



Les glaciers-rocheux dans les Hautes-Alpes : inventaire, cartographie et risques associés

Octobre 2011

Philippe BOUVET , Raphaële CHARVET Service RTM des Hautes-Alpes
Armaël RIGUIDEL Etudiant IGA et Stagiaire RTM 2011

Introduction

La hausse significative des températures depuis la fin du XXème est notamment source de déstabilisation et de dégradation des milieux froids, avec la fonte et le recul des glaciers, mais également du pergélisol.

La dégradation du pergélisol de montagne peut être à l'origine d'écroulements rocheux, glissements de terrain, laves torrentielles.

La possibilité d'apparition de nouveaux risques induits doit désormais être examinée, notamment par l'étude de l'évolution des glaciers-rocheux, morphologie caractéristique du pergélisol.

Objectifs de l'étude

- Finaliser une méthode de cartographie directement opérationnelle
- Cartographier tous les glaciers-rocheux du département des Hautes-Alpes (sauf Queyras)
- Proposer une grille d'analyse permettant d'apprécier et de caractériser les risques potentiels associés aux glaciers-rocheux
- Analyser les risques potentiels associés à chaque glacier-rocheux

Cadre et rappels préalables

Une forme particulière de Pergélisol : les glaciers-rocheux

« Les glaciers-rocheux sont des accumulations de débris rocheux, achevées à l'aval par un front raide, présentant une forme de langue, ou de lobe, voire de spatule »

- *ils présentent un modelé particulier de leur surface, fait de multiples bourrelets longitudinaux ou transversaux*
- *il existe théoriquement, selon la structure interne et la dynamique des glaciers-rocheux :*
 - ✓ *des glaciers-rocheux "actifs" qui contiennent une glace profonde, généralement invisible depuis la surface, et qui se déplacent vers l'aval*
 - ✓ *des glaciers-rocheux "inactifs" qui contiennent encore de la glace, mais ont cessé de se déplacer*
 - ✓ *des glaciers-rocheux "fossiles" dont toute la glace a fondu (Barsch, 1987 et 1996). »*

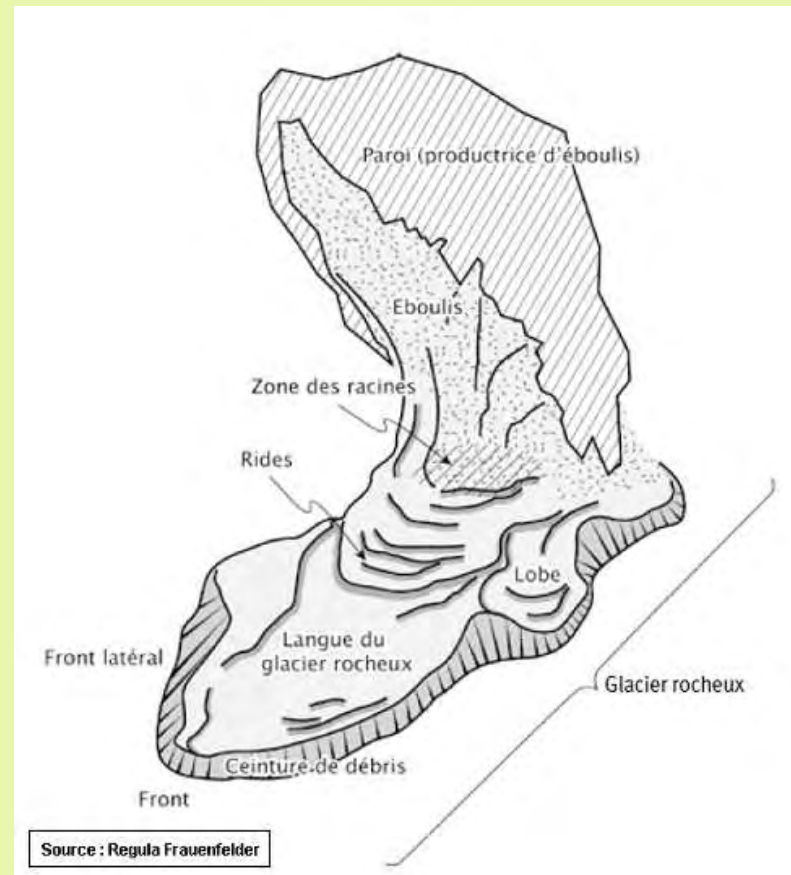
Cadre et rappels préalables

Une forme particulière de Pergélisol : les glaciers-rocheux

Méthodes d'identification :

3 axes récurrents apparaissent :

- La géométrie d'ensemble de la forme
- Les caractéristiques à ses marges
- Le modelé de sa surface



L'inventaire des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes, méthodes et limites

Méthodes

- les données disponibles :

Recensements antérieurs ou en cours, cartes IGN, orthophotographies, cartes géologiques

- la photo-interprétation en stéréoscopie :

Travail préalable indispensable pour un recensement le plus exhaustif possible

- les vérifications de terrain :

Pour compléments, validations, analyses complémentaires

(mesures de pentes, de température, relevés GPS, altitudes, tailles des matériaux, taux de végétation, observation de la stabilité des fronts)

L'inventaire des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes, méthodes et limites

Choix des couches à digitaliser :

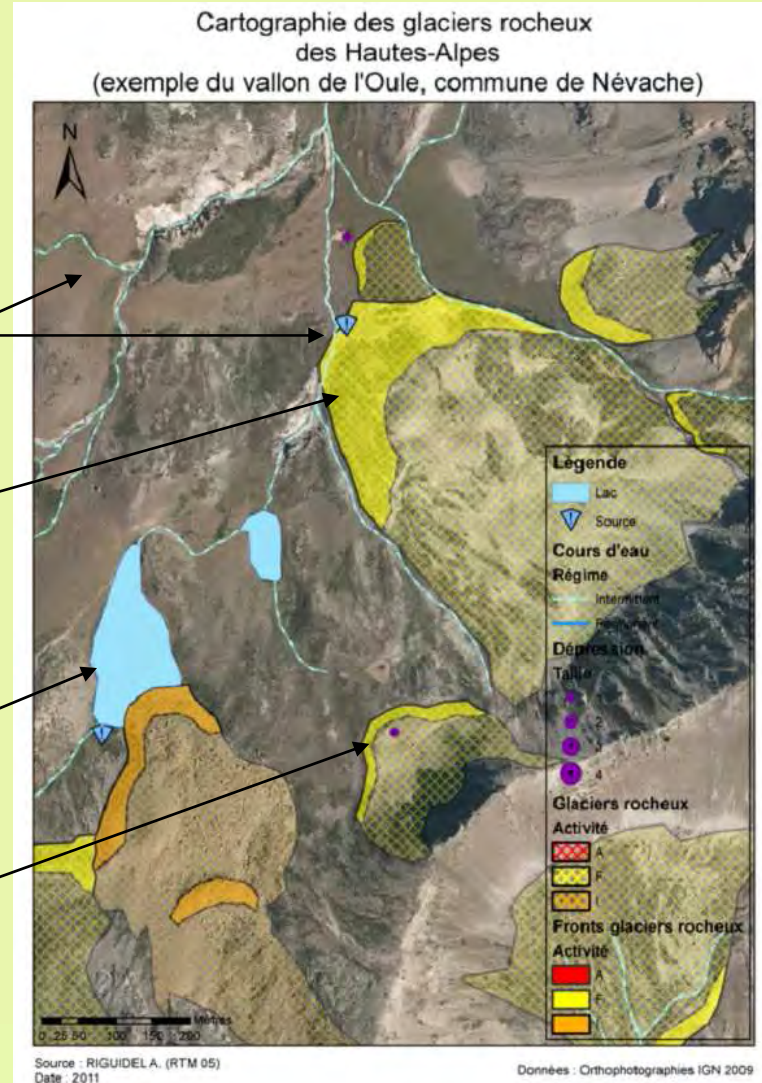
- ✓ les glaciers-rocheux
- ✓ les fronts des glaciers-rocheux
- ✓ les sources sur les fronts
- ✓ les lacs sur ou à proximité des glaciers rocheux
- ✓ les dépressions sur ou à proximité des glaciers rocheux
- ✓ les cours d'eau



L'inventaire des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes, méthodes et limites

Exemple de la cartographie des glaciers-rocheux

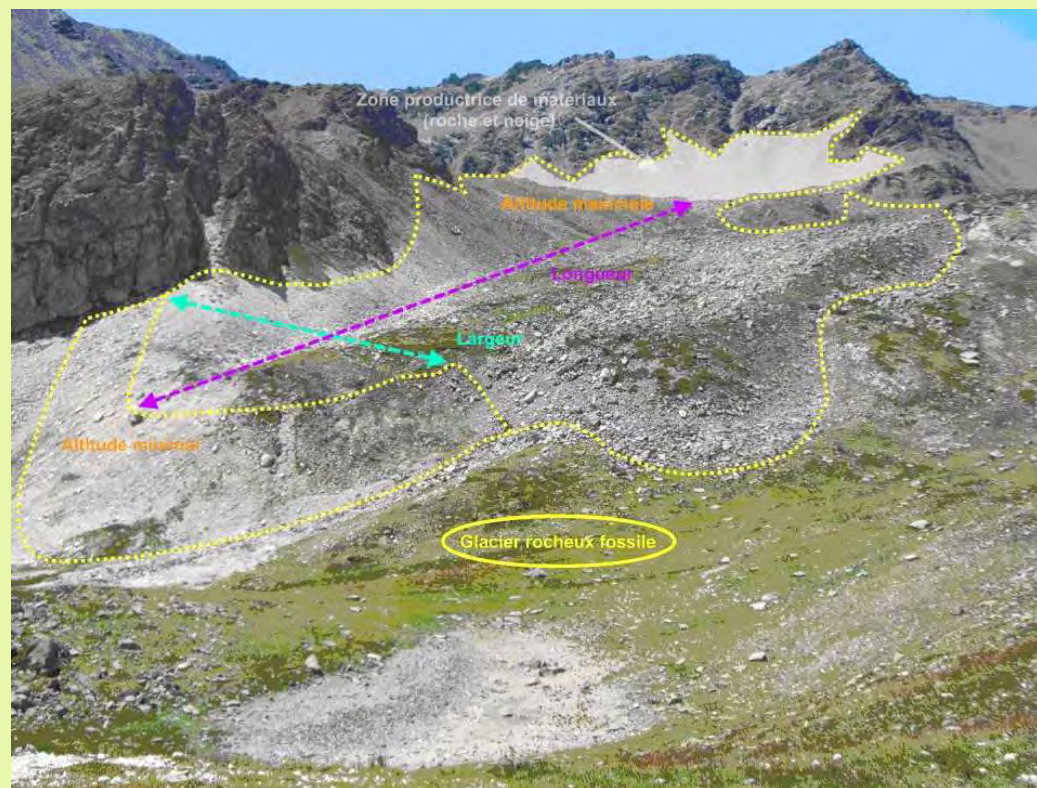
- les cours d'eau et les sources
- les glaciers-rocheux et leurs fronts
- les lacs
- les dépressions



L'inventaire des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes, méthodes et limites

Descripteurs et tables attributaires SIG

- Les descripteurs principaux : exposition, altitudes, pentes, activité,...



L'inventaire des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes, méthodes et limites

Descripteurs et tables attributaires SIG

■ Les descripteurs des phénomènes et des enjeux :

Proposition de typologie des éléments et situations potentiellement génératrices de risques

Phénomènes modérés à faibles	Phénomènes intenses	Parties du glacier-rocheux ou de son environnement concernées
<i>Cotation : 1 à 2, parfois 3</i>	<i>Cotation : 4, parfois 3</i>	
Déplacements du glacier à vitesse constante, moyenne ou faible	Surge	Corps et front du glacier
Glissements localisés	Rupture du glacier	Corps et front du glacier
Tassements de faible ampleur	Affaissements brutaux	Corps et front du glacier
Chute de pierres, glissements localisés	Chutes de blocs, éboulements	Front du glacier
Ravinement	Laves torrentielles	Corps et front du glacier
Vidanges progressives, variations du niveau d'eau	Débâcle, vidange brutale (par infiltration ou par débordement)	Lac, dépression

L'inventaire des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes, méthodes et limites

Table des glaciers-rocheux – 3^{ème} partie : les phénomènes à prendre en compte et pouvant avoir un impact éloigné, et les enjeux associés

PHENOMENES POUVANT GENERER UNE MENACE A DISTANCE DU GLACIER ROCHEUX								ENJEUX DISTANTS	
Phénomènes glacier - Cotation	Phénomènes glacier	Phénomènes front Cotation	Phénomènes front	Phénomènes lac - Cotation	Phénomènes lac	Phénomènes dépression - Cotation	Phénomènes dépression	Enjeux distants - Cotation	Enjeux distants
phD_GR_C	phD_GR	phD_fr_C	phD_fr	phD_lac_C	phD_lac	phD_dp_C	phD-dp	enj_dist_C	enj_dist
texte	texte	texte	texte	texte	texte	texte	texte	texte	texte
1	50	1	50	1	50	1	50	1	50
L'impact est évalué pour une distance plus importante		L'impact est évalué pour une distance plus importante		L'impact est évalué pour une distance plus importante		L'impact est évalué pour une distance plus importante			
?	Non renseigné	?	Non renseigné	?	Non renseigné	?	Non renseigné	?	Non renseigné
0	Aucune menace envisagée	0	Aucune menace envisagée	0	Aucune menace envisagée	0	Aucune menace envisagée	0	Aucun
1		1		1		1		1	Infrastructures locales
2	Source de matériaux pour le torrent (ravinement, ...)	2	Faible alimentation du torrent en matériaux	2	Vidange progressive (par infiltration)	2	Vidange pro-gressive (par infiltration)	2	maisons isolées, infrastructures importantes
3	Glissement important, jusqu'au talweg	3	Forte alimentation du torrent en matériaux ou éboulements menaçants	3	Vidange progressive (par débordement)	3	Vidange pro-gressive (par débordement)	3	Hameau
4	Départ d'une lave torrentielle	4	Départ d'une lave torrentielle ou chutes de pierres menaçantes	4	Débâcle	4	Débâcle	4	Village, ville

L'inventaire des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes, méthodes et limites

Limites

- Inventaire basé sur une analyse experte de la géomorphologie
la grande majorité des glaciers-rocheux et leur activité associée nous ont paru facilement reconnaissables
- Part d'interprétation non négligeable, choix délicats ou oublis probables qui ont concerné surtout :
 - Les formes ambiguës
 - Les formes discrètes
Petits glaciers-rocheux , glaciers-rocheux constitués de matériaux fins, formes de fluages dans des éboulis, bourrelets de névés, moraines de poussée,...

Données enregistrées et résultats

■ Inventaire cartographique des glaciers-rocheux

625 glaciers-rocheux cartographiés dont :

- ✓ 120 actifs
- ✓ 161 inactifs
- ✓ 344 fossiles

■ Recensement, cartographie et description des facteurs de risques associés aux glaciers-rocheux, aux fronts, aux lacs ou dépressions :

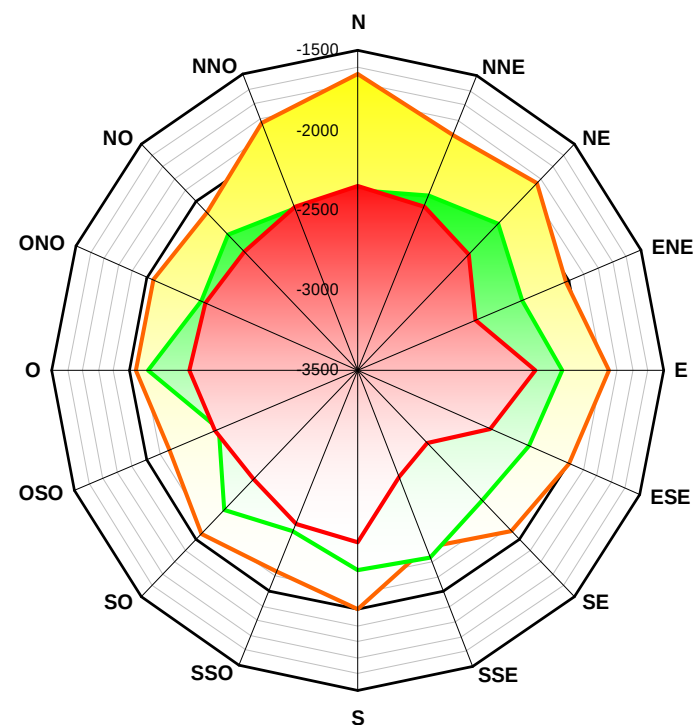
- ✓ Tous les éléments mesurés et analysés ont été enregistrés dans les tables attributaires SIG des objets cartographiés
- ✓ Ces éléments ont permis les premières analyses et conclusions opérationnelles

■ Huit monographies réalisées sur des sites potentiellement à risques dans les Hautes-Alpes

Données enregistrées et résultats

Quelques données concernant la répartition des glaciers-rocheux dans les Hautes-Alpes :

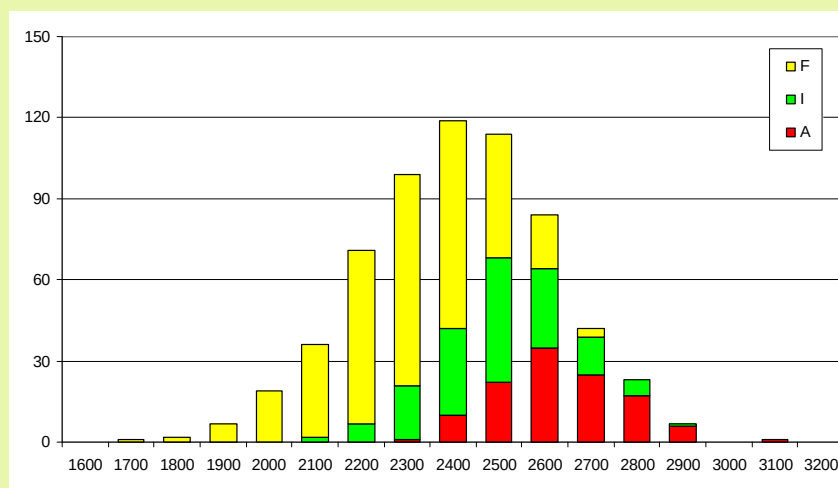
■ Altitude minimale des fronts de glaciers-rocheux



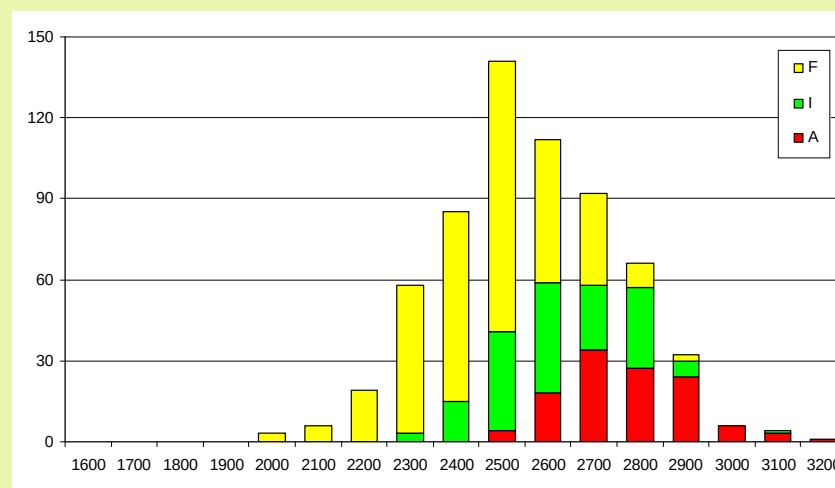
altitudes les plus basses atteintes par les fronts de glaciers-rocheux

Données enregistrées et résultats

■ Répartition des glaciers-rocheux en fonction de leurs altitudes max ou mini et selon leur activité



Altitude mini

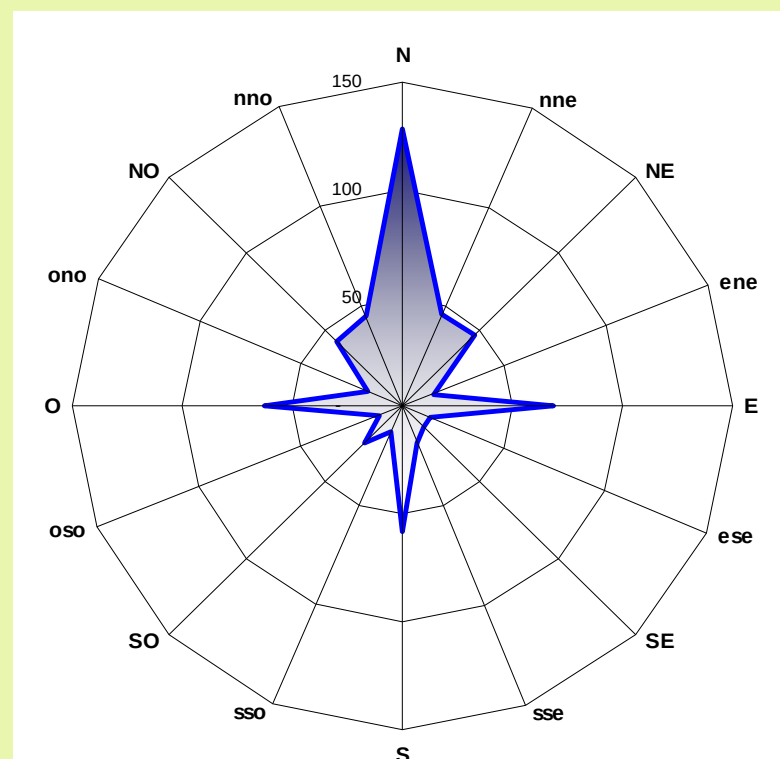


Altitude maxi

Données enregistrées et résultats

■ Influence de l'exposition

- ✓ **Grande influence de l'exposition sur la répartition** (en nombre) des glaciers-rocheux (évidemment beaucoup plus nombreux en exposition nord)



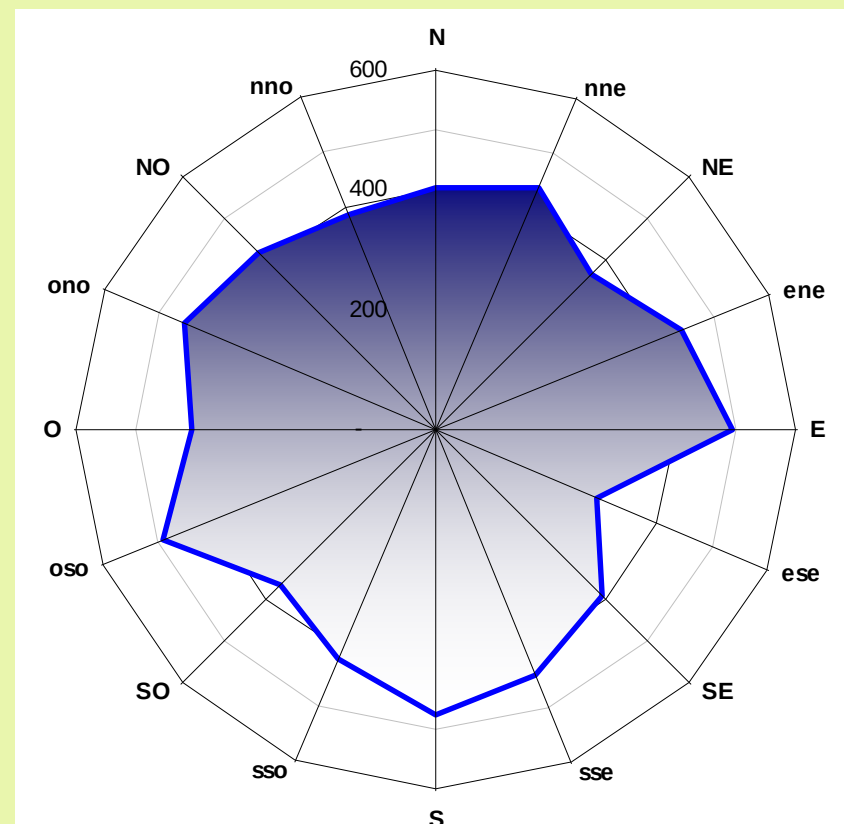
Nb de glaciers-rocheux / exposition
Exposition générale des glaciers-rocheux des Hautes-Alpes
(hors Queyras)

Données enregistrées et résultats

■ Influence de l'exposition

- ✓ **Faible influence de l'exposition sur la longueur des glaciers-rocheux ou sur l'altitude de leur front aval** (ces 2 paramètres étant liés)

Ce constat est a priori étonnant et méritera des analyses complémentaires.

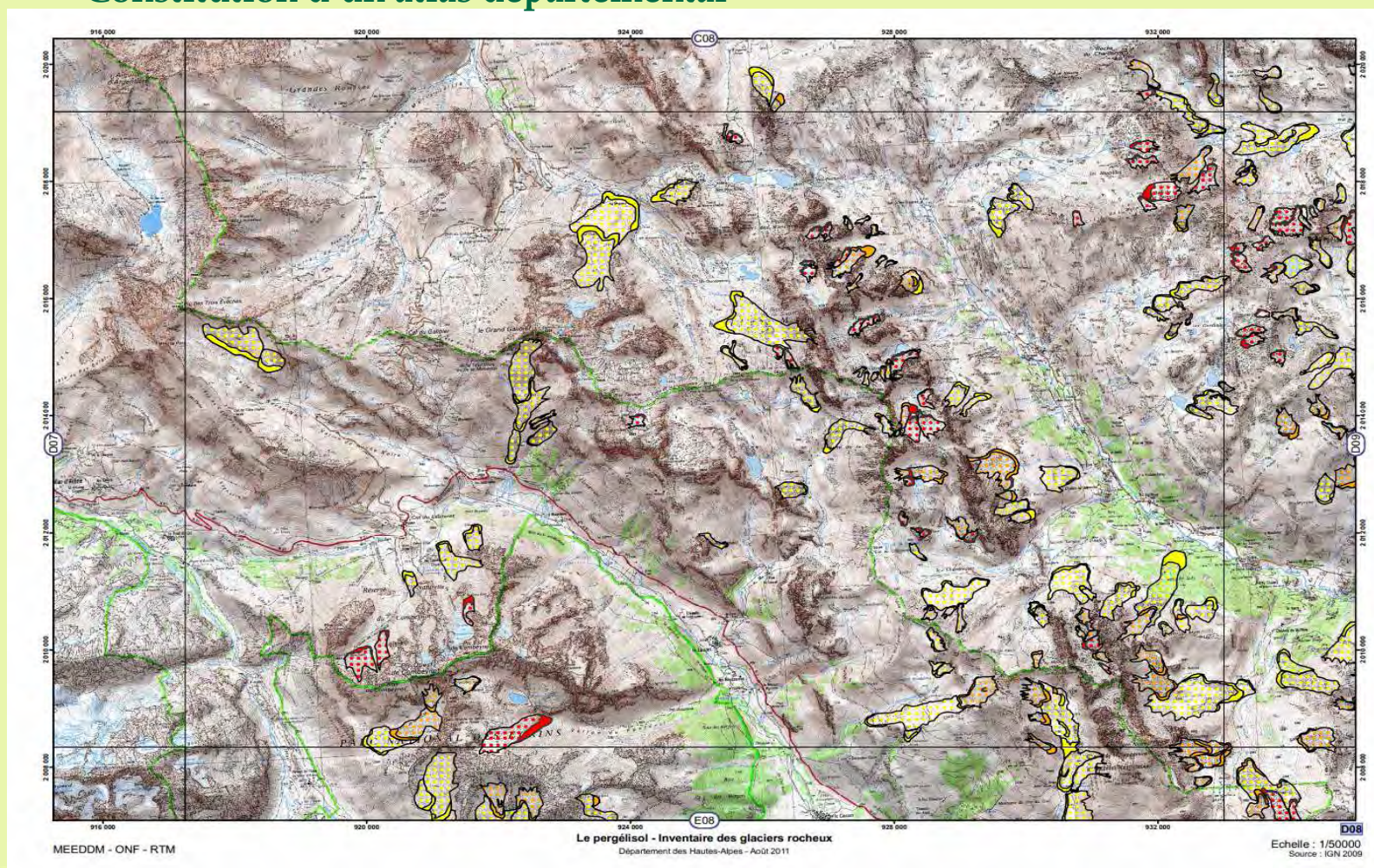


Longueur moyenne des glaciers-rocheux, selon l'exposition

Données enregistrées et résultats

Constitution d'un atlas départemental

22 planches
A3
au 1/50 000



Glaciers-rocheux et risques associés

Bilan

- A ce jour, pas de site à risques particulièrement évidents en lien avec les glaciers-rocheux recensés
- 22 sites prioritaires identifiés (comprenant 55 glaciers-rocheux) , pour lesquels nous proposons :
 - ✓ des réflexions ou investigations complémentaires
 - ✓ des suivis plus attentifs

Commune	Lieu	Nb de glaciers-rocheux sur le site
Ceillac	Vallon Ste Anne	3
Champoléon	Mal Cros	1
La-Salle-Les-Alpes	Torrent de la Salle	6
Monetier-les-Bains	Arsine	1
	Chardoussier	1
	Rif Blanc	6
	Vallon du Fontenil	1
Nevache	Chardonnet	1
	Combe de la Miglia	1
	Grand lac de l'Oule	1
	Lac Blanc	3
	Lac de la Casse Blanche	2
	Lac Long	1
	Vallon de Blaune	5
	Vallon des Béraudes	3
	Vallon des Sables	3
	Vallon des Sagnes Froides	3
	Vallon des Thuers	1
	Vallon du lac rouge	3
	Vallon Froid	5
Pelvoux	Vallon de Clapouse	2
Ristolas	Foréant	2

Liste des 22 sites prioritaires

Pour la moitié :

✓ présence d'un lac, sur ou au contact des glaciers-rocheux

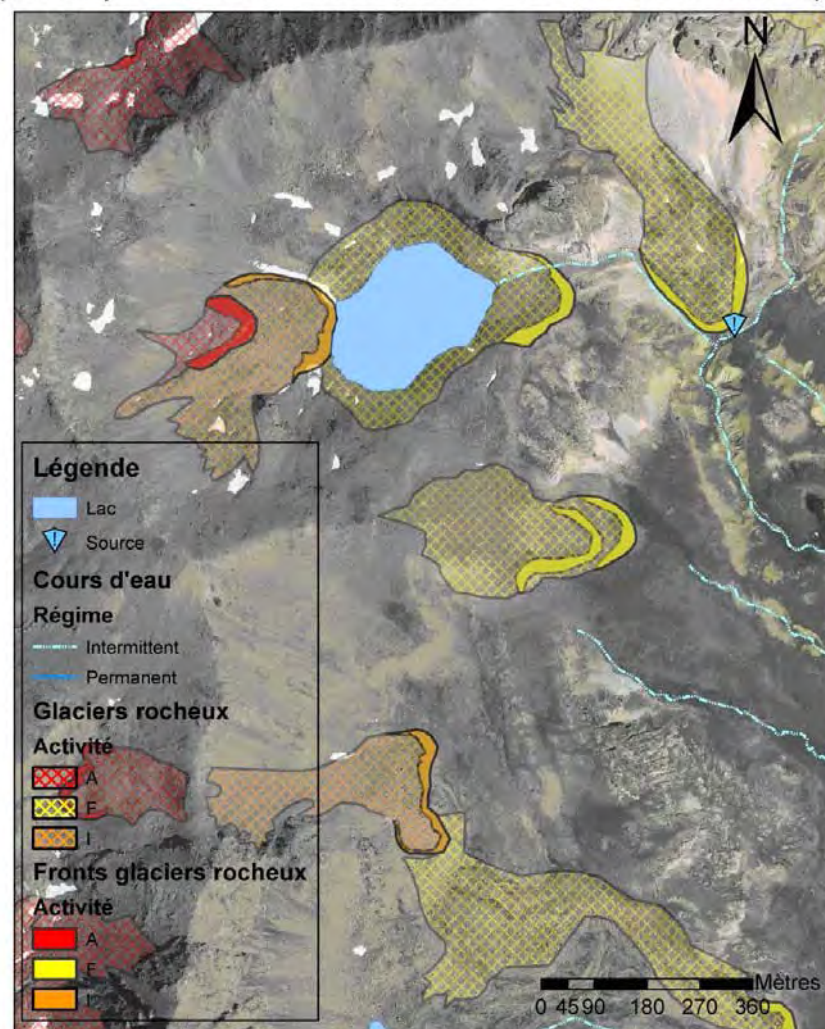
Pour le reste, il s'agit de glaciers-rocheux :

✓ actifs

✓ et/ ou avec un front dominant des pentes fortes

✓ et/ ou avec des enjeux au pied des pentes fortes

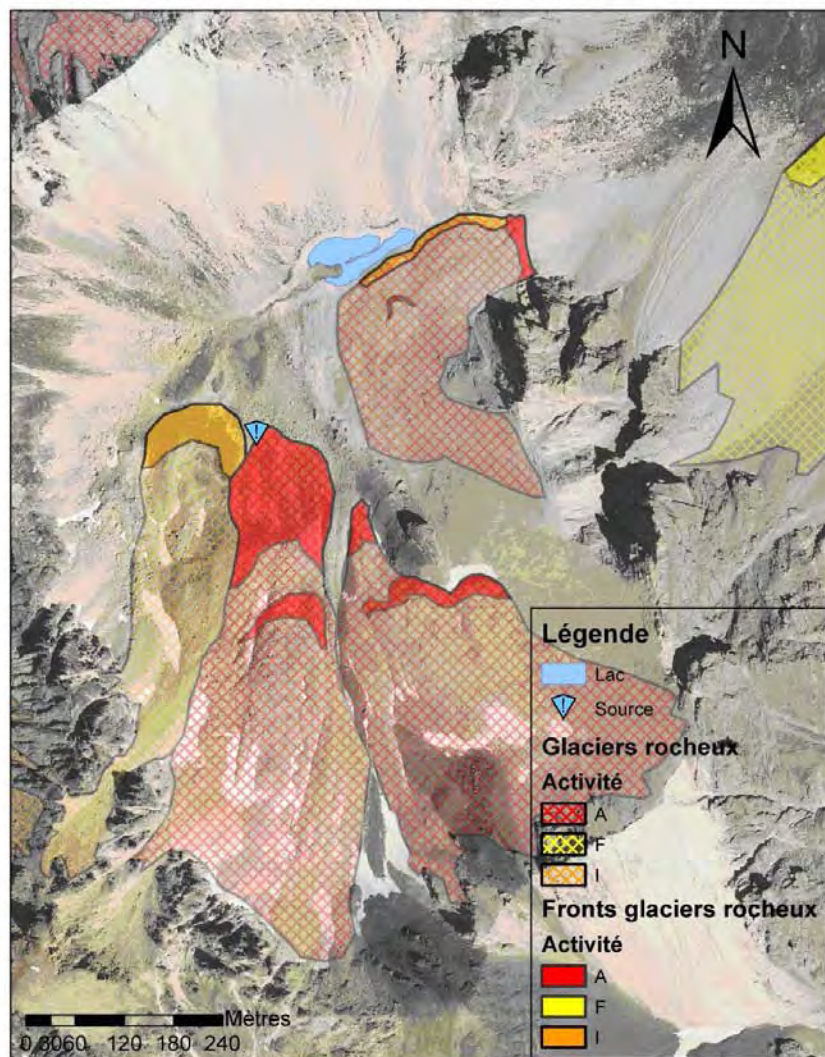
Cartographie des glaciers rocheux des Hautes-Alpes (exemple du Lac Blanc, commune de Névache)



Source : RIGUIDEL A. (RTM 05)
Date : 2011

Données : Orthophotographies IGN 2009

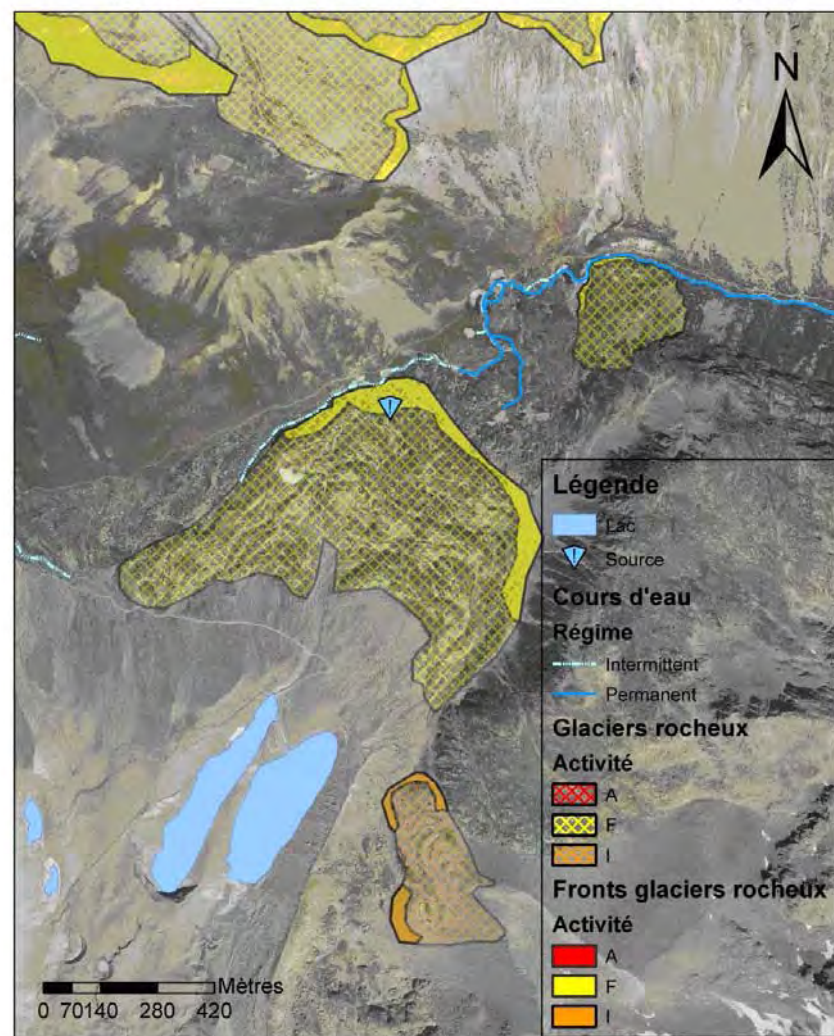
Cartographie des glaciers rocheux
des Hautes-Alpes
(exemple de la combe du lac Rouge, commune de Névache)



Source : RIGUIDEL A. (RTM 05)
Date : 2011

Données : Orthophotographies IGN 2009

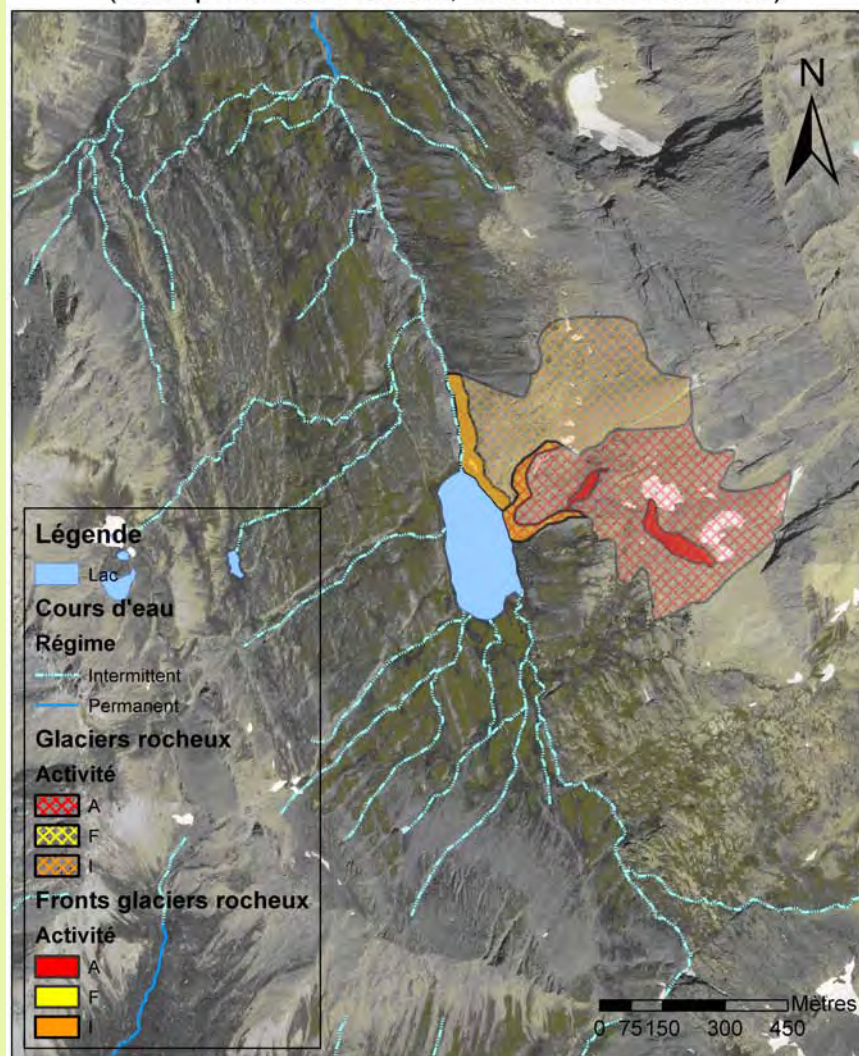
Cartographie du complexe morainique d'Arsine
et ses lacs
(commune de Môtetier-les-Bains, Hautes-Alpes)



Source : RIGUIDEL A. (RTM 05)
Date : 2011

Données : Orthophotographies IGN 2009

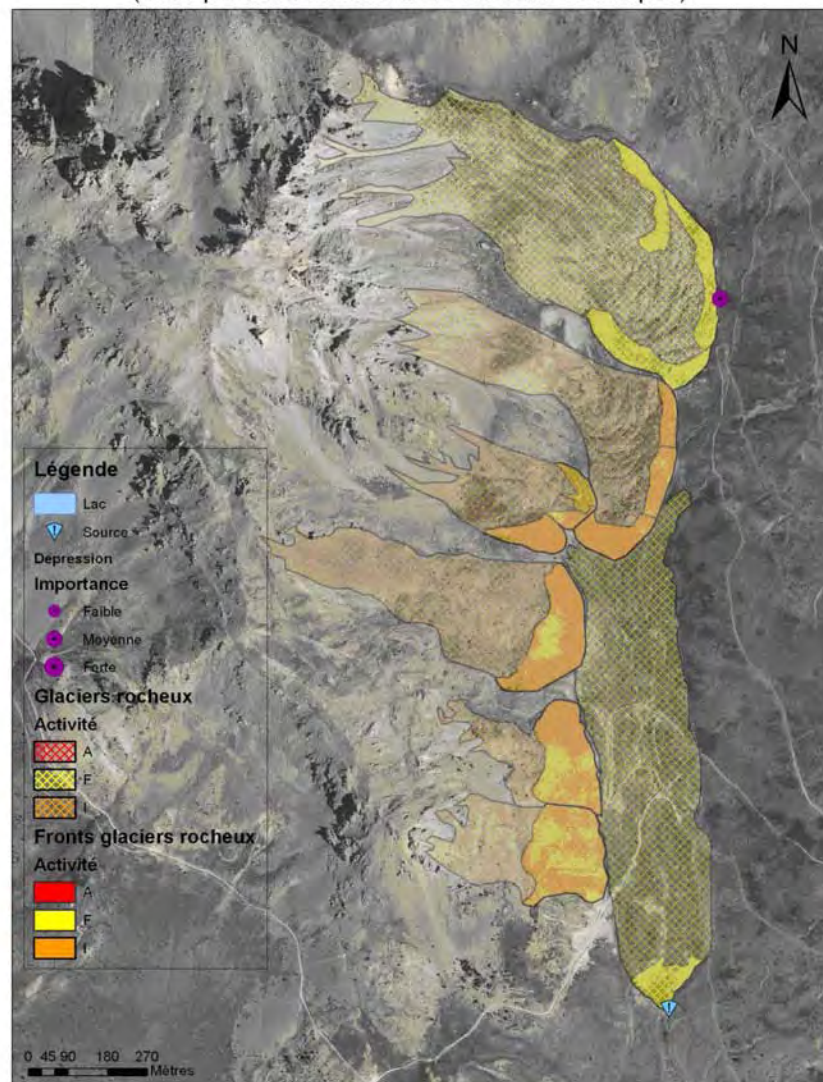
Cartographie des glaciers rocheux
des Hautes-Alpes
(exemple du lac Foréant, commune de Ristolas)



Source : RIGUIDEL A. (RTM 05)
Date : 2011

Données : Orthophotographies IGN 2009

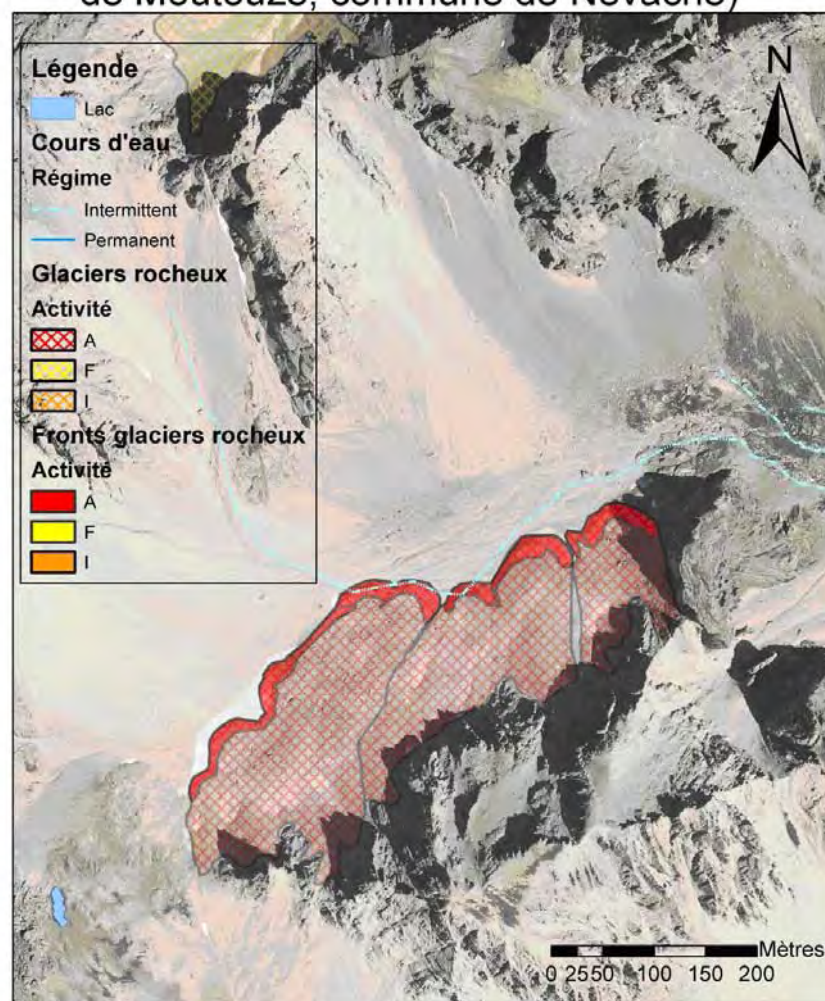
Cartographie des glaciers rocheux
des Hautes-Alpes
(exemple de la commune de La-Salle-Les-Alpes)



Source : RTM 05
Date : 2011

Données : Orthophotographies IGN 2009

Cartographie des glaciers rocheux des Hautes-Alpes (exemple des Sagnes Froides - Crêtes de Moutouze, commune de Névache)

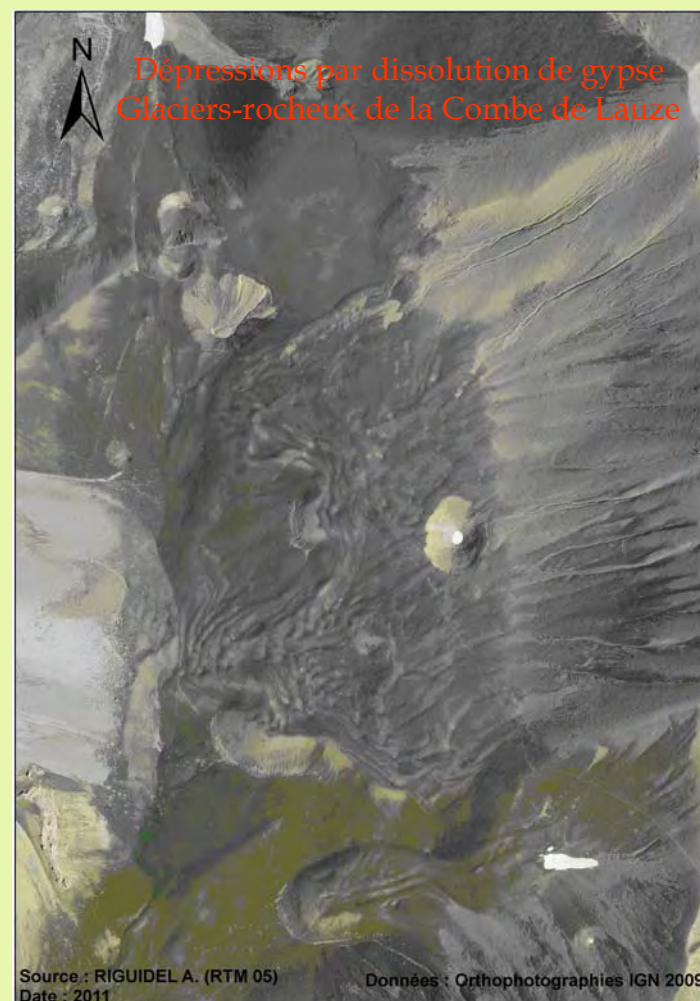


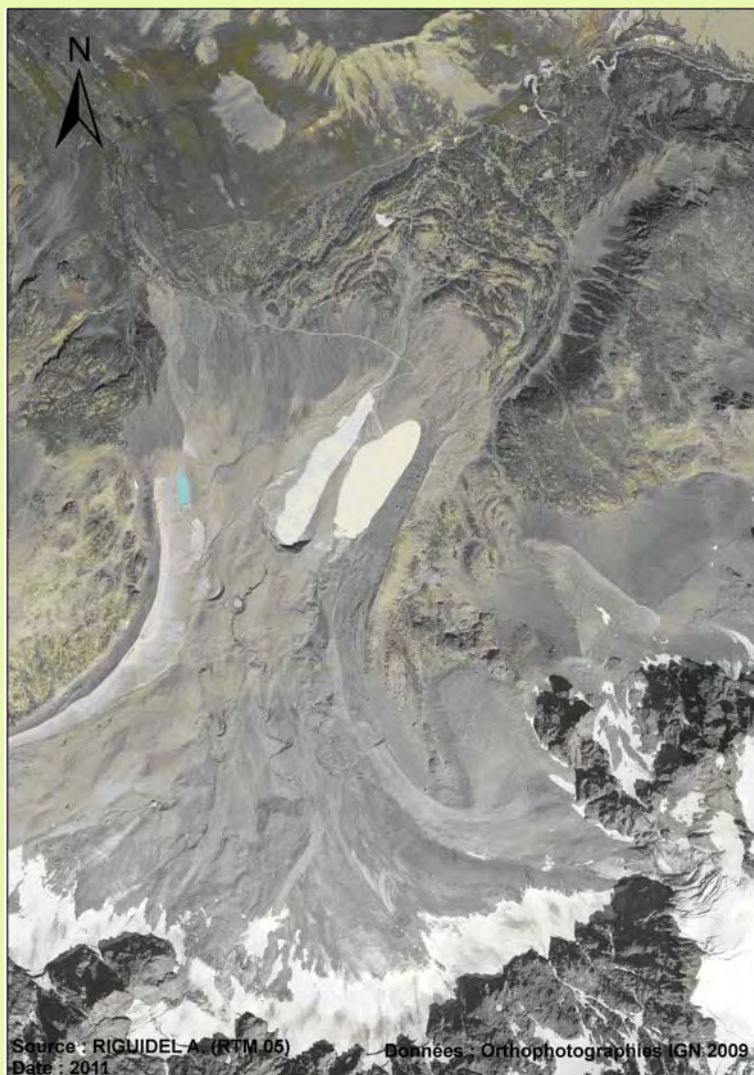
Source : RIGUIDEL A. (RTM 05)
Date : 2011

Données : Orthophotographies IGN 2009

Les compléments et les suites à donner

- **Analyser plus en détail 22 sites des Hautes-Alpes**
pour établir des propositions d'investigations complémentaires ou des suivis
- **Compléter l'inventaire existant sur le Queyras**
pour un inventaire homogène sur tout le département des Hautes-Alpes
- **Diffuser l'information**
pour tenir compte du pergélisol dans les zones de montagne et adapter les investigations géotechniques
- **Poursuivre cet inventaire des glaciers-rocheux sur d'autres départements**
par cette méthode facilement utilisable et reproductible ailleurs
- **Pergélisol en parois rocheuses**
pour une meilleure prévention, souhait d'une cartographie de la répartition du pergélisol en parois rocheuses dans notre département (altitude, exposition, ...)





Complexe d'Arsine
avec
le glacier couvert d'Arsine,
les 2 lacs buttant sur la moraine frontale,
les bourrelets de glaciers-rocheux fossiles