

Thèse de doctorat de Géographie présentée à l'Université de Savoie
(Ecole Doctorale SISEO)

par **Pierre Paccard**

Gestion durable de l'eau en montagne :

le cas de la production de neige en stations de sports d'hiver



Composition du jury :

Emmanuelle Marcelpoil, Chargée de recherche, CEMAGREF de Grenoble

Emmanuel Reynard, Professeur, Université de Lausanne

Vincent Vlès, Professeur, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Jean Peytavin, Directeur du Service Ressources en Eau, Agence de l'Eau RM & C

Jean-Jacques Delannoy, Professeur, Université de Savoie

Alain Marnézy, Professeur, Université de Savoie

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Examineur

Co-directeur

Directeur

Introduction

Une question d'actualité...

La production de neige en stations de sports d'hiver peut-elle s'insérer dans un modèle de gestion durable de la ressource en eau ?

Partenaires financiers :



Introduction

Une question d'actualité...



#01
février 2010

SAVOIE IMAG

LE MAGAZINE DU CONSEIL GÉNÉRAL DE LA SAVOIE

L'EAU EN SAVOIE

DERRIÈRE LE ROBINET...

Même en Savoie, où l'eau semble partout présente, sa gestion est plus que jamais d'actualité...

ENTRETIENS
ILS FONT LA SAVOIE,
ILS SONT LA SAVOIE

ICI ET LÀ
L'INFORMATION AU CŒUR
DE LA COMMUNICATION

www.cg73.fr www.savoieactu.com



SAVOIE
CONSEIL GÉNÉRAL

Introduction

Une question d'actualité...

En Savoie comme ailleurs, la ressource en eau, bien qu'abondante, n'est pas inépuisable. Elle est aussi très sollicitée. Consommation d'eau potable, agriculture, neige artificielle, milieux naturels, hydroélectricité : il faut partager !



La Savoie protège ses ressources



EAU

DERRIÈRE NOTRE ROBINET

EAU. EN TROIS LETTRES, TOUT EST DIT. LE DÉCOR EST PLANTÉ. CHACUN A, EN EFFET, UN RAPPORT PARTICULIER À L'EAU : LIQUIDE MATRICIEL – UN HOMME EST COMPOSÉ À 65 % D'EAU –, ÉLÉMENT DE VIE À LA SYMBOLIQUE UNIVERSELLE, MATIÈRE PREMIÈRE DE NOMBREUSES ACTIVITÉS, ALIMENT DU QUOTIDIEN, ... CETTE RELATION PARTICULIÈRE À L'EAU NOUS DONNE INSTINCTIVEMENT UNE COMPÉTENCE POUR DIRE, JUGER, AFFIRMER, FAIRE. COMPÉTENCE UNIVERSELLE DONC, MAIS BIEN SOUVENT LIMITÉE À NOTRE PROPRE PERSONNE, À NOTRE PROPRE USAGE, À NOTRE PROPRE UNIVERS. ET POURTANT, DERRIÈRE NOTRE ROBINET, C'EST TOUT UN MONDE QUI TRAVAILLE, EN ÉTROITE COLLABORATION AVEC LES SERVICES DU CONSEIL GÉNÉRAL...

Même en Savoie, où l'eau semble partout présente, sur et sous le sol, sa gestion est plus que jamais d'actualité. En effet, si la ressource semble inépuisable, vue du consommateur la sécheresse de 2003-2006 a montré que l'approvisionnement en eau potable pouvait rapidement devenir problématique pour les gestionnaires des services de distribution d'eau. L'incidence du réchauffement climatique enregistré ces quatre années, doublée d'une diminution très importante de la pluviométrie, a impacté les débits de l'ensemble de nos ressources, entraînant aussi des problèmes de qualité de l'eau, voire d'assèchement de certains cours

d'eau. Sur l'année 2009 moins chaude que 2003, mais plus sèche, le débit des sources est globalement inférieur de 30 % aux débits enregistrés entre 2003 et 2006. Les ressources en eaux de notre département sont de deux types :
 + les eaux de surface qui, en dehors de la neige et des glaciers, se répartissent entre les cours d'eau dont les principaux sont l'Arc et l'Isère, tous deux alimentés par l'hydrologie nivo-glaciaire, et les grands lacs naturels, dont ceux du Bourget et d'Aiguebelette. Bien entendu, il faut ajouter à ces ressources naturelles les retenues hydroélectriques particulièrement nombreuses en Savoie : 12 barrages qui totalisent 900 millions m³

+ les ressources souterraines fortement présentes en montagne et en plaine. Cette diversité qualifie sur le papier la Savoie comme un département bien pourvu en eau. Néanmoins, ce constat ne prend pas en compte la vulnérabilité de ces différentes ressources impactées par l'augmentation des températures, à l'origine de l'évaporation et donc du recul des glaciers, la diminution des cumuls de neige ou la baisse de la pluviométrie. En face de ces ressources, il est nécessaire d'identifier à quoi sert l'eau sur notre territoire. Elle est d'abord nécessaire aux milieux aquatiques avec un impératif de débit minimum biologique, à l'alimentation en eau potable, à

Introduction

Révolution des sports d'hiver, ou s'exposer davantage aux aléas de l'enneigement.

Malgré la rareté de la neige, grâce à l'union de ses habitants, la station des Gêts a pu inaugurer sa « piste 64 »

Les Gêts, 23 janvier. — On peut pratiquer le ski aux Gêts. Voilà qui étonne, quand on sait que la plupart des stations alpines attendent depuis plusieurs semaines la chute d'une bonne couche de poudreuse, dont l'absence, jusqu'ici, cause un important préjudice à tous ceux qui vivent du tourisme hivernal et des sports d'hiver.

Aux Gêts (où le Grand Prix international fut annulé, au début du mois, faute de neige), le ciel est « désespérément bleu » : pas le plus petit nuage en vue, apportant un quelconque espoir...

Et pourtant, les hôtels de la station n'ont enregistré jusqu'à ce jour que peu de défections parmi leurs réservations, et les pensionnaires skieurs ne se plaignent (presque) pas.

Il faut dire que le peu de neige couvrant les pentes peu exposées, au soleil a été utilisée de façon heureuse, notamment à Super-Chavanne. Et maintenant, on peut skier, les cours de l'Ecole de ski fonctionnent à plein...

— Nous allons bientôt faire subir des épreuves de « Chamols » et de « Flèches », nous a dit M. Roger Lago, le directeur de l'E.S.

Il faut souligner l'union qui s'est faite aux Gêts pour offrir aux hivernants dans la station de quoi satisfaire leurs désirs. De nombreux hôteliers ont mis du personnel à la disposition de l'Ecole de ski, les moniteurs de celle-ci ont débroussaillé, ont charrié, avec les volontaires, des lessiveuses et toutes sortes de réceptacles remplis de neige, tous se sont unis et, en peu de temps, la « Piste 64 » comme on l'appelle, fut praticable, sur une longueur de plus de 1.300 mètres. C'est donc une nouvelle piste qui est ainsi créée de toutes pièces. Quand l'enneigement sera normal, elle viendra s'ajouter à l'éventail des pistes de Super-Chavanne.

Parallèlement, à ce charroi de neige, deux téléskis furent amenés sur place : l'un (celui des Follets) fut loué, le second fut acheté par la commune.

Cette opération enneigement est également entreprise au Mont-Chéry...

Voici d'ailleurs des extraits de la

circulaire adressée aux habitants des Gêts par M. Alphonse Monnet, maire.

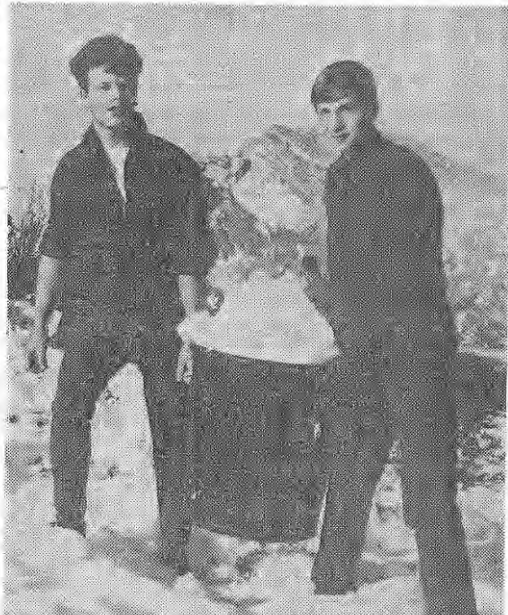
« La neige tant désirée ne vient pas. Nous devons nous organiser, pour faire face à une situation qui risque de devenir catastrophique, pour notre commune. Déjà, un très gros effort a été accompli pour pouvoir mettre en service plusieurs téléskis aux Chavannes.

Il faut continuer. Nous avons décidé, en accord avec M. Bouchet,

de déplacer le téléski de la Grande Ourse et d'enneiger cette nouvelle piste...

C'est pourquoi je vous lance un appel pour que vous veniez, à la gare du Chéry, munis de lessiveuses, de poubelles, et de pelles. Nous aurons ainsi une nouvelle piste à offrir à nos vacanciers. »

Est-il besoin de préciser que cet appel fut largement entendu, et qu'il y avait foule, l'autre jour, près de la Grande Ourse ?



(Le Dauphiné, 23 janv. 1964)

Introduction

Révolution des sports d'hiver, ou s'exposer davantage aux aléas de l'enneigement.

Malgré la rareté de la neige, grâce à l'union

de ses habitants, la station de l'Alpe d'Huez

sa « pi

Les Gets, 23 janvier. — On peut pratiquer le ski aux Gets. Voilà qui étonne, quand on sait que la plupart des stations alpines attendent depuis plusieurs semaines la chute d'une bonne couche de poudreuse, dont l'absence, jusqu'ici, cause un important préjudice à tous ceux qui vivent du tourisme hivernal et des sports d'hiver.

Aux Gets (où le Grand Prix international fut annulé, au début du mois, faute de neige), le ciel est « désespérément bleu » : pas le plus petit nuage en vue, apportant un quelconque espoir...

Et pourtant, les hôtels de la station n'ont enregistré jusqu'à ce jour que peu de défections parmi leurs réservations, et les pensionnaires skieurs ne se plaignent (presque) pas.

Il faut dire que le peu de neige couvrant les pentes peu exposées, au soleil a été utilisée de façon heureuse, notamment à Super-Chavanne. Et maintenant, on peut skier, les cours de l'Ecole de ski fonctionnent à plein...

Nous allons bientôt faire subir des épreuves de « Chamols » et de « Flèches », nous a dit M. Roger Lago, le directeur de l'E.S.

Il faut souligner l'union qui s'est faite aux Gets pour offrir aux hivernants dans la station de quoi satisfaire leurs désirs. De nombreux hôteliers ont mis du personnel à la disposition de l'Ecole de ski, les moniteurs de celle-ci ont débroussaillé, ont charrié, avec les volontaires, des lessiveuses et toutes sortes de réceptacles remplis de neige, tous se sont unis et, en peu de temps, la « Piste 64 » comme on l'appelle, fut praticable, sur une longueur de plus de 1.300 mètres. C'est donc une nouvelle piste qui est ainsi créée de toutes pièces. Quand l'enneigement sera normal, elle viendra s'ajouter à l'éventail des pistes de Super-Chavanne.

Parallèlement, à ce charroi de neige, deux téléskis furent amenés sur place : l'un (celui des Follies) fut loué, le second fut acheté par la commune.

Cette opération enneigement est également entreprise au Mont-Chery...

Voici d'ailleurs des extraits de la

circulaire adressée aux Gets par M. Adrien...
« La neige tarde... Nous devons pour faire face à... risque de devenir... pour notre comm... gros effort a été... voir mettre en s... Réalisés aux Chava... Il faut continu... cédé, en accord



(Cliché : R. Knafou, 1990)

(Le D

Introduction

Révolution des sports d'hiver, ou s'exposer davantage aux aléas de l'enneigement.

Malgré la rareté de la neige, grâce à l'union de ses habitants, la station de ski de l'Alpe d'Huez

sa « piste »

Les Gets, 23 janvier. — On peut pratiquer le ski aux Gets. Voilà qui étonne, quand on sait que la plupart des stations alpines attendent depuis plusieurs semaines la chute d'une bonne couche de poudreuse, dont l'absence, jusqu'ici, cause un important préjudice à tous ceux qui vivent du tourisme hivernal et des sports d'hiver.

Aux Gets (où le Grand Prix international fut annulé, au début du mois, faute de neige), le ciel est « désespérément bleu » : pas le plus petit nuage en vue, apportant un quelconque espoir...

Et pourtant, les hôtels de la station n'ont enregistré jusqu'à ce jour que peu de défections parmi leurs réservations, et les pensionnaires skieurs ne se plaignent (presque) pas.

Il faut dire que le peu de neige couvrant les pentes peu exposées, au soleil a été utilisée de façon heureuse, notamment à Super-Chavanne. Et maintenant, on peut skier, les cours de l'Ecole de ski fonctionnent à plein...

Nous allons bientôt faire subir des épreuves de « Chamols » et de « Flèches », nous a dit M. Roger Lago, le directeur de l'E.S.

Il faut souligner l'union qui s'est faite aux Gets pour offrir aux hivernants dans la station de quoi satisfaire leurs désirs. De nombreux hôteliers ont mis du personnel à la disposition de l'Ecole de ski, les moniteurs de celle-ci ont débroussaillé, ont charrié, avec les volontaires, des lessiveuses et toutes sortes de réipients remplis de neige, tous se sont unis et, en peu de temps, la « Piste 64 » comme on l'appelle, fut praticable, sur une longueur de plus de 1.300 mètres. C'est donc une nouvelle piste qui est ainsi créée de toutes pièces. Quand l'enneigement sera normal, elle viendra s'ajouter à l'éventail des pistes de Super-Chavanne.

Parallèlement, à ce charroi de neige, deux téléskis furent amenés sur place : l'un (celui des Follets) fut loué, le second fut acheté par la commune.

Cette opération enneigement est également entreprise au Mont-Chery...

Voici d'ailleurs des extraits de la

circulaire adressée Gets par M. Alpi re « La neige tar pas. Nous devons pour faire face à risque de deven pour notre comm gros effort a été voir mettre en s Réalis aux Chave Il faut continu cédé, en accord

L'Alpe d'Huez



(Le D



(Cliché : R. Knafou, 1990)

Les 7 Laux



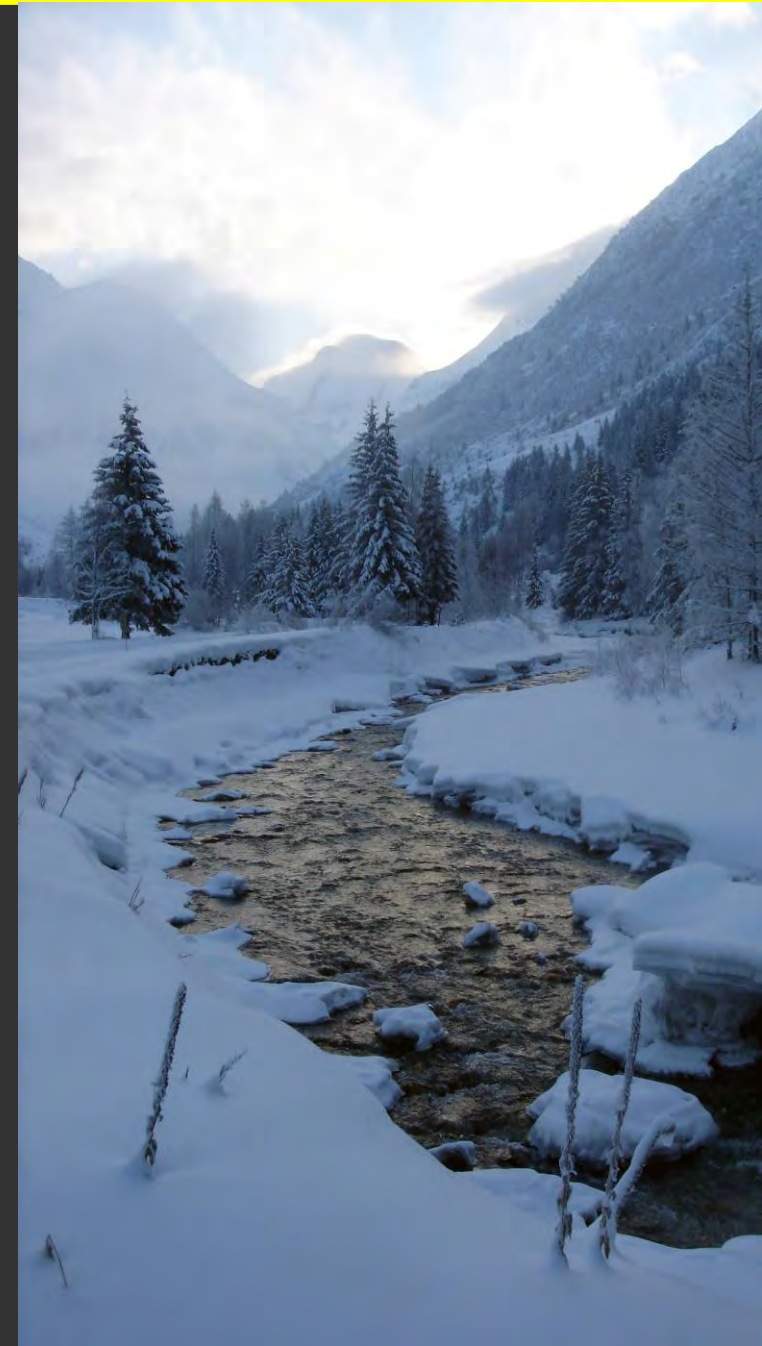
(Cliché : Y. Déchaux, 2008)

Introduction

Organisation du propos.

1. Gestion durable de l'eau et production de neige ? Présentation du questionnement.
2. Méthode et outils de travail employés.
3. Résultats : éléments choisis.
4. Interprétation des résultats, essai de propositions : vers une gestion durable de l'eau et de l'aménagement des territoires ?

Conclusion : limites du travail réalisé, perspectives de recherche.

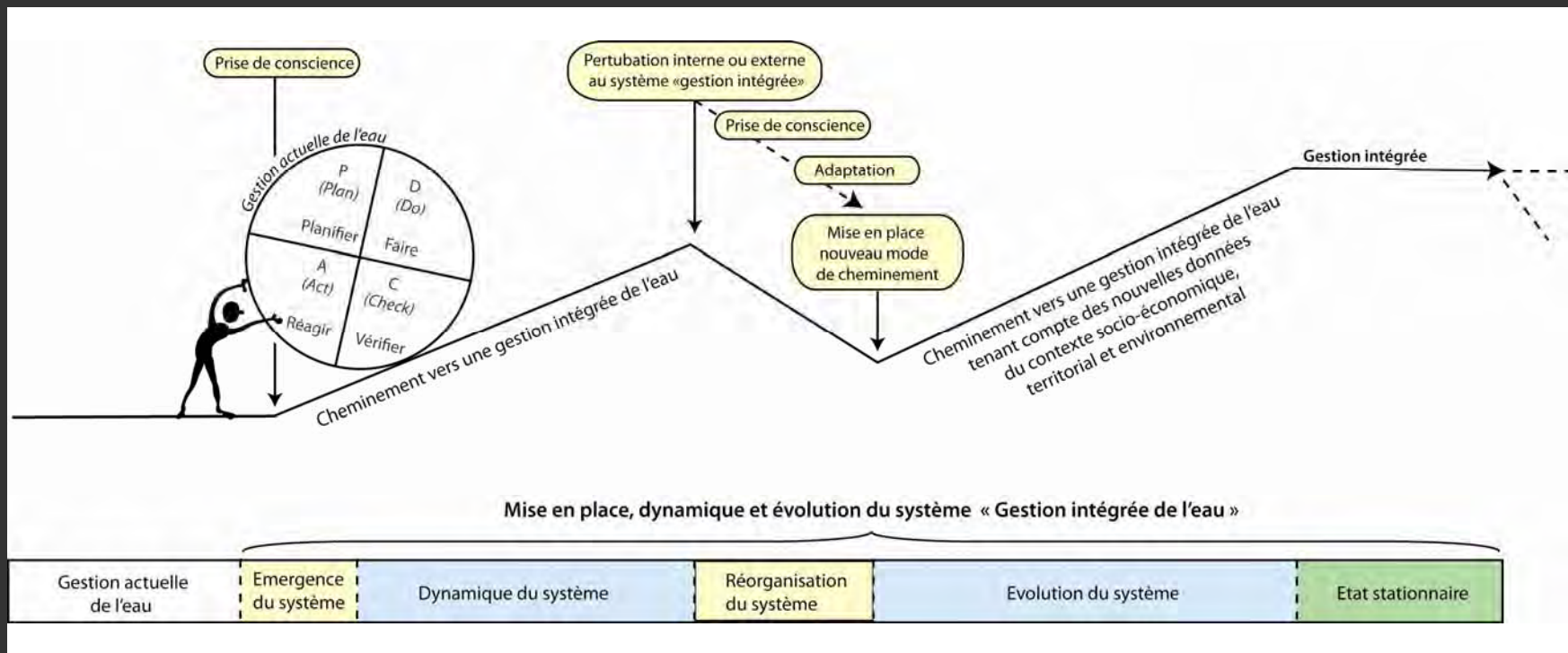


1. Présentation du questionnement

Gestion durable de l'eau et production de neige : 2 questions sous-jacentes.

1. Est-il possible de concilier la production de neige avec les autres usages de l'eau et la préservation des milieux, aquatiques en particulier ?

→ Gestion intégrée de l'eau



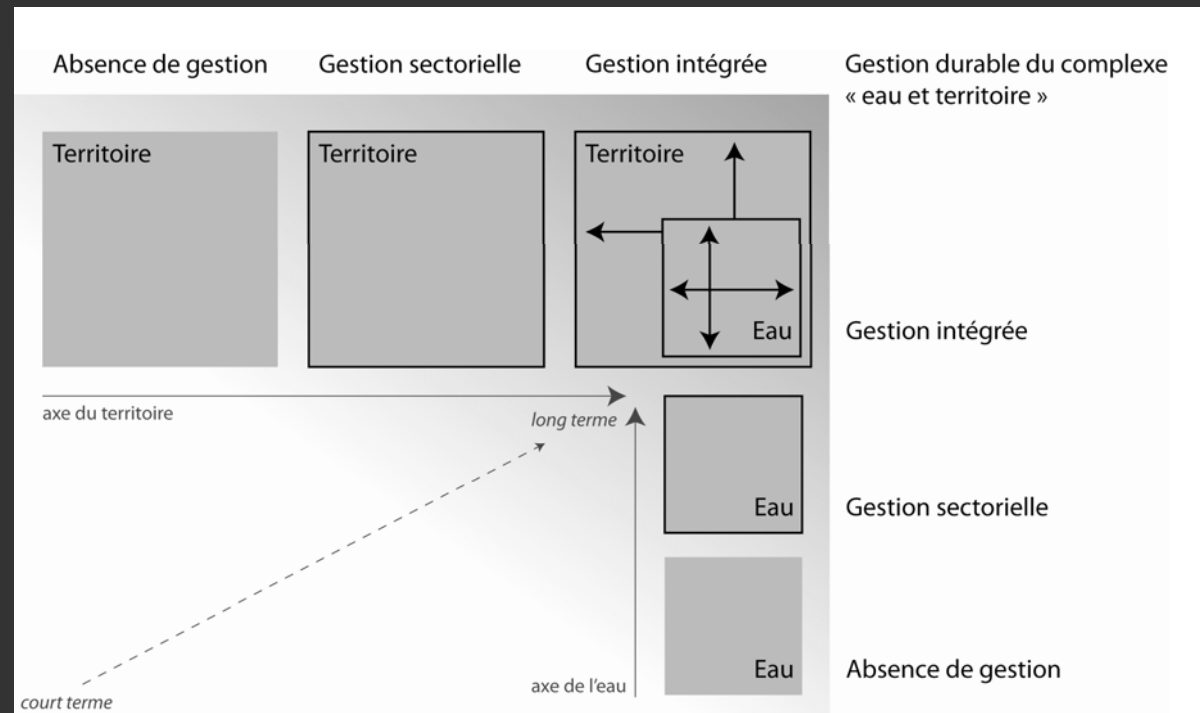
La dimension évolutive de la gestion de l'eau en fonction du temps

1. Présentation du questionnement

Gestion durable de l'eau et production de neige : 2 questions sous-jacentes.

1. Est-il possible de concilier la production de neige avec les autres usages de l'eau et la préservation des milieux, aquatiques en particulier ?
2. Les investissements en installations de production de neige sont-ils pertinents sur le long terme, dans le contexte actuel de changement climatique ?
→ Vulnérabilité des stations

Evolution des modes de gestion de l'eau et des territoires.



2. Méthode et outils de travail employés

Des supports de recherche « classiques » en géographie.

BIBLIOGRAPHIE

- Corpus de documents riche et varié :
 - publications scientifiques
 - rapports d'étude
 - articles de presse

2. Méthode et outils de travail employés

Des supports de recherche « classiques » en géographie.

BIBLIOGRAPHIE

L'hiver pas comme les autres...



En plus des mondanités, on peut dire que le Mont d'Arbois, à Megève, connaît aussi une très belle saison... d'été !

(Le Dauphiné, 1964)

Les canons à neige terrassés par le coup de chaud

Montagne Le temps trop doux compromet le début de la saison de ski.

Haute-Savoie
ALAIN JOURDAN

Sur le plateau des Confins, à La Clusaz, des ouvriers achèvent l'assemblage des préfabriqués qui doivent servir pour la Coupe du monde de ski de fond prévue les 16 et 17 décembre prochains. La logistique est lourde. Les meilleures équipes du monde sont attendues. Seulement, il n'est pas certain que la neige soit au rendez-vous. La semaine prochaine, les organisateurs vont peut-être devoir se résigner à annuler la compétition.

On est à la fin du mois de novembre, à plus de 1400 mètres d'altitude, et le thermomètre affiche une température qui n'est pas de saison: 14 degrés!

Franck Goy, responsable du domaine de ski nordique vient vérifier l'état des trois canons à neige mobiles installés sur le site. Ces dernières semaines, ils n'ont pu fonctionner que deux fois. Il faudrait que le thermomètre descende en dessous de zéro la nuit pour que les machi-



L'absence de neige à La Clusaz réjouit au moins certaines personnes. «C'est la première fois qu'on voit un golfeur tirer son chariot cette saison et ajuster ses balles», soupire Franck Goy, responsable de l'Espace nordique de la station. (LUCIEN FORTUNATO)

(La Tribune de Genève, 2006)

2. Méthode et outils de travail employés

Des supports de recherche « classiques » en géographie.

BIBLIOGRAPHIE

ENTRETIENS

- Entretien semi-directif à ouvert.
 - > Opérateurs de domaines skiables, porteurs d'outils de gestion de l'eau, régies des eaux, police de l'eau...
 - *Equipements actuels ? Projets ? Bilan ressource / besoins ? Impacts ? Conflits ? ...*

2. Méthode et outils de travail employés

Des supports de recherche « classiques » en géographie.

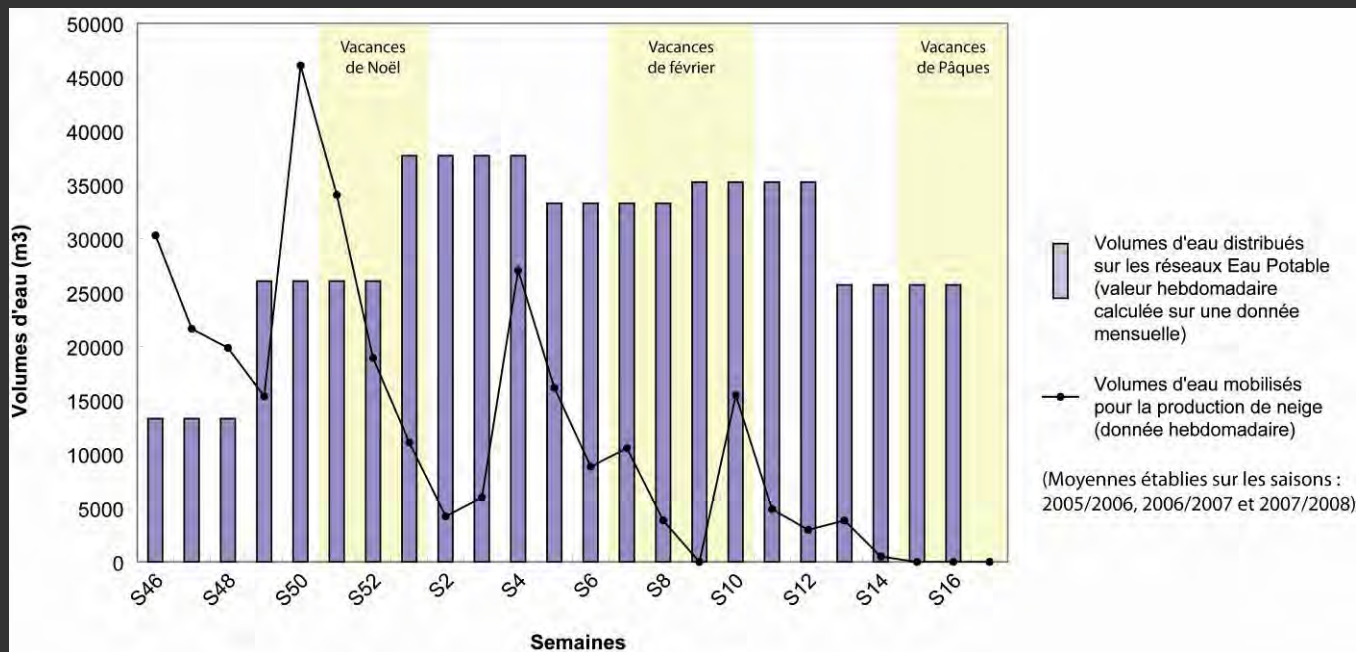
BIBLIOGRAPHIE

ENTRETIENS

- Entretiens semi-directifs à ouverts.
- > Opérateurs de domaines skiables, porteurs d'outils de gestion de l'eau, régies des eaux, polices de l'eau...

Comparaison
volumes eau
potable Saint-
Bon vs
production de
neige à
Courchevel

(Données :
S3V / St-Bon)



2. Méthode et outils de travail employés

Des supports de recherche « classiques » en géographie.

BIBLIOGRAPHIE

ENTRETIENS

OBSERVATIONS

- Positionnement des groupes d'acteurs.
- Bases de données existantes
(Météo France, Banque Hydro...).
- Visites sur sites...

2. Méthode et outils de travail employés

Des supports de recherche « classiques » en géographie.

BIBLIOGRAPHIE

ENTRETIENS

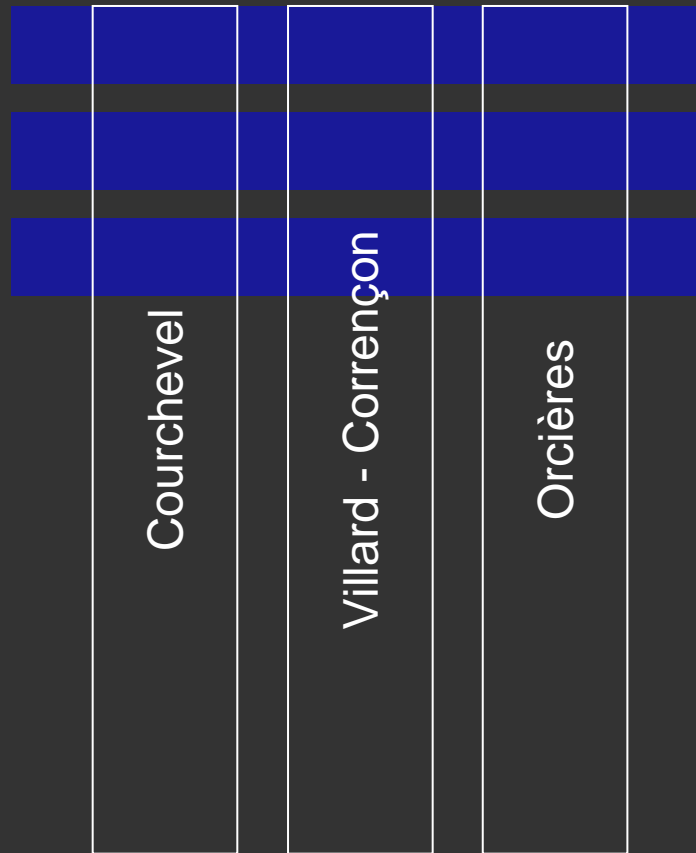
OBSERVATIONS



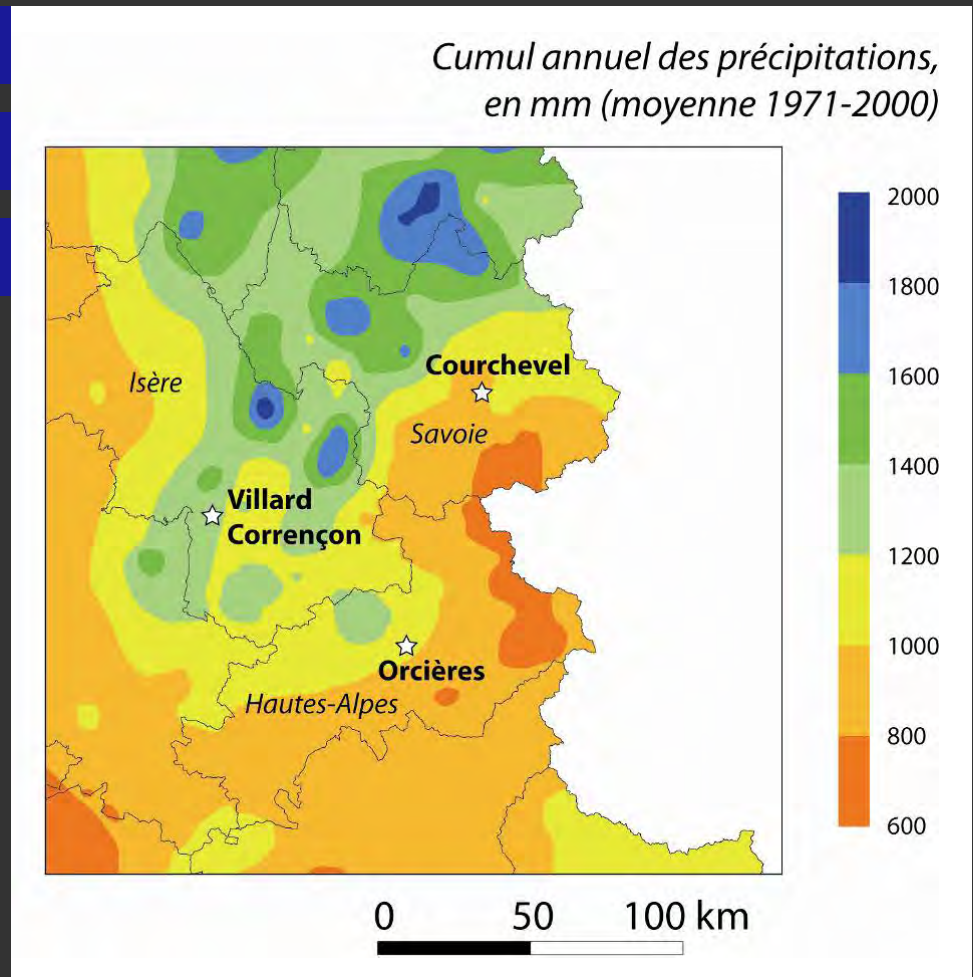
Valmorel

2. Méthode et outils de travail employés

Plusieurs « types » de terrain

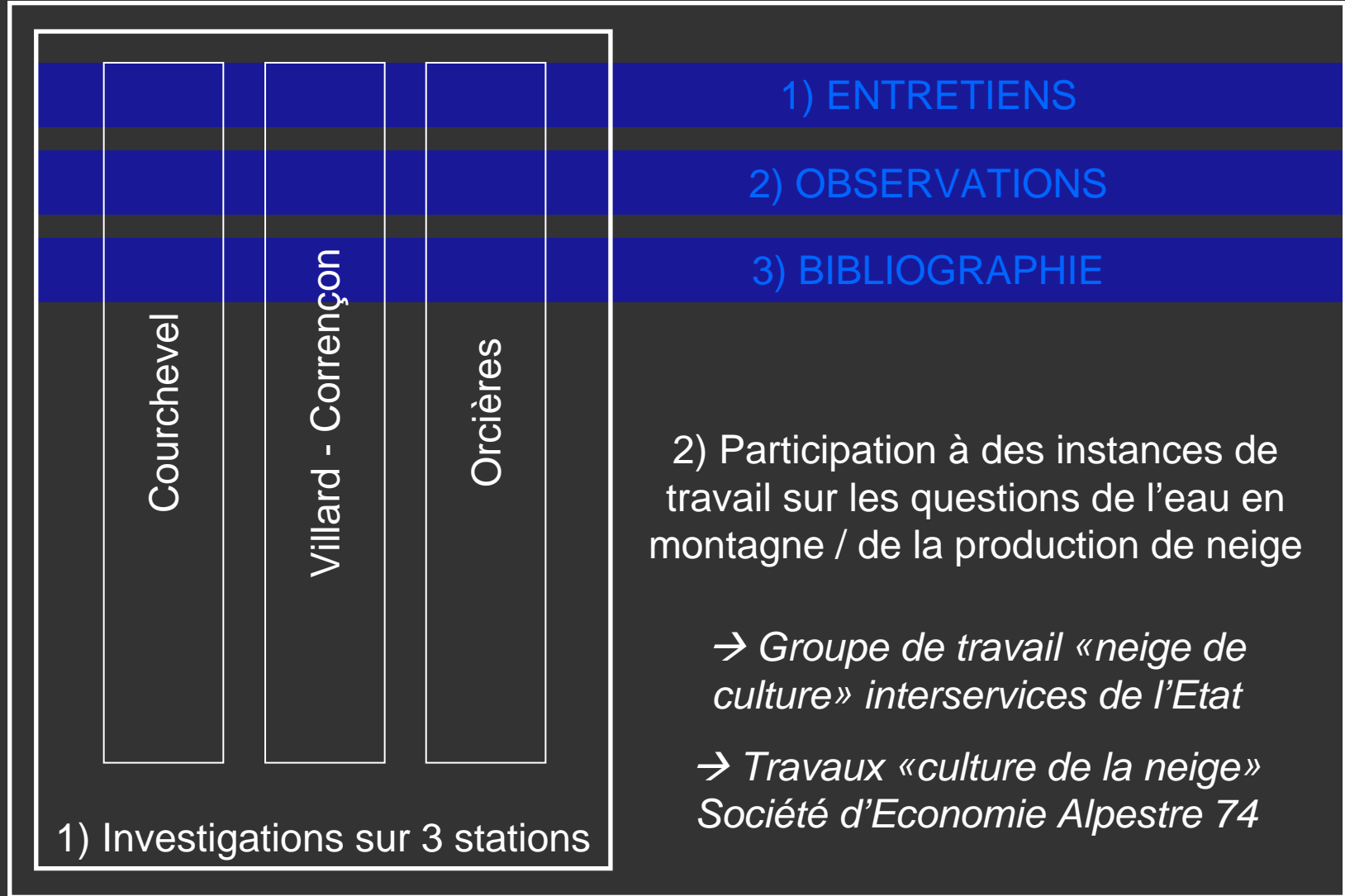


1) Investigations sur 3 stations



2. Méthode et outils de travail employés

Plusieurs « types » de terrain



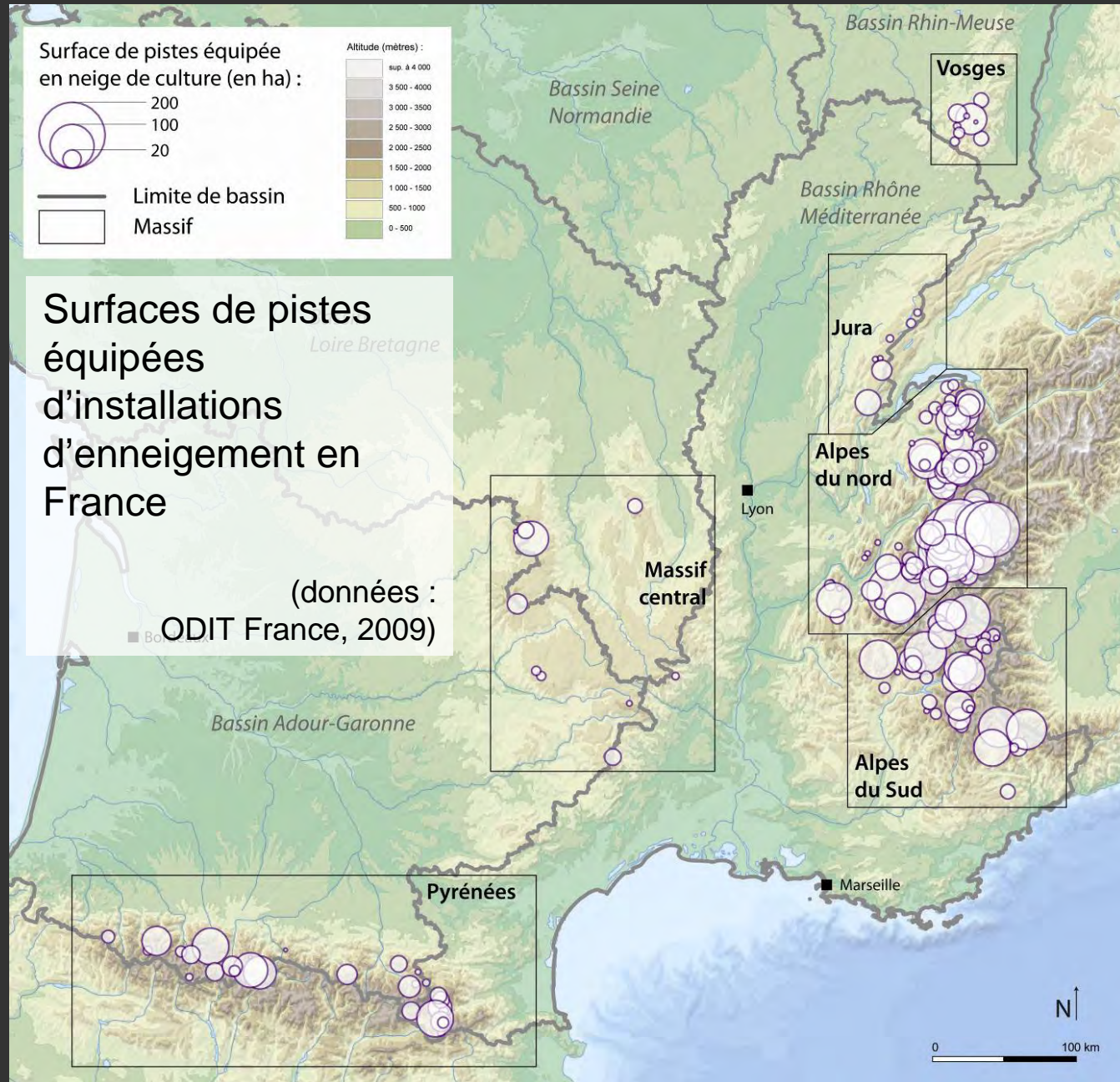
3. Résultats : éléments choisis

1) Equipements.

Echelle macro



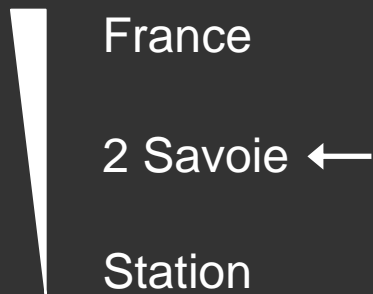
Echelle micro



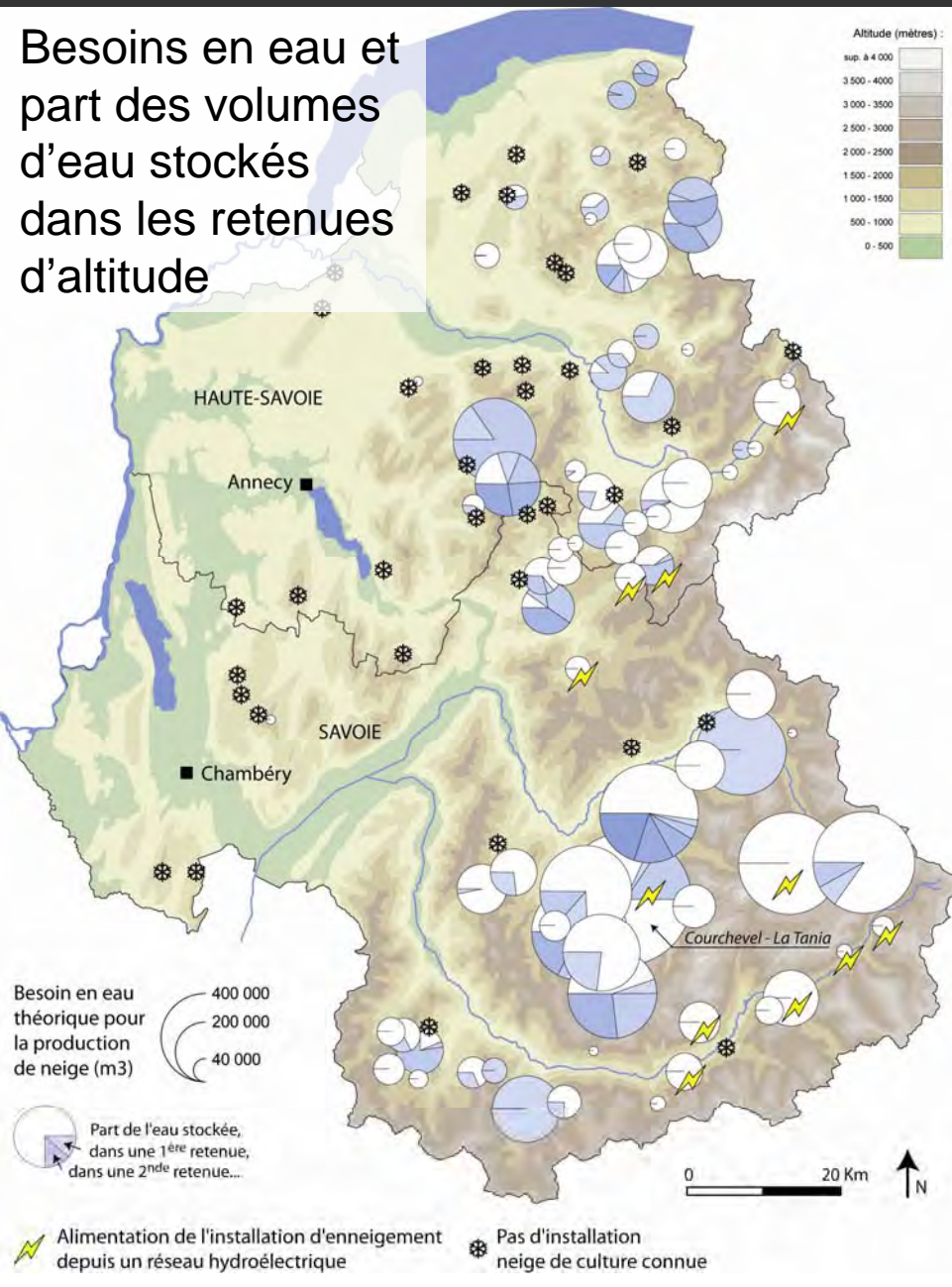
3. Résultats : éléments choisis

1) Equipements.

Echelle macro



Echelle micro



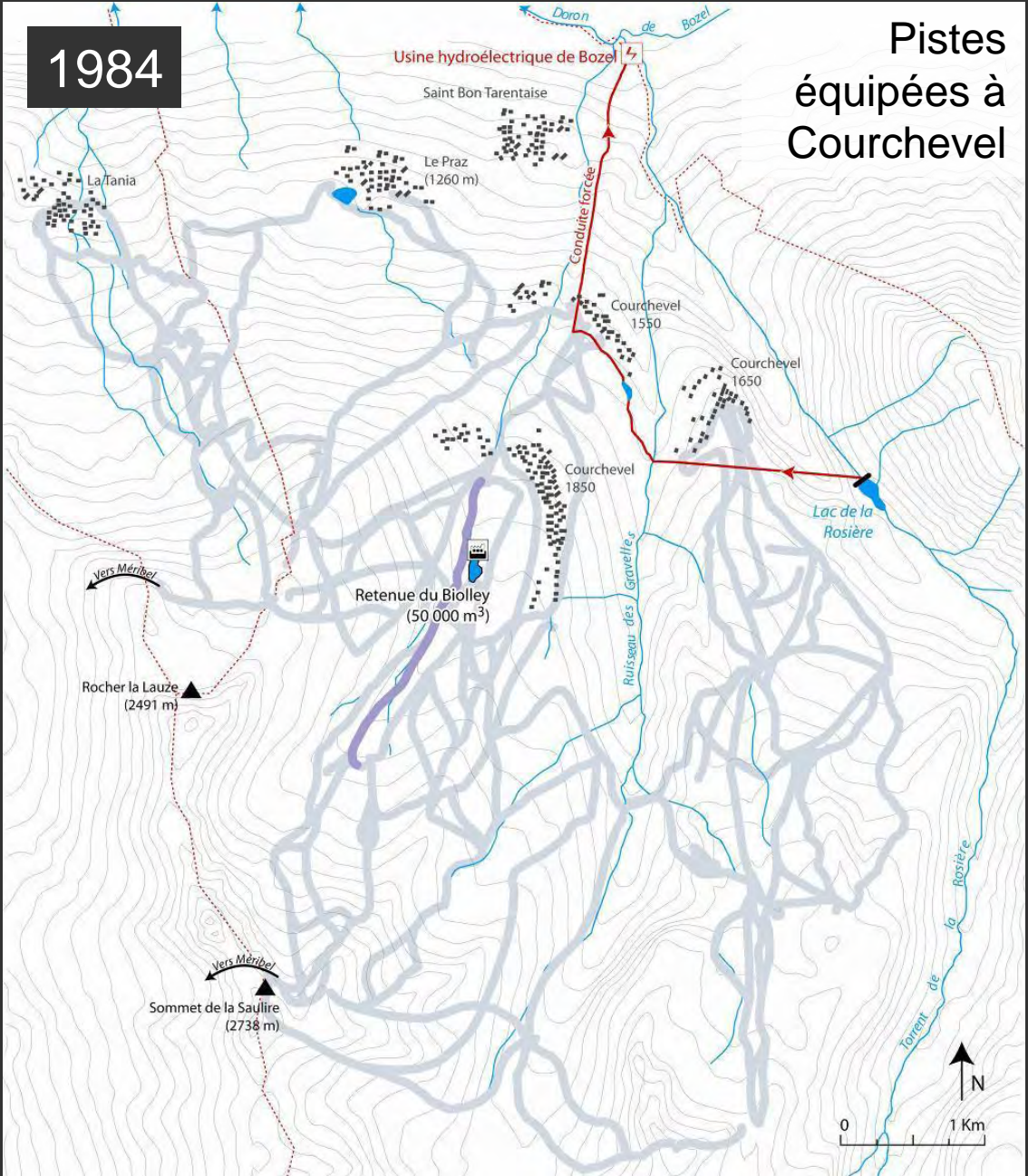
3. Résultats : éléments choisis

1) Equipements.

Echelle macro



Echelle micro



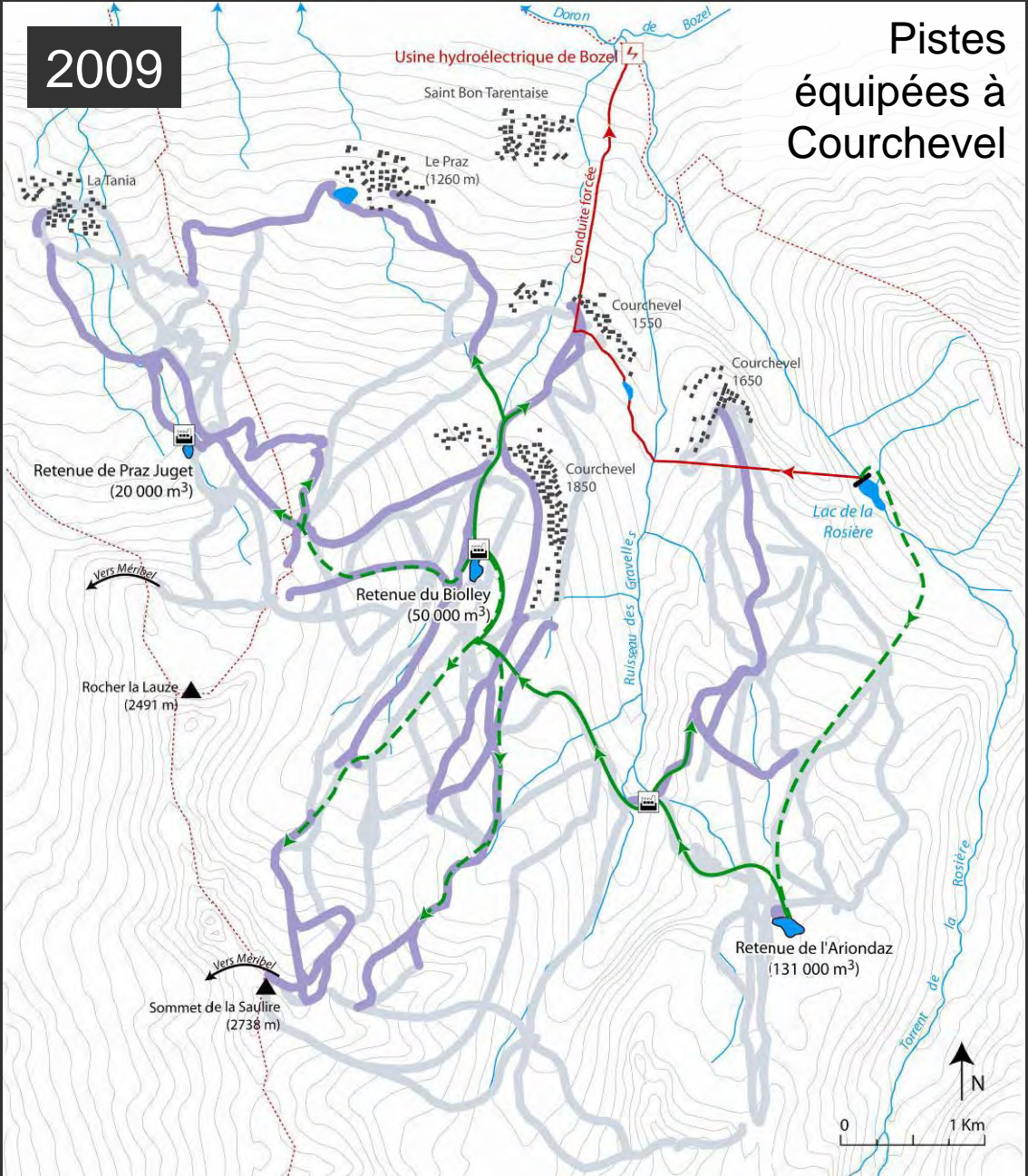
3. Résultats : éléments choisis

1) Equipements.

Echelle macro




Echelle micro



3. Résultats : éléments choisis

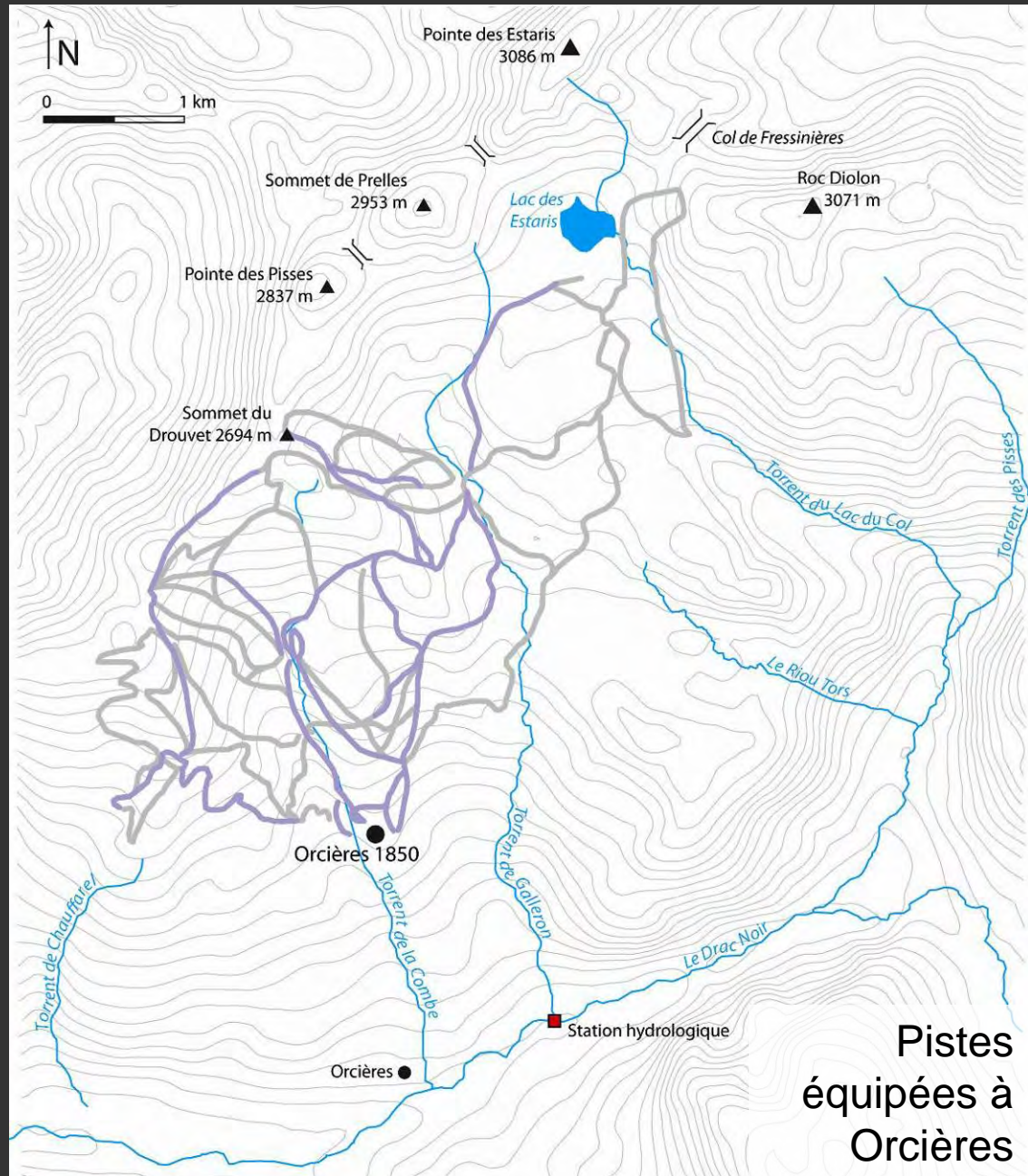
- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.



Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables		Procès-verbal de constatation		CADRE RESERVE AU DESTINATAIRE	
 XXX		Code de l'environnement Livre IV Faune et flore			
janv. 2006		PROCES-VERBAL NUMERO XXX	N° DE PIECE 1	N° DE FEUILLET 1/4	
Nous soussigné(es) C (Agent technique), D (Agent technique) à la résidence administrative de VVV					
« <u>Impacts sur l'environnement</u> : les					
Assèchement du ruisseau sur 50 mètres linéaires »					
<ul style="list-style-type: none">• Date et heure des faits : XXX• Circonstances de l'intervention : Tournée de surveillance					

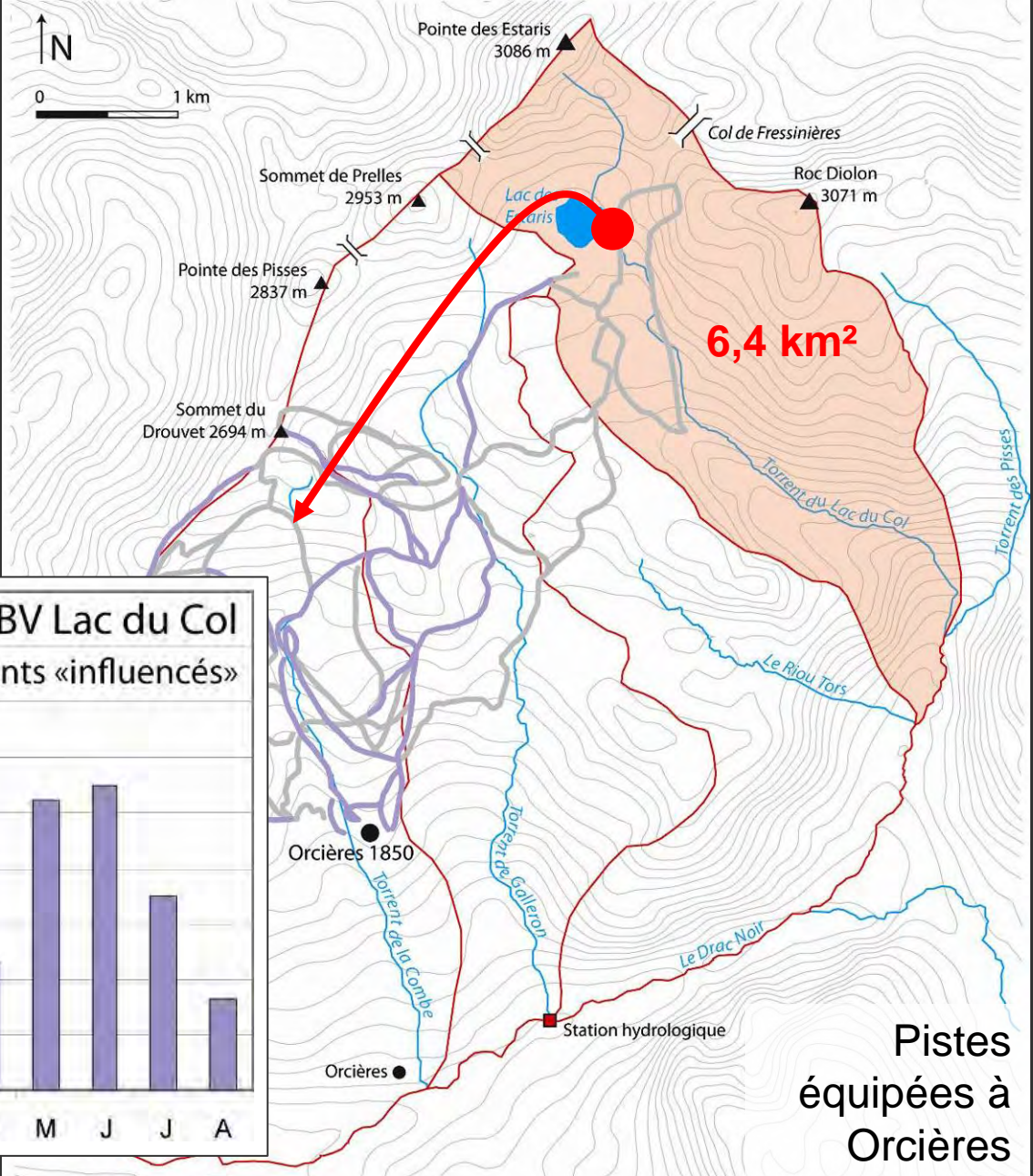
3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.

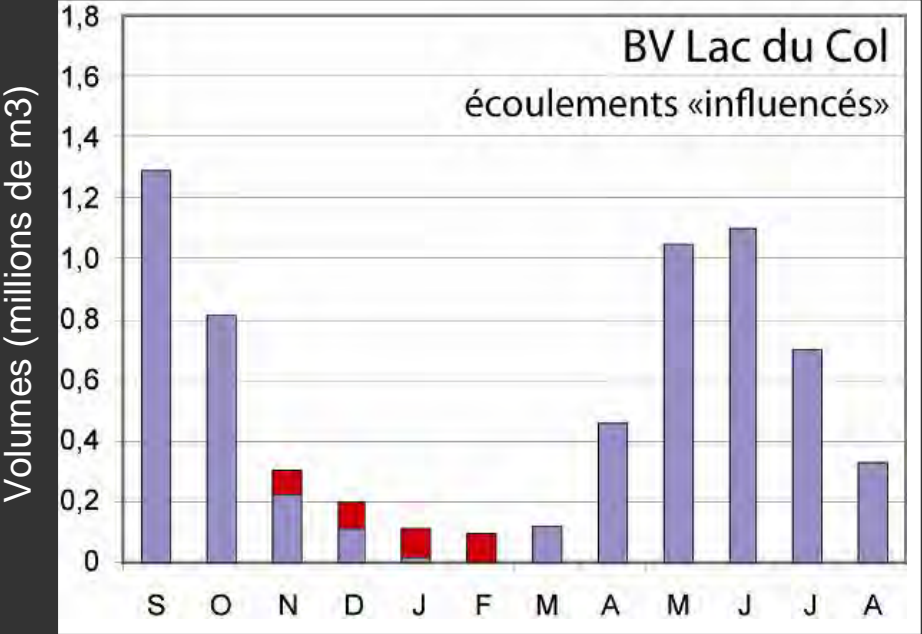


3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.



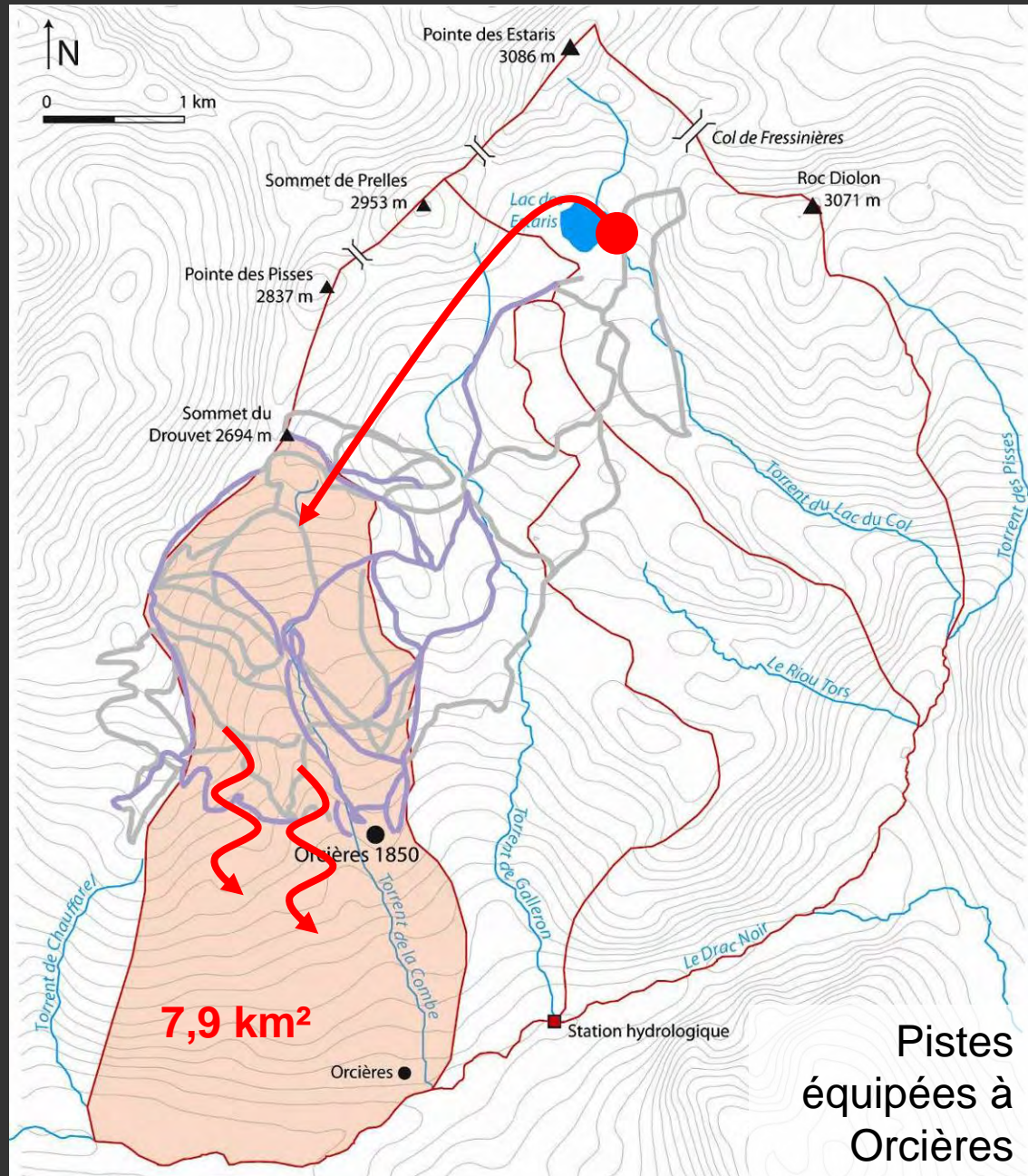
■ Simulation des prélèvements



Pistes équipées à Orcières

3. Résultats : éléments choisis

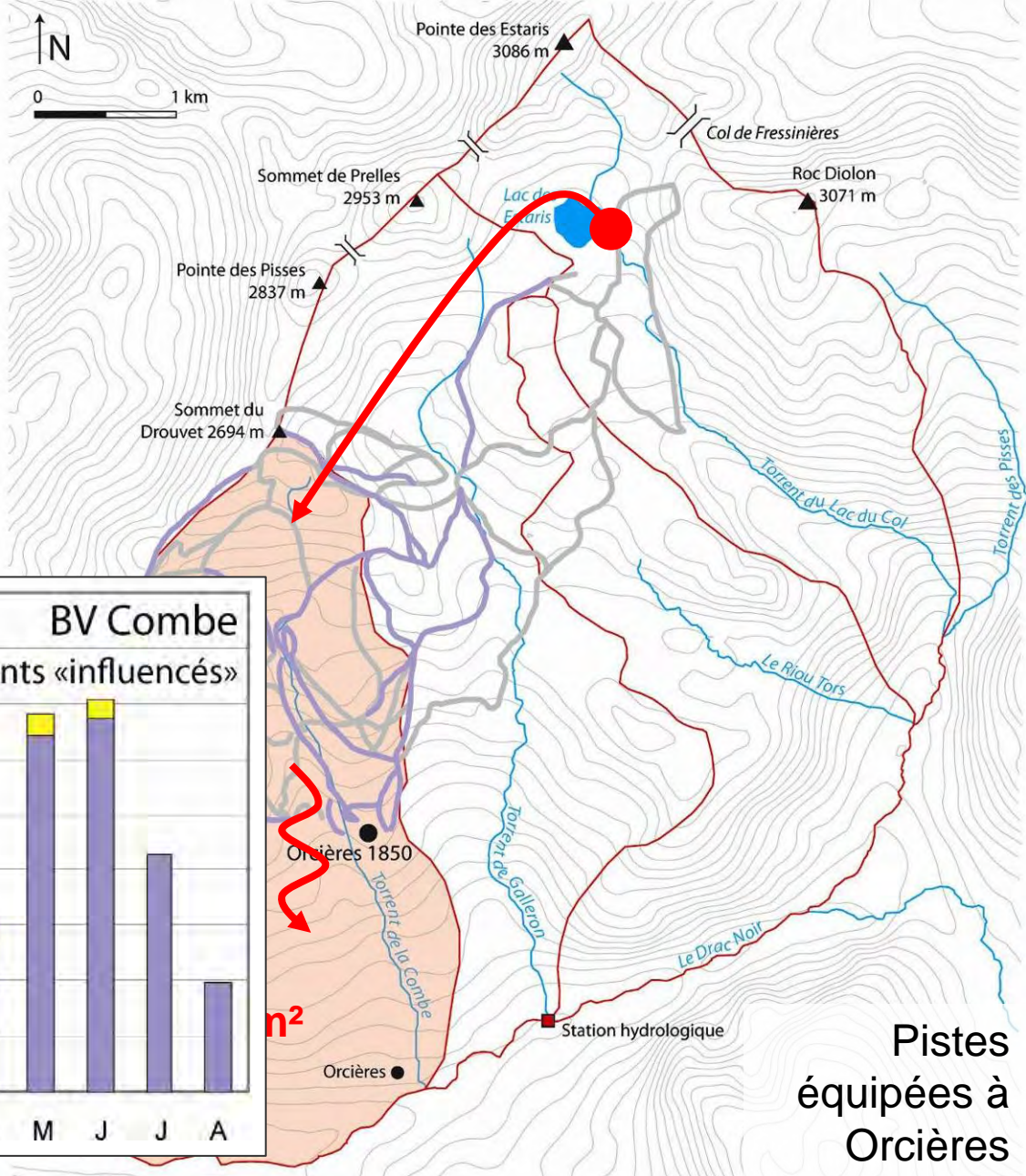
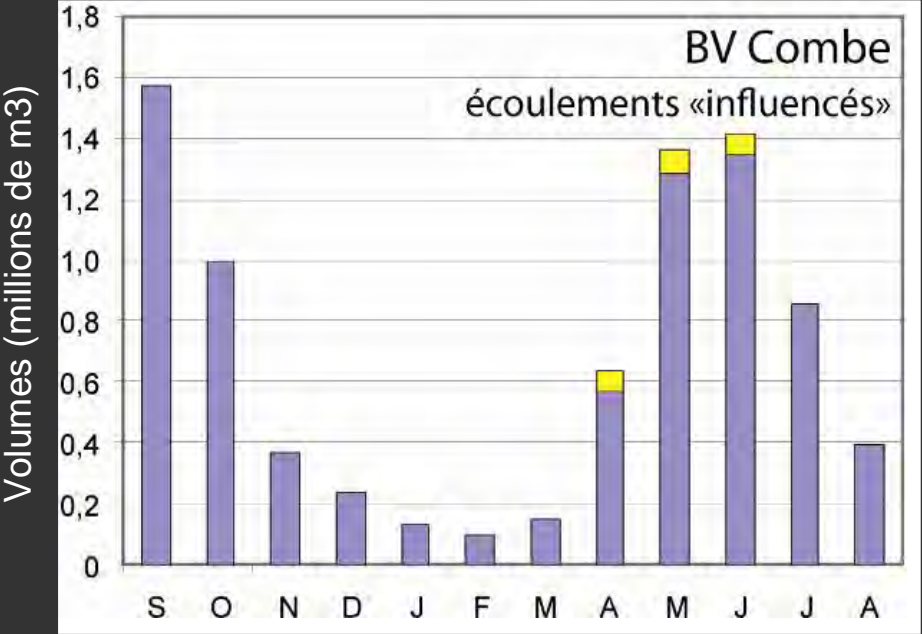
- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.



3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.

Simulation des restitutions

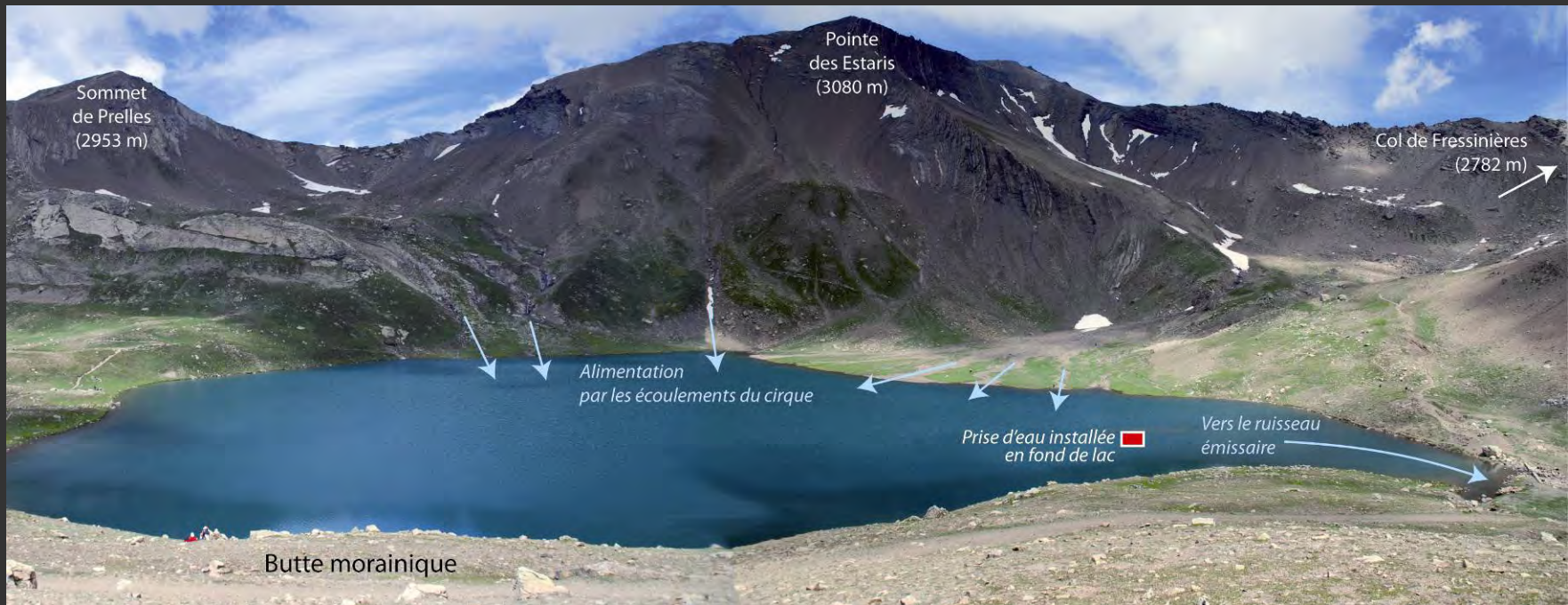


Pistes équipées à Orcières

3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.
- 3) Conciliation des usages.

- Orcières – Le Grand Lac des Estaris :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable (projet)



Orcières : le Grand Lac des Estaris

3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
 - 2) Impacts hydrologiques.
 - 3) Conciliation des usages.
- Orcières – Le Grand Lac des Estaris :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
 - Villard de Lans – La Goule Blanche :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
+ Production d'hydroélectricité

Goule Blanche



3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.
- 3) Conciliation des usages.
 - Orcières – Le Grand Lac des Estaris :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
 - Villard de Lans – La Goule Blanche :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
+ Production d'hydroélectricité
 - Courchevel – Le Lac de la Rosière :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
+ Production d'hydroélectricité

La Rosière



3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.
- 3) Conciliation des usages.

- Orcières – Le Grand Lac des Estaris :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
- Villard de Lans – La Goule Blanche :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
+ Production d'hydroélectricité
- Courchevel – Le Lac de la Rosière :
Production de neige
+ Alimentation en eau potable
+ Production d'hydroélectricité

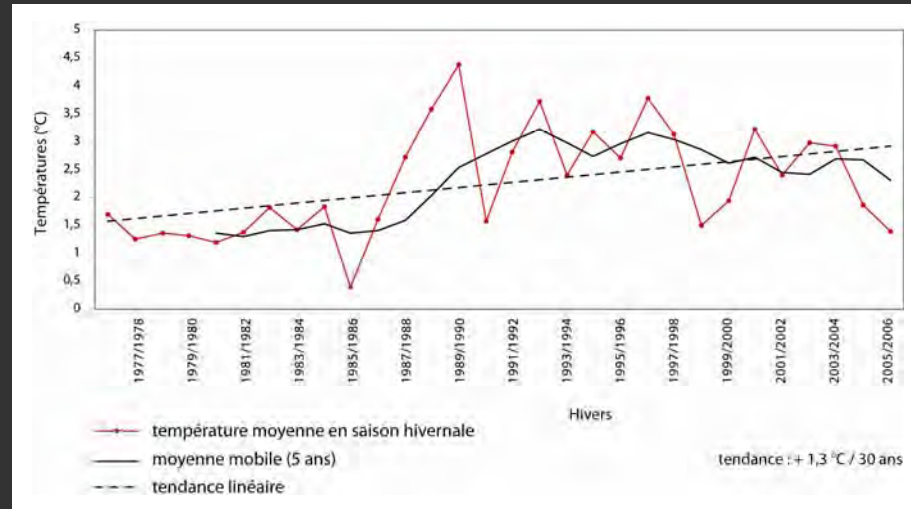
Les acteurs concilient leurs intérêts pour la satisfaction des besoins de chacun.

Quelles « limites » à cette forme de gestion « empirique » de la ressource ?

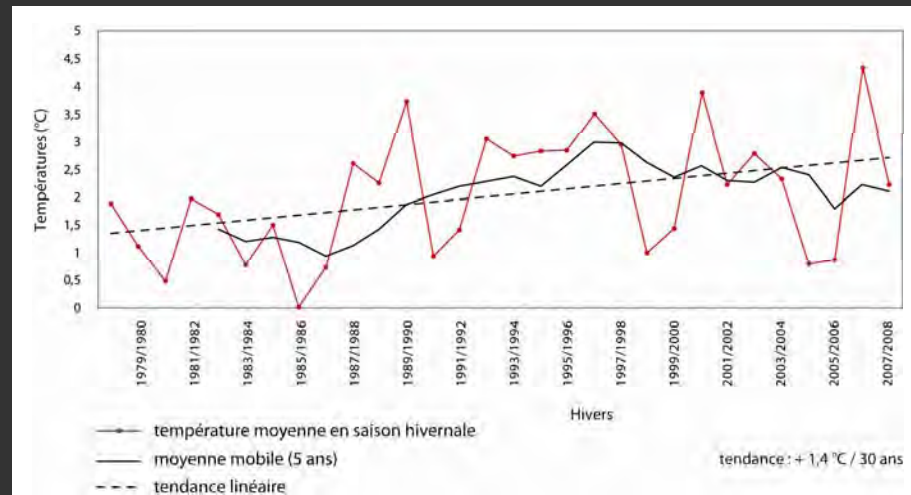
3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.
- 3) Conciliation des usages.
- 4) Vulnérabilité / réchauffement climatique.

Orcières : +1,3 °C / 30 ans
en période hivernale



Villard : +1,4 °C / 30 ans
en période hivernale



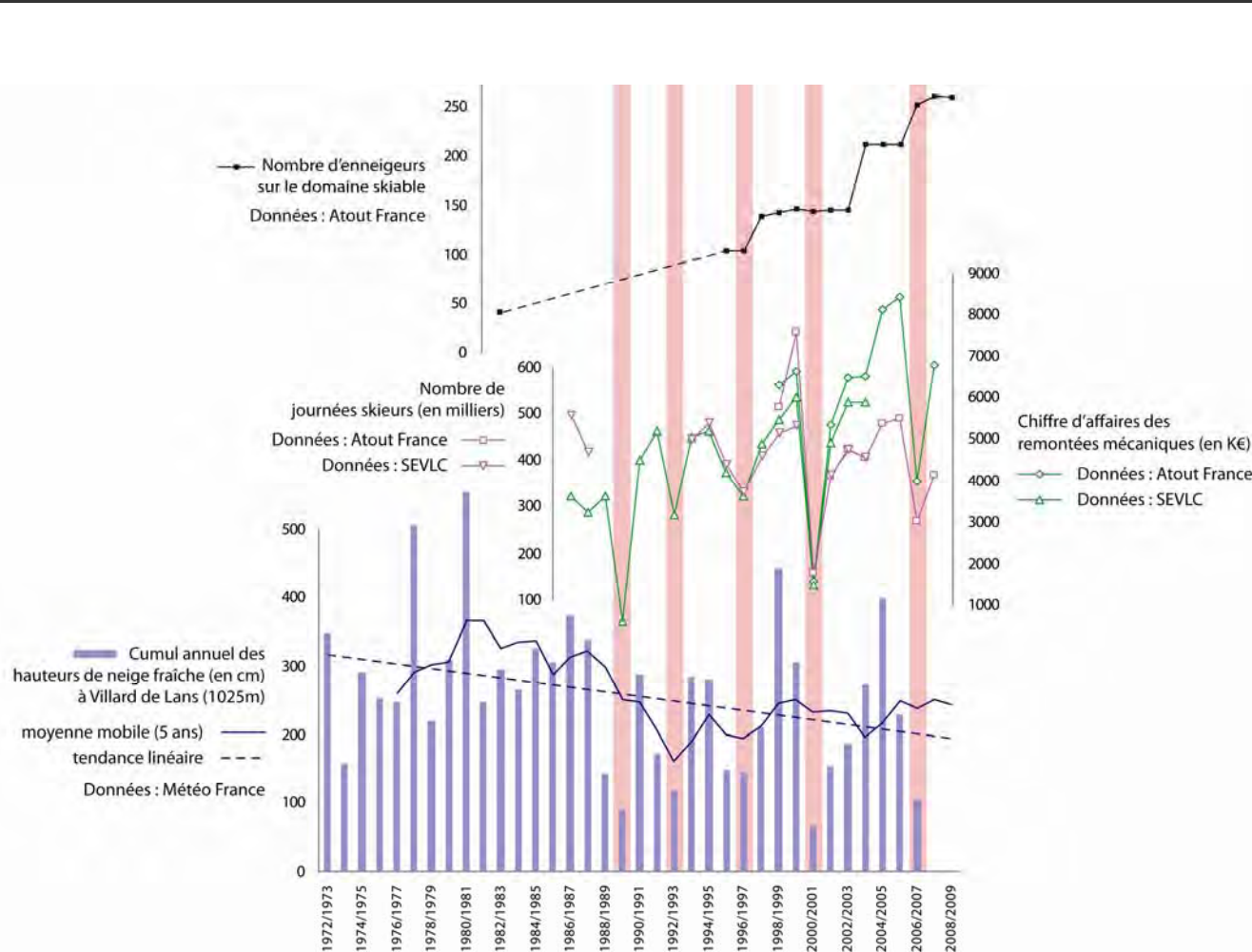
3. Résultats : éléments choisis

- 1) Equipements.
- 2) Impacts hydrologiques.
- 3) Conciliation des usages.
- 4) Vulnérabilité / réchauffement climatique.

et du nombre d'enneigeurs installés sur le domaine skiable,

du chiffre d'affaires des remontées mécaniques,


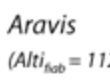
Evolution des cumuls de neige enregistrés à Villard de-Lans,








3. Résultats : éléments choisis

Légende




1) Limite de massif

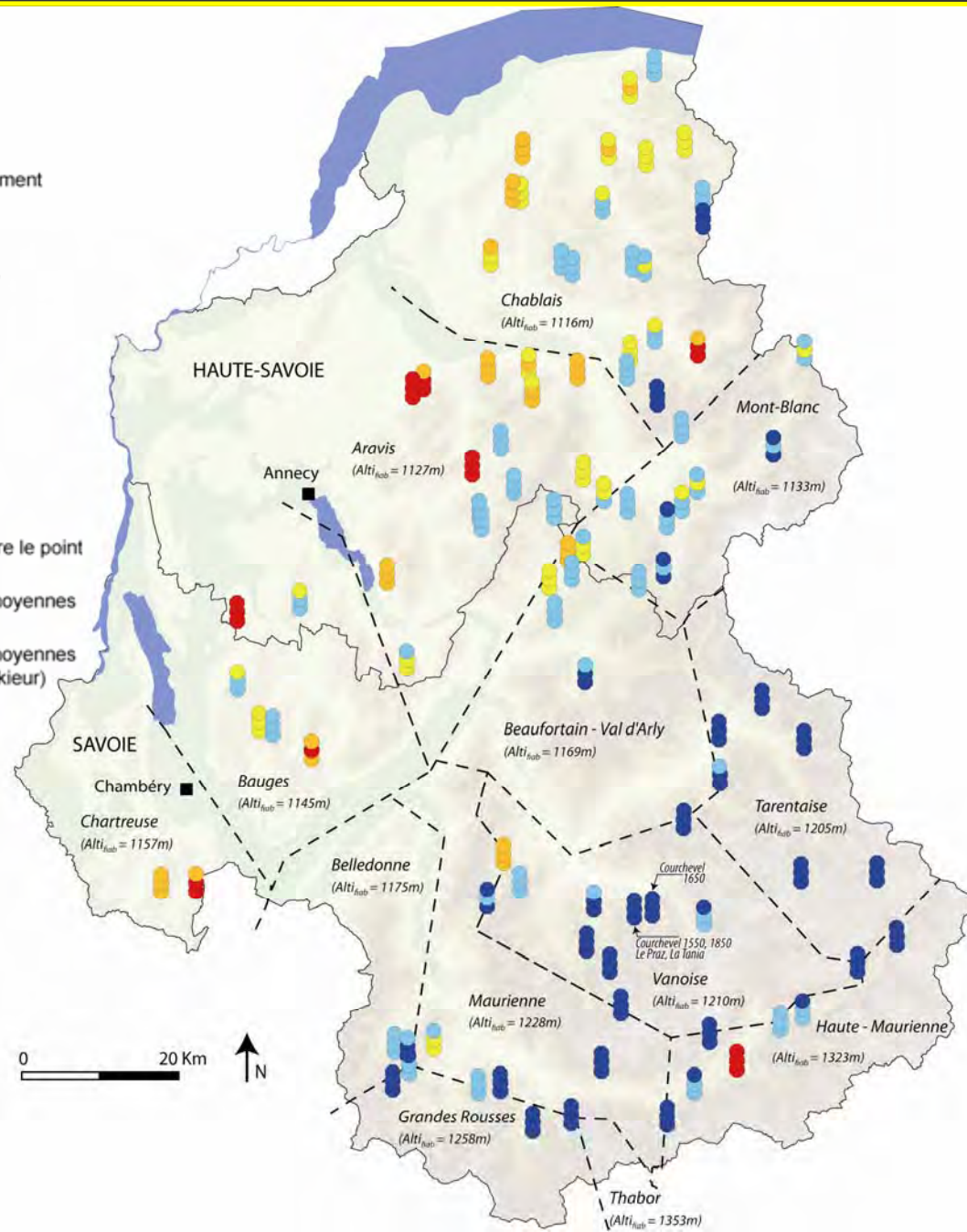
 *Aravis* : nom du massif
 ($Alt_{hab} = 1127m$) : limite de fiabilité actuelle de l'enneigement

2) Evaluation de la fiabilité d'une station de sports d'hiver à l'enneigement naturel (pour 100 jours avec 30cm de neige au sol)...

-  non fiable aujourd'hui
-  non fiable pour +1°C (horizon 2030)
-  non fiable pour +2°C (horizon 2050)
-  non fiable pour +4°C (horizon 2100)
-  toujours fiable

3) ... selon :

-  Méthode 1 (altitude de la station = moyenne altitudinale entre le point haut et le point bas du domaine skiable)
-  Méthode 2 (altitude de la station = moyenne des altitudes moyennes de chaque remontée mécanique).
-  Méthode 3 (altitude de la station = moyenne des altitudes moyennes de chaque remontée mécanique pondérées par leur débit skieur)



Evaluation de la fiabilité de l'enneigement des domaines skiables de Savoie et Haute-Savoie.

4. Interprétation des résultats, essai de proposition

Gestion durable de l'eau et production de neige ?

1. Est-il possible de concilier la production de neige avec les autres usages de l'eau et la préservation des milieux, aquatiques en particulier ?

→ Oui... ... en protégeant la ressource, en planifiant la gestion.

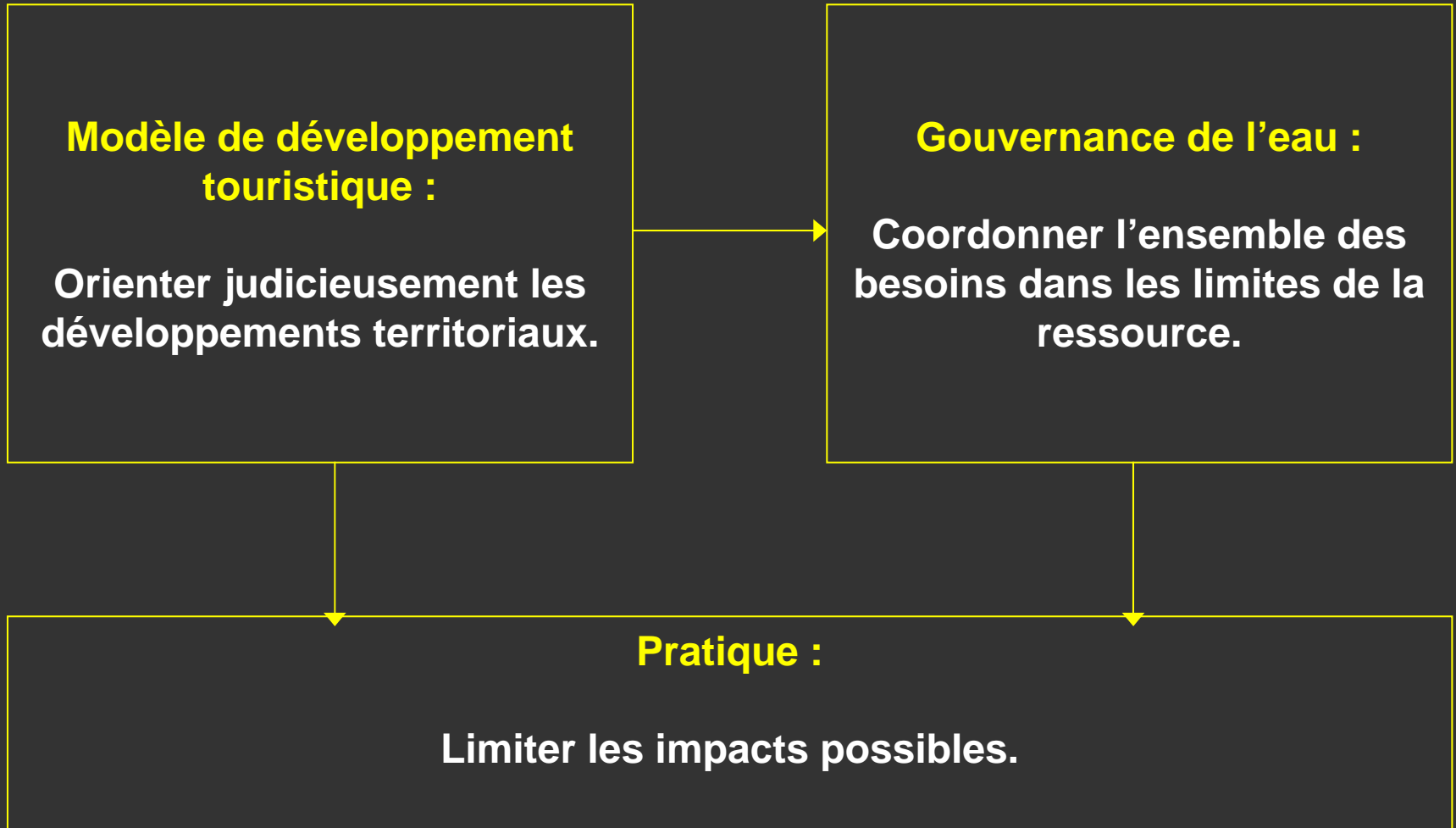
2. Les investissements en installations de production de neige sont-ils pertinents sur le long terme, dans le contexte actuel de changement climatique ?

→ Non... ... pour les stations les plus vulnérables.

**Gestion durable de l'eau et production de neige :
objectif possible si...**

4. Interprétation des résultats, essai de proposition


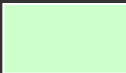

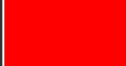
Des réponses multifactorielles et multi-acteurs.

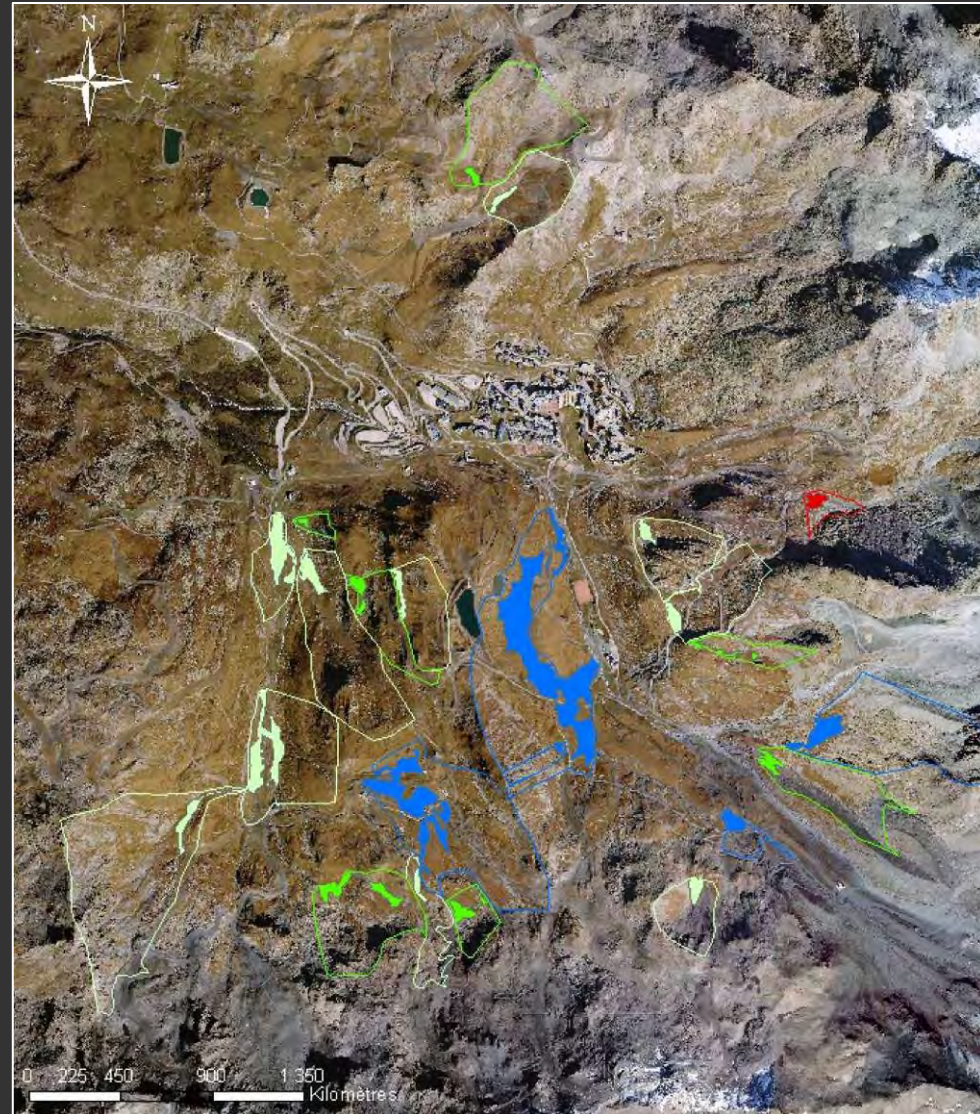


4. Interprétation des résultats, essai de proposition

1) Plan de gestion des zones humides à Val Thorens

Types d'action à réaliser
pour la gestion des zones
humides de Val Thorens

- Restauration nécessaire 
- Mesures conservatoires nécessaires 
- Pas de mesures particulières préconisées 
- A abandonner 



(d'après Content et Georges, 2009)

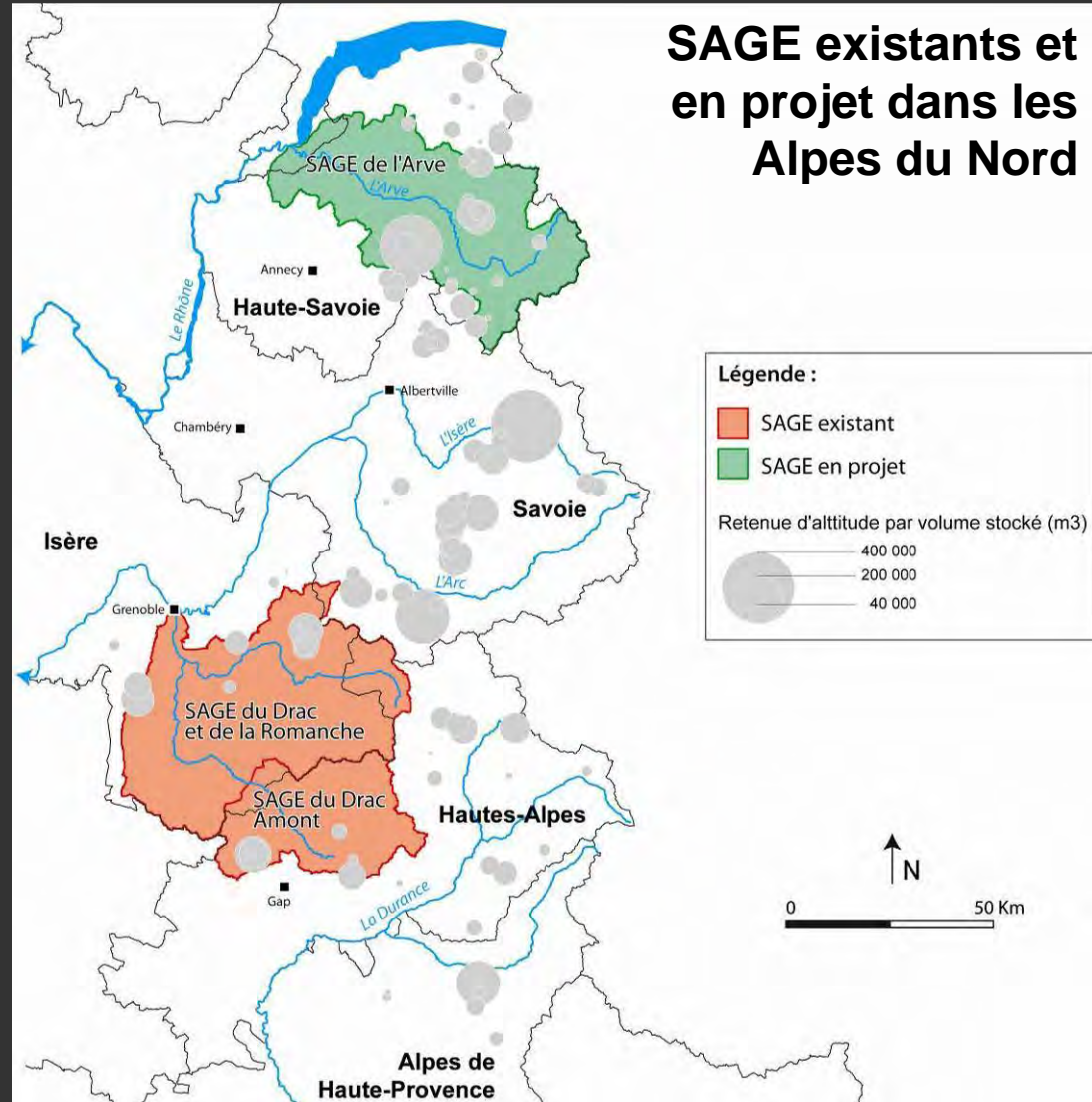
4. Interprétation des résultats, essai de proposition

- 1) Plan de gestion des zones humides à Val Thorens
- 2) SAGE Drac & Romanche

Schéma de conciliation de la production de neige de culture avec la ressource et avec les autres usages

« déterminer les modes de gestion de ces prélèvements les plus respectueux des milieux naturels pour garantir le bon état des milieux (en quantités mais également en diversité) »

(CLE Drac & Romanche, 2008)



Conclusion

Une recherche aux limites certaines...

- Seulement **3 stations étudiées**, sur un ensemble de 300 !
- Une appréciation des impacts hydrologiques :
 - basée sur des **données parfois anciennes et peu nombreuses** ;
 - sans quantification des **incidences sur la vie aquatique**.
- Une recherche « focalisée » sur la **vulnérabilité structurelle** des stations.

A dépasser pour de futures recherches !

- **Diversifier et élargir les terrains d'étude.**
- Préciser les impacts de la production de neige :
 - en s'investissant dans **l'instrumentation d'un bassin** ;
 - en renforçant **l'interdisciplinarité** des prochaines recherches.
- Ouvrir sur l'évaluation des **vulnérabilités organisationnelles** des stations.



**Je vous remercie de
votre attention...**