

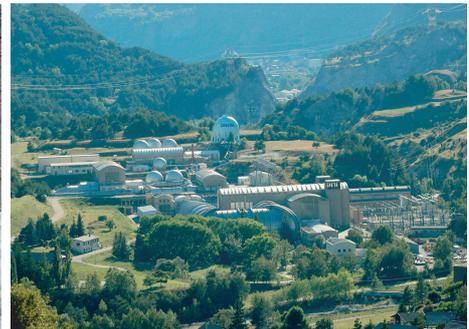


société internationale de glaciologie  
section des alpes occidentales

## Tournée IGS-SAO 2012

"Les glaciers de Haute Maurienne : évolutions et héritages"

Jeudi 30 Août à Dimanche 2 Septembre 2012



Alain Marnézy  
Sylvain Jobard

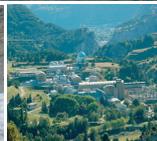
## Légende de la page de garde

Fort Marie-Christine (Aussois)



Albaron

Glacier du Baounet



Centre ONERA de Modane-Avrieux

## Programme

### Judi 30 Août

- RV à partir de 10 h au Fort Marie-Christine, Commune d'AUSOIS, Savoie.

Installation, bagages - Covoiturage pour Bramans

- 12h : Départ pour Bramans. Pique-nique (« non collectif ») à la Carrière du Vernay. L'équipe François Valla / via ferrata nous y rejoint.

- 14 h : Excursion géomorphologique en Haute Maurienne (Gérard Nicoud et AM), distribution des livrets pédagogiques .

- 18 h 30 : Retour au FMC

- 19h-20h30 : repas

- 20h30 / 22h : Conférence  
- 10 ans de monitoring hydro-météo du Glacier du Baounet (S. Jobard)  
- 20 ans de mesures sur le glacier du Ciardoney, Grand Paradis (L. Mercalli)

### Vendredi 31 Août

- 7h 30 : petit déj.

- 8h : Départ pour les barrages d'Aussois. Covoiturage. Excursion : le tour du Plan d'Aval et Plan d'Amont

- 12h : Pique-nique au parking supérieur de Plan d'Amont

- 13h 30 : Départ pour Avrieux

- 14h 30/17h 30 : visite ONERA en 2 groupes

- 19h : Repas au FMC

- 20h30 / 22h : conférences  
- Les crues de l'Arc (Ch. OBLED et A. Marnézy)  
- Le lac de Rochemelon par M. VALLON

### Samedi 1er Septembre

- 7h 30 : petit déj.

- 8h : Départ pour Bonneval-l'Ecot (2027m d'altitude)

- 8h 45 : Départ à pied pour le Glacier des Evettes.

§ Arrêt au Plan des Roches (2400m) : panorama, PNV...

§ Arrêt Plan des Evettes, montée vers le front glaciaire

- Retour par la rive droite du glacier et du torrent des Evettes, cascade et gorges de la Reculaz

- 17h 30 : RV aux voitures à l'Ecot.

- 18h 30 : Retour Aussois

- 20h : Repas à la Crêperie « l'Avalanche »

### Dimanche 2 Septembre

- 7h 30 : Petit déj.

- 8h : Départ pour Termignon et le Plan du Lac. Arrêt au Parking de Bellecombe (2350m)

- 9h : Excursion vers le lac Blanc, Lac de Bellecombe, Refuge du Plan du Lac.

- 12h - 13h 30 : pique-nique vers le refuge

- 13h 30- 15h 30 : milieux périglaciaires et glaciers rocheux

- 15h 30 : dislocation. Retour vers Aussois pour la majorité du groupe.

Options : - 1) Glacier du Baounet - 2) Gravures rupestres (si nombre suffisant).

## Table des matières

1- Introduction et généralités.....	5
2- Vendredi 31 Août : énergie hydraulique et hydrologie glaciaire.....	14
3- Samedi 1er Septembre : Dynamique glaciaire actuelle et décrue post-PAG, Cirque des Evettes...23	
4- Dimanche 2 Septembre : excursion Plan du Lac (Commune de Termignon).....	33
5- Gravures rupestres à Aussois .....	37
6- Monitoring et instrumentation du glacier du Baounet .....	38
7- Divers.....	44

---

## Table des figures

Fig. 1.1 : carte de la Haute Maurienne .....	5
Fig. 1.2 : panorama 3D de la Haute Maurienne .....	6
Fig. 1.3 : Le Parc National de la Vanoise.....	7
Fig. 1.4 : La station d'Aussois.....	8
Fig. 1.5 : Le domaine skiable d'Aussois .....	9
Fig. 1.6 : La Via Ferrata des Gorges de l'Arc.....	10
Fig. 1.7 : Les forts de l'Esseillon.....	11
Fig. 1.8: Coupes géologiques de la vallée de la Maurienne .....	12
Fig. 1.9 : Schéma structural des Alpes Occidentales .....	13
Fig. 2.1 : La maurienne, les grandes lignes du relief et les glaciers actuels.....	14
Fig. 2.2 : Les étapes de l'aménagement hydroélectrique en Maurienne depuis 1960.....	15
Fig. 2.3: Schéma de l'aménagement de l'Arc. retenues et dérivations.....	16
Fig. 2.4: Les perturbations des écoulements en Maurienne. Situation en 1996.....	17
Fig. 2.5 : L'arc : évolution des débits influencés, de l'amont vers l'aval.....	18
Fig. 2.6 : Les aménagements hydroélectriques en Haute Maurienne.....	19
Fig. 2.7 : Le complexe hydroélectrique Mt Cenis / barrages d'Aussois. Plan de situation. ....	20
Fig. 2.8 : Schéma de fonctionnement du complexe hydroélectrique Mt Cenis / barrages d'Aussois..	20
Fig. 2.9 : Le torrent d'Avérole. Débits moyens journaliers à Avérole (1950m, 45,5km <sup>2</sup> ).....	21
Fig. 2.10 : Schéma d'une prise d'eau automatique sur les torrents.....	21
Fig. 3.1 : carte 1/25 000 de l'excursion au glacier des Evettes .....	22
Fig. 3.2 : Mesures de protection et conflits environnementaux dans le Parc National de la Vanoise (Savoie).....	23

---

Fig. 3.3 : Le secteur de l'Iseran et la liaison Bonneval-sur-Arc / Val d'Isère : des espaces  
«naturels» marqués par le hors piste et la pression touristique .....24

Fig. 3.4 : panorama du sentier balcon du Carro à L'iseran .....25

Fig. 3.5 : Débauche glaciaire sur le glacier de l'Ouille Noire.....25

Fig. 3.6 : Le glacier des Evettes et son environnement géomorphologique. Les étapes du retrait  
glaciaire contemporain. ....26

Fig. 3.7 : L'extension des glaciers en Haute Maurienne. Quelques repères morphologiques  
et chronologiques. ....27

Fig. 3.8 : proposition de comblement de l'ombilic des Evettes et retrait glaciaire post-PAG.....28

Fig. 3.9 : Carte géomorphologique du glacier des Evettes. ....29

Fig. 3.10 : Les stades d'extension post-PAG des glaciers du massif de l'Albaron .....30

Fig. 3.11 : Typologies des retraits glaciaires en Haute Maurienne.....31

Fig. 3.12 : Le retrait du glacier des Evettes depuis la fin du PAG .....32

Fig. 4.1 : carte 1/25 000 de l'excursion au plan du lac - Entre Deux Eaux.....33

Fig. 4.2 : coupe géologique du Plan du Lac.....34

Fig. 4.3 : Extension du glacier du Pelve.....34

Fig. 4.3 : Extension du glacier du Pelve.....36

Fig. 5 : Gravures rupestres à Aussois.....37

Fig. 6.1 : Le bassin versant instrumenté du Baounet .....38

Fig. 6.2 : Chaîne de mesure de la station automatique du Baounet.....38

Fig. 6.3 : Représentation graphique des données brutes à la station du Baounet .....39  
pour la saison d'ablation 2005. ....39

Fig. 6.4 : Evolution des débits journaliers et de l'amplitude journalière au cours des saisons  
d'ablation 2002 à 2005.....40

Fig 6.5 : Evolution du déphasage entre la température de l'air et les débits du torrent émissaire ...41

Fig 6.5 : Evolution du paramètre  $\beta$  au cours des saisons d'ablation 2002 à 2005. ....42

Fig. 6.6 : Structure des saisons d'ablation sur le glacier du Baounet de 2003 à 2005.....43

Fig. 7 : Croquis de la plaine de Bessans, l'écroulement de la Madeleine et  
le paléo-lac de barrage. ....44

# 1- Introduction et généralités

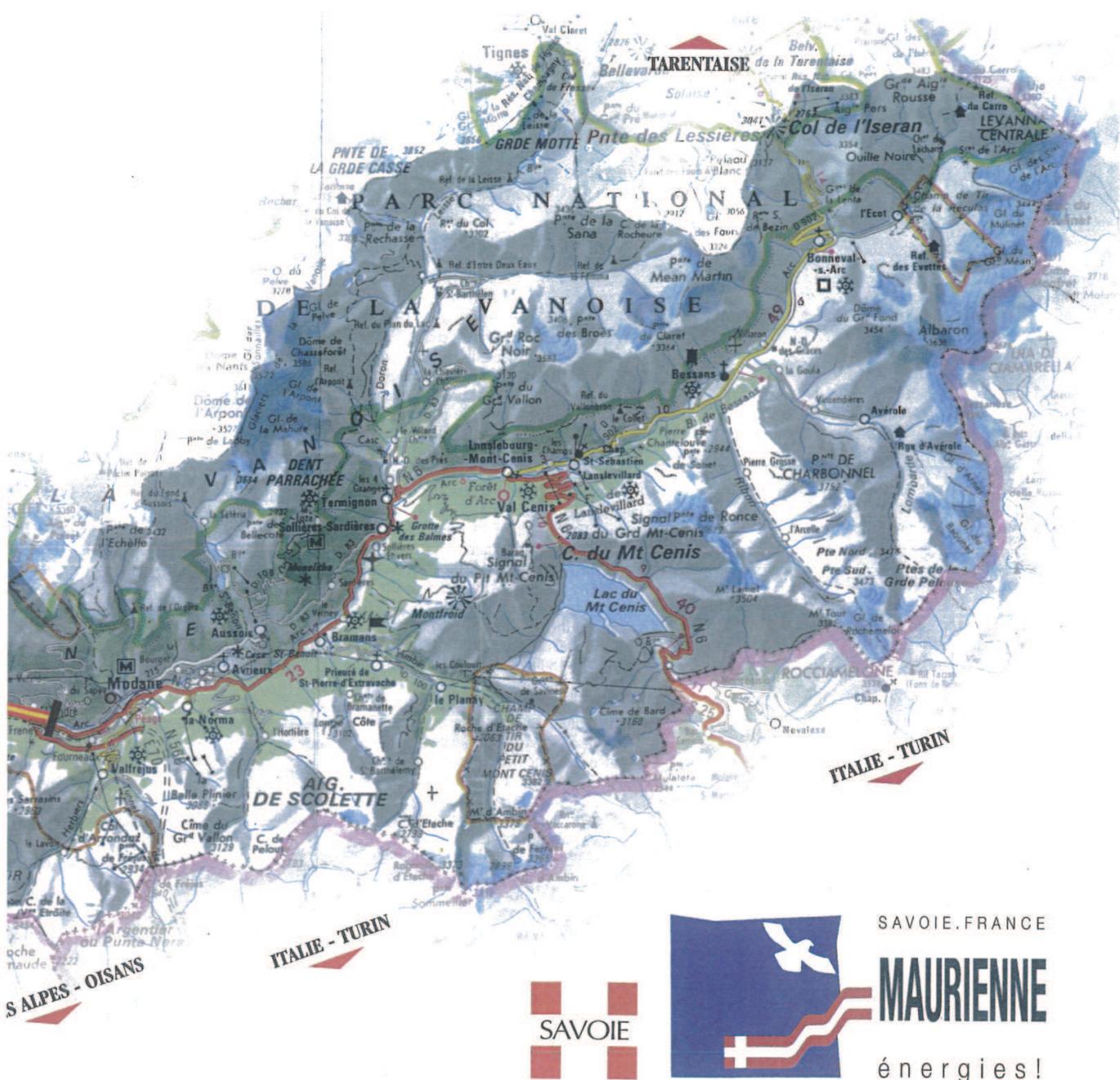


Fig. 1.1 : carte de la Haute Maurienne

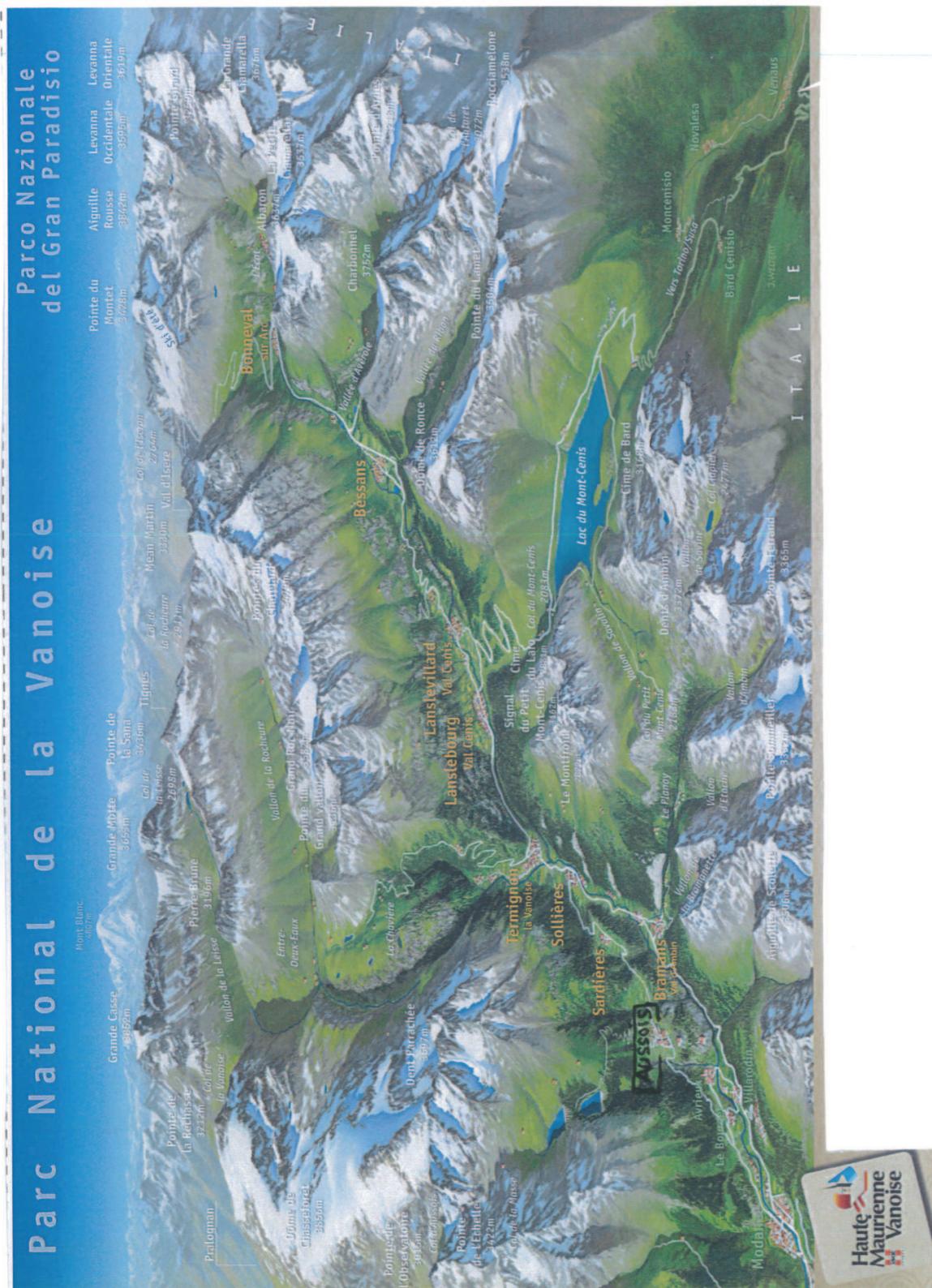


Fig. 1.2 : panorama 3D de la Haute Maurienne

### Eléments de relief du cœur et de l'aire maximale d'adhésion du parc national de la Vanoise



Fig. 1.3 : Le Parc National de la Vanoise

# Se repérer à Aussois



## MAISON D'AUSSOIS

73500 AUSSOIS  
Office de Tourisme  
Tél: +33 (0)4 79 20 30 80  
Fax : +33 (0)4 79 20 37 00  
www.aussois.com  
info@aussois.com

AUSSOIS - Réservation  
Tél: +33 (0)4 79 20 42 21  
Fax : +33 (0)4 79 20 37 00  
www.aussois-reservation.com  
resa@aussois.com

1 C5 Mairie	04 79 20 30 40	Maison du Patrimoine	04 79 20 49 57
1 D2 Maison d'Aussois		3 B5 Bibliothèque	04 79 20 30 40
Office de Tourisme	04 79 20 30 80	4 C5 La poste - Point info	04 79 20 31 50
AUSSOIS-Réservation	04 79 20 42 21	5 D4/D3 Marché (chaque mardi, en saison touristique)	
Halte-garagerie Les Pitchouns	04 79 20 30 80	6 C4 Distributeur Bancaire	
Remontées Mécaniques	04 79 20 30 80	7 C3 Cabinet Médical	04 79 20 33 42
Service des pistes	04 79 20 30 80	8 D6 Salle des fêtes - Salle d'escalade	
Poste de secours sur pistes	04 79 20 40 68	Taxi Marius	04 79 83 33 20
2 C5 L'Arche d'Oé Musée /			06 15 19 13 55

Fig. 1.4 : La station d'Aussois

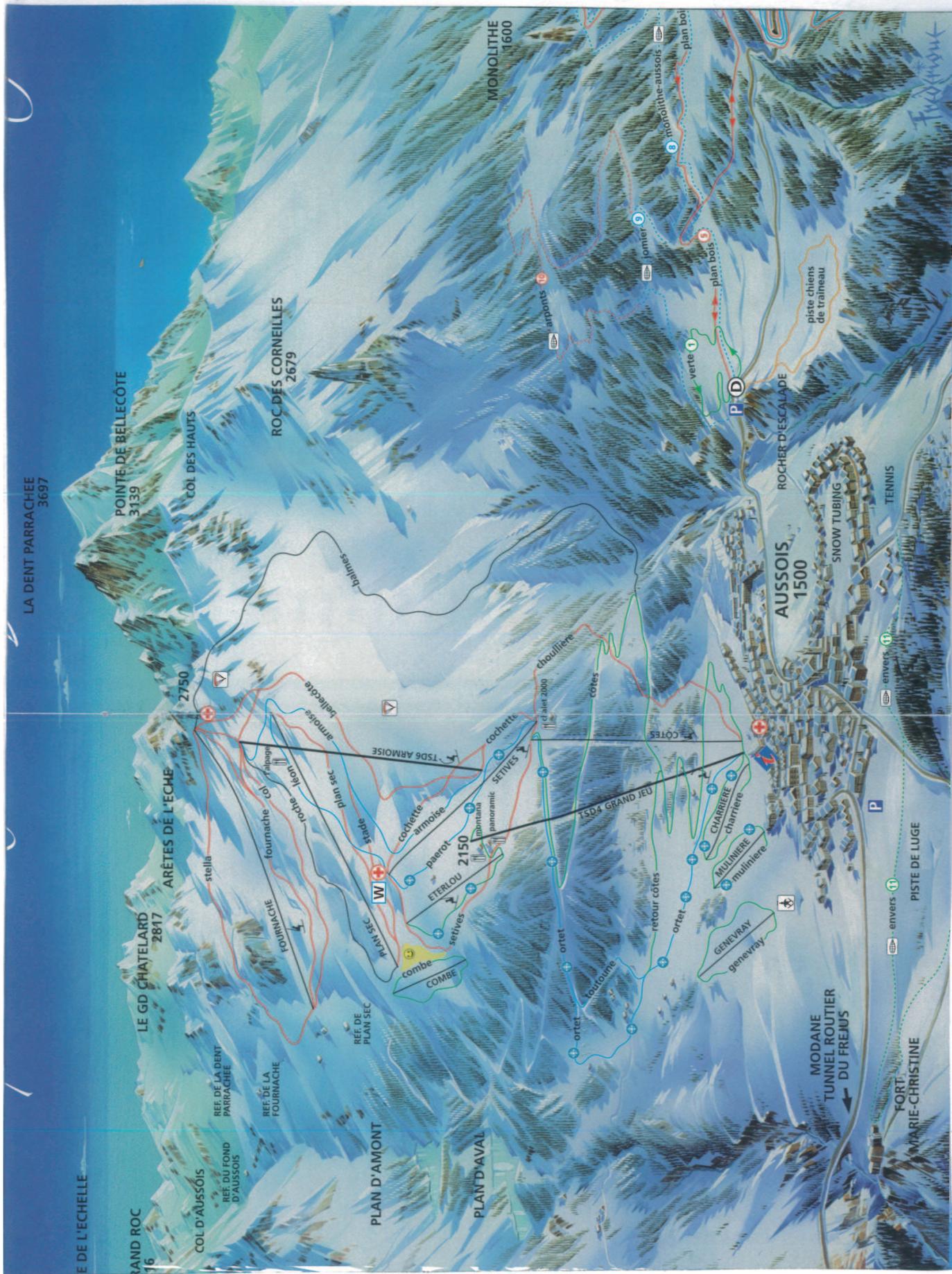
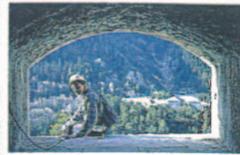


Fig. 1.5 : Le domaine skiable d'Aussois



Arrivée de la « Montée au ciel » fort Victor-Emmanuel.

La via ferrata du Diable combine 4 tronçons indépendants.  
 La boucle totale représente une longueur de 2560 m.  
 La durée de parcours varie de 3 h 30 à 6 h.  
 Il est impératif de respecter le sens de circulation des itinéraires.



Fig. 1.6 : La Via Ferrata des Gorges de l'Arc

# LES FORTS DE L'ESSEILLON

Axe des embrasures à canons.  
Axe des passages.

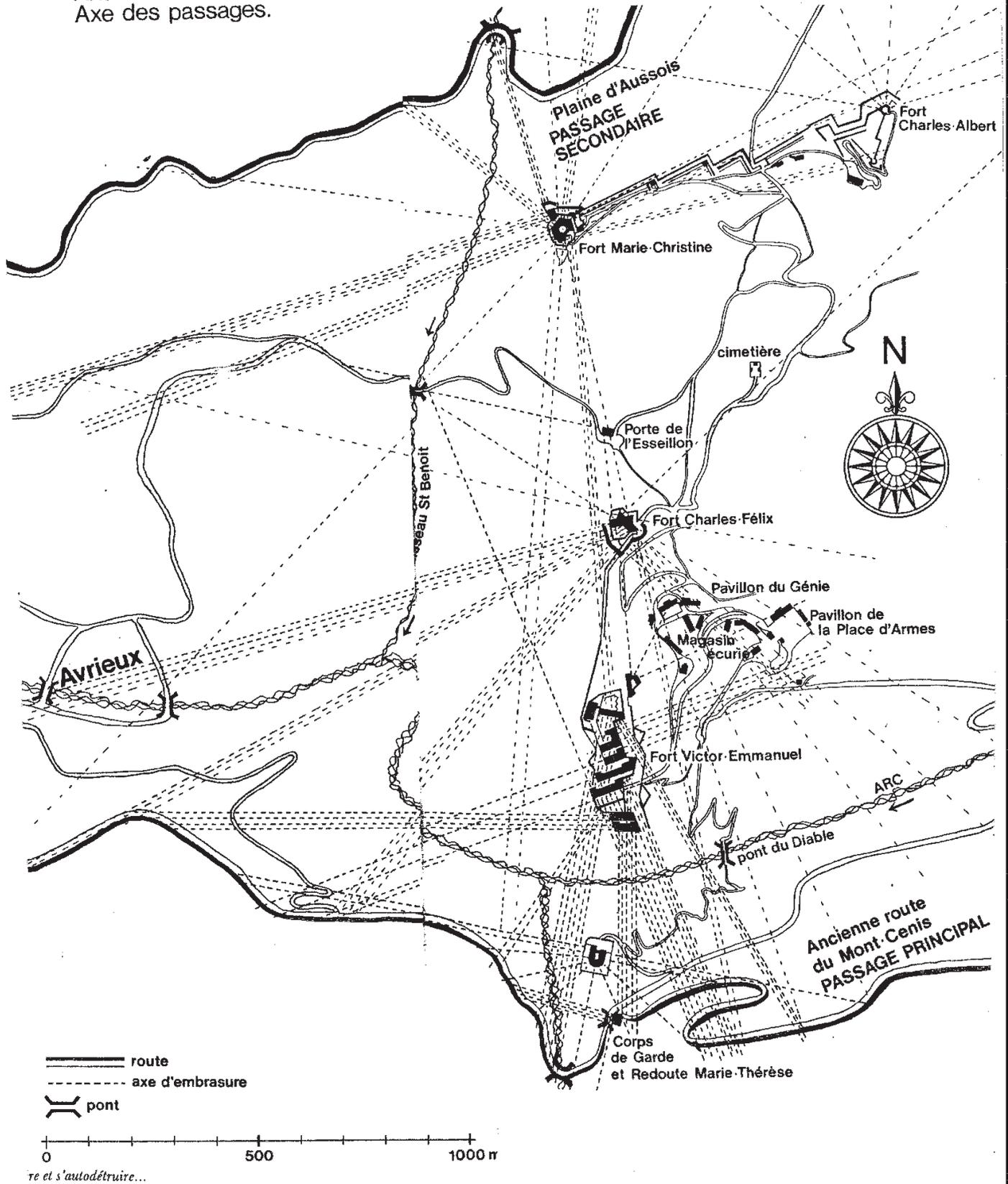


Fig. 1.7 : Les forts de l'Esseillon

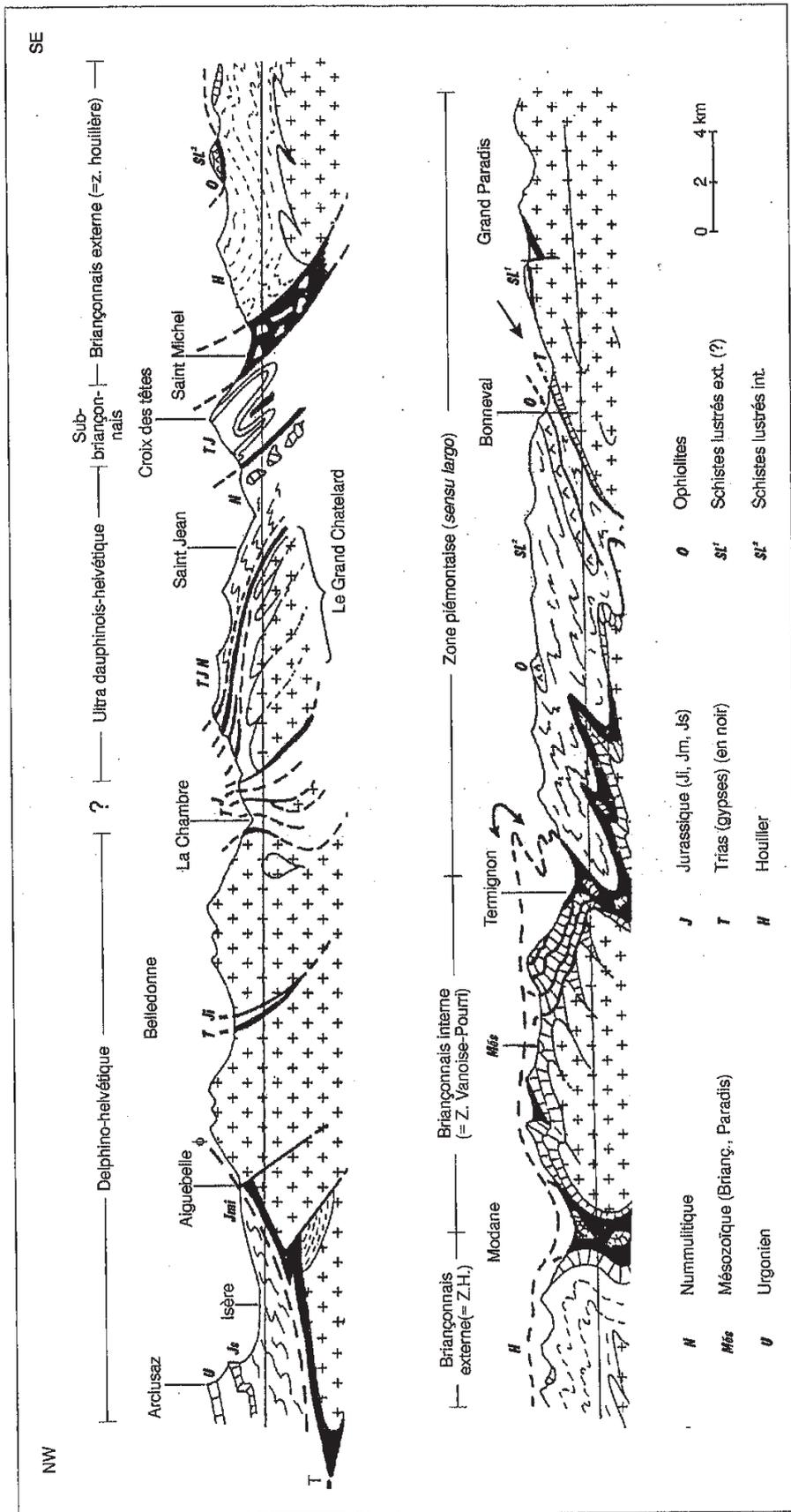


Fig. 1.8: Coupes géologiques de la vallée de la Maurienne

Figure 8 - Coupe géologique de la vallée de la Maurienne (rive droite). D'après B. Doudoux, inédit.

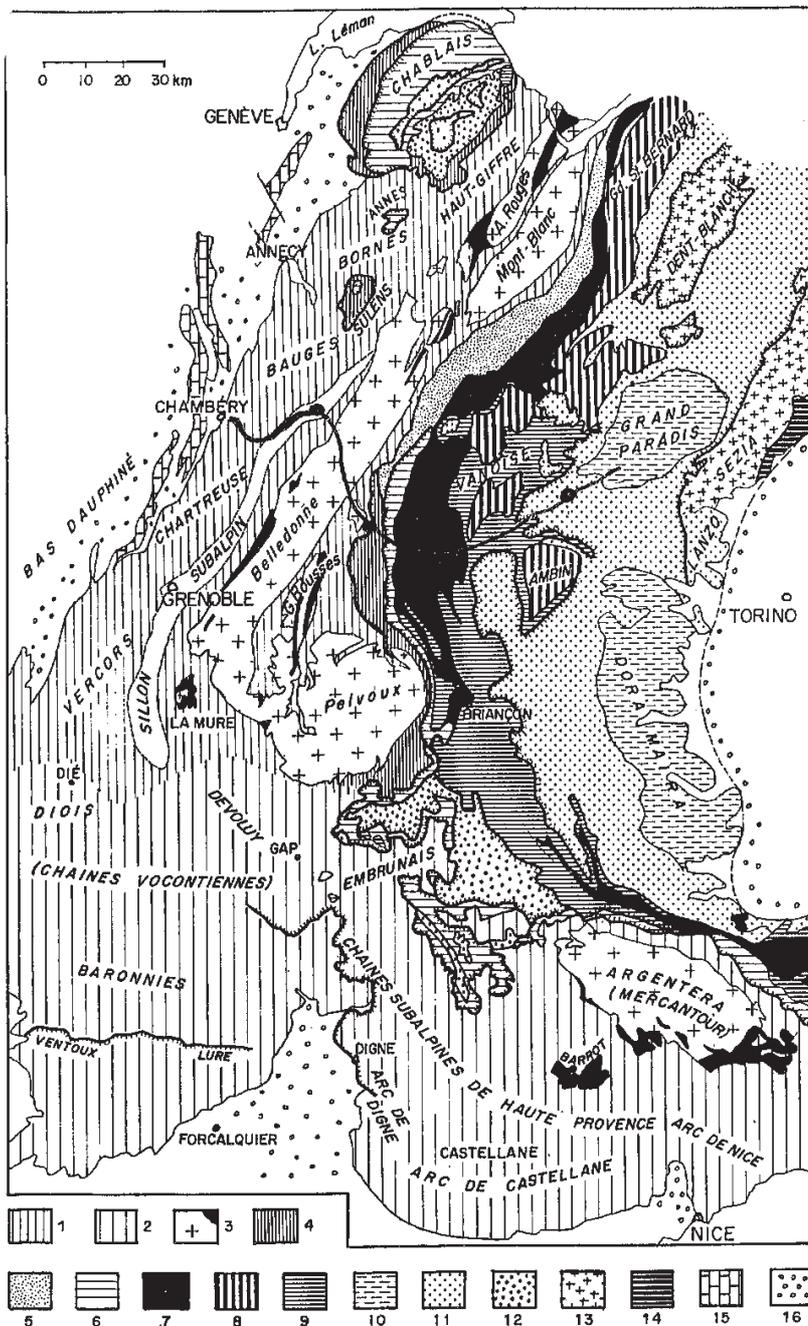


FIG. 1. - Schéma structural des Alpes franco-italiennes.

1. Chaînes subalpines septentrionales. - 2. Chaînes subalpines méridionales.
3. Massifs cristallins externes et bassins permo-houillers. - 4. Zone ultradauphinoise.
5. Zone valaisane. - 6. Zone subbriançonnaise. - 7. Zone houillère briançonnaise.
8. Zone Vanoise - Mont Pourri (Permo-Houiller briançonnais métamorphique).
9. Mésozoïque briançonnais. - 10. Massifs cristallins internes piémontais. - 11. Zone des Schistes lustrés piémontais. - 12. Nappes du Flysch à Helminthoïdes et Flysch de la Simme sl. - 13. Zone Sesia. - 14. Zone d'Ivrée. - 15. Jura. - 16. Bassins molassiques peri-alpins.

*Guide Géol. Régional  
(Département)*

Fig. 1.9 : Schéma structural des Alpes Occidentales

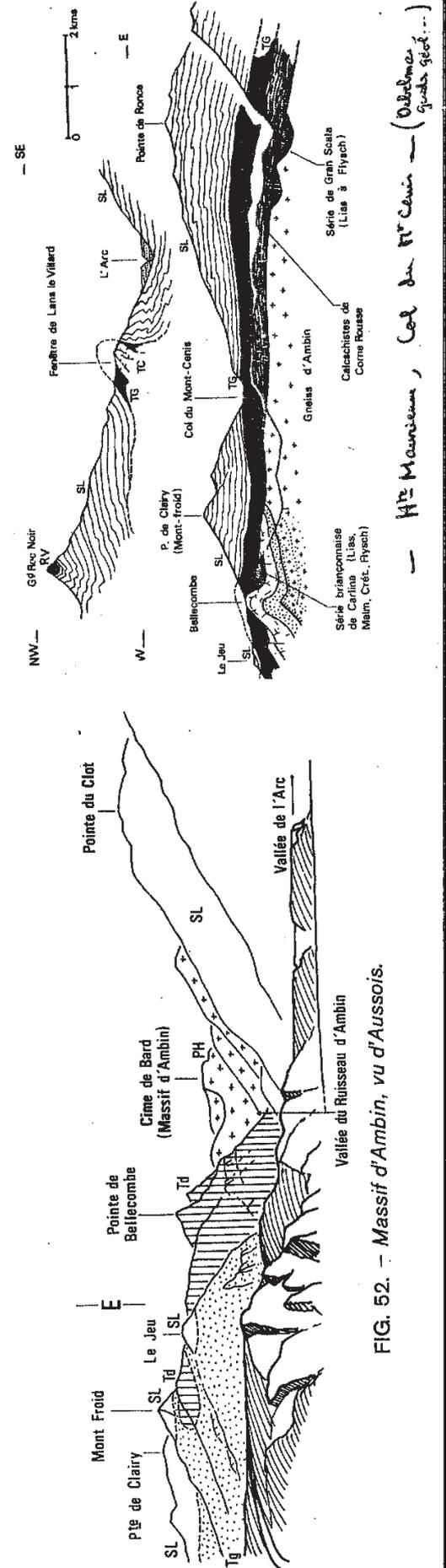


FIG. 52. - Massif d'Ambin, vu d'Aussois.

## 2- Vendredi 31 Août : énergie hydraulique et hydrologie glaciaire

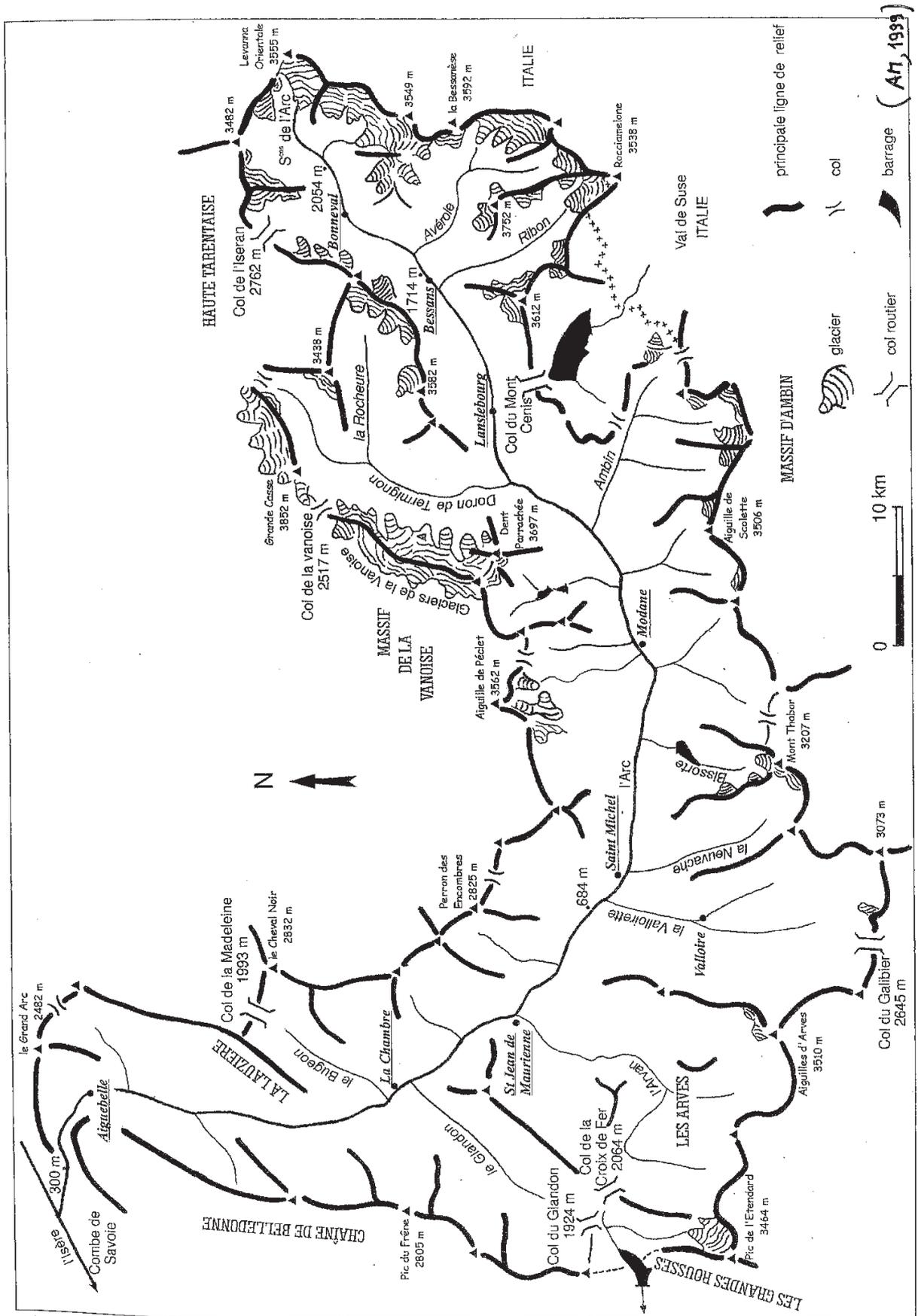


Fig. 2.1 : La maurienne, les grandes lignes du relief et les glaciers actuels

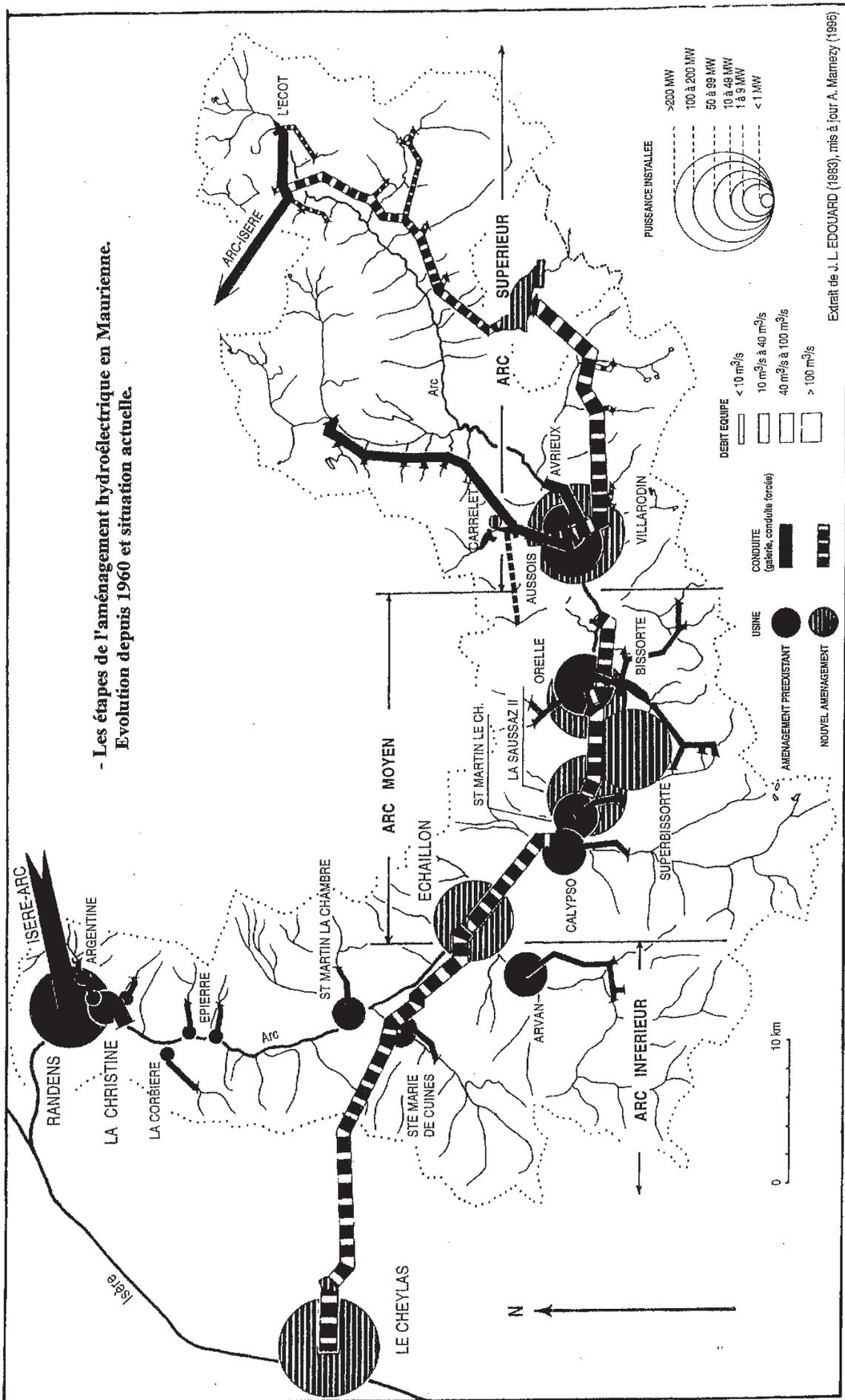


Fig. 2.2 : Les étapes de l'aménagement hydroélectrique en Maurienne depuis 1960.

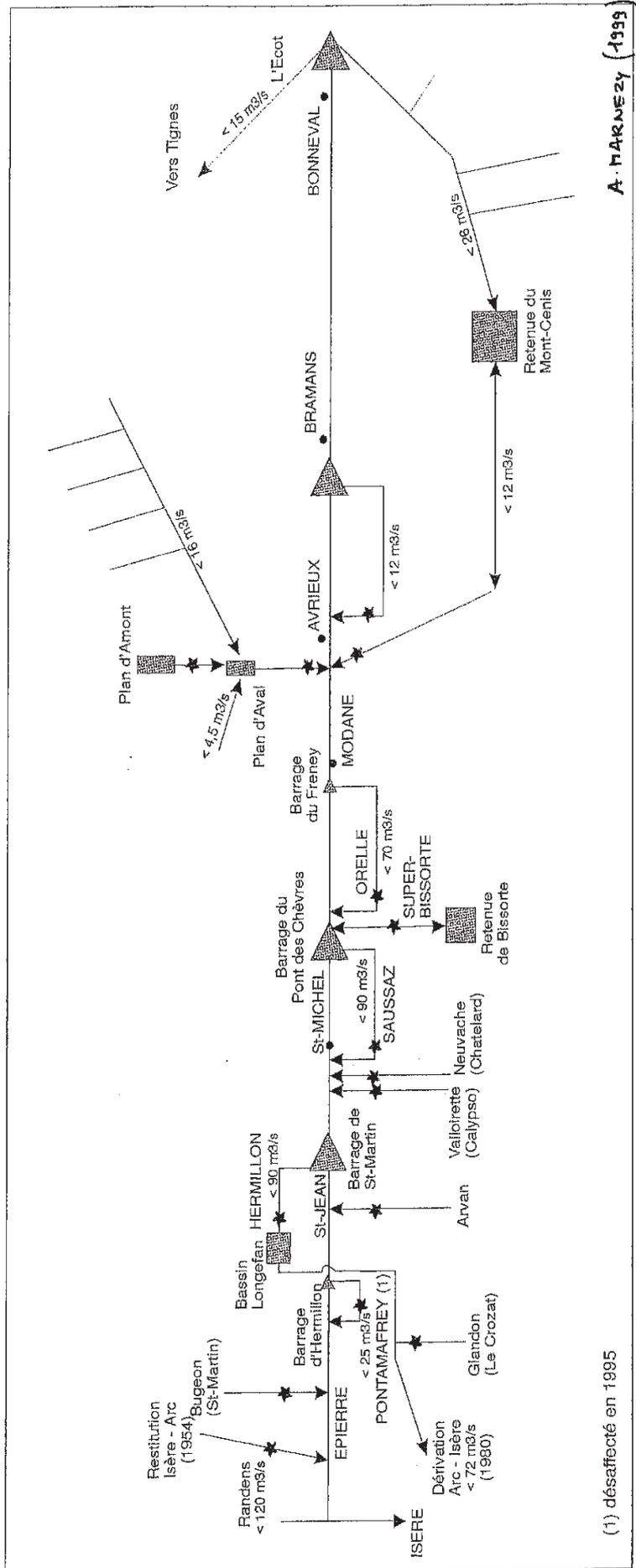
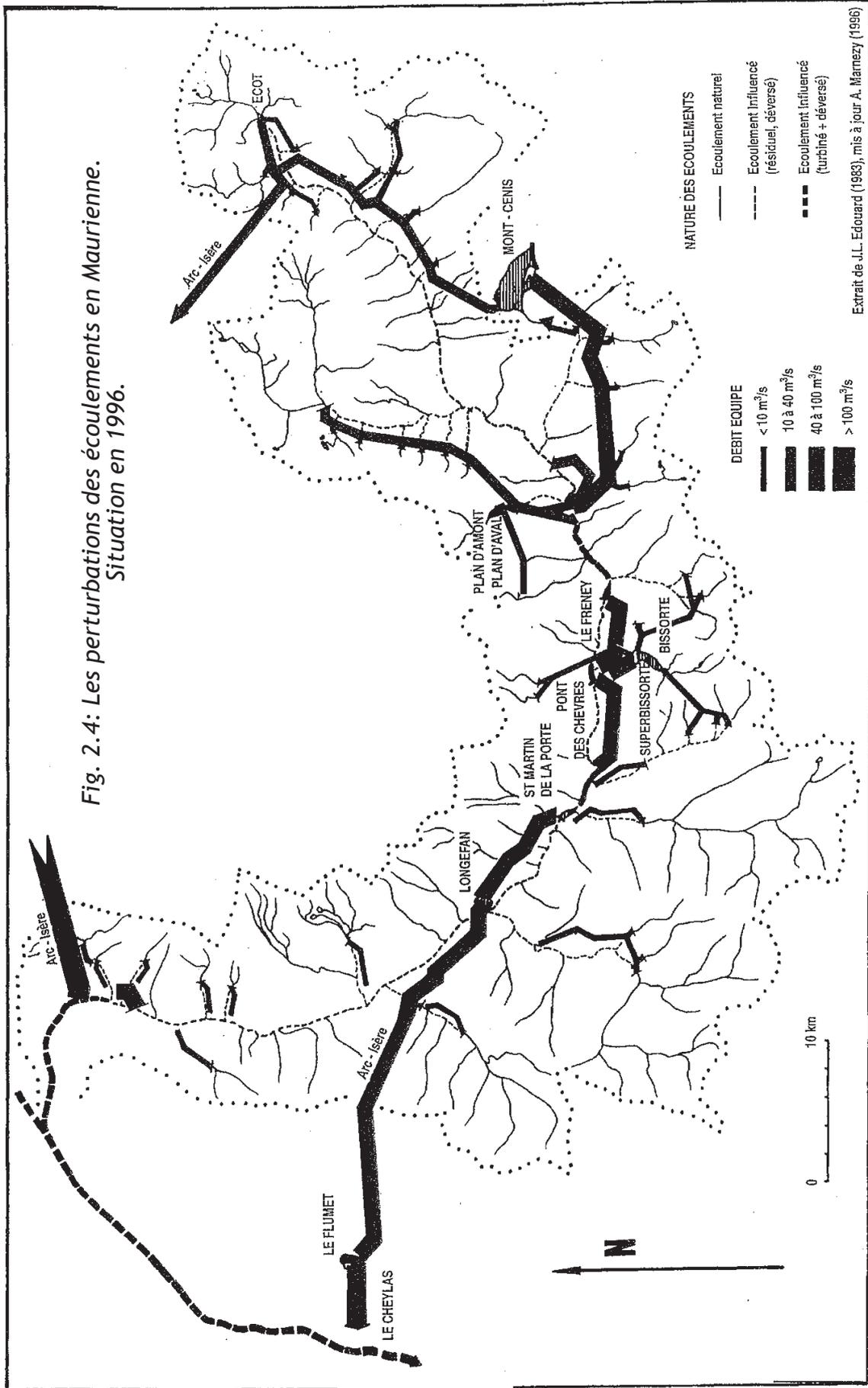


Fig. 2.3: Schéma de l'aménagement de l'Arc. retenues et dérivations

Fig. 2.4: Les perturbations des écoulements en Maurienne.  
Situation en 1996.



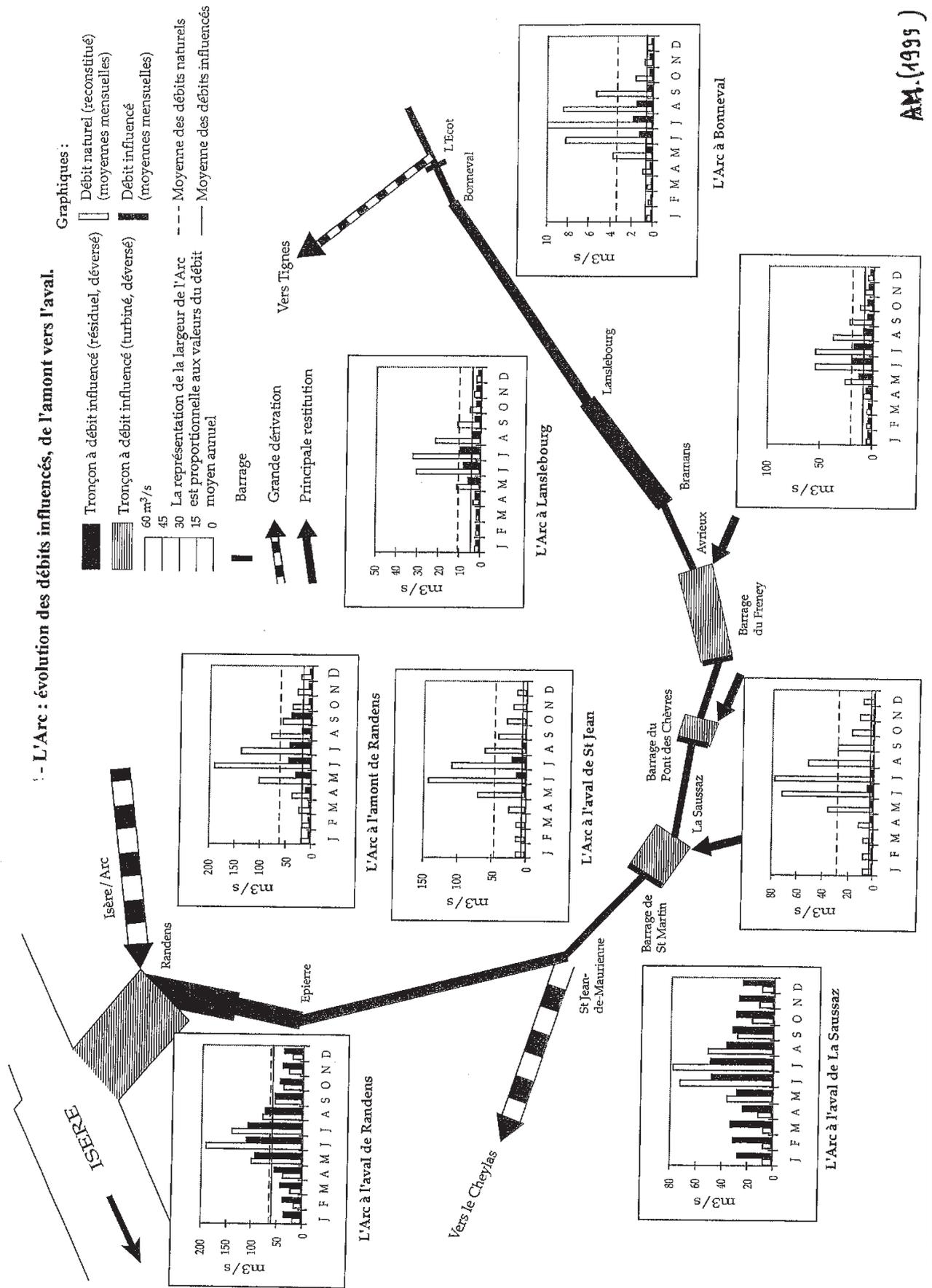


Fig. 2.5 : L'arc : évolution des débits influencés, de l'amont vers l'aval

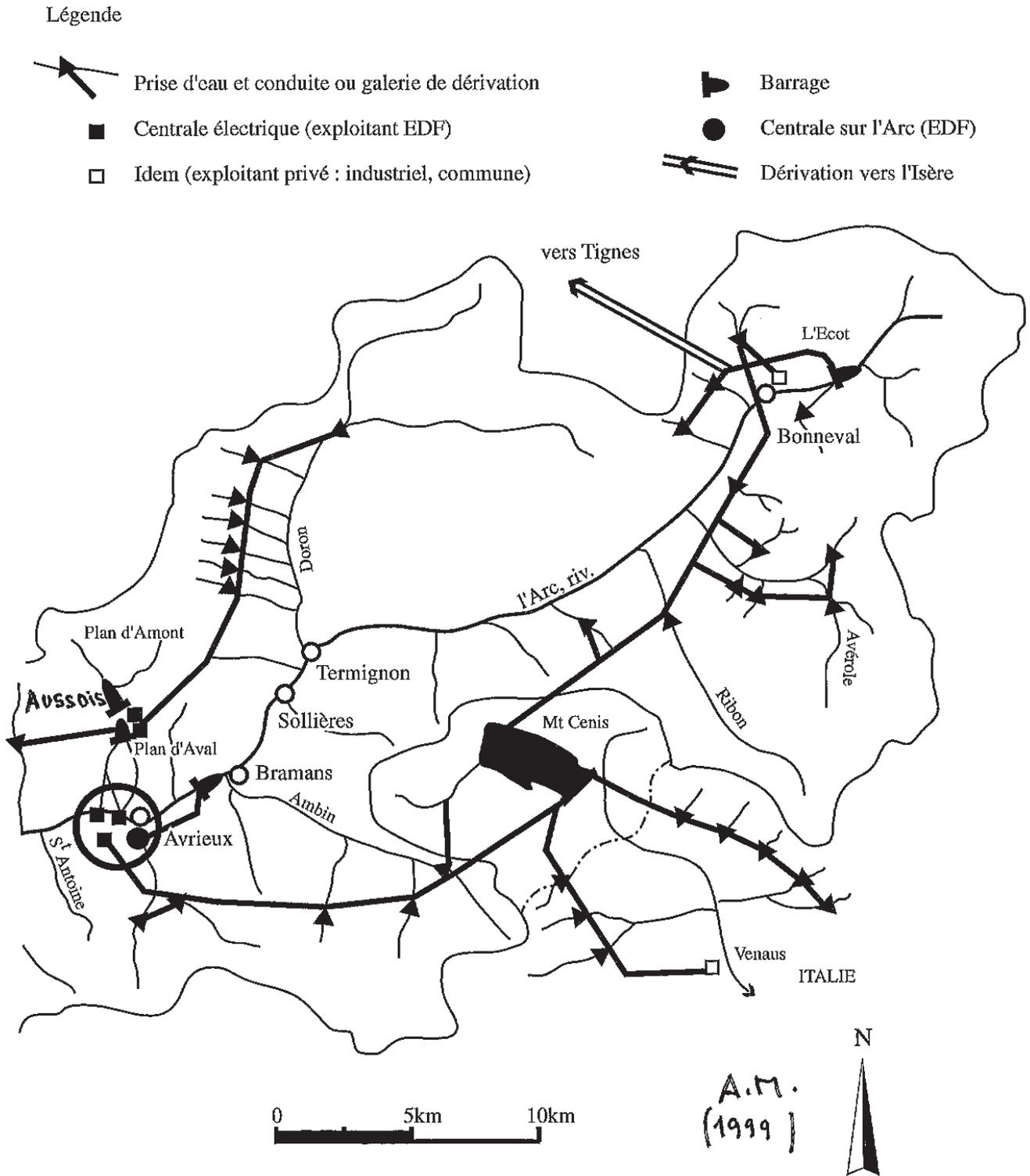


Fig. 2.6 : Les aménagements hydroélectriques en Haute Maurienne

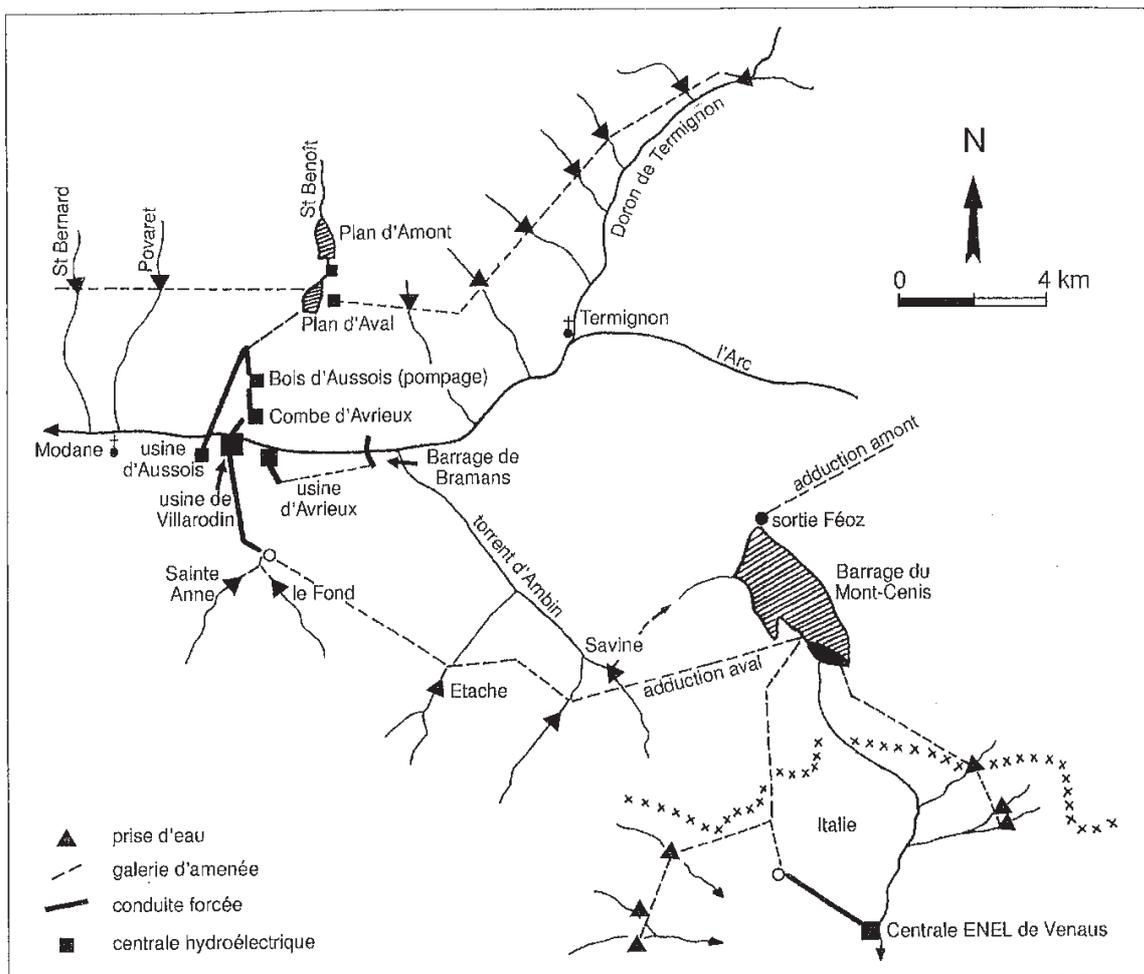


Fig. 2.7 : Le complexe hydroélectrique Mt Cenis / barrages d'Aussois. Plan de situation.

(A.M., 1999)

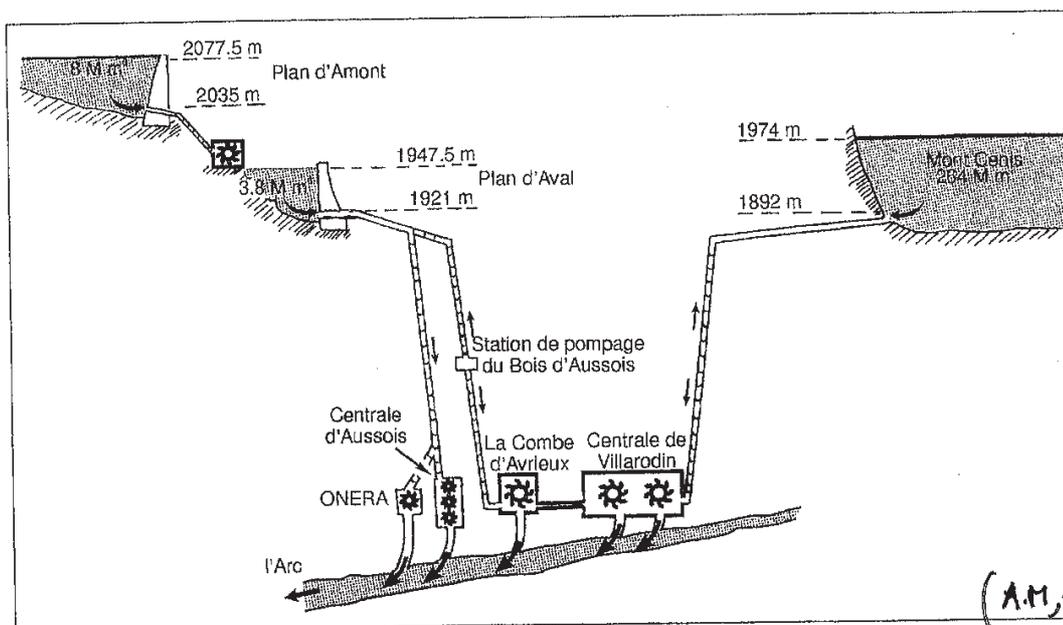


Fig. 2.8 : Schéma de fonctionnement du complexe hydroélectrique Mt Cenis / barrages d'Aussois.

(A.M., 1999)

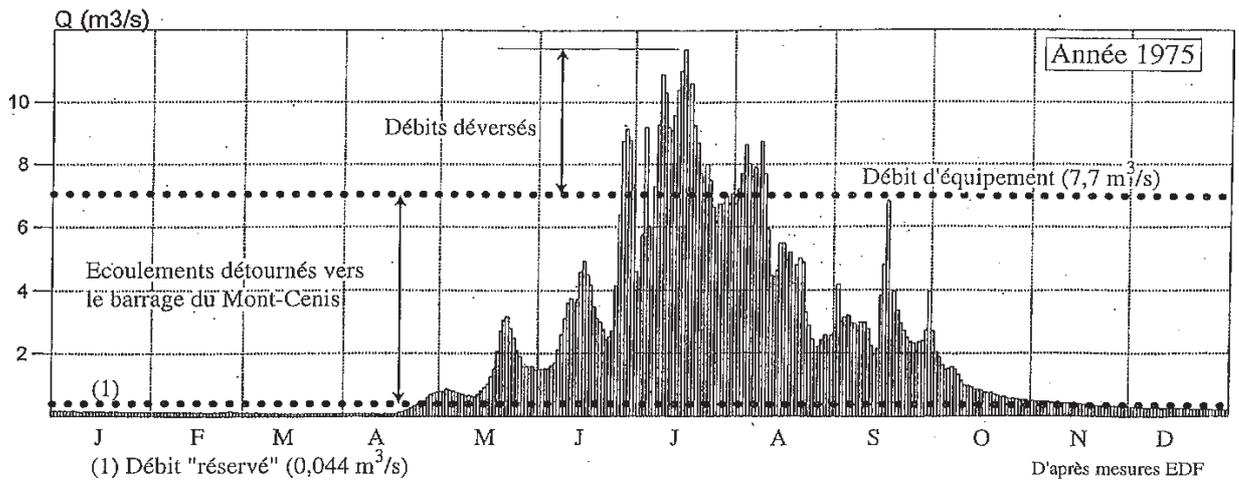
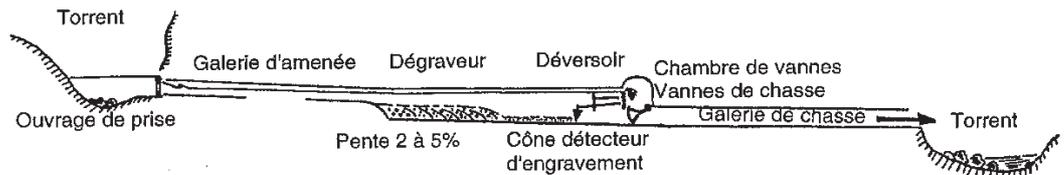


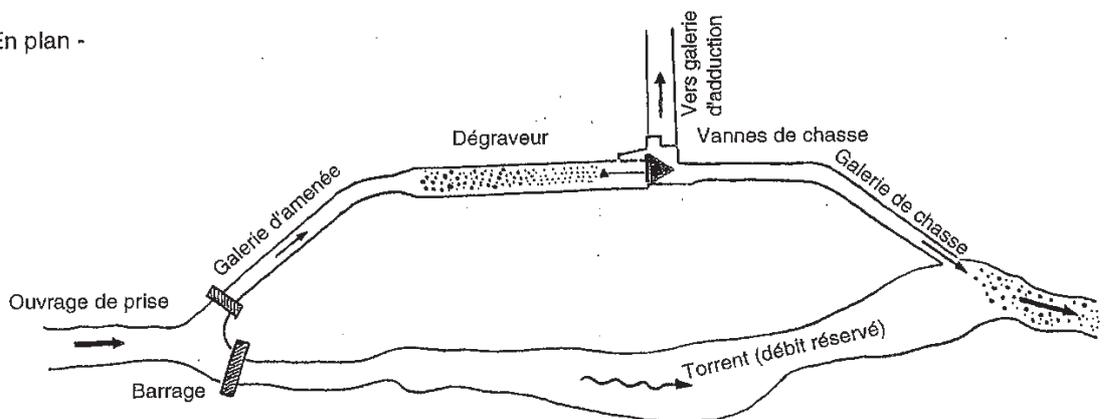
Fig. 2.9 : Le torrent d'Avérole. Débits moyens journaliers à Avérole (1950m, 45,5km<sup>2</sup>).

AM, 1999

- En coupe -



- En plan -



AM, 1999

- Schéma d'une prise d'eau automatique sur les torrents.

(d'après EDF)

Fig. 2.10 : Schéma d'une prise d'eau automatique sur les torrents

### 3- Samedi 1er Septembre : Dynamique glaciaire actuelle et décrue post-PAG. Cirque des Evettes

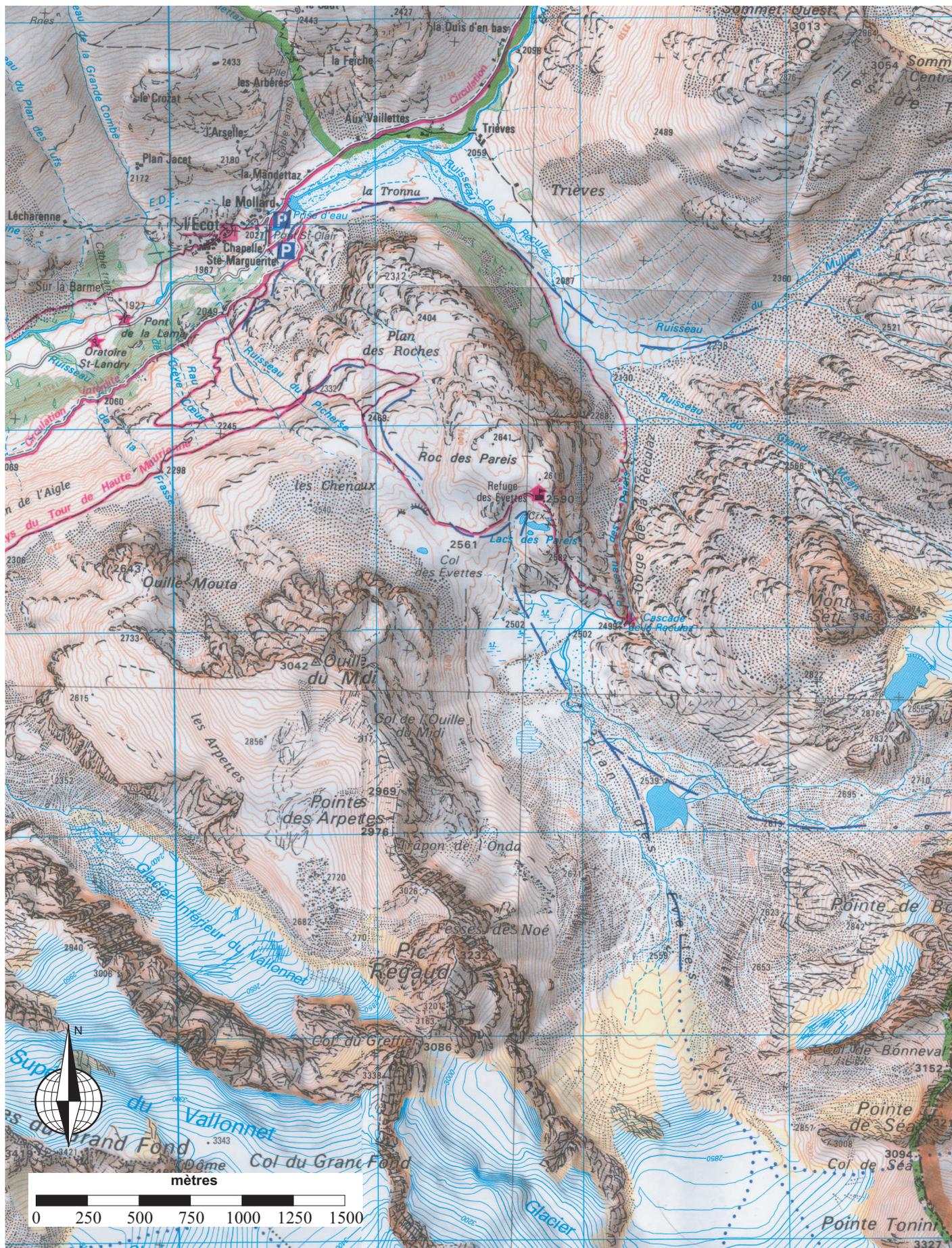


Fig. 3.1 : carte 1/25 000 de l'excursion au glacier des Evettes

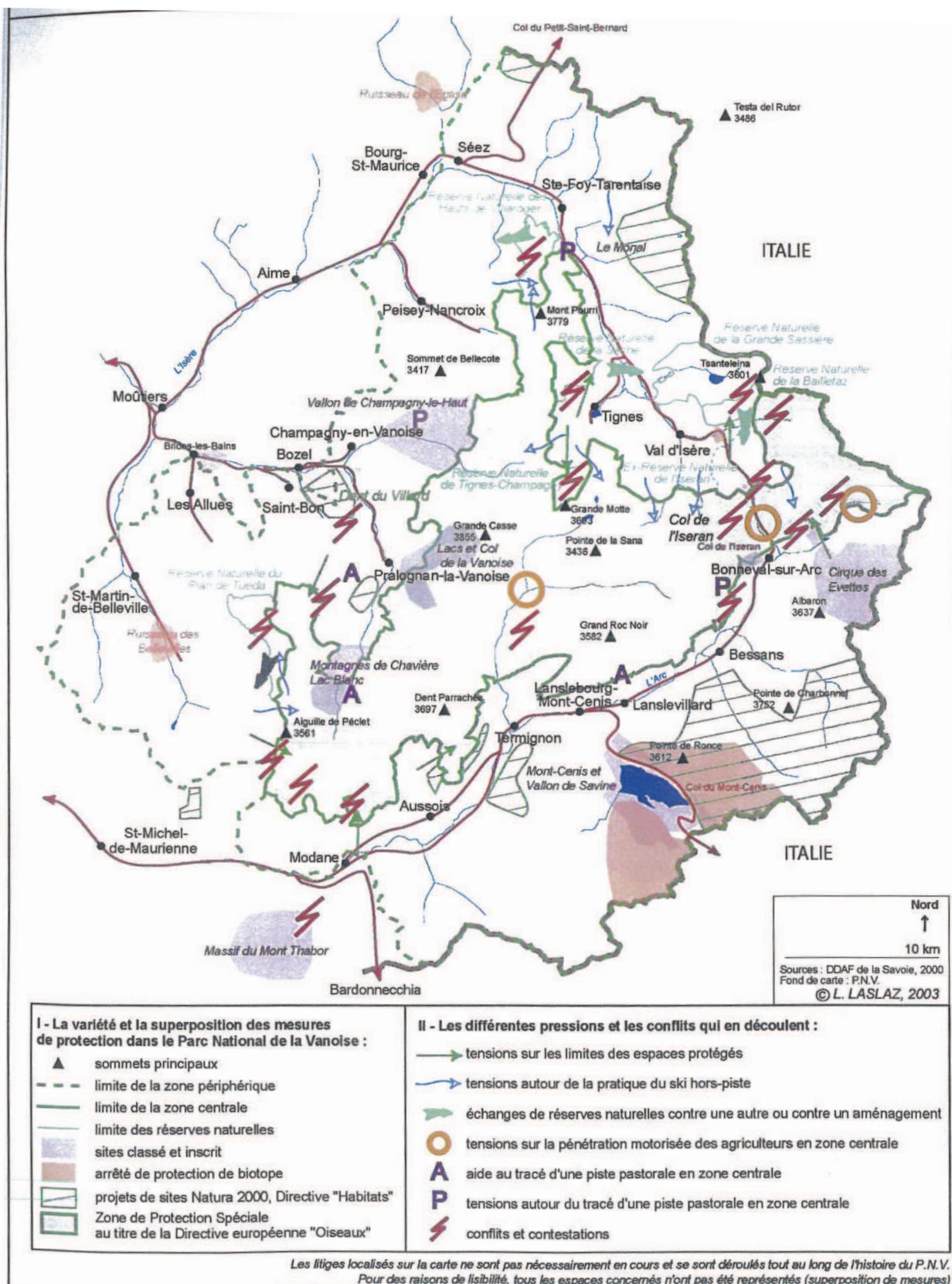
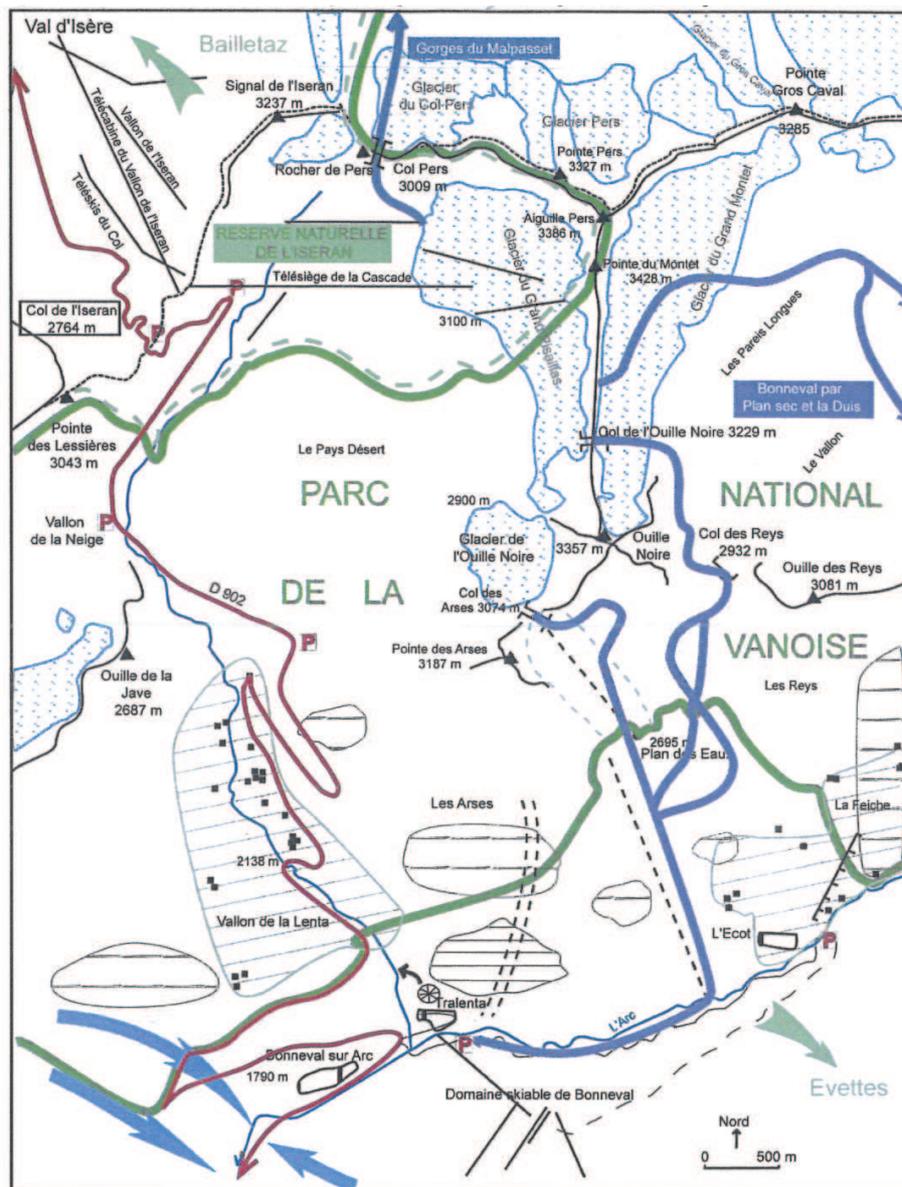


Fig. 3.2 : Mesures de protection et conflits environnementaux dans le Parc National de la Vanoise (Savoie)



© L. LASLAZ - 2003  
d'après carte IGN TOP25, 1991

**I - Un espace de haute montagne entre Tarentaise et Maurienne...**

- Ligne de crête
- ▲ 1790 m Sommet et altitude
- Les Arses Toponymes
- II Col
- Glacier
- Itinéraires des avalanches
- Limite entre la commune de Val d'Isère (au Nord) et de Bonneval-sur-Arc (au sud)
- Col de l'Iseran point de passage estival entre Maurienne et Tarentaise
- Route du col de l'Iseran (D 902)
- Cours d'eau
- Village et hameaux

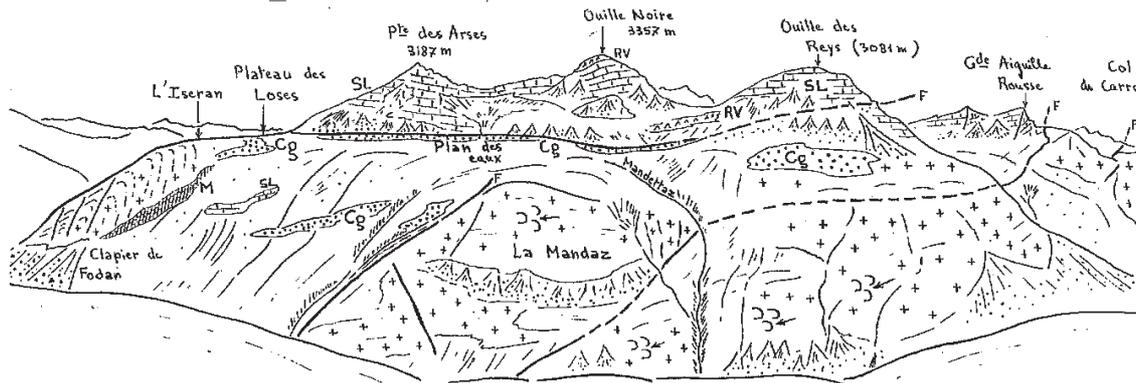
**II - ... placé sous mesure de protection :**

- Limites de la zone centrale du Parc National de la Vanoise
- Limites de la Réserve Naturelle de l'Iseran
- Faune sauvage : zone d'hivernage des chamois
- Faune sauvage : zone d'hivernage des bouquetins
- Secteur d'exploitation agricole (près de fauche)
- Chalets d'alpage
- ⚡ Câble à foin

**III - Fréquentation et pression touristique sur le milieu**

- P Parking (fréquentation estivale)
- Remontées mécaniques et domaines skiables
- Projet de télésiège (liaison Bonneval-sur-Arc / Val d'Isère) en 1983
- Projet de funiculaire (liaison Bonneval-sur-Arc / Val d'Isère) en 1996
- Demande de déclassement (35 ha) pour la liaison Bonneval-sur-Arc / Val d'Isère
- Proposition d'échange : cirque des Evettes, Réserve Naturelle de la Bailetaz
- Itinéraires de descente en hors piste
- ⚡ "reprise" en hélicoptère et survol de la zone centrale

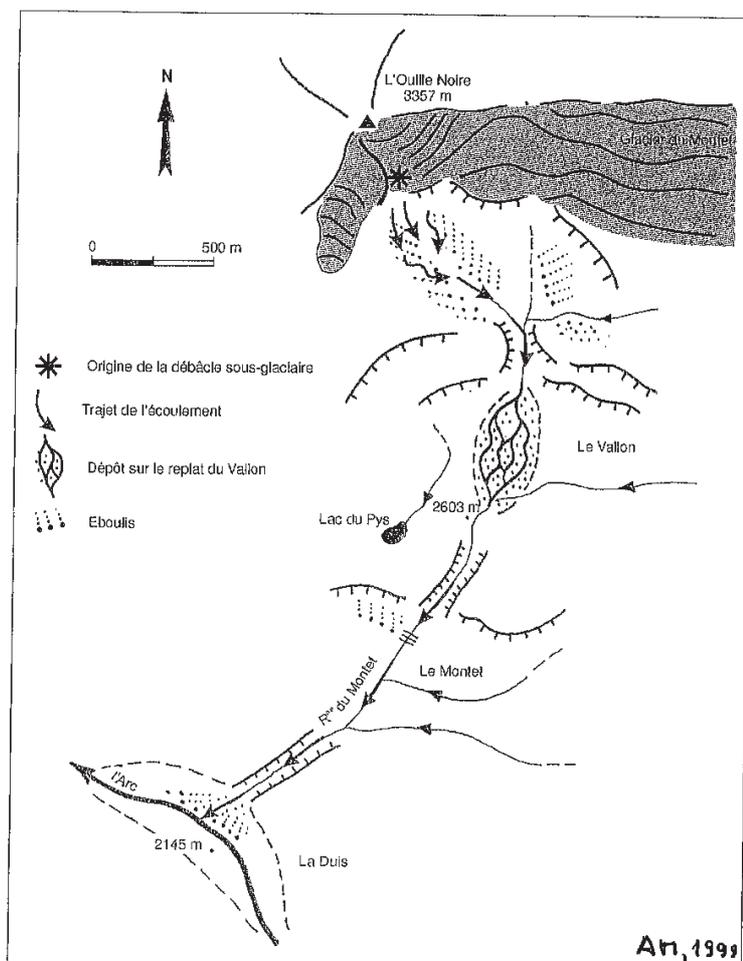
Fig. 3.3 : Le secteur de l'Iseran et la liaison Bonneval-sur-Arc / Val d'Isère : des espaces «naturels» marqués par le hors piste et la pression touristique



Le sentier-balcon du Carro à l'Iseran, vu du sentier des Evettes. Au-dessus du socle de gneiss (représenté par les petites croix) découpé en compartiments par des failles, repose la nappe des schistes lustrés (SL), aux couches subhorizontales emballant quelques lentilles de Roches Vertes (RV), par l'intermédiaire d'une «semelle» de carnegneules (Cg). F, faille, chevauchement. Le replat des Loses et du Plan des Eaux forme un remarquable épaulement emprunté par le sentier-balcon. Le versant inférieur, dans les gneiss, représente le flanc de l'auge : roches moutonnées et griffures torrentielles. (M, calcaires et marbres).

An, 1982

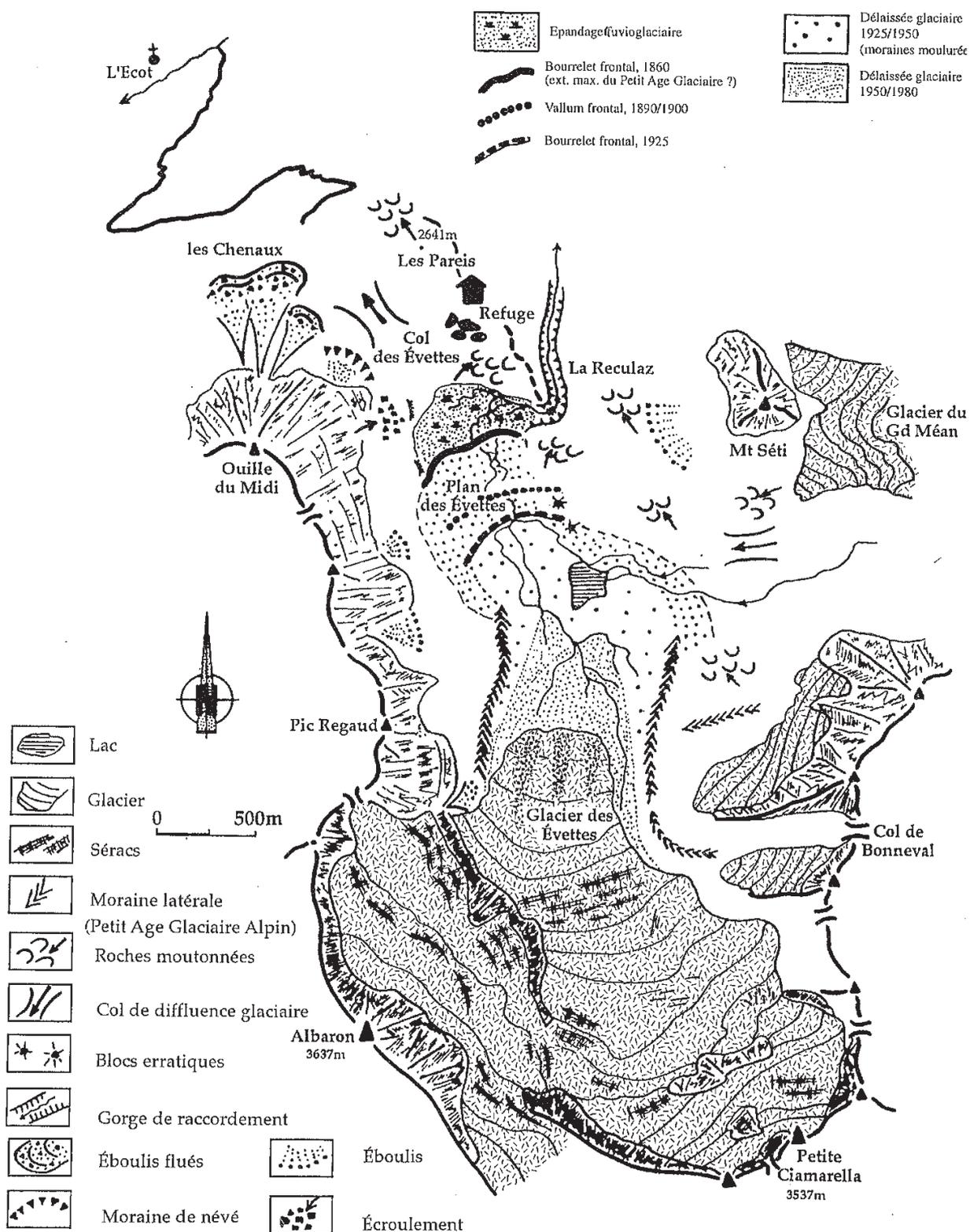
Fig. 3.4 : panorama du sentier balcon du Carro à L'Iseran

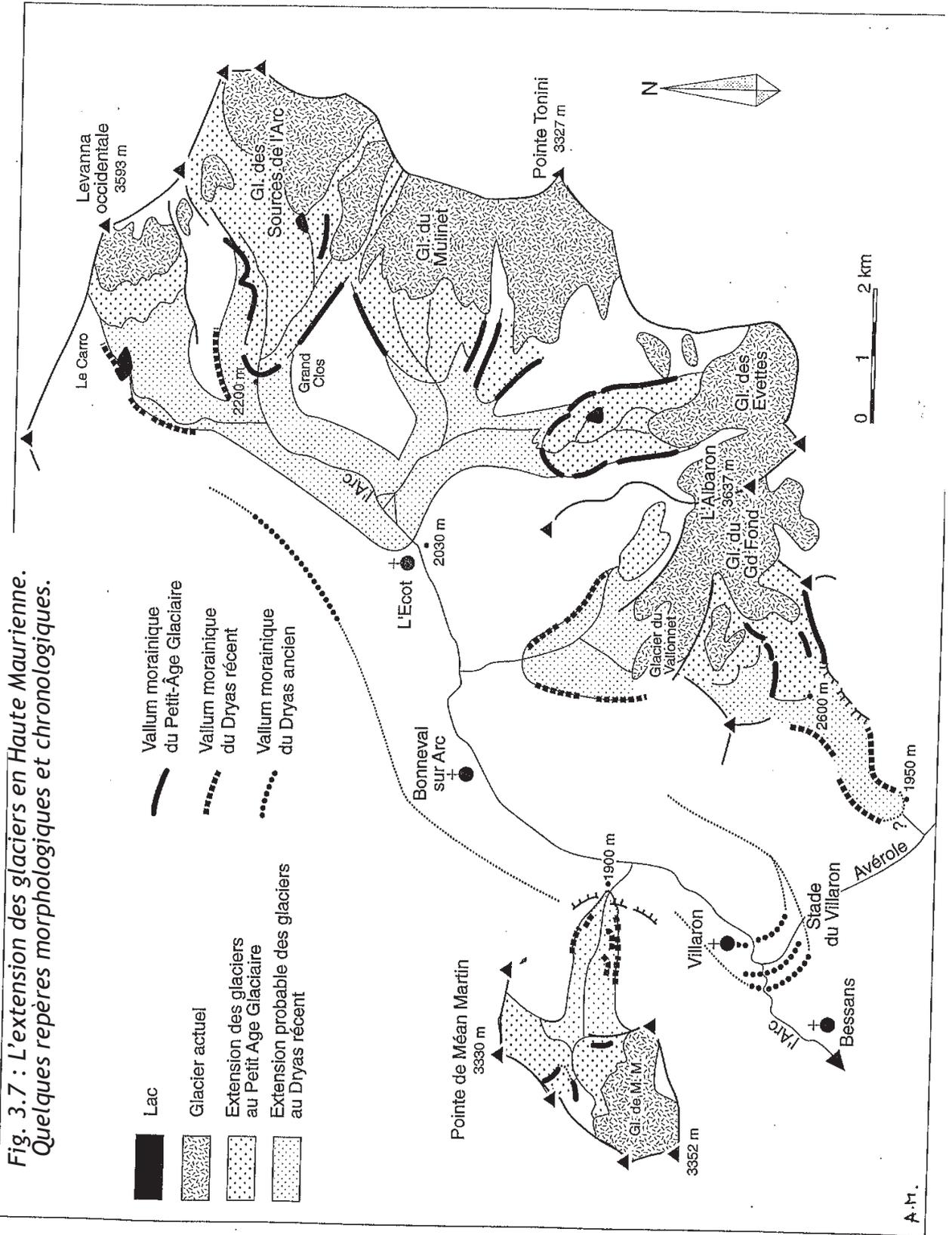


5 - Une débâcle glaciaire en Haute Maurienne (Août 1989).  
Glacier de l'Ouille Noire, commune de Bonneval/Arc.

Fig. 3.5 : Débâcle glaciaire sur le glacier de l'Ouille Noire

Fig. 3.6 : Le glacier des Evettes et son environnement géomorphologique. Les étapes du retrait glaciaire contemporain.





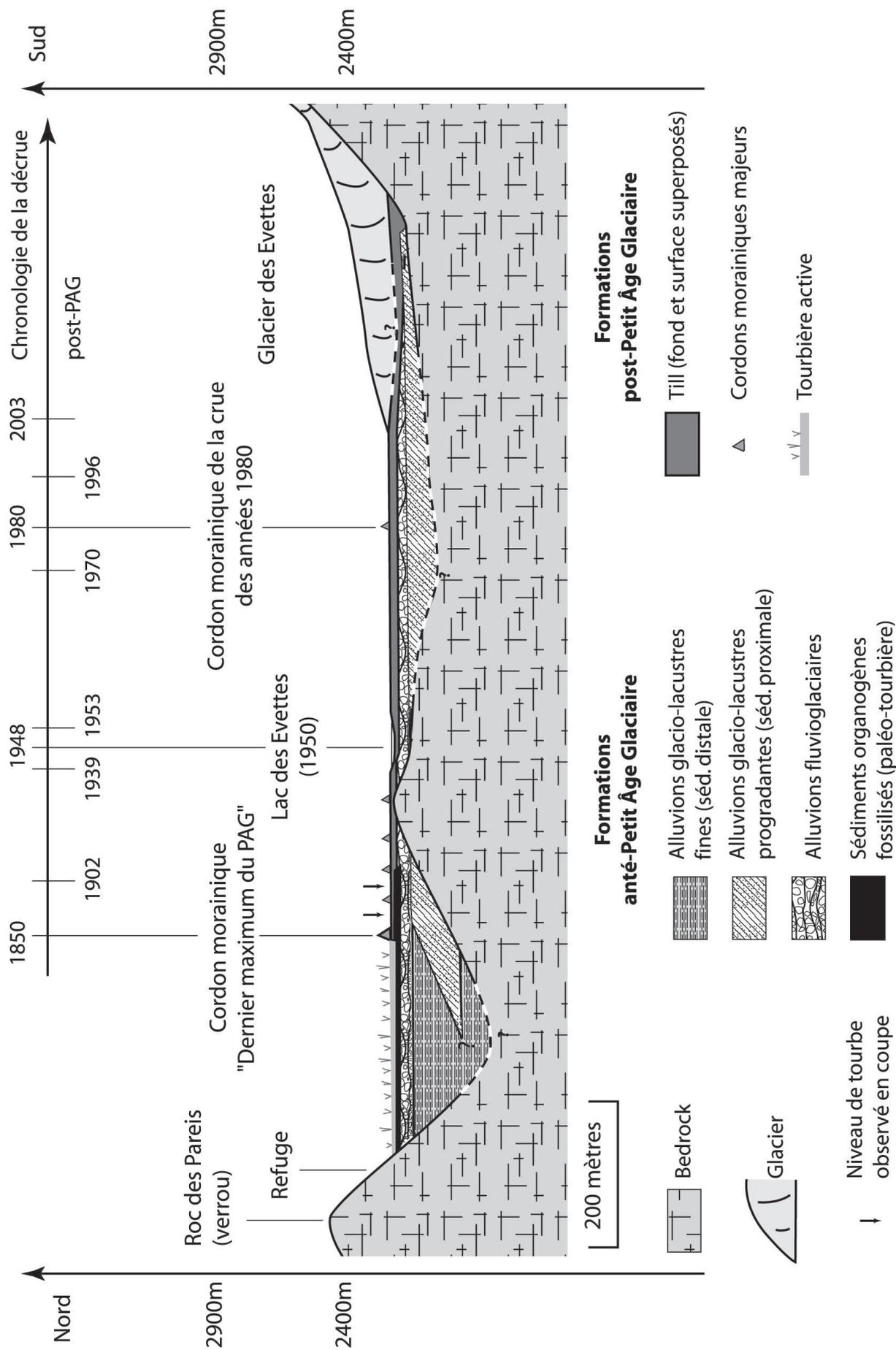


Fig. 3.8 : proposition de comblement de l'ombilic des Evettes et retrait glaciaire post-PAG

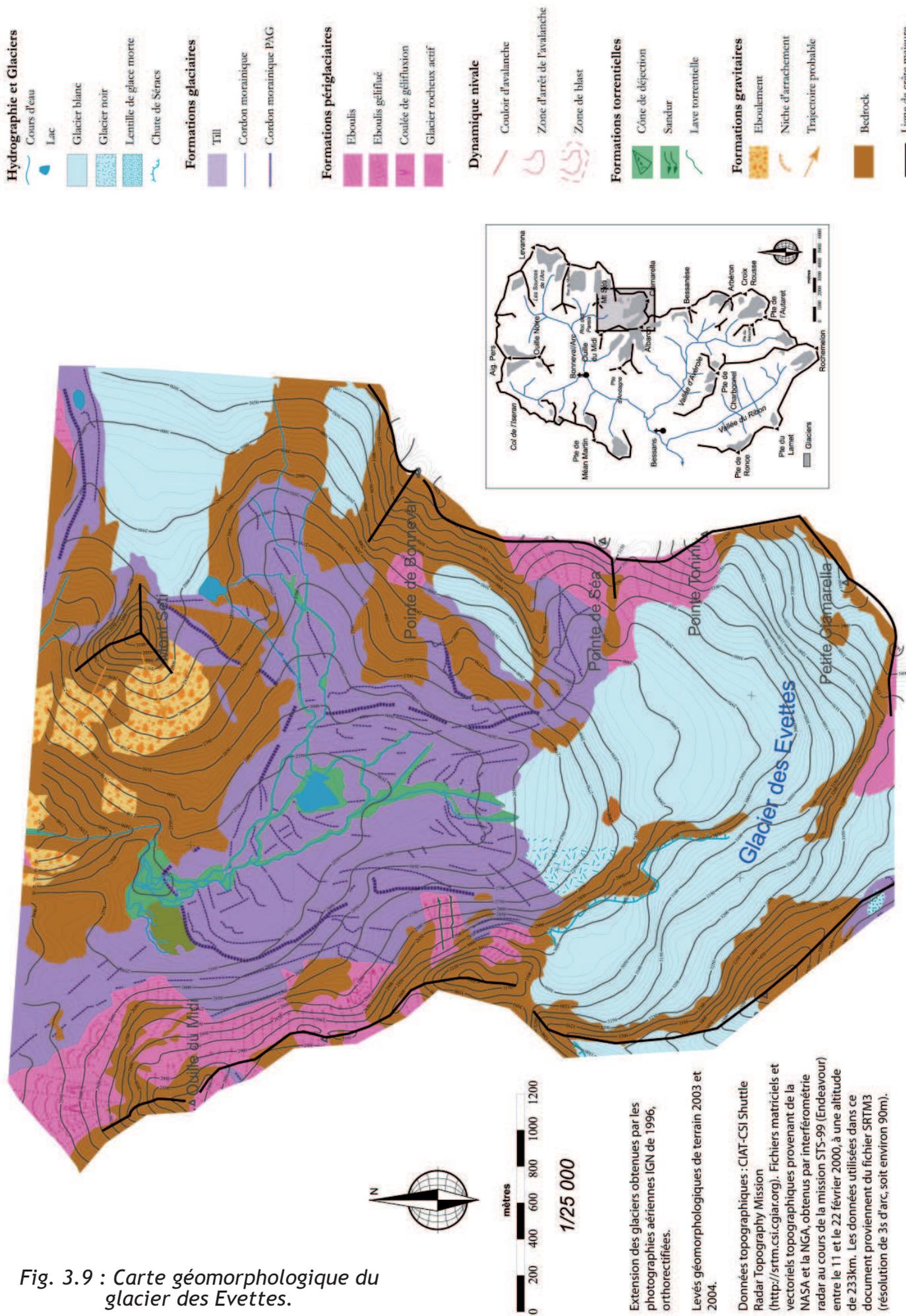




Fig. 3.10 : Les stades d'extension post-PAG des glaciers du massif de l'Albaron

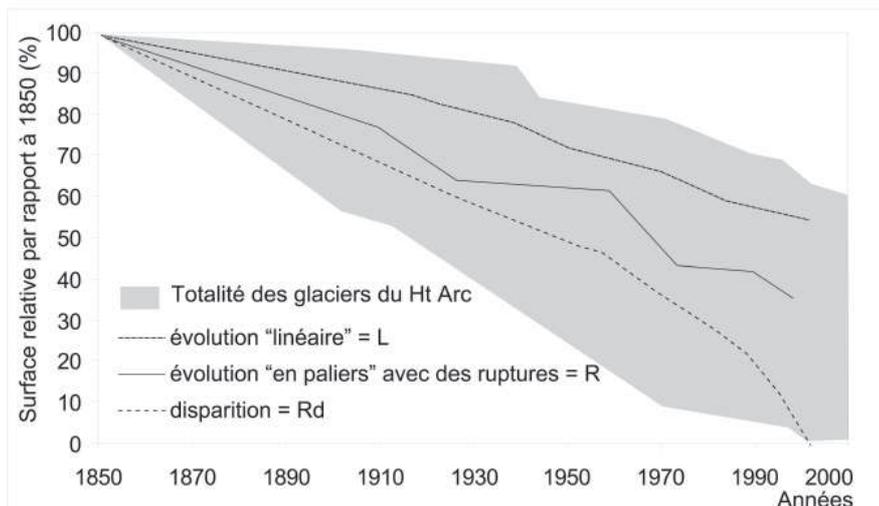
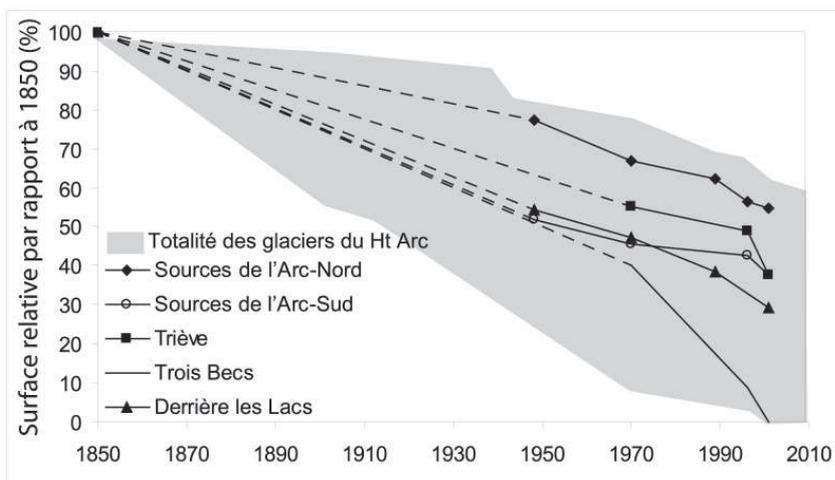
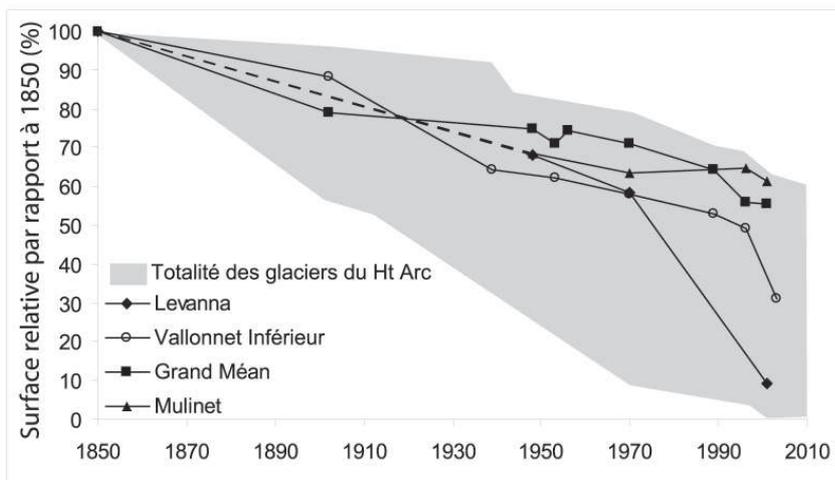
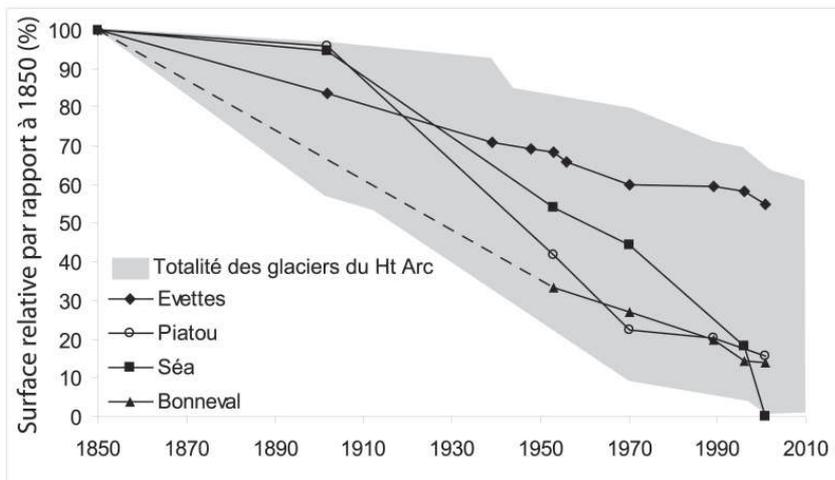


Fig. 3.11 : Typologies des retraits glaciaires en Haute Maurienne

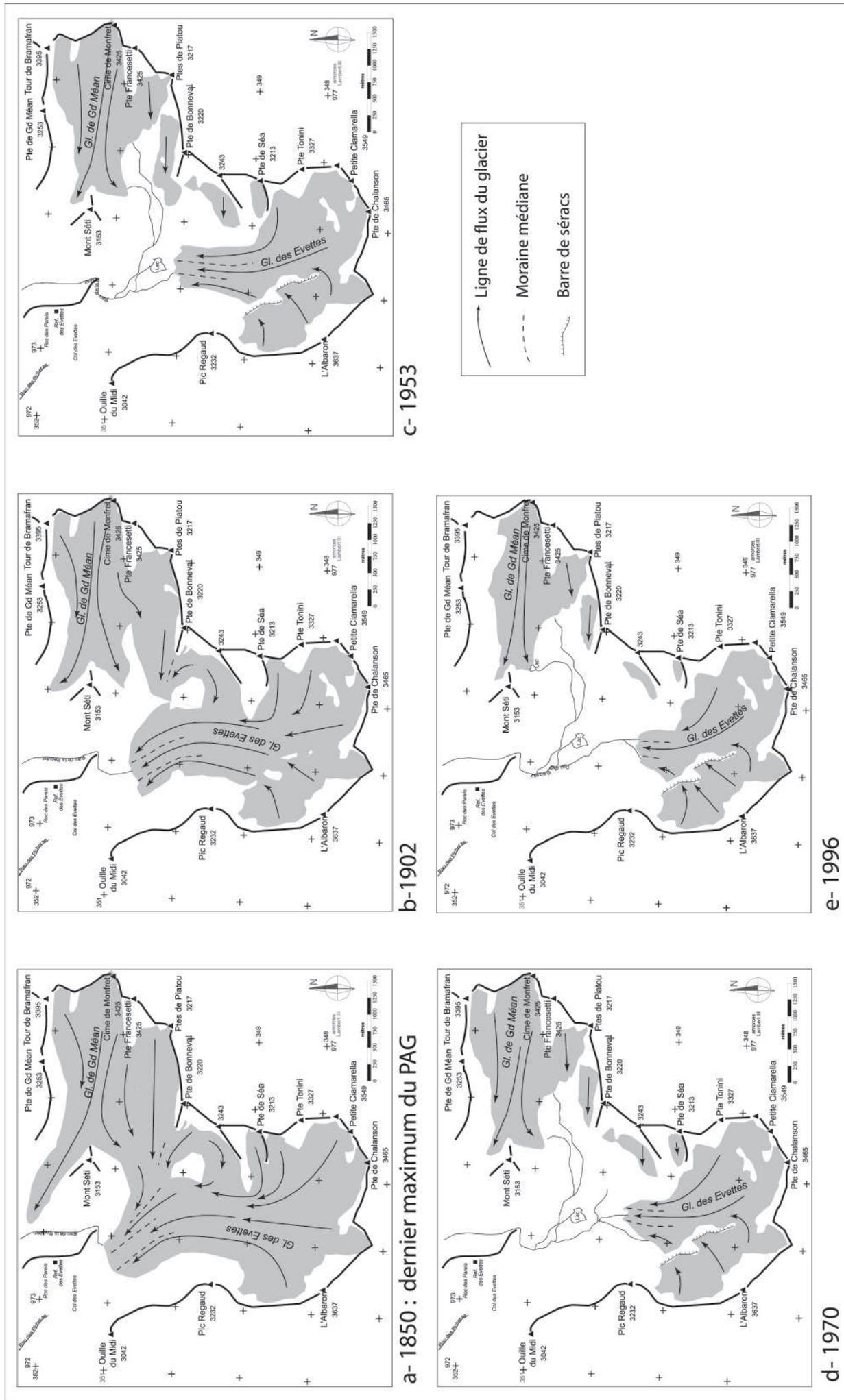


Fig. 3.12 : Le retrait du glacier des Evettes depuis la fin du PAG

### 4- Dimanche 2 Septembre : excursion Plan du Lac (Commune de Termignon).

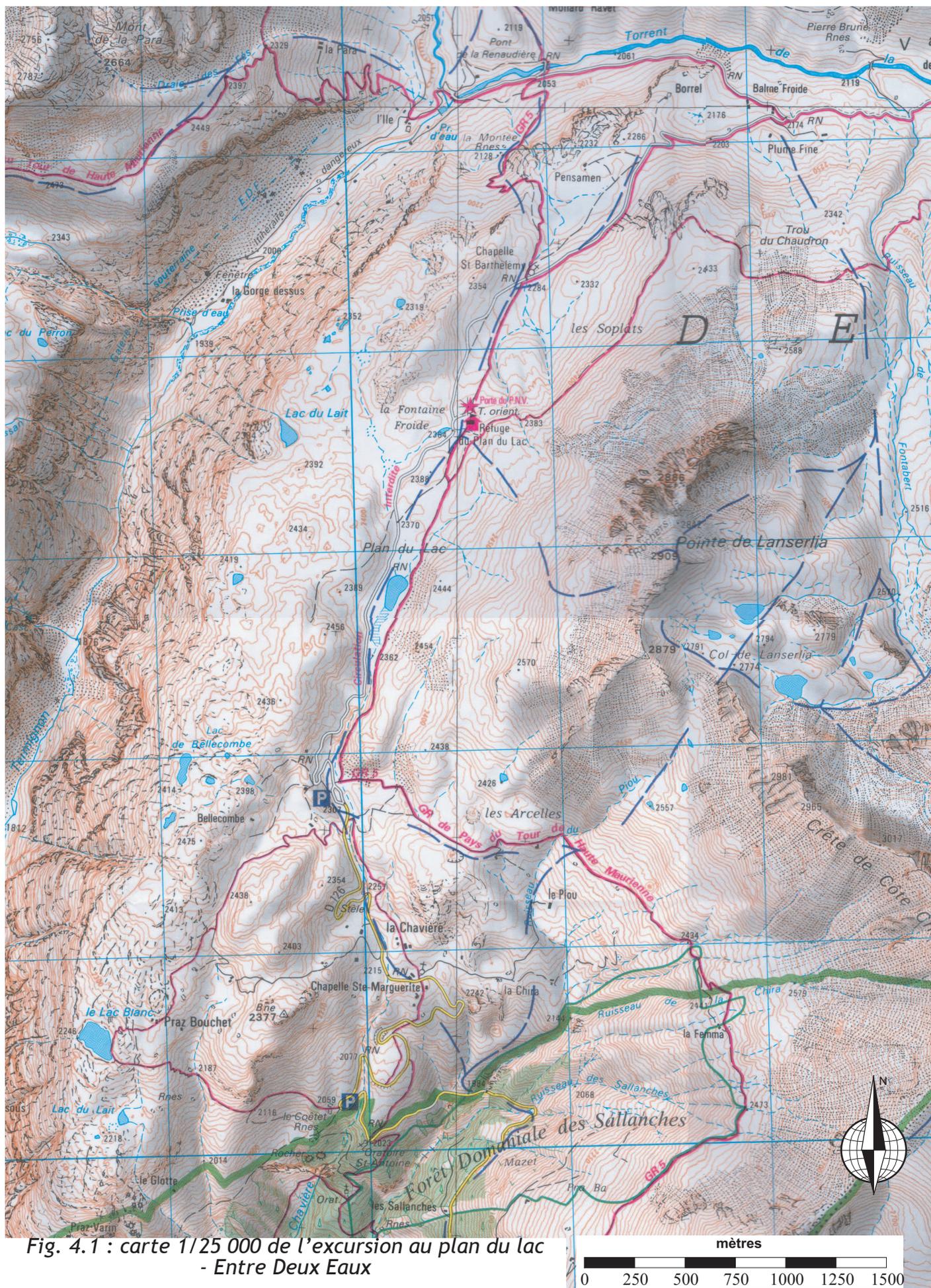


Fig. 4.1 : carte 1/25 000 de l'excursion au plan du lac - Entre Deux Eaux

Coupe du Plateau du Plan du Lac. La masse du socle métamorphique (Sm), tranché par le Doron de Termignon, conserve sur son dos des lambeaux de roches triasiques (Tg, gypses et cargneules). A l'Est, se superposent les nappes charriées de «la Grande Motte» (Lc, calcaires du Lias : les «clochetons de Lanserlia» et des schistes lustrés (SL).

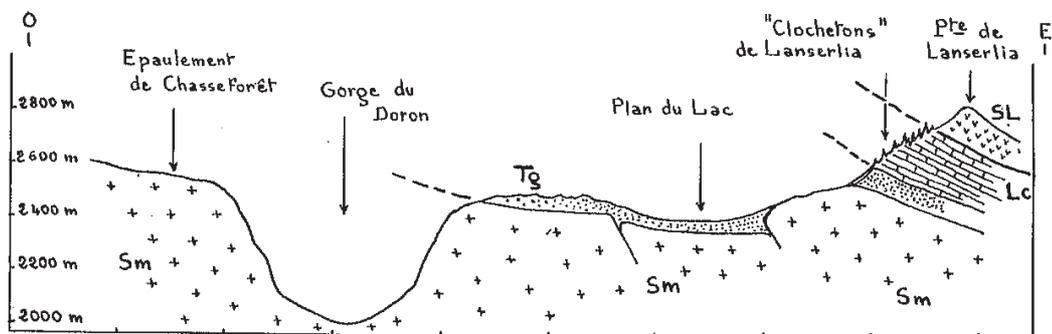


Fig. 4.2 : coupe géologique du Plan du Lac

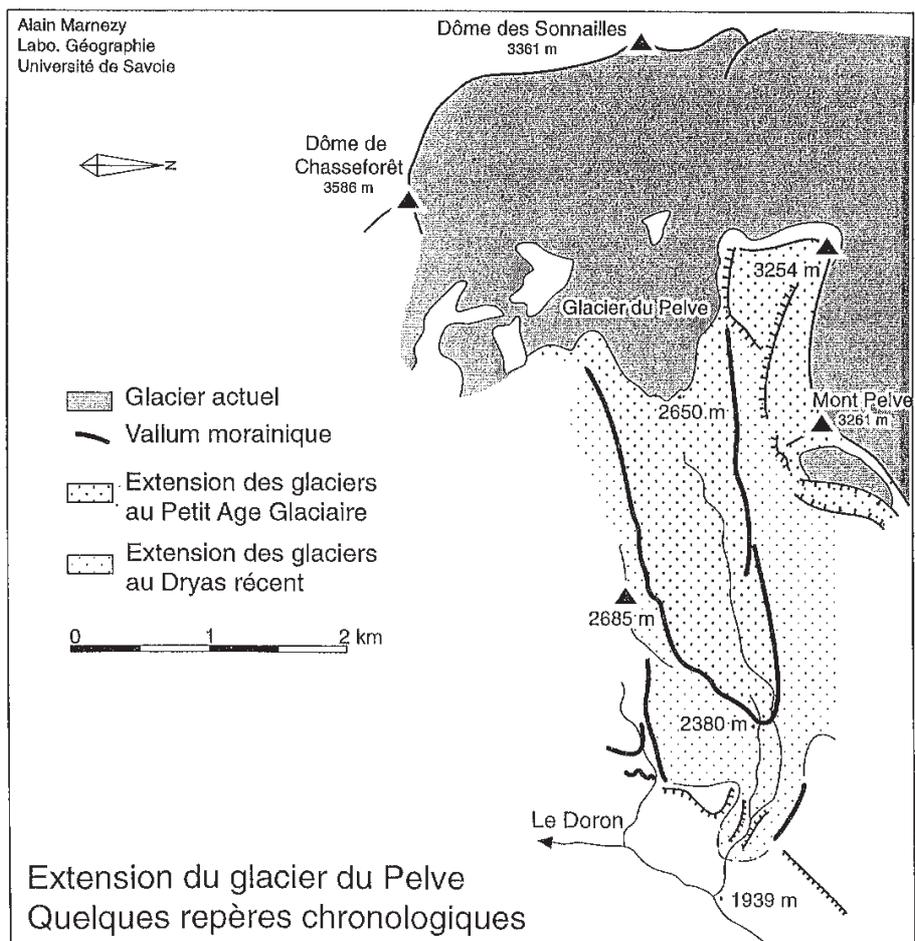


Fig. 4.3 : Extension du glacier du Pelve

### Une riche gamme de formes périglaciaires.

Le secteur du refuge du Plan du Lac est certainement l'un des plus riches de la Vanoise pour l'étude du modelé périglaciaire. B. KAYSER (1975) l'a cartographié au 1/5000, au cours de ses travaux sur le périglaciaire de Vanoise.

On peut y observer :

- des formes de solifluxion, en coulées ou langues herbues de toutes dimensions. Très nombreuses entre 2450 et 2600 m sur les pentes de Lanserlia, elles remanient du matériel fin mélangé de pierrailles. Malgré la végétation, elles sont toujours actives; des vitesses de déplacement de l'ordre du décimètre par an ont été mesurées (B. KAYSER). Des coulées de blocs de taille variable mais souvent importante (50 cm/1m de grand axe), limitées à l'avant par un bourrelet de poussée, ont glissé sur un matelas de matière fine. Des langues de pierres redressées les unes contre les autres dans le sens de la plus grande pente déchirent le tapis végétal.

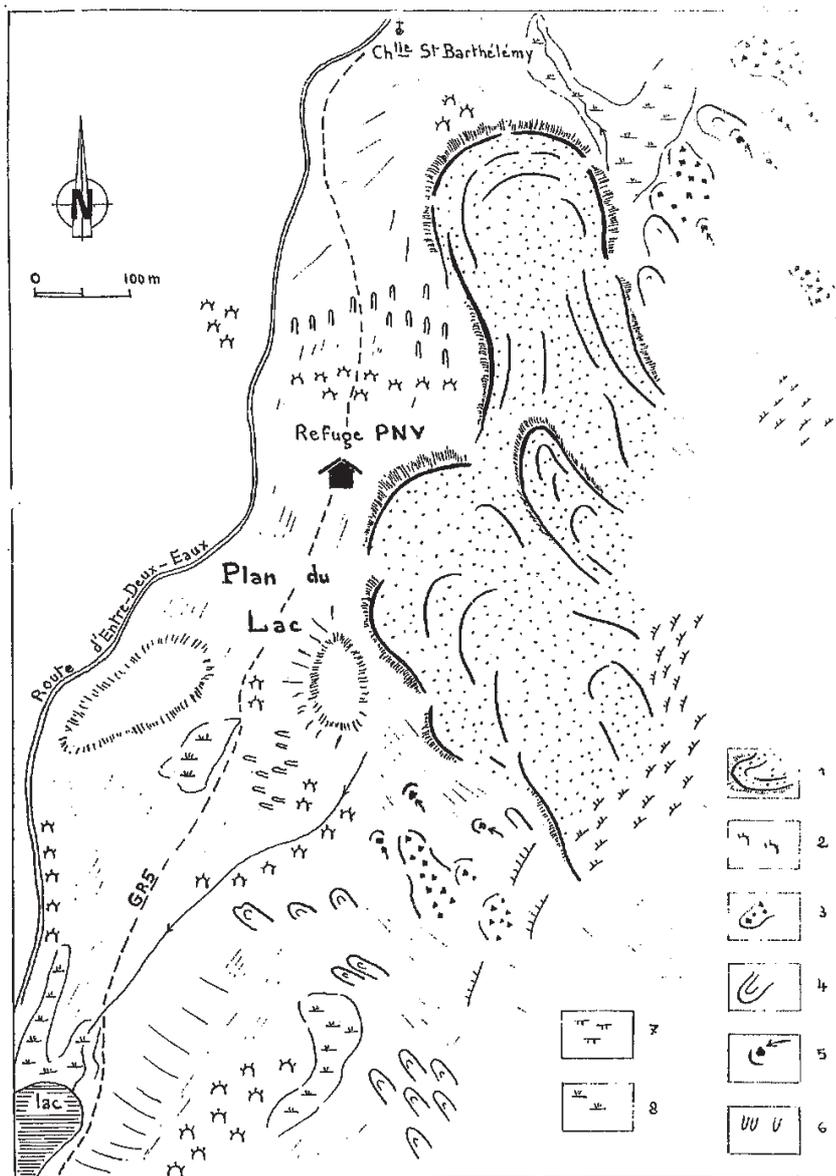
- des formes de détail dont l'origine est en relation avec la végétation : *buttes gazonnées* de quelques dizaines de centimètres de hauteur, sur tous les espaces plats et humides; quand la pente s'accroît (10-20°), elles s'étirent en *mottureaux allongés* ou bourrelets gazonnés; *sentiers de vaches*, gradins de dénivellation décimétrique, ou banquettes discontinues déchirant la pelouse de tous les versants raides. Ces terrassettes sont d'origine naturelle, exagérée par des impacts anthropiques.

- de larges *pierriers*, peu végétalisés, étendus en nappes au pied Nord des clochetons de Lanserlia, dont le haut se raccorde aux cônes d'éboulis très actifs. Accidentés de petits talus, de bourrelets de blocailles, d'alignements de blocs, de petites dépressions fermées et de sillons étroits, ils semblent être une forme intermédiaire entre la coulée de blocs (liée à la solifluxion) et le glacier rocheux (où la glace intervient).

- des *glaciers rocheux*, entièrement végétalisés : le front de l'un d'eux est visible immédiatement à l'arrière du Refuge, mais si l'on dépasse la Table d'orientation de quelques dizaines de mètres vers le Nord, on peut observer l'autre plus aisément; large lobe ou spatule au front raide en arc de cercle, à la surface boursouflée de multiples bourrelets et sillons pierreux...

La variété étonnante du modelé périglaciaire est à mettre en relation, au-delà des conditions climatiques très favorables, avec l'abondance des éléments fins dans le sol (épandages morainiques, altération des schistes lustrés...) et la fourniture incessante en débris de tous calibres issus du démantèlement des parois dominantes.

[ B. Kayser, 1975. « Etude géodynamique des versants dans le massif de la Vanoise : articulation et résultats récents »  
Trav. Sc. du PARV, t. VI, 1975 ]



Le Plan du Lac : une riche gamme de formes périglaciaires. Le refuge du PNV est implanté à proximité du front d'un glacier rocheux dont le modelé, à bourrelets et sillons, traduit une mise en place par écoulement lent vers l'aval. De multiples formes périglaciaires peuvent être observées sur tout le plateau.

Légende : 1, glacier rocheux ; 2, butes gazonnées ; 3, coulée de blocs ; 4, langues et loupes de solifluxion ; 5, blocs mobiles (avec petit bourrelet frontal et sillon à l'arrière) ; 6, mottureaux allongés sur pente ; 7, petits gradins, terrassettes ; 8, zone marécageuse.

Am, 1982

Fig. 4.3 : Extension du glacier du Pelve

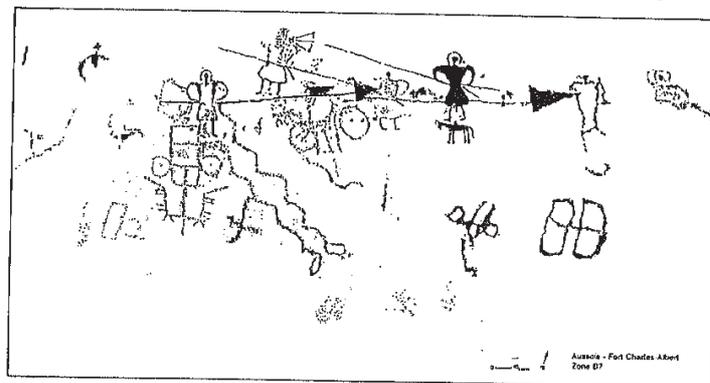
## 5- Gravures rupestres à Aussois



Gravures rupestres  
(Fr. BALLEZ)

- Grande scène de 4 m de long avec chiens, bouquetins, anthropomorphes armés ou non, un cavalier et des chars très effacés. Grâce aux superpositions et à des techniques de gravure différentes, trois phases de gravure ont été repérées sur cette dalle.

Char bige à caisson quadrangulaire, associé à un serpentiforme (rènes ou fouet) et à des anthropomorphes armés de lances et d'épées, coiffés d'un casque.



Chars biges à caisson triangulaire, l'un des exemplaires n'est pas terminé. Ils sont associés à des serpentiformes, les pieds sont d'une période différente.

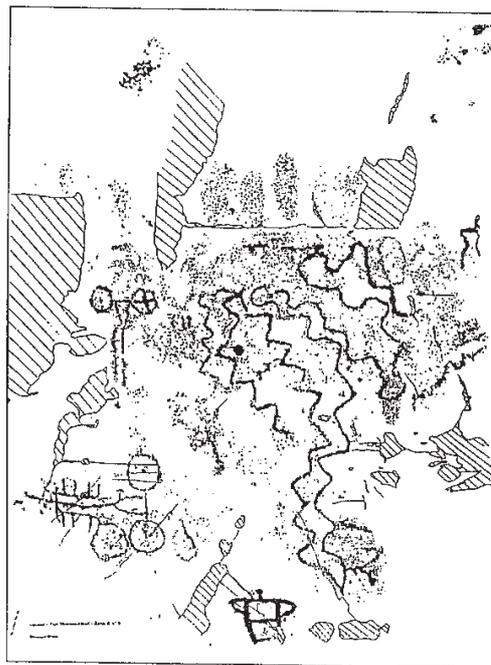


Fig. 5 : Gravures rupestres à Aussois

## 6- Monitoring et instrumentation du glacier du Baounet

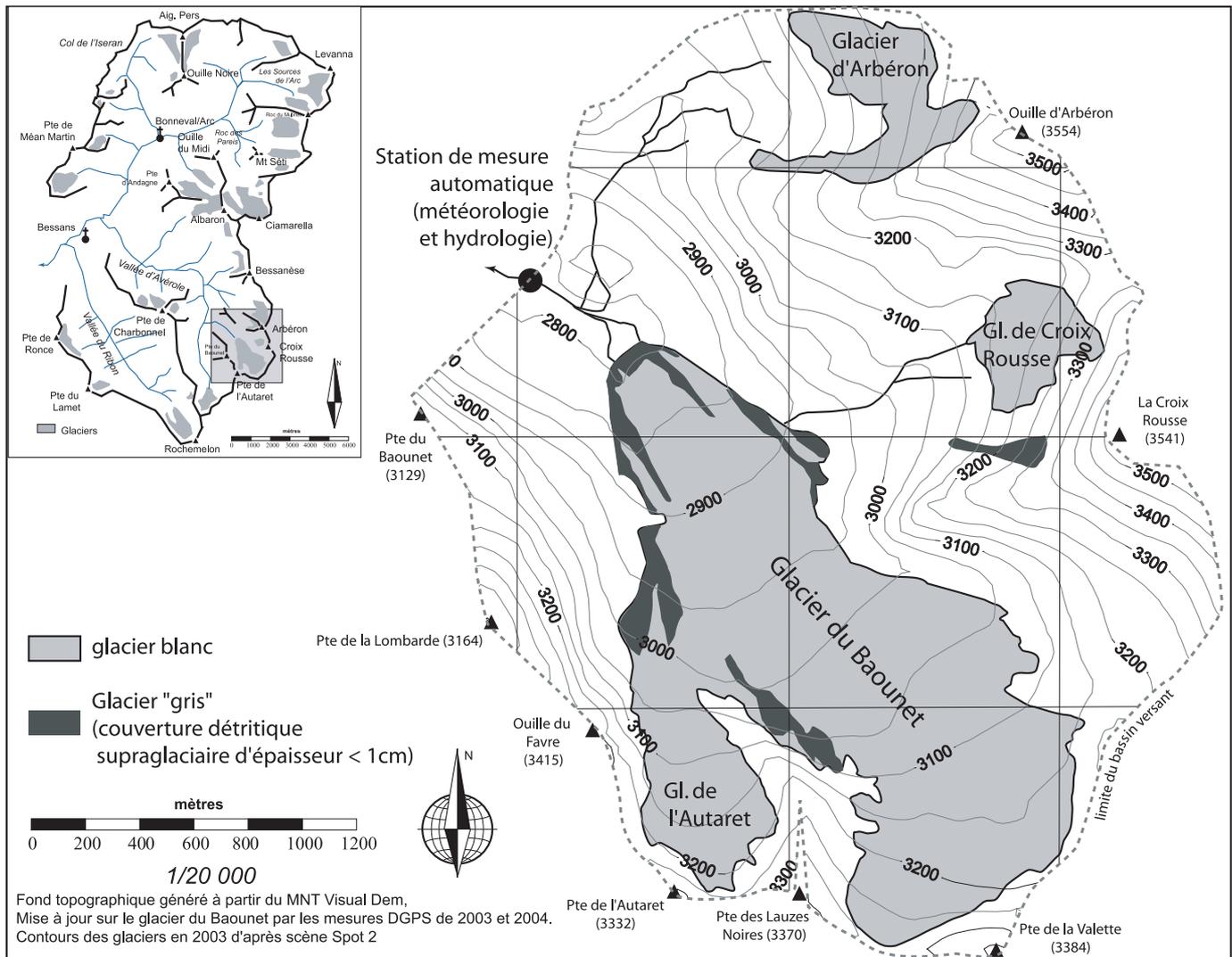


Fig. 6.1 : Le bassin versant instrumenté du Baounet

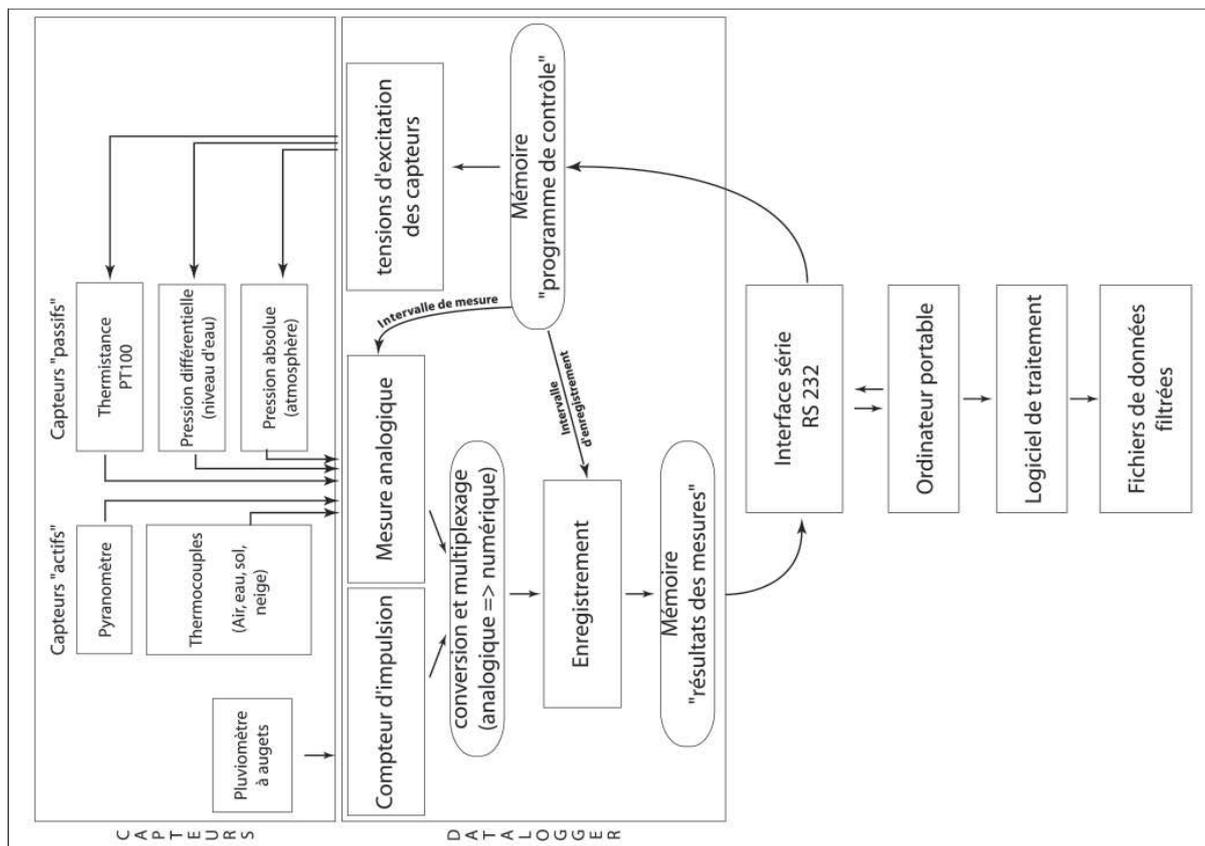


Fig. 6.2 : Chaîne de mesure de la station automatique du Baounet

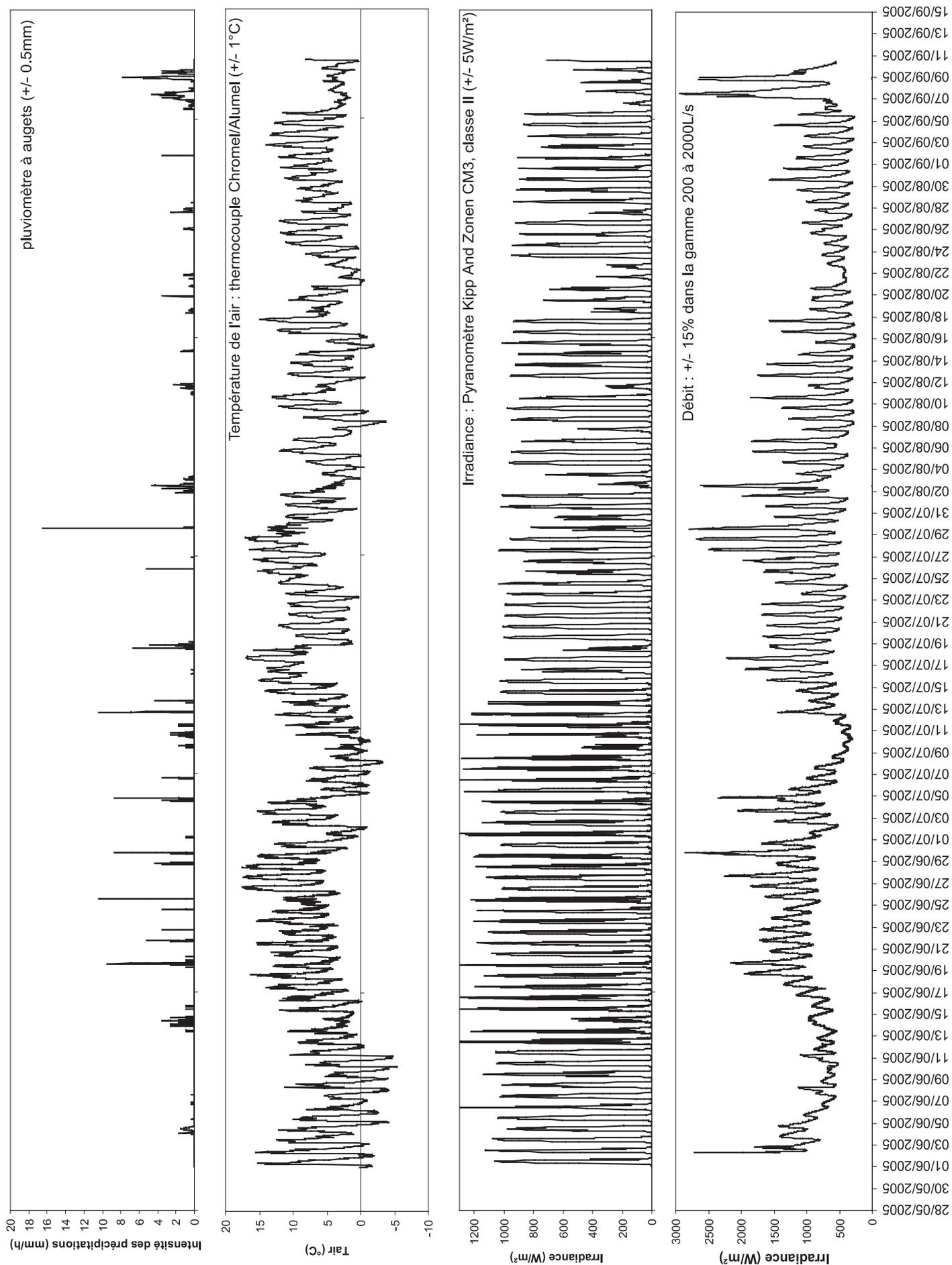


Fig. 6.3 : Représentation graphique des données brutes à la station du Baounet (2800m, Vallée d’Avérole, Savoie) pour la saison d’ablation 2005.

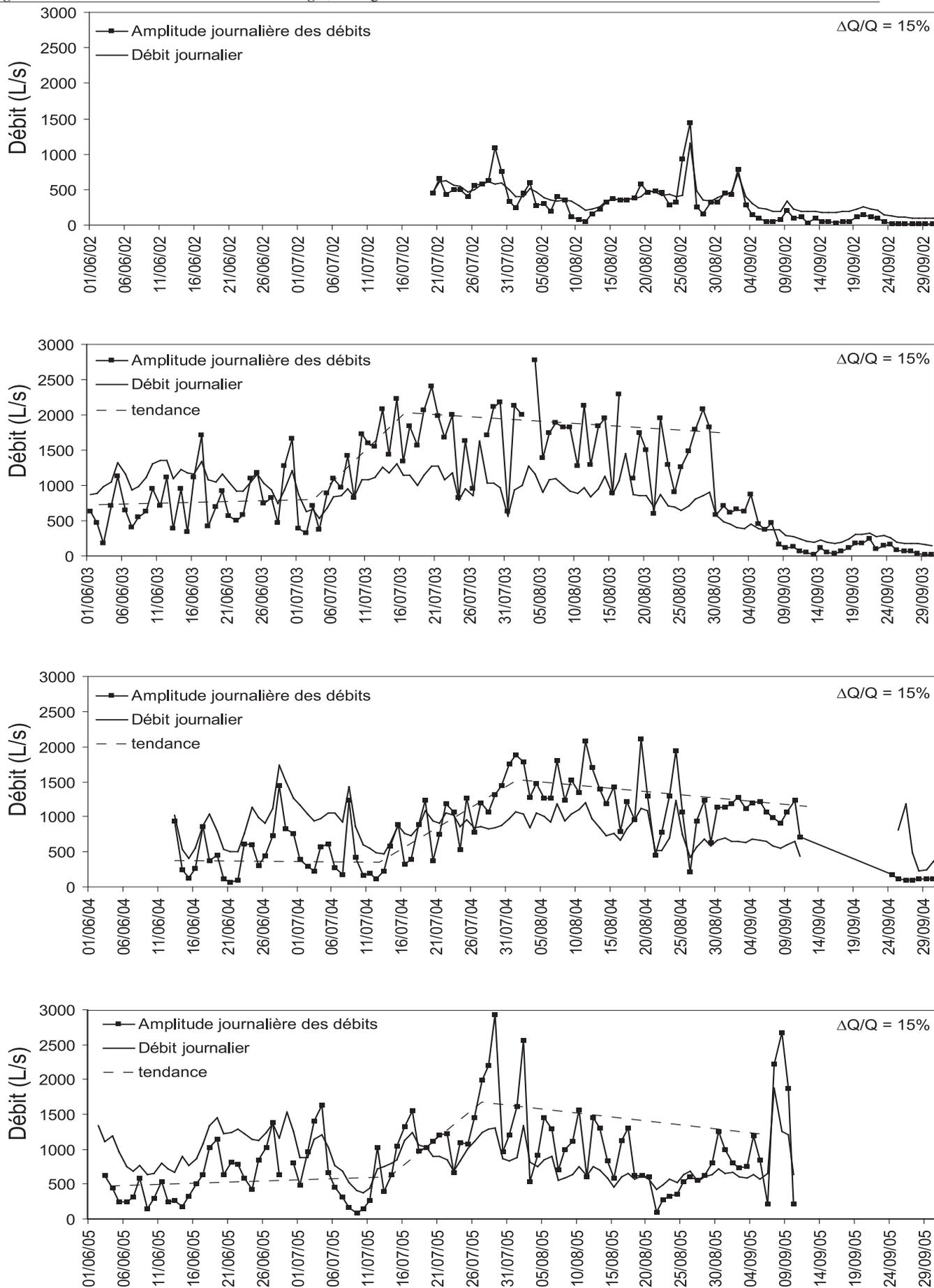


Fig. 6.4 : Evolution des débits journaliers et de l'amplitude journalière au cours des saisons d'ablation 2002 à 2005

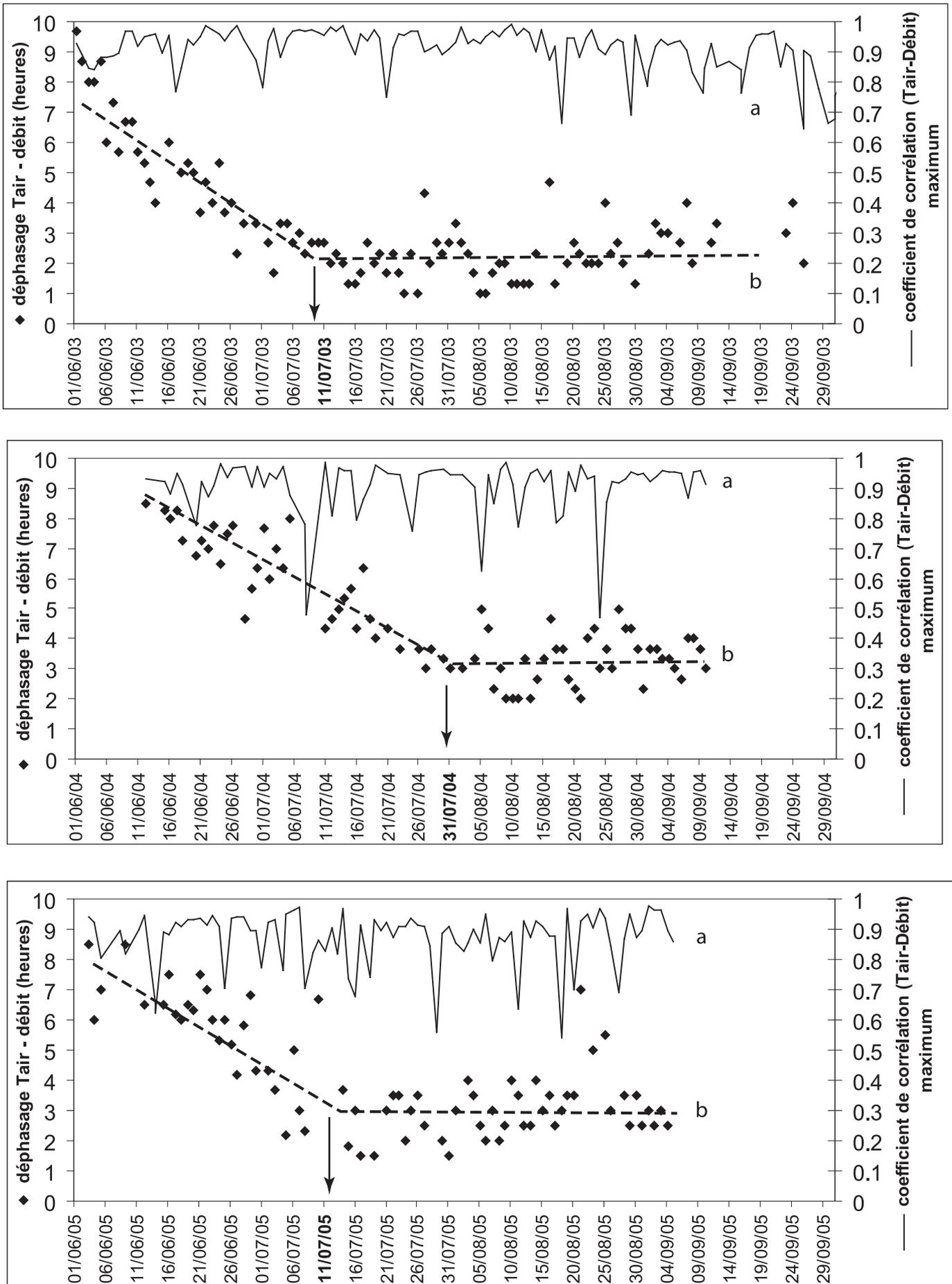
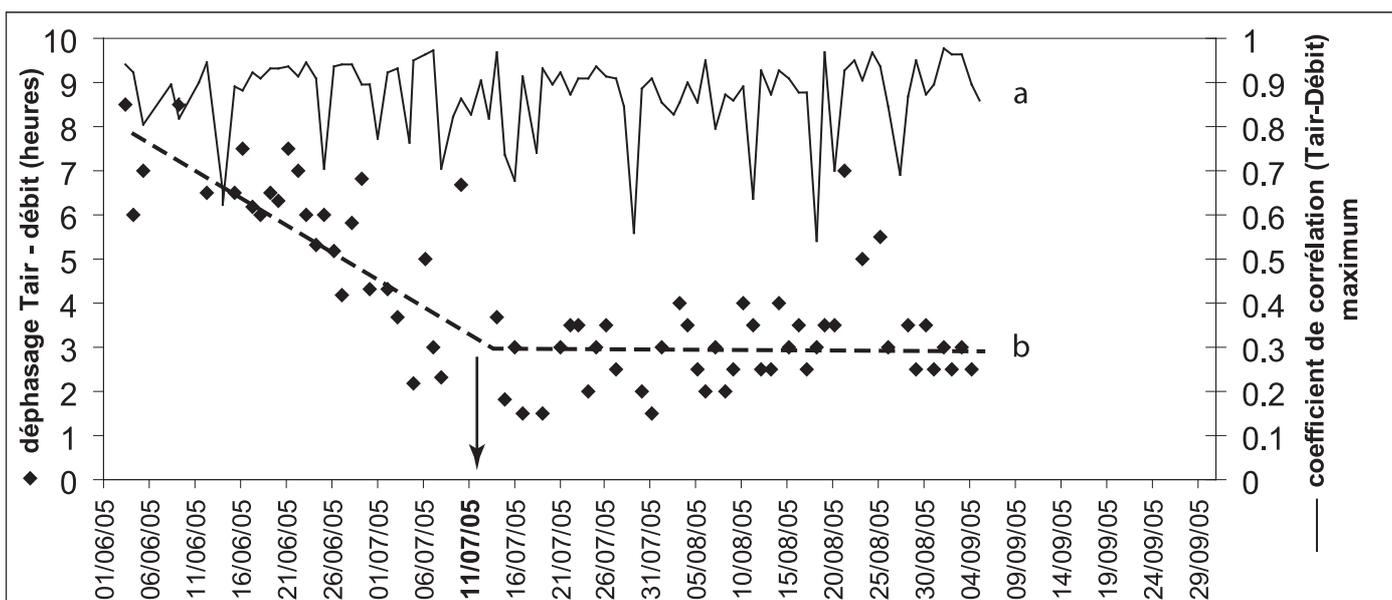
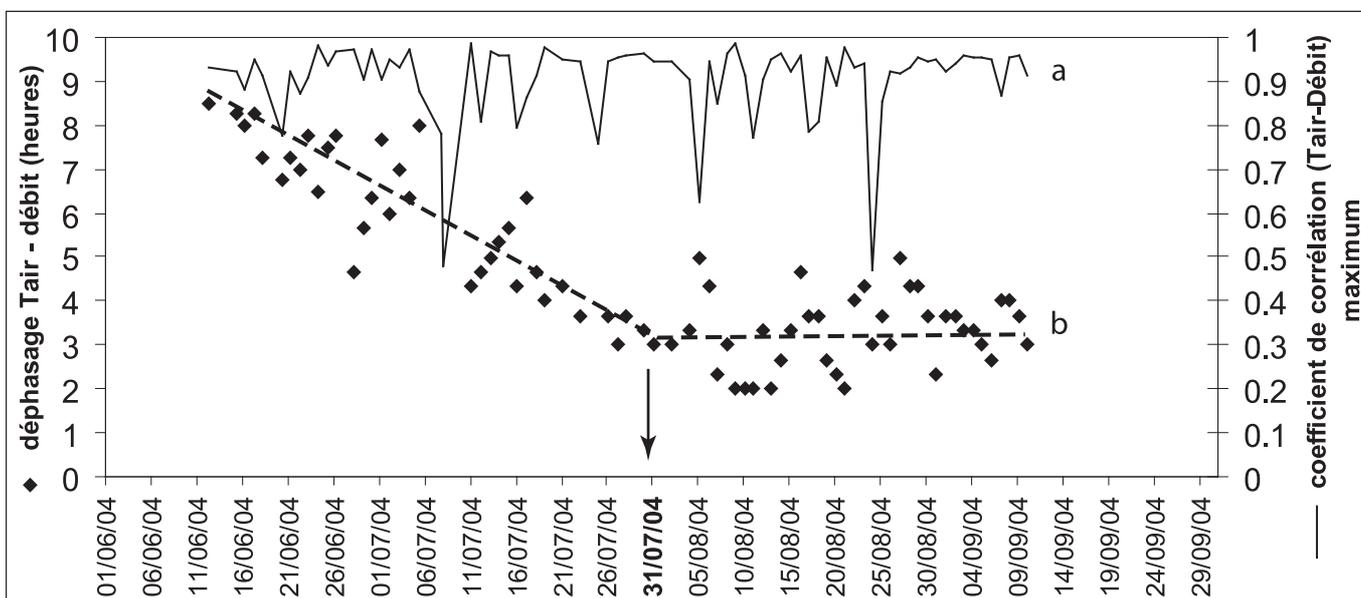
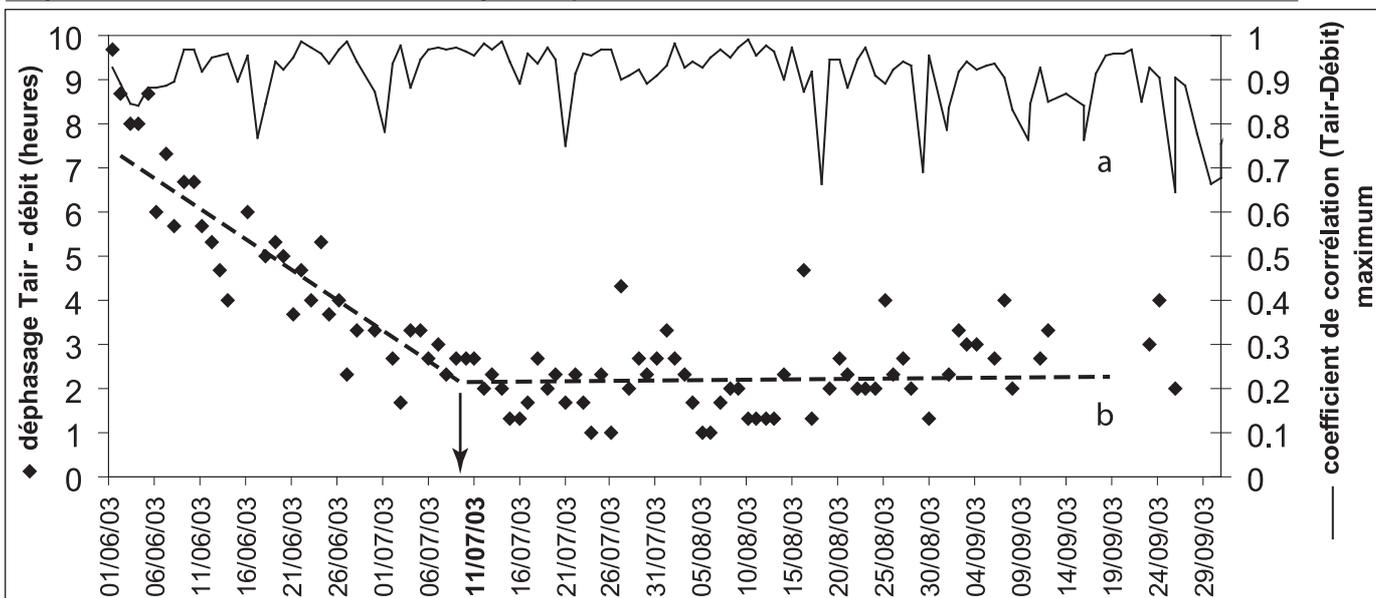


Fig 6.5 : Evolution du déphasage entre la température de l'air et les débits du torrent émissaire

a- trait plein : coefficient de corrélation  
 b- losanges : déphasage Température air / débits du torrent  
 La flèche coorespond au passage à un régime glaciaire pur



**Fig 6.5 : Evolution du paramètre  $B$  au cours des saisons d'ablation 2002 à 2005.**  
*Glacier du Baounet, Vallée d'Avérole.  $\beta$  représente l'état de structuration du réseau de drainage glaciaire et son efficacité, c'est à dire une évolution de la perméabilité du glacier.*

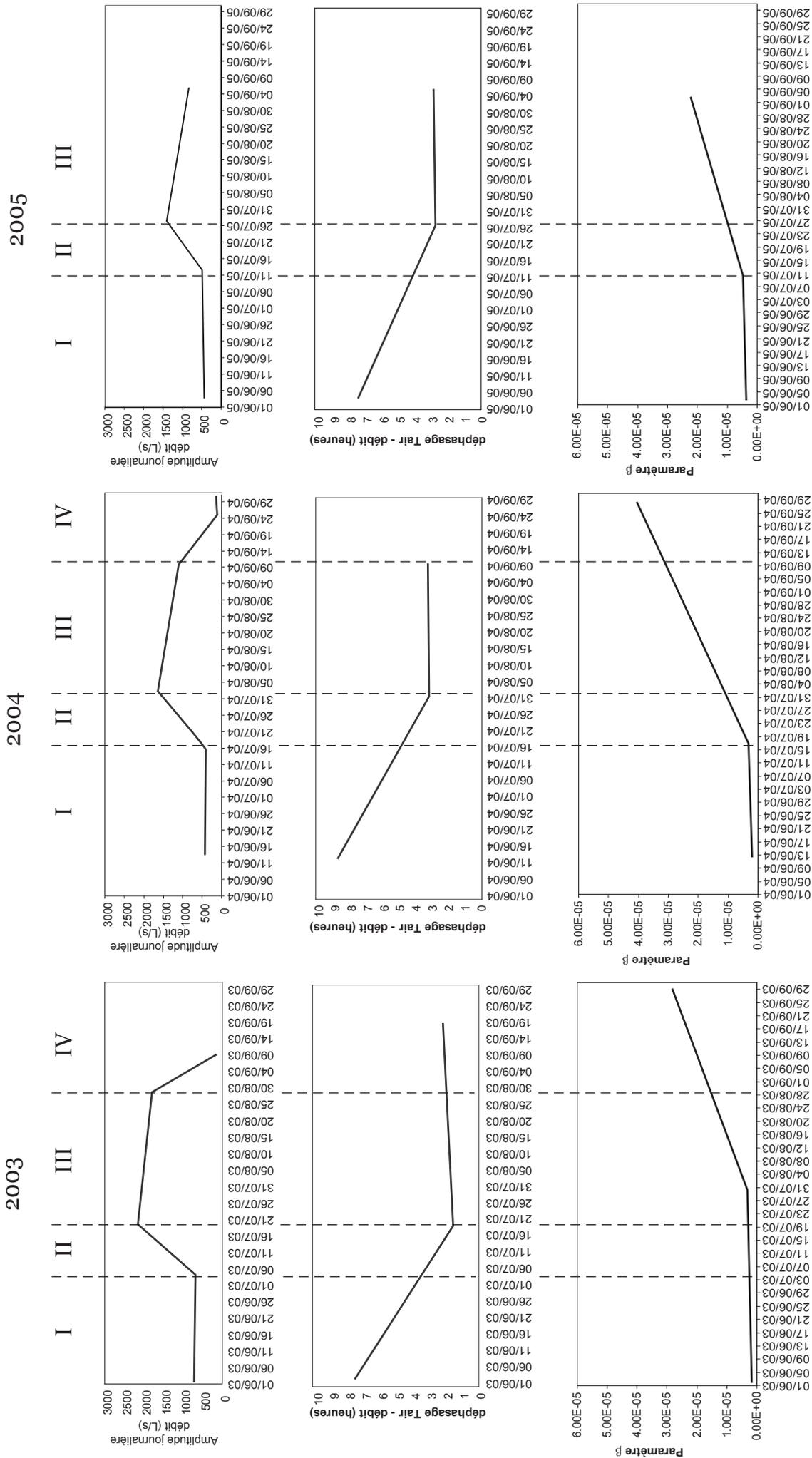


Fig. 6.6 : Structure des saisons d'ablation sur le glacier du Baounet de 2003 à 2005

## 7- Divers

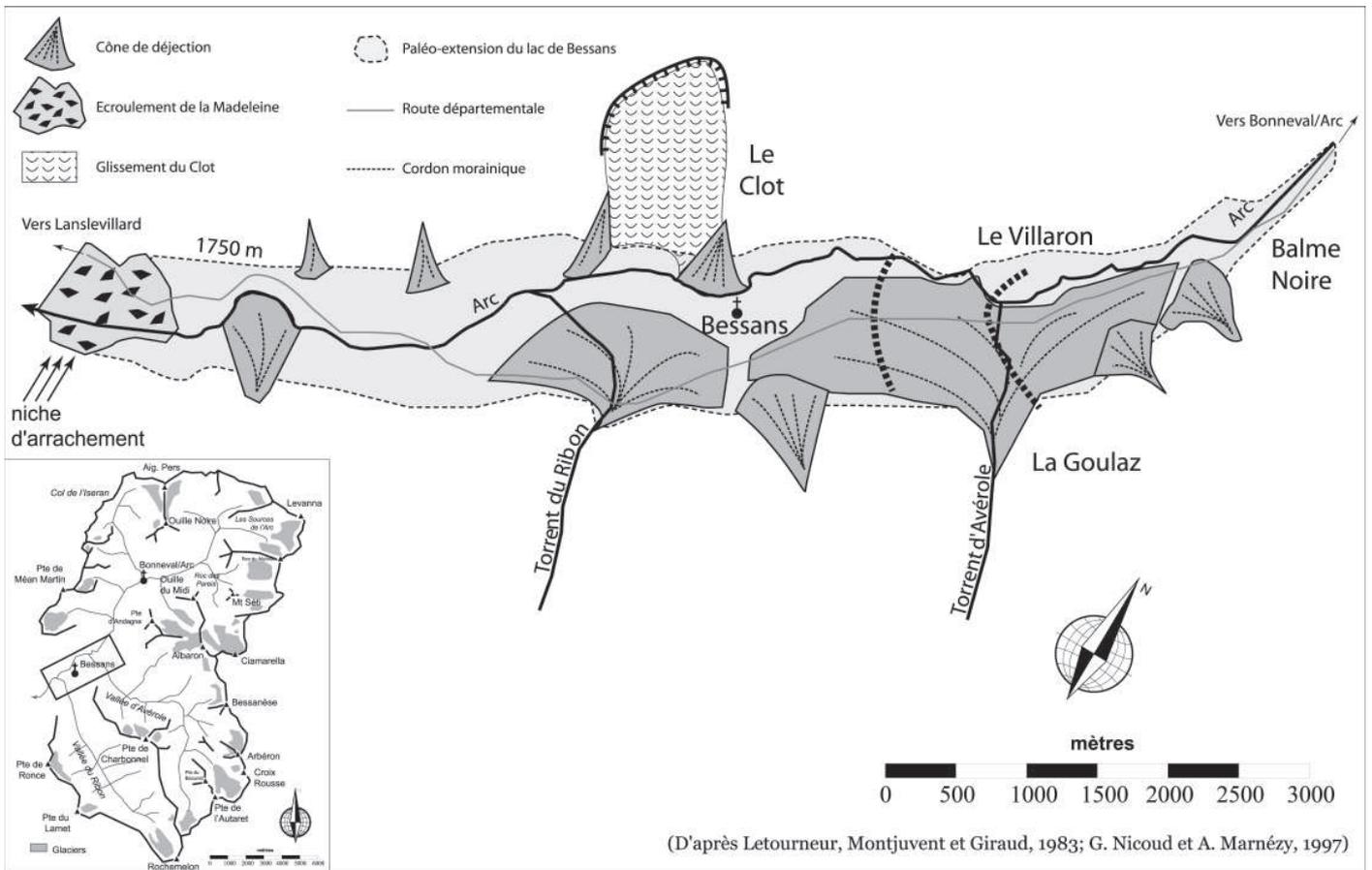


Fig. 7 : Croquis de la plaine de Bessans, l'écrolement de la Madeleine et le paléo-lac de barrage.