

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 92 (1999)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Les étapes du complément alluvial de la plaine d'Aoste (Italie) : une dynamique lacustre complexe  
**Autor:** Nicoud, Gérard / Cobos, Gabriel de los / Fudral, Serge  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-168655>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Les étapes du comblement alluvial de la plaine d'Aoste (Italie): une dynamique lacustre complexe

GÉRARD NICOU<sup>1</sup>, GABRIEL DE LOS COBOS<sup>2</sup>, SERGE FUDRAL<sup>1</sup>, MARTIAL DRAY<sup>3</sup>, FABRIZIO POLLICINI<sup>4</sup>,  
JEAN-PAUL NOVEL<sup>3</sup>, AURÈLE PARRIAUX<sup>2</sup>, GIAN-MARIA ZUPPI<sup>4</sup>, FRANCO BONETTO<sup>5</sup>, ANDRÉ PAILLET<sup>1</sup>,  
PHILIPPE OLIVE<sup>3</sup> & JEAN-MICHEL PUIG<sup>6</sup>

*Mots-clés:* Vallée glaciaire, surcreusement, géophysique, comblement lacustre, barrage naturel, Vallée d'Aoste, Italie

*Keywords:* Glacial valley, overdeepening, geophysics, lacustrine filling up, barrier, Aoste Valley, Italy

*Parole-Chiave:* Valle glaciale, sovraescavazione, geofisica, riempimento lacustre, sbarramento naturale, Valle d'Aosta, Italia

## RESUME

L'étroite vallée d'Aoste (Italie) est située sur le versant SE des Alpes: elle est frontalière de la France et de la Suisse. Elle est orientée Ouest-Est, entre le massif du Mont-Blanc et la plaine du Pô, près de Turin.

Sous la morphologie actuelle imposée par des dépôts gravitaires, torrentiels et fluviaux, se cache une puissante série alluviale contrôlée par une dynamique lacustre d'où ressortent deux étapes :

- une première, majeure, de niveau d'eau vers 510 m, installée dans un vaste ombilic de plus de 300 m de profondeur, limité par un verrou rocheux masqué à Saint Marcel et, en aval, par l'écroulement rocheux du Mont Avi, près de Saint Vincent. Le lac ainsi délimité avait près de 35 km de long;
- une seconde, mineure, de niveau d'eau vers 525 m, bloquée par des glissements et coulées boueuses à Fénis. L'extension de ce plan d'eau était réduite à 11 km.

L'hypothèse d'un lac de barrage morainique à Fénis est discutée mais apparaît peu probable.

La progradation des deltas grossiers de La Doire et surtout du Buthier, dans ces lacs, en deux étapes, a déterminé un puissant ensemble graveleux de plus de 80 m d'épaisseur à l'amont de leur confluence. Ce dernier se dédouble à l'aval en même temps que la puissance du matériel grossier diminue, créant ainsi les conditions de captivité pour les eaux retenues dans l'horizon inférieur sous une couche limoneuse métrique.

## ABSTRACT

The narrow Aoste valley (Italy) is situated in the southern part of the Alps on the border of France, Switzerland and Italy. It is oriented east-west between the Mont-Blanc Massif and the Pô floodplain near Torino.

Under the present morphology resulting from slope, torrential and fluvial deposits, lie powerful alluvial series controlled by a lacustrine dynamic from which two stages emerge:

- a first, major one, with a water level at about 510 m, set up in a vast basin more than 300 m deep, limited by a masked rocky constriction at Saint Marcel and, downstream, by the Mont Avi collapse near Saint Vincent. The lake thus delimited was almost 35 km long;

- a second, minor one, with a water level at about 525 m, blocked by slides and mud flows at Fénis. The extension of this water level was reduced to 11 km.

The assumption of a morainic dam at Fénis is discussed but seems rather improbable.

The progradation of the coarse deltas of the Doire and especially the Buthier rivers in these lakes, in two stages, has determined a powerful gravelly sequence more than 80 m upstream of their confluence. This sequence separates into two superposed bodies downstream, at the same time as the thickness of coarse material decreases, thus creating a confined watertable in the lower layer under a silty bed up to a meter thick.

## RIASSUNTO

L'attuale morfologia dovuta a fenomeni e depositi gravitativi, torrentizi ed alluvionali, nasconde una potente successione sedimentaria legata ad una dinamica lacustre evolutasi in due fasi :

- la formazione di un primo lago, maggiore per dimensioni e sviluppo (circa 35 km di lunghezza), con un pelo libero attorno alla quota 510 m s.l.m.m., occupante la porzione centrale della valle d'Aoste e ritenuto da un verrou del substrato roccioso, oggi sepolto, e dal corpo di frana per crollo in roccia del Mont Avi, presso Saint Vincent, più a valle.
- la formazione di un secondo lago, minore e più recente, con un pelo libero a circa 525 m s.l.m.m. originatosi da uno sbarramento dovuto ad accumuli di depositi gravitativi presso Fénis. L'estensione longitudinale di questo specchio d'acqua è stimabile in 11 km.

Viene anche discussa l'ipotesi di un lago per sbarramento originatosi da un anfiteatro morenico presso Fénis, ma questa appare poco probabile.

La progradazione, in due fasi, dei delta del fiume Dora Baltea e soprattutto del torrente Buthier ha generato, a monte della confluenza dei due corsi d'acqua, una successione di depositi grossolani (grossi ciottoli, ghiaie e sabbie) di potenza superiore agli 80 m. A valle invece questo corpo sedimentario si presenta meno potente e sdoppiato dall'interposizione di un orizzonte limoso di spessore metrico creando così le condizioni per l'instaurarsi di un acquifero confinato nel livello inferiore.

<sup>1</sup> L.G.H.A.M., Université de Savoie, CISM, F - 73376 Le Bourget-du-Lac Cedex, France

<sup>2</sup> GEOLEP, EPF Lausanne, Switzerland

<sup>3</sup> C.R.G. Thonon, Université Paris VI, France

<sup>4</sup> Département des Sciences de la Terre, Université de Turin, Italy

<sup>5</sup> Bureau géologique, Assessorat de l'Agriculture, Région Vallée d'Aoste, Italy

<sup>6</sup> Hydrogéologie, Université d'Avignon, France

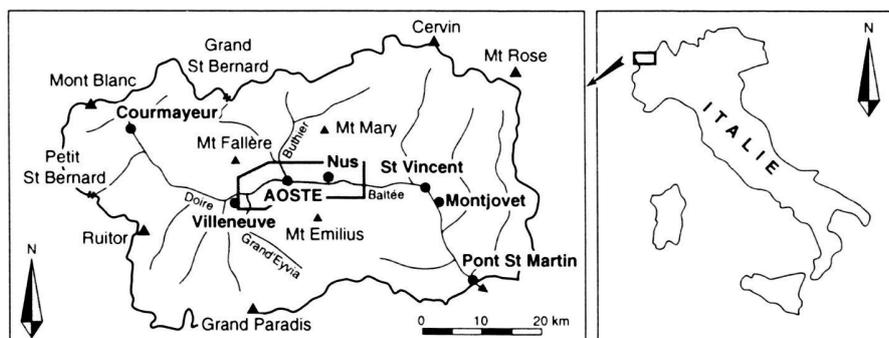


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude au Val d'Aoste (Italie).

Fig. 1. Localisation of the area studied in the Val d'Aoste (Italy).

Dans le cadre d'un Programme International d'Action Hydrogéologique en Vallée d'Aoste (P.I.A.H. 1994), une étude détaillée du remplissage alluvial de la plaine d'Aoste a été conduite à partir des sondages existants, de campagnes de géophysique et de relevés de terrain. On a pu ainsi préciser la géométrie des corps sédimentaires et les implications hydrogéologiques. Parallèlement, les étapes de l'évolution paléogéographique du comblement de la vallée ont été déterminées.

### I. Cadre géographique et géologique

L'étroite vallée d'Aoste conduit du massif du Mont Blanc à la plaine du Pô vers Turin. Elle est drainée par la Doire Baltée qui reçoit quelques puissants affluents notamment la Grand'Eyvia en rive droite et, vers Aoste, le Buthier en rive gauche (figure 1).

Dans sa partie centrale, orientée Ouest-Est, la vallée d'Aoste se tient entre 500 et 600 m d'altitude. Les versants très raides joignent le Mont Emilius (3557 m) au Sud au Mont Fallère (3090 m) au Nord, au NE duquel se développe le bassin versant du Buthier.

La vallée d'Aoste est située au coeur du pays des nappes de charriage alpines (figure 2). Le substratum appartient pour partie aux nappes penniques et pour partie aux nappes austroalpines (Ballèvre et al. 1986; Caby 1981; Canepa et al. 1990; Castelli 1985; Dal Piaz 1974, 1988; Elter 1960, 1971). Aux premières, se rapportent les deux unités majeures de Schistes Lustrés. La plus basse structuralement formant la première enveloppe tectonique du massif cristallin du Grand Paradis, comporte des vestiges de plate-forme carbonatée triasico-jurasique. Elle est issue de l'ancienne marge continentale de l'océan téthysien. La plus haute ou seconde enveloppe du massif du Grand Paradis est repérable par ses éléments de substratum océanique. Elle est issue de l'ancien océan alpin.

On attribue aux secondes la nappe de la Dent Blanche (Mont Mary et Mont Emilius). Egalement composite, elle est formée par des matériaux ortho et paradérivés issus de l'autre marge de l'océan alpin.

Le polyphasage structural explique les imbrications tectoniques et les difficultés à différencier, du moins localement, les diverses unités de Schistes Lustrés.

Une faille tardive majeure (FF', figure 2), courant d'Aoste au Col de la Ranzola, recoupe très clairement l'édifice plissé réalisé antérieurement. L'orientation de la vallée est calquée sur cette faille. Le rejet de la faille est vraisemblablement responsable de la structure originale générale des versants (au Sud, les foliations sont inclinées au Nord, figure 2A; au Nord, elles s'inclinent vers le Sud, figure 2B). L'analyse des stries de glissement sur quelques fractures observables en rive droite souligne au moins un mouvement décrochant, à faible composante verticale favorable au déplacement de tout ou partie de versant.

A cette origine structurale de la vallée d'Aoste, il faut ajouter un façonnement glaciaire particulièrement caractéristique et classique, comprenant des bassins élargis et surcreusés (Aoste, Saint Vincent) et des verrous rocheux resserrés (Villeneuve, Nus, Montjovet-Saint Vincent).

### II. L'ombilic d'Aoste

A l'aval du verrou rocheux de Villeneuve, la plaine d'Aoste, longue de 18 km, s'élargit très sérieusement sur 1,5 km pour se refermer partiellement entre Nus et Fénis. Ce bassin élargi présente aussi un surcreusement considérable que des prospections géophysiques, conduites par le GEOLEP, ont pu préciser (P.I.A.H. 1994).

#### 1. Interprétation des mesures géophysiques

##### 1.1. Les sondages électriques

Les mesures de terrain ont fourni des courbes de bonne qualité. Les interprétations ont donné des résultats en concordance avec les données de forages pour les premières tranches comprises entre 0 et 80 m de profondeur. Pour les plus profondes, les interprétations ont mis en évidence deux horizons très contrastés dans leur valeur de résistivité: entre 25 et 70  $\Omega\text{m}$  pour des limons plus ou moins argileux ou morainiques et 1.000 à 10.000  $\Omega\text{m}$  pour le substratum rocheux (schistes lustrés et roches cristallines saines).

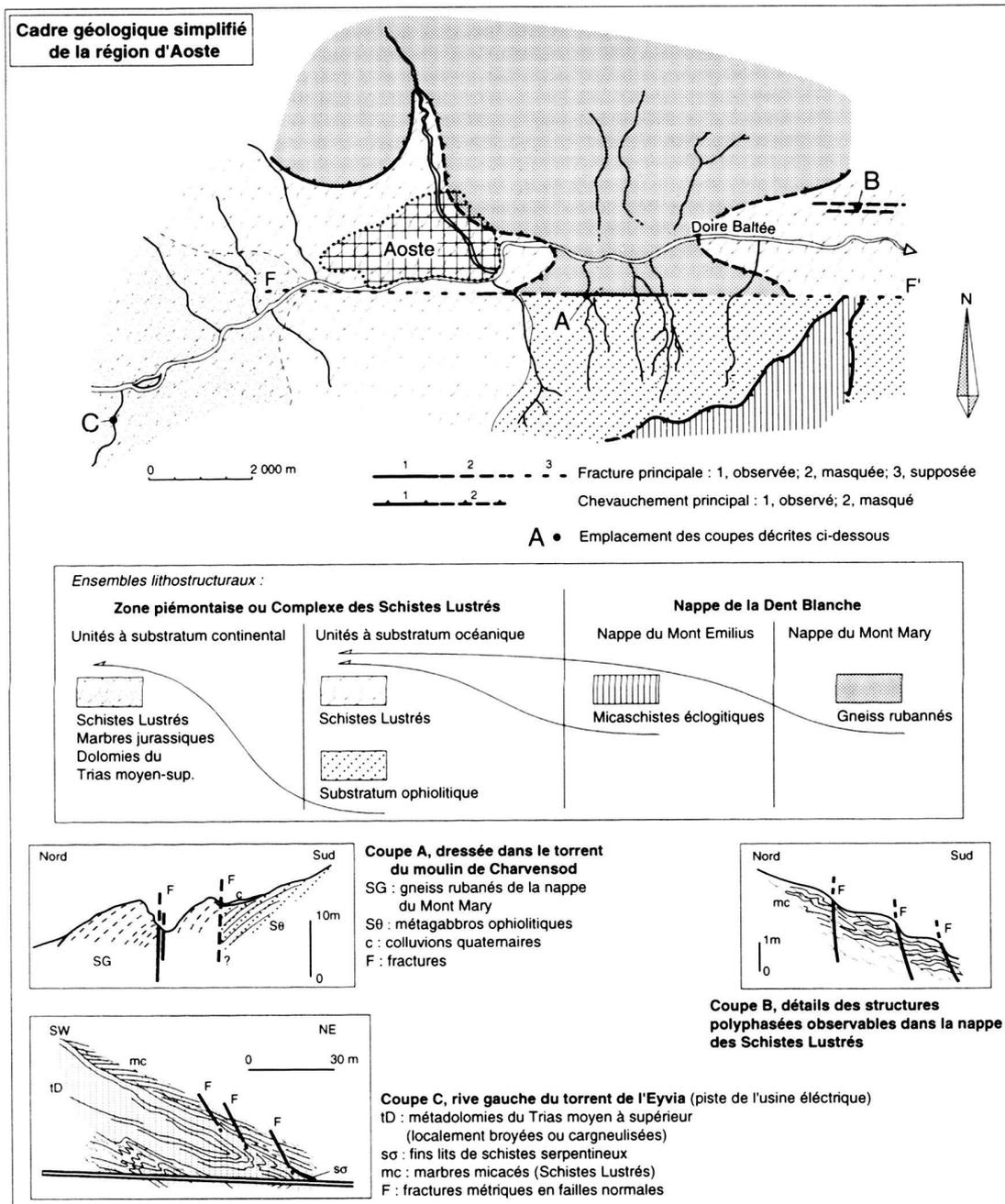


Fig. 2. Cadre géologique simplifié de la région d'Aoste.  
 Fig. 2. Simplified geological environment of the Aoste region.

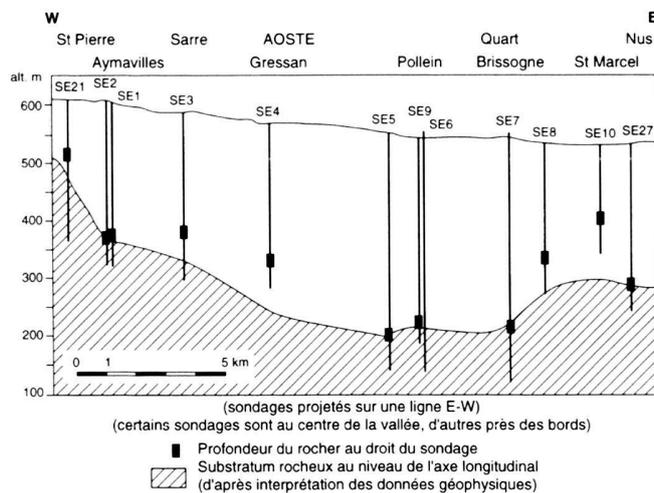


Fig. 3. Profil longitudinal du substratum dans l'axe de la vallée.  
Fig. 3. Longitudinal profile of the substratum in the valley axis.

### 1.2. Les trainés électriques

Les investigations ont été menées sur des tranches de sous-sol d'épaisseur plus ou moins constantes et plus ou moins profondes, constituées de graviers sableux, afin de suivre leurs variations latérales. Des résistivités apparentes de l'ordre de 150 à 250  $\Omega$ m, valeurs représentatives pour des graviers aquifères, ont été relevées de part et d'autre d'Aoste (Aymavilles, Montfleury, Quart et Aéroport).

### 1.3. La cartographie du fond de la vallée

La coupe longitudinale de la vallée d'Aoste, proposée à partir des sondages électriques, met en évidence un important surcreusement aujourd'hui comblé par des sédiments reposant sur une couche résistante assimilée au substratum rocheux (figure 3). L'ordre de grandeur maximum du remplissage atteindrait 300 à 350 m, en accord avec les travaux d'Armando & Dal Piaz (1970) et d'Armando (1971).

Une synthèse de l'ensemble des données géophysiques permet d'esquisser une cartographie du toit du substratum sous le remplissage alluvial (figure 4). C'est à Villeneuve, à l'Ouest de la vallée, que le substratum est le plus proche (environ 50 m). Par contre, à l'autre extrémité, vers Saint Marcel, le substratum rocheux est reconnu vers 120 m de profondeur soit vers la cote 430 m. Il replonge ensuite profondément. L'axe du fond de la vallée glaciaire se trouverait ici déporté vers le Sud où il se trouverait à la cote + 300 m. C'est entre Gressan et Pollein que la plus grande profondeur a été atteinte, environ 350 m, ce qui placerait le substratum à la cote 200 m.

## 2. Les données des sondages mécaniques

Les résultats de plus de 112 sondages représentant une longueur totale forée de 4450 m ont été rassemblés. D'inégale précision, ils ont néanmoins permis d'établir la géométrie des corps sédimentaires, en particulier des graviers sableux qui trouvent logiquement leur agencement dans des dispositifs lacustres (Pollicini 1994; Novel 1995).

### 2.1. Les successions lithostratigraphiques

#### 2.1.1. Les sédiments lacustres (figure 5)

- Des sédiments lacustres de fond de lac, limono-argileux à sableux ont été reconnus entre Pollein et Saint Marcel. Ils ont été partiellement traversés sur 37 m à l'Autoport (Pollein) où le sommet des limons se situe à la cote 490 m. Latéralement et vers l'aval, ces limons sont reconnus sur 12 m à Quart (sommet vers 510 m). A l'amont d'Aoste, un forage à Montfleury présente à sa base à la cote 505 m un niveau sablo-limoneux.

Ces données impliquent l'existence d'un vaste lac, à un instant donné, de cote égale ou supérieure à 510m, bien supérieure à celle du verrou rocheux de Saint Marcel, approché par la géophysique et de cote probable 300 m environ.

Les sédiments sableux passent progressivement à des graviers sableux à caillouteux dont l'épaisseur décroît de l'amont vers l'aval de la vallée, alors que le plancher sableux remonte. Cette progradation deltaïque s'accompagne, à l'aval d'Aoste, d'un ravinement des sables sur une quarantaine de mètres, dans l'axe du remplissage.

- Une seconde succession de sédiments fins distaux suivis de sédiments grossiers proximaux est relevée à l'aval de la ville d'Aoste. Les limons sableux approchent la cote 525 m (profil EF). Ils présentent aussi un léger ravinement décimétrique dans l'axe de la vallée.

- Concomitamment à chaque phase de dépôt des sédiments fins s'organisait la mise en place de matériaux grossiers, graveleux à sablo-graveleux, riches en intercalations limoneuses, au débouché de la Doire et du Buthier principalement. De ce fait, une part des alluvions grossières rencontrées dans le secteur occidental de la plaine d'Aoste est d'origine lacustre. Elle pourrait correspondre à la moitié inférieure des dépôts grossiers, soit près de 40 m de puissance. Ainsi, à l'aval d'Aoste et comme le montre le profil AB (figure 5), ce complexe deltaïque se réduit en épaisseur en même temps qu'il se subdivise en un horizon inférieur décimétrique et un horizon supérieur métrique, séparés par des limons sableux. Aux apports latéraux grossiers progradants du Buthier correspond une sur-épaisseur de la sédimentation grossière.

L'organisation spatiale des dépôts fins et d'une partie des dépôts grossiers s'intègre totalement dans une mise en place lacustre, à 2 phases, avec un apport longitudinal depuis la Doire et un apport latéral puissant depuis le Buthier.

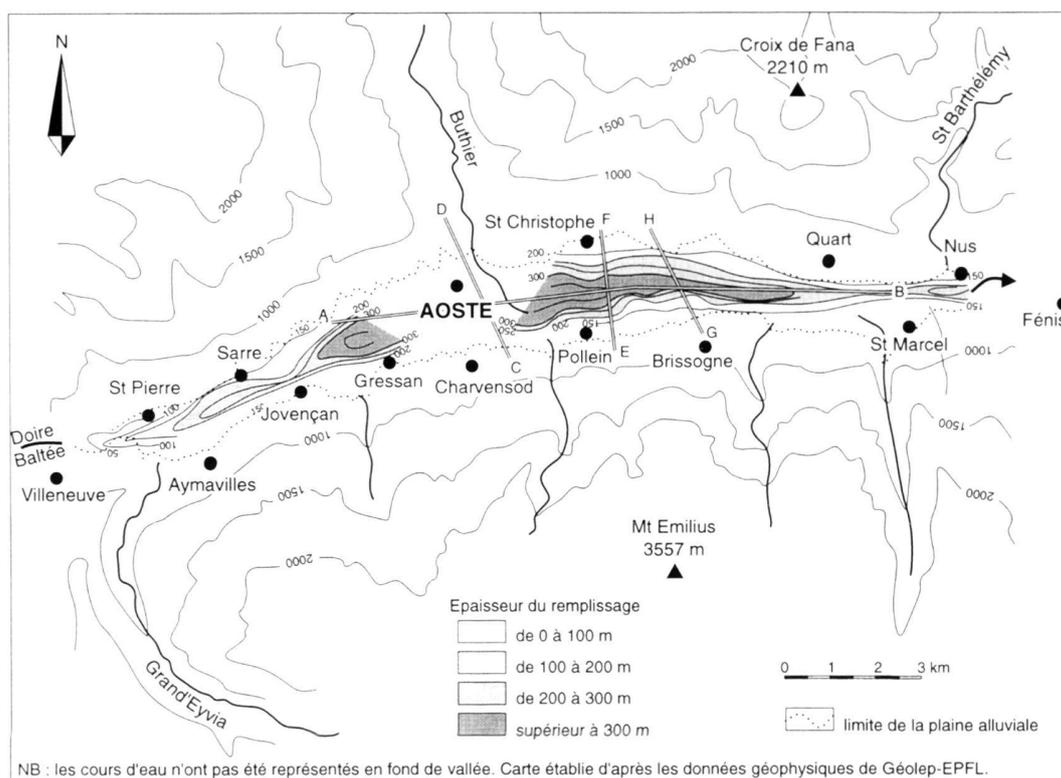


Fig. 4. Carte des épaisseurs du remplissage alluvial et localisation des coupes.  
 Fig. 4. Map showing the thickness of the alluvial filling up and localisation of the cuts.

### 2.1.2. Les complexes fluviaux et torrentiels (figure 6)

- Les cônes de déjection impriment fortement la morphologie de la vallée d'Aoste. Ils représentent la partie aérienne d'édifices établis en domaine lacustre. Le cône principal est celui du Buthier en rive gauche de la vallée. Il supporte la ville d'Aoste. D'une superficie voisine de 3 km<sup>2</sup>, il correspond à un bassin versant de près de 455 km<sup>2</sup>. De pente faible (2%), il présente une succession granulométrique où s'intercalent limons, galets et cailloux, voire des blocs.

Les autres cônes, de superficie plus réduite, comprise entre 0,4 et 1,7 km<sup>2</sup>, présentent des pentes fortes, allant jusqu'à 15%, pour des superficies de bassin versants comprises entre 4 et 30 km<sup>2</sup>. Marqués par une dynamique exclusivement torrentielle, les matériaux sont mal classés, accumulés de manière continue (Gressan, Saint Marcel) ou brutale (Arpisson).

- La Doire ne présente pas de cône de déjection. Directement influencée par la dynamique des versants, la Doire est repoussée d'un bord à l'autre de la vallée. Ses alluvions, bien classées, sont constituées de graviers et de galets riches en sables fins. L'épaisseur de ces alluvions fluviales sensu-stricto est de l'ordre de la quinzaine de mètres à l'aval d'Aoste.

Les incisions successives de la Doire ont permis l'édification de terrasses tapissées de limons métriques qui supportent tantôt l'habitat et l'industrialisation, tantôt une agriculture irriguée. Des bois retrouvés dans la basse terrasse à Pollein, à la cote 537 m, donnent un âge de 385 ± 45 BP Ly-1993, témoignant d'un balayage de la plaine alluviale de la Doire encore récent.

### 3. Les formations de versant

C'est surtout sur le versant nord de la vallée que ces formations sont les mieux représentées. Elles interfèrent très peu sur l'alluvionnement de la vallée.

#### 3.1. Les mouvements en masse de versant

Le mouvement le plus important concerne le versant méridional de la Croix de Fana (communes de Quart et Nus). D'âge ancien, postérieur au retrait glaciaire, mais actuellement encore actif, il implique le substratum rocheux gneissique et les Schistes Lustrés à ophiolites (Chiesa et al. 1991). Il atteint la plaine alluviale où il est alors enveloppé par les alluvions.

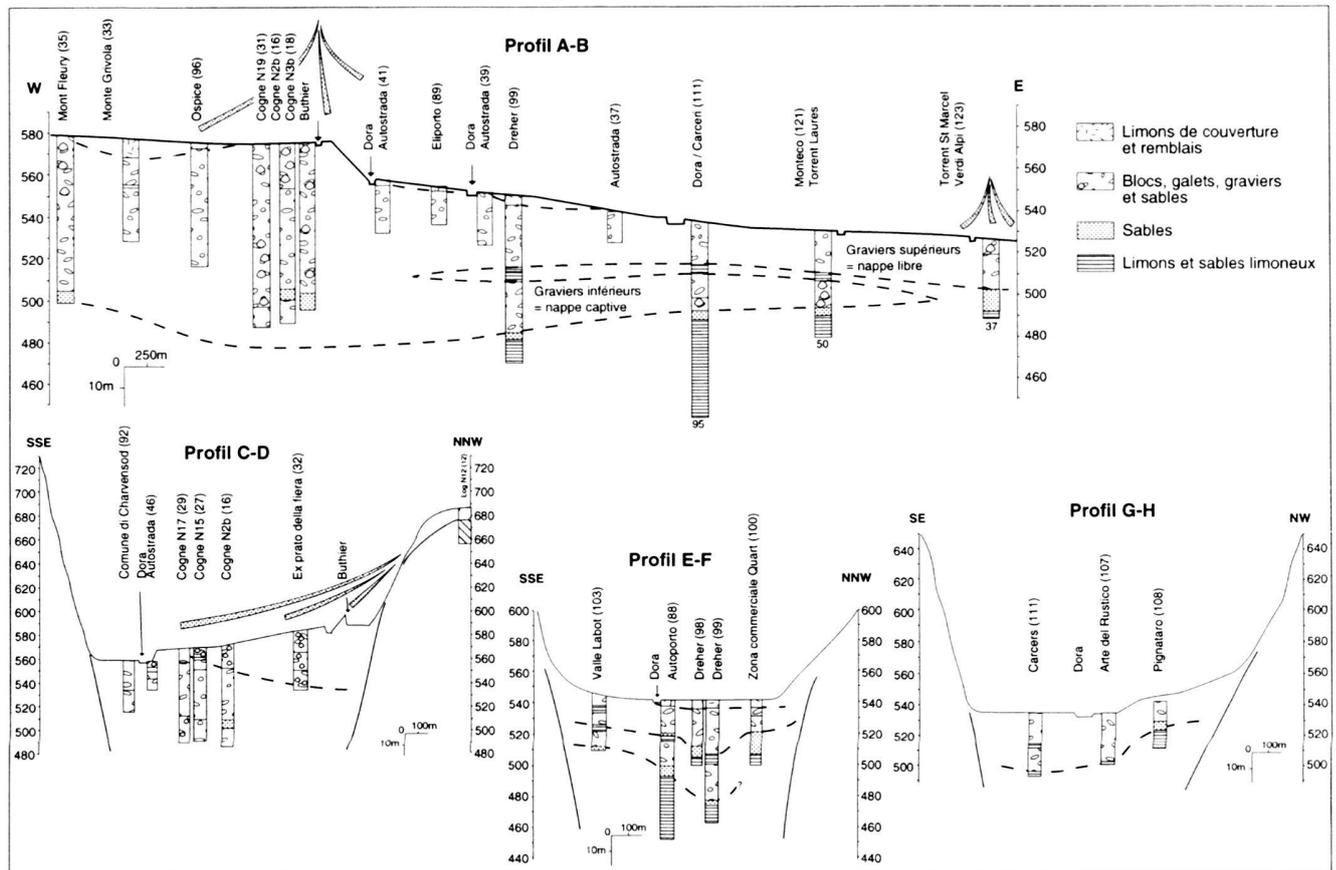


Fig. 5. Coupes géologiques en long et en travers de la plaine d'Aoste.  
 Fig. 5. Geological longitudinal and cross sections of the Aoste plain (Italy).

### 3.2. Les écroulements et les coulées boueuses

- Un écroulement rocheux historique (1594) s'est produit dans le torrent de Clusellaz, vers Sarre. Son extension vers l'aval est masquée par des matériaux de déjection.
- Un second écroulement (Pointe Leysser) a entièrement barré la vallée entre les communes de Villeneuve et Sarre. Des affleurements dégagés par l'encaissement de la Doire, montrent uniquement des blocs de schistes lustrés, aux angles vifs, enrobés dans une matrice de cargneules de teinte blanche à jaunâtre. De Saint Pierre à Gressan, la proportion et la taille des blocs diminuent, tandis que la part de matrice augmente, l'écroulement s'étant propagé à l'aval sous forme d'une puissante coulée boueuse. Des bois, extraits de cette coulée boueuse lors de la construction du tunnel autoroutier des Crêtes, ont fourni un âge de 9240 ans ± 60 BP Ly, 5655.

Cet écroulement a, par ailleurs, bloqué un petit lac sur la rive gauche de la vallée (Champagnolle), attesté par plus de 15 m de sédiments fins laminés à l'avant du cône progradant de la Grand'Eyvia, cours d'eau aujourd'hui fortement encaissé.

- Enfin, à Fénis, en rive droite et en rive gauche de la vallée, des coulées boueuses avec blocs quasi-exclusivement de Schistes Lustrés, ont temporairement et tardivement barré la vallée, repoussant la Doire contre le versant rocheux de Nus et recouvrant peut être des arcs morainiques d'un stade de stationnement du Glacier du Mont Blanc (Carraro 1991).

## III. Evolution du remplissage alluvial de la plaine d'Aoste

### 1. Le façonnement de la dépression

La plaine d'Aoste doit son importance physique aux différents glaciers du Mont Blanc qui ont emprunté la vallée torrentielle très probablement pré-établie sur une fracturation majeure et ses satellites. En particulier, la dernière glaciation d'âge würmien a localement élargi cette vallée au niveau d'Aoste du fait des hétérogénéités structurales et pétrographiques du substratum. Aucun dépôt meuble antérieur n'a, semble-t-il, été conservé (Novarese 1913, 1915).

Il en a résulté un vaste et profond surcreusement dont la cote du fond se tiendrait vers + 200 m entre Aoste et l'Aéro-

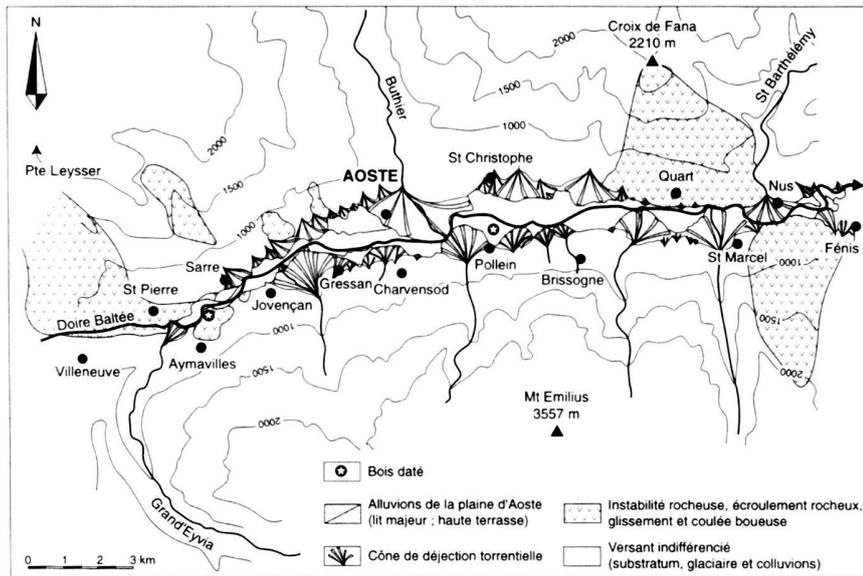


Fig. 6. Les formations détritiques de la plaine d'Aoste.  
 Fig. 6. Detritic formations of the Aoste plain.

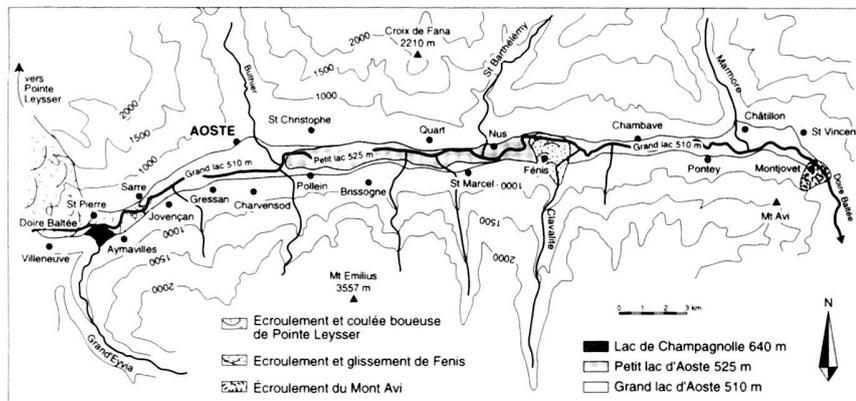


Fig. 7. Les paléolacs de la vallée centrale d'Aoste.  
 Fig. 7. Palaeolakes of the central valley of Aoste.

port. Ce fond paraît affecté de ressauts rocheux comme à Saint Marcel (cotes + 300 à + 430 m d'après la géophysique). Le substratum ne ressort dans la vallée que 14 km plus à l'aval, vers Saint Vincent. Il se tient alors vers 400 m.

## 2. Le comblement alluvial

Une sédimentation lacustre s'est développée dans ce bassin glaciaire très surcreusé. La nature lithologique des sédiments rencontrés en sondages et leur disposition géométrique confirme que l'essentiel des alluvions de la plaine d'Aoste résulte d'une dynamique lacustre où les granoclassements décroissants longitudinalement et croissants verticalement sont clairement observés.

Ainsi, des dépôts fins, puissants de plusieurs centaines de mètres, remplissent d'abord près des 3/4 de l'ombilic. Ils font

place ensuite à des dépôts de plus en plus grossiers voire caillouteux dans la partie amont de la plaine et au droit de la ville d'Aoste au débouché latéral du Buthier. Ces sédiments grossiers se réduisent en épaisseur vers l'aval. Une seconde succession lacustre, réduite, apparaît à l'aval, témoignant de la réorganisation d'un plan d'eau.

Cet ensemble lacustre, une fois comblé, fait place à une sédimentation fluviale et torrentielle. Cette dernière marque aujourd'hui la morphologie.

## 3. Implications paléogéographiques (figure 7)

Les données géophysiques et géotechniques ont fourni des lithostratigraphies qui mettent parfaitement en évidence:

- un premier ensemble lacustre d'épaisseur hectométrique, caractérisé par un granoclassement vertical typique, avec

des sédiments fins à la base, surmontés de sédiments de plus en plus grossiers et un granoclassement décroissant de l'amont vers l'aval. L'ensemble des dépôts rentre dans une enveloppe de cotes 505 à 510 m;

- puis un second ensemble, d'épaisseur réduite à 25 m, avec des classements granulométriques typiques. La cote estimée de ce niveau lacustre est de l'ordre de 525 m.

Se pose alors la reconnaissance des barrages lacustres susceptibles de retenir les plans d'eau à des cotes voisines de 510 m pour le plus important et 525 m pour l'autre.

### 3.1. Les barrages du grand lac d'Aoste (environ 510 m)

Deux types de barrages ont retenu les eaux de fusion glaciaire de la Doire et de ses affluents :

- les verrous rocheux de Saint Marcel (de cote 300 m environ d'après la géophysique) et de Saint Vincent (de cote 400 m). Ils ont retenu des masses d'eau d'épaisseur hectométrique contenues dans les bassins glaciaires surcreusés;
- l'écroulement rocheux massif du Mont Avi, à Montjovet-Saint Vincent, quelques 30 km à l'aval de la ville d'Aoste. Les matériaux accumulés (14,4 M.m<sup>3</sup>) ont d'abord bloqué les eaux de la vallée jusqu'à une cote de 512 m (Grasso 1968; Carraro et Ferrarino 1982; Carraro et al. 1994). Le débordement des eaux retenues a, par la suite, dégagé des matériaux détritiques comblant un petit sillon glaciaire de rive gauche jusqu'au substratum rocheux retrouvé à la cote 508 m (Dematteis 1994). Par la suite, la Doire s'est encaissée dans la masse écroulée jusqu'à son profil d'aujourd'hui.

De ce fait, le vaste lac d'Aoste, bloqué à Saint Vincent, pouvait avoir une longueur de près de 35 km. Il remontait ainsi jusqu'à l'Ouest d'Aoste, vers Villeneuve. Son comblement a été très actif longitudinalement depuis l'Ouest avec la Doire et la Grand'Eyvia et latéralement avec le Buthier, les torrents Clavalité et Marmore. L'encaissement de la Doire à l'aval d'Aoste fait ressortir le delta grossier proximal du Marmore à Chatillon ainsi que les sédiments sableux plus distaux de Chambave, autant de témoins de ce vaste lac d'Aoste de cote voisine de 510 m.

L'âge de cet éboulement est vraisemblablement contemporain de la déglaciation würmienne.

### 3.2. Le barrage du petit lac d'Aoste (525 m)

Il s'agit d'un obstacle tardif, local entre Nus et Fénis, trouvant son origine dans des matériaux de déjection et de glissements, associés à des blocs écroulés provenant des pentes dominant Fénis. Ces matériaux, mis en place assez brutalement, sont largement démantelés par la Doire repoussée vers le Nord.

Ils reposent sur le cône deltaïque du torrent Clavalite, contemporain du grand lac d'Aoste.

### 3.3. L'hypothèse des arcs morainiques de Fénis

Dans le guide géologique régional de 1992, Carraro décrit un petit amphithéâtre morainique, riche de trois rides, entre Nus et Fénis. Mais aujourd'hui l'observation sur le terrain n'est pas évidente compte-tenu des aménagements autoroutiers, du démantèlement par la Doire et du recouvrement torrentiel latéral. Un stationnement glaciaire est toutefois probable dans ce secteur comme en témoignent les dépôts de kame de rive gauche, entre Quart et Nus, à La Plantaz (535m) (Carraro 1991). Ces arcs morainiques sont vraisemblablement noyés dans les sédiments lacustres.

Compte-tenu de la profondeur estimée par géophysique du substratum rocheux dégagé par les glaciers, le front morainique devrait avoir une puissance de plus de 100 m pour réapparaître en surface. Il aurait alors déporté, vers l'Est, les cônes deltaïque et torrentiel du torrent Clavalite.

Si l'existence d'un tel front morainique était confirmée, alors on trouverait là un barrage morainique susceptible de bloquer les eaux dans l'ombilic d'Aoste jusqu'à des cotes voisines de 510 m. Le dernier barrage torrentiel, vers 525 m, plus tardif, se superposerait aux arcs morainiques partiellement démantelés.

Dans ce cas, la vallée d'Aoste aurait vu l'installation, non pas d'un vaste lac d'Aoste, mais de deux lacs disposés en cascade, celui d'amont (Aoste) bloqué par un barrage morainique et celui d'aval (Saint Vincent) par un écroulement rocheux. Les cotes des plans d'eau seraient exceptionnellement très voisines, voire identiques (environ 510 m).

## IV. Conclusion

La réalisation du Programme International d'Action Hydrogéologique en Val d'Aoste a nécessité d'acquérir la meilleure connaissance possible des milieux alluvionnaires, en particulier des formations sablo-graveleuses les plus susceptibles d'être aquifères.

Les nombreuses données de sondages mécaniques, parfois d'inégales valeurs, accompagnées d'une reconnaissance géo-électrique très dense, ont permis de retrouver une succession de sédiments contrôlée par une dynamique lacustre caractéristique des vallées alpines (Nicoud et al. 1987). La plaine d'Aoste n'aurait constitué que l'extrémité occidentale, mais la plus ample, d'une vaste dépression lacustre bloquée à Saint Vincent, par un écroulement massif consécutif au retrait glaciaire; à moins qu'une série d'arcs morainiques frontaux ne subdivise la vallée à Fénis en deux lacs de cote très voisine.

Les hydrogéologues du programme de recherche auront retenu:

- la présence d'un aquifère unique sablo-graveleux à caillouteux à passées limoneuses, de près de 80m de puissance à l'amont de Saint Christophe. Cette accumulation comprend les éléments deltaïques grossiers de la Doire et du Buthier principalement, ainsi que des matériaux de déjec-

tion du Buthier et des autres torrents et un recouvrement décimétrique de galets et sables fluviatiles de la Doire.

- Ce complexe grossier perméable présente une relative hétérogénéité lithologique. Il est en étroite relation avec les cours d'eau principaux;
- l'existence de deux aquifères grossiers superposés à l'aval, séparés par près de 5 m de limons sableux. L'aquifère inférieur, épais de 15 à 25 m, est captif. Il est entièrement d'origine lacustre. L'aquifère supérieur, épais de 20 à 30 m, s'étend jusqu'à l'aval de la plaine d'Aoste. Il est localement recouvert de limons de crues métriques. Cet aquifère est en relation étroite avec la Doire qui tend à s'engraisser.

## Remerciements

Les auteurs remercient vivement Messieurs CUGNOD C. et PASQUALOTTO M., Ingénieurs au Bureau géologique de l'Assessorat «Agriculture, Forêt et Ressources naturelles» de la région autonome du Val d'Aoste pour leur soutien permanent, Monsieur REY J.Ph. pour sa lecture attentive de l'article, et Messieurs les directeurs des laboratoires des Sciences de la Terre à l'Université de Turin, du Centre de Recherche Géodynamique de Thonon-les-Bains, Paris VI et du GEOLEP à l'Ecole Polytechnique de Lausanne pour leur concours administratif, scientifique et matériel.

## BIBLIOGRAPHIE

ARMANDO, E. & DAL PIAZ, G.V. 1970: Studio geologico et geofisico della coltre quaternaria nei dintorni di Aosta (osservazioni preliminari). I.R.S.A. del CNR, 13p.

ARMANDO, E. 1971: Sondaggi elettrici nella piana di Aosta. Geofisica e meteorologia 20, n° 5/6, 155-157.

BALLEVRE, M., KIENAST, J.R. & VUICHARD, J.P. 1986: La «nappe de la Dent-Blanche» (Alpes Occidentales) : deux unités austroalpines indépendantes. Eclogae geol. Helv. 79, 57-74.

CABY, R. 1981: Le mésozoïque de la zone du Combin en Val d'Aoste (Alpes Graies) : imbrications tectoniques entre séries issues des domaines penninque, austroalpin et océanique. Géol. alp. (Grenoble), 57, 5-13.

CANEPA, M., CASTELLETTO, M., CESARE, B., MARTIN, S., ZAGGIA, L. 1990: The Austroalpine Mont Mary nappe (Italian Western Alps). Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. 42, 1-17.

CARRARO, F. 1991: Integrazione del rilevamento geologico-strutturale in scala 1/1000.000 relativo ad alcune aree di preminente importanza nella regione Valle d'Aosta : depositi quaternari. GEODE s.r.l., Milano, 93 p.

CARRARO, F. & FERRARINO, G. 1982: Tentativi di realizzazione di un nuovo tipo di carte morfologiche : la carte morfostratigrafiche. Boll. Ass. It. Cartografia, 54-55, 209-218.

CARRARO, F., GHIBAUDO, G., GIARDINO, M. & PEROTTO, A. 1994: Intense deformazioni in depositi fluviolacustri olocenici nella media Valle d'Aosta. Att. Tic. Sc. Terra, serie speciale, 123-136.

CASTELLI, D. 1985: La falda piemontese alla base del margine sudoccidentale del lembo dell'Emilia-media Valle d'Aosta. Ofioliti 10, 19-34.

CHIESA, S., FORNERO, I., FRASSONI, A., ZANCHI, A., MAZZA, G. & ZANINETTI, A. 1991: Gravitational instability phenomena concerning a hydroelectric plant in Italy. 7e International Congress on Rock Mechanics, W. WITTKÉ, Editor, 1087-1092.

DAL-PIAZ, G.V. 1974: Le métamorphisme de haute pression et de basse température dans l'évolution structurale du bassin ophiolitique alpino-apenninique. 1ère partie: Considérations paléogéographiques. Boll. Soc. Géol. It. 93, 437-468. 2ème partie: Schweiz mineral petrogr. Mitt. 54, 399-424.

- 1988: Revised setting of the Piedmont Zone in the northern Aosta Valley, Western Alps. Ofioliti, 13, 157-162.

DEMATTEIS, A. 1994: Dimensioni et dinamica di svuotamento del lago provocato dalla frana di sbarramento del M. Avi (Valle d'Aosta, Italia). Rencontre internationale des jeunes chercheurs en géologie appliquée, EPF Lausanne, 85-89.

ELTER, G. 1960: La zona pennidica dell'alta e media Valle d'Aosta e le unite limitrofe. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. 22, 1-113.

- 1971: Schistes lustrés et ophiolites de la zone Piémontaise entre Orco et Doire Baltée (Alpes Graies). Hypothèses sur l'origine des ophiolites. Géol. alp. (Grenoble), 47, 147-169.

GRASSO, F. 1968: La frana del Monte Avi. Boll. Soc. Geol. It., 87, 109-131.

GUIDE GEOLOGICHE REGIONALI, 1992: Le Alpi dal M. Bianco al Lago Maggiore. Itinerario n° 1, BE-MA Editrice, coord. Dal Piaz G.V., Università di Padova.

NICOUD, G., MONJUVENT, G., & MAILLET-GUY G. 1987: Contrôle du comblement quaternaire des vallées alpines du Nord par la dynamique lacustre. Géol. alp. (Grenoble), Mém. h.s. n° 13, p. 457-468.

NOVARESE, V. 1913: Il quaternario in Val d'Aosta e nelle valli del Canavese. Parte II : il ghiacciaio wurmiano della Val d'Aosta. Boll. R. Comit. Geol. It., 44, 203-244.

- 1915: Il quaternario in Val d'Aosta e nelle valli del Canavese. Parte III : gli stadi postwurmiani. Boll. R. Comit. Geol. It., 45, 137-194.

NOVEL, J.P. 1995: Contribution de la géochimie à l'étude d'un aquifère alluvial de montagne. Cas de la vallée d'Aoste (Italie). Thèse Doc. Université Paris VI, 154 p.

P.I.A.H., en Val d'Aoste, 1994: Etude hydrogéologique de la nappe alluviale de la Vallée d'Aoste. Rapport de deuxième phase. Dir. Dray M., inédit. 54P.

POLLICINI, F. 1994: Geologia ed idrogeologia della piana di Aosta. Tesi di laurea in Scienze Geologiche. Università du Torino, 164 p.

Manuscrit reçu le 9 décembre 1997

Révision acceptée le 20 décembre 1998

