 3).

Il est important d'étudier la relation des nappes entre elles. Nous avons vu que des failles parfois importantes affectent les formations géologiques sur le site de Valduc. Or, l'écran imperméable que forment les marnes à huîtres et qui isole les deux nappes a une épaisseur réduite, de l'ordre de 10 mètres. Une faille d'un rejet supérieur à une dizaine de mètres peut amener les calcaires inférieurs en contact avec les calcaires supérieurs. La communication entre les deux nappes est alors assurée. Un autre phénomène, déjà évoqué, est à l'origine de la communication des nappes entre elles.

La nappe supérieure peut donner naissance à un exutoire normal à l'origine d'un écoulement superficiel sur les marnes à huîtres imperméables. A la périphérie de celles-ci, les eaux s'infiltrent dans les calcaires inférieurs fissurés, rejoignant la nappe inférieure.

La gestion des eaux usées à Valduc

Les eaux usées provenant du Centre de Valduc suivent, selon leur origine, deux circuits différents :

- celles provenant des installations nucléaires sont retraitées dans la station de traitement des effluents du Centre. Les boues obtenues sont enrobées et évacuées au Centre de Stockage de l'ANDRA (Agence Nationale des Déchets Radioactifs). Le volume traité est de 500 m³/an. Ainsi,

tous les effluents provenant des zones contrôlées sont totalement retraités ;

- celles provenant des installations non nucléaires sont traitées par la station d'épuration biologique. Après ce traitement, la toxicité chimique et radioactive de ces eaux est contrôlée par le CEA et l'OPRI dans des bacs de rétention, avant rejet dans la Combe au Tilleul. La station traite environ 50 000 m³ d'effluents par an.

Bibliographie sommaire

- Site de Valduc: Les écoulements dans la Combe au Tilleul, Synthèse des données hydrogéologiques, modélisation C. Guy, D. Marchand, J.-F. Sornein 03/1997 Document CEA Département: Analyse, Surveillance, Environnement, Service Radioanalyse Chimie et Environnement.

- Carte géologique 438 Aignay-le-Duc livret explicatif BRGM

Cheminement et dilution des eaux infiltrées en amont de la Combe au Tilleul

La coupe hydrogéologique schématique (figure 4) met en évidence les trajets que peut suivre l'eau rejetée par la station d'épuration dans la Combe au Tilleul. Elle s'infiltrate à travers la couche de terre arable puis les calcaires supérieurs et rejoint la nappe supérieure. Elle peut ensuite y circuler pour réapparaître à un exutoire de cette nappe; elle peut également rejoindre la nappe inférieure puis cheminer jusque vers un exutoire de cette dernière.

Des expériences de traçages, effectuées à différentes périodes (étiage et crue) ont permis de déterminer les trajets empruntés et les caractéristiques des écoulements, depuis les bassins d'infiltration jusqu'à la source R14 et au-delà vers le ru de Noirveau et la source RIII. L'ensemble des exutoires potentiels a fait l'objet d'un suivi par échantillonneurs ou

par acquisition en continu. Les traçages confirment les conclusions tirées de l'étude stratigraphique et tectonique et apportent des éléments nouveaux intéressants.

Après infiltration en amont de la Combe au Tilleul, les eaux rejetées par la station d'épuration du Centre transitent dans un système hydrogéologique relativement complexe, où coexistent des écoulements rapides dans des réseaux de drains naturels du réseau karstique et des systèmes secondaires à fort effet capacitif, c'est-à-dire à fort pouvoir de rétention.

Les éléments importants à retenir sur ces écoulements dans la Combe au Tilleul sont les suivants:

- Le transfert de la zone d'infiltration jusqu'à la nappe supérieure est très rapide (moins d'une journée).

- Dans la nappe supérieure, les écoulements en provenance de la zone d'infiltration sont drainés par un chenal karstique conduisant à la source R14, qui constitue l'exutoire principal des eaux infiltrées dans la combe. Pour un signal émis dans la zone d'infiltration, le temps d'arrivée en R14 est très court (quelques jours).

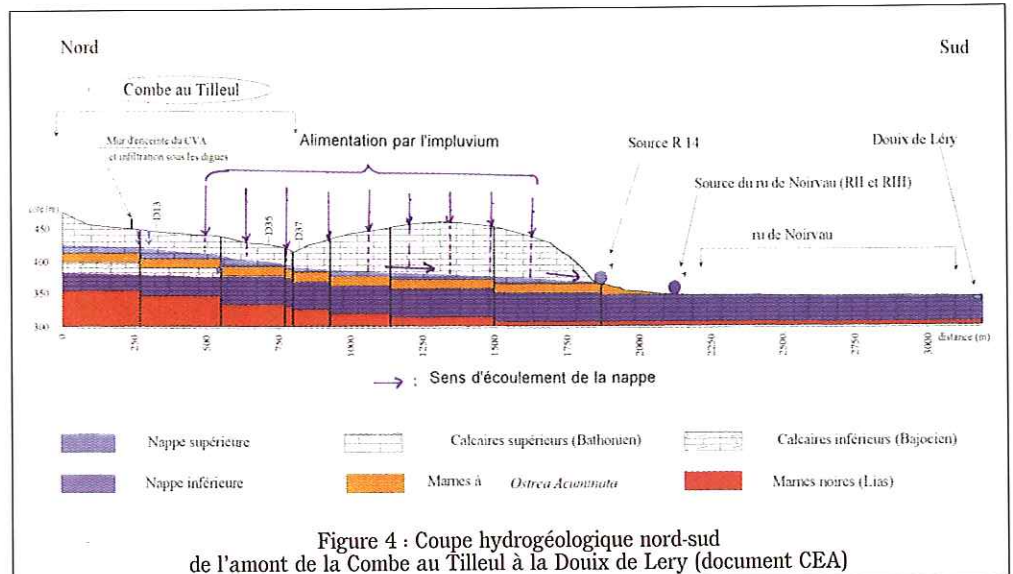
- Dans la Combe au Tilleul, une fraction de l'eau de la nappe supérieure rejoint la nappe inférieure, vraisemblablement à la faveur d'une faille. Ce transfert affecte principalement les eaux qui transitent à la base de la nappe supérieure. Elles réapparaissent aux exutoires de la nappe inférieure (RIII) dans un délai qui peut être relativement court (2 semaines) mais avec une dilution importante.

Qu'est-ce que le traçage ?

Le traçage, ou marquage de l'eau, permet d'apporter des précisions sur le régime hydrogéologique. Il consiste à injecter une substance dont on mesure l'évolution de la concentration dans l'espace et dans le temps à l'aval.

Le traçage permet d'avoir une idée sur le cheminement des eaux infiltrées, le temps de transfert d'un polluant dans un aquifère et le pouvoir de rétention de celui-ci.

Les traceurs utilisés peuvent être variés: colorants (fluorescéine, rhodamine...), isotopes radioactifs...



Conclusion

Les observations présentées ci-dessus ont permis d'arriver à une connaissance assez complète de la géologie et de l'hydrogéologie du site de Valduc.

L'existence de deux nappes distinctes est une particularité du site. Grâce à une étude piézométrique, il a été établi que ces deux nappes s'écoulent vers l'Ignon puis vers la Saône. Un écoulement vers le bassin versant de la Seine est très peu probable. Les traces de radioactivité que l'on détecte au Nord sont donc dues à un effet météorologique. Salives est situé sous les vents dominants et peut donc subir les influences de rejets atmosphériques de tritium qui se retrouvent rapidement dans le cycle hydrologique habituel.

Le site de Valduc, de par sa nature karstique, est donc un site sensible aux divers types de pollution. Les capacités de rétention y sont faibles et la transmission dans l'eau des pollutions éventuelles vers le Sud n'est qu'une question de temps. Comme le Centre de Valduc l'effectue maintenant, la séparation des eaux usées chargées et non chargées s'impose et reste une nécessité.

Petit glossaire hydrogéologique

COMBE : petite vallée, aujourd'hui sèche, qui entaille le plateau calcaire.

EXUTOIRE : source.

FAILLE : cassure dans un terrain décalant l'un par rapport à l'autre les deux compartiments de roches ainsi formés.

IMPLUVIUM : surface (d'un versant, d'un plateau...) recueillant des eaux de pluie.

KARST : type de relief affectant les pays calcaires, principalement dû à la dissolution de la roche par les eaux de pluie chargées de gaz carbonique. Ces eaux élargissent les fissures qui permettent la circulation des eaux et leur stockage pour former des réseaux plus ou moins complexes.

MORPHOLOGIE : étude descriptive et explicative des formes du relief.

STRATIGRAPHIE : science qui étudie la succession dans le temps des dépôts sédimentaires, généralement arrangés en couches.

SUBSTRATUM : terme général désignant ce sur quoi repose une formation géologique prise comme référence.

TECTONIQUE : ensemble des déformations ou cassures ayant affecté des terrains géologiques postérieurement à leur formation.