

# Rétro-analyse de la crue du torrent des Etançons à la Bérarde du 21 juin 2024 et amélioration de la connaissance sur le glacier de Bonne Pierre

14 novembre 2025

Séminaire ROGP

# Les évènements de juin 2024

Crue du Vénéon les 20 et 21 juin: crue plus forte que celle d'octobre 2023, dégâts en différents points de la vallée (bâti, route, campings).



Vallée du Vénéon et principaux secteurs impactés

## Crue torrentielle du torrent des Etançons dans la nuit du 20 au 21 juin 2024:

- Phénomène bien supérieur au phénomène centennal et à l'historique connu d'un point de vue du transport solide;
- Engravement exceptionnel du hameau de la Bérarde.



# La crue du torrent des Etançons à la Bérarde



*Orthophoto IGN 2021*



*Orthophoto SDIS 26/06/2024*

- Pas de victime
- 114 personnes évacuées
- 66 bâtiments impactés



# Dégâts au bâti



<i>Localisation</i>	Dégâts faibles, non structurels.	Destruction partielle	Destruction totale, ensevelissement.	Total
La Bérarde (dont camping)	39	11	16	66
Les Etages	9	/	/	9
Plan du Lac	1	/	/	1



# La rétro-analyse de la crue du torrent des Etançons

- **Cadre:** Maitrise d'ouvrage Etat, pilotage RTM;
- **Objectif:** Aboutir à un consensus sur les causes de cette crue et sur la vision prospective (scénarios de référence);
- **Délais:** juillet 2024 – novembre 2024;
- **Livrables:** Rapport + restitution publique;
- **Collaborations:** témoins + partenaires scientifiques.



*La Bérarde le 22 juin 2024*



# La rétro-analyse de la crue du torrent des Etançons

- **Cadre:** Maitrise d'ouvrage Etat, pilotage RTM;
- **Objectif:** Aboutir à un consensus sur les causes de cette crue et sur la vision prospective (scénarios de référence).
- **Délais:** juillet 2024 – novembre 2024;
- **Livrables:** Rapport + restitution publique;
- **Collaborations:** **témoins** + partenaires scientifiques.



- *Commune de Saint-Christophe-en-Oisans;*
- *Secouristes du PGHM, Sécurité Civile et CRS;*
- *Bureau des Guides de la Bérarde;*
- *Habitants de la Bérarde;*
- *Chalet Alpin de la Bérarde;*
- *Auberge de la Meije;*
- *Gardiennes des refuges de Temple Ecrins et du Carrelet;*
- *Parc National des Ecrins.*



*La Bérarde le 22 juin 2024*

# La rétro-analyse de la crue du torrent des Etançons

- **Cadre:** Maitrise d'ouvrage Etat, pilotage RTM;
- **Objectif:** Aboutir à un consensus sur les causes de cette crue et sur la vision prospective (scénarios de référence).
- **Délais:** juillet 2024 – novembre 2024;
- **Livrables:** Rapport + restitution publique;
- **Collaborations:** témoins + **partenaires scientifiques.**



La Bérarde le 22 juin 2024

INRAE





# Une production multidisciplinaire



Source: Chalet Alpin de la Bérarde

Historique



Source: Collection Felix de Montety

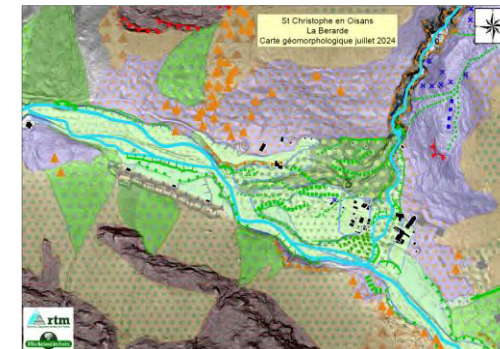
Témoignages

Hydraulique  
torrentielle



Source: RTM

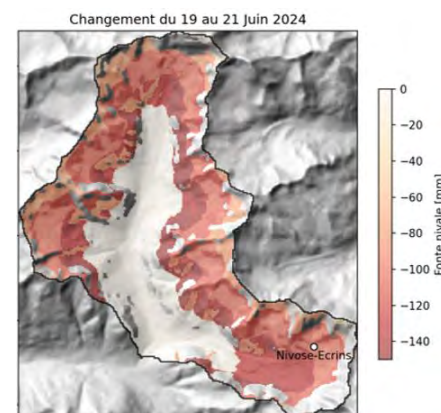
Géomorphologie



Source: RTM

Météorologie

Nivologie



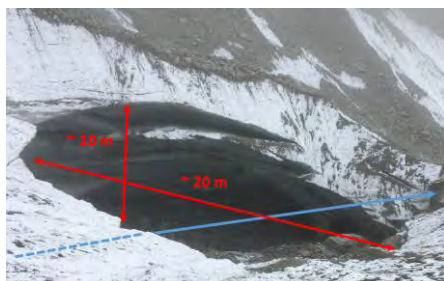
Source: CNRM/CEN

Rétro-analyse

Sismologie

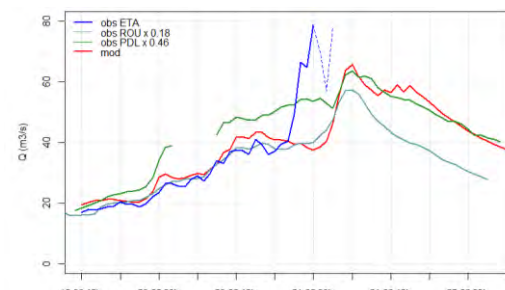
Télédétection

Glaciologie



Source: IGE

Hydrologie



Source: EDF



# Le contenu de la rétro-analyse

- Introduction
- La Bérarde et le torrent des Etançons
- Déroulé de la crue du 21 juin 2024
- Caractérisation de la crue du 21 juin 2024
- Analyse de la situation météorologique et nivale
- Le glacier de Bonne Pierre
- Evaluation de la contribution glaciaire
- Synthèse
- Vision prospective

La crue  
(constats)

Les causes  
(analyses)

<https://www.onf.fr/vivre-la-foret/+/246e::rapport-de-retro-analyse-de-levenement-de-la-berarde.html>



Rétro-analyse de la crue du torrent des Etançons du 21 juin 2024

2024

# Le contenu de la rétro-analyse

- Introduction
- La Bérarde et le torrent des Etançons

## La crue (constats)

- Déroulé de la crue du 21 juin 2024
- Caractérisation de la crue du 21 juin 2024

## Les causes (analyses)

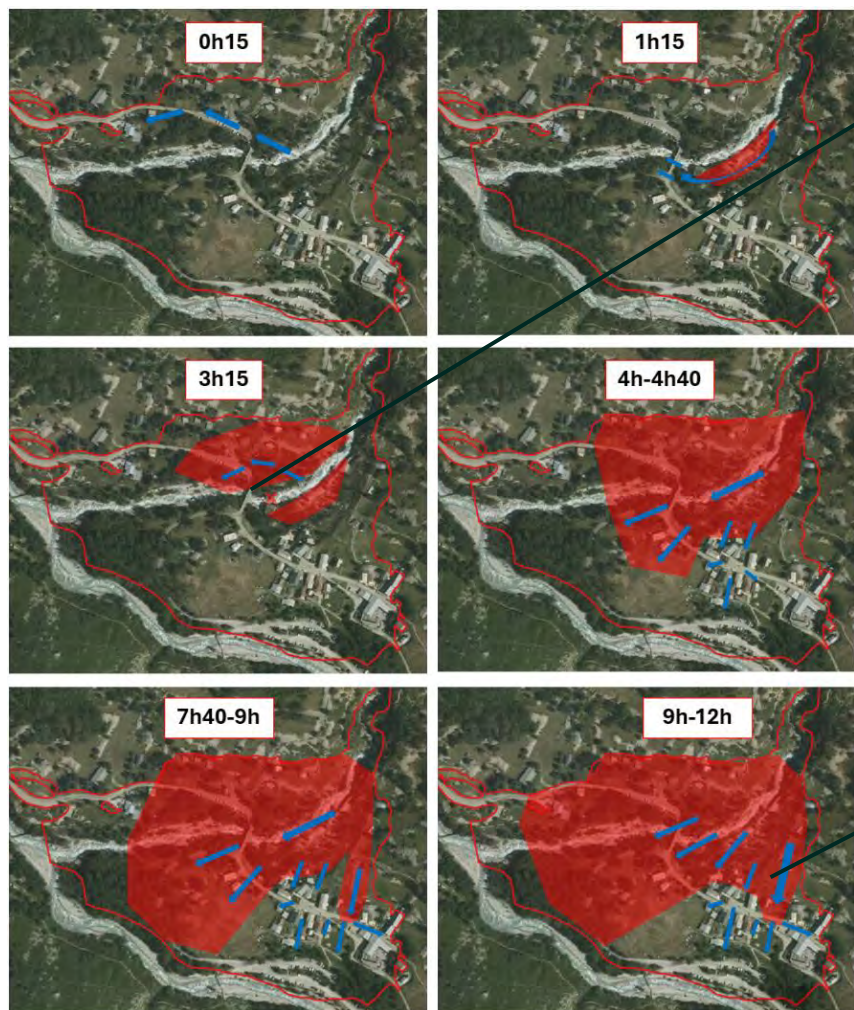
- Analyse de la situation météorologique et nivale
- Le glacier de Bonne Pierre
- Evaluation de la contribution glaciaire
- Synthèse
- Vision prospective



Rétro-analyse de la crue du torrent  
des Etançons du 21 juin 2024



# Le déroulé de la crue



Pont de la Bérarde à 3h15, vu de la rive gauche. Source: commune de St-Christophe



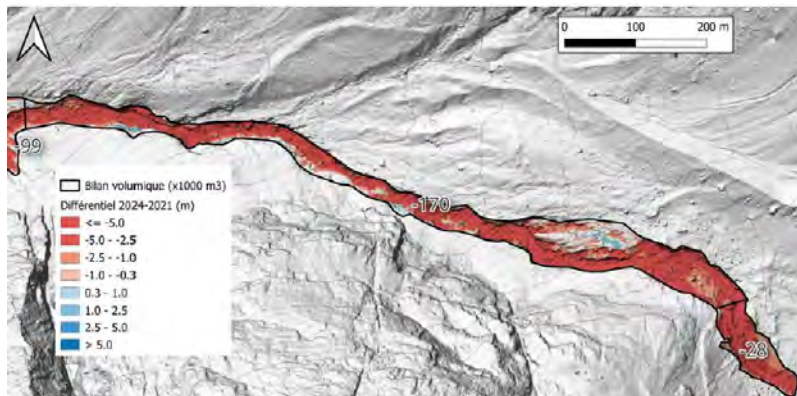
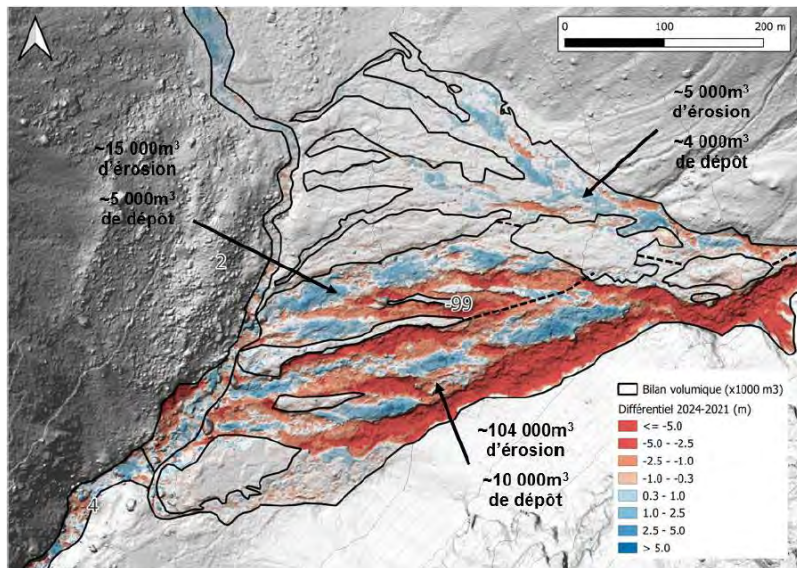
Hameau de la Bérarde à 10h04. Source: Chalet Alpin de la Bérarde

- Les premiers débordements entre 0h et 1h
- Les dépôts de matériaux entre 0h et 8h

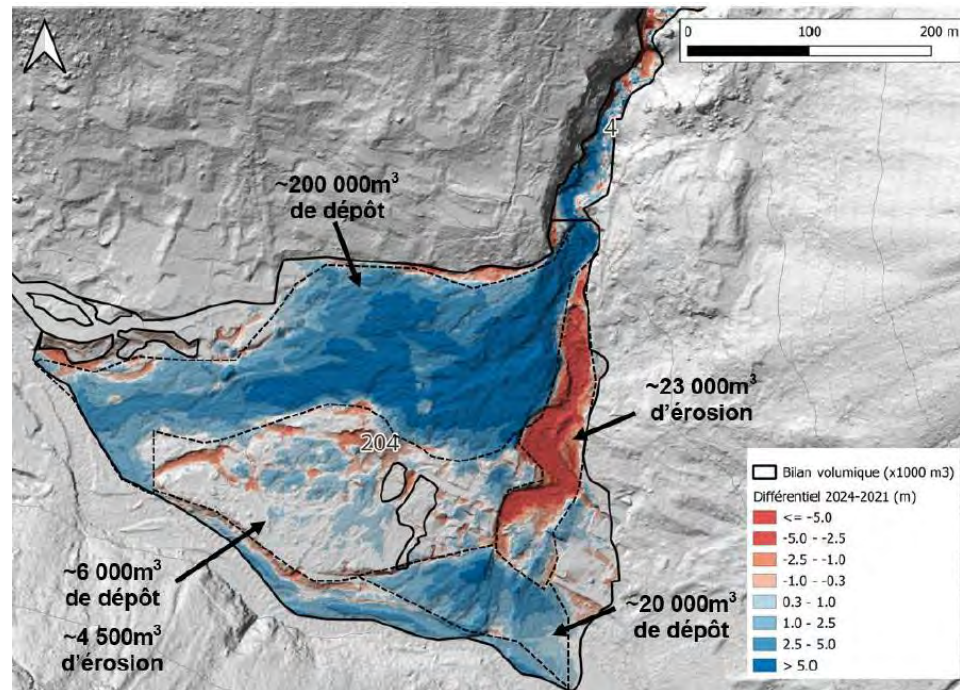
Valorisation des témoignages. Bleu: écoulements. Rouge: principaux dépôts



# Les volumes de matériaux



Erosions, dépôts et bilan sédimentaire sur le torrent de Bonne Pierre



Erosions, dépôts et bilan sédimentaire sur le cône de déjection du torrent des Etançons



Vue 3D. Source: Google Earth

- 300 000 m<sup>3</sup> exportés par le torrent de Bonne Pierre
- 200 000 m<sup>3</sup> sur le cône de déjection après la crue



# Le contenu de la rétro-analyse

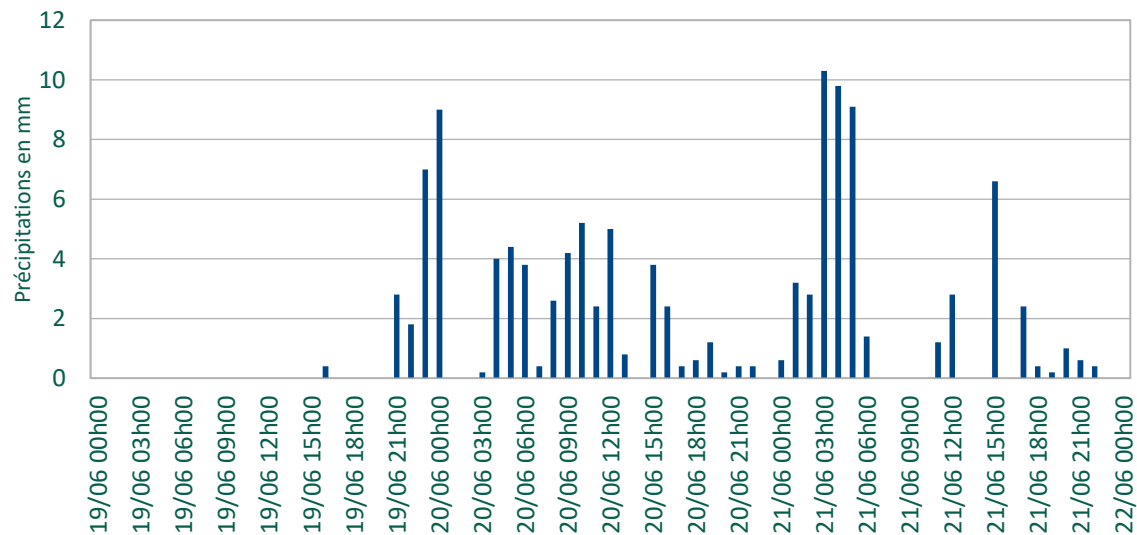
- Introduction
- La Bérarde et le torrent des Etançons
- La crue (constats) {
  - Déroulé de la crue du 21 juin 2024
  - Caractérisation de la crue du 21 juin 2024
- Les causes (analyses) {
  - Analyse de la situation météorologique et nivale
  - Le glacier de Bonne Pierre
  - Evaluation de la contribution glaciaire
- Synthèse
- Vision prospective



Rétro-analyse de la crue du torrent des Etançons du 21 juin 2024

# Analyse météorologique

## Précipitations à Saint-Christophe

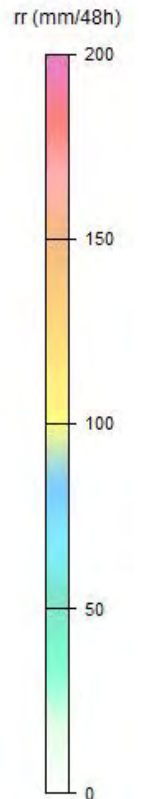
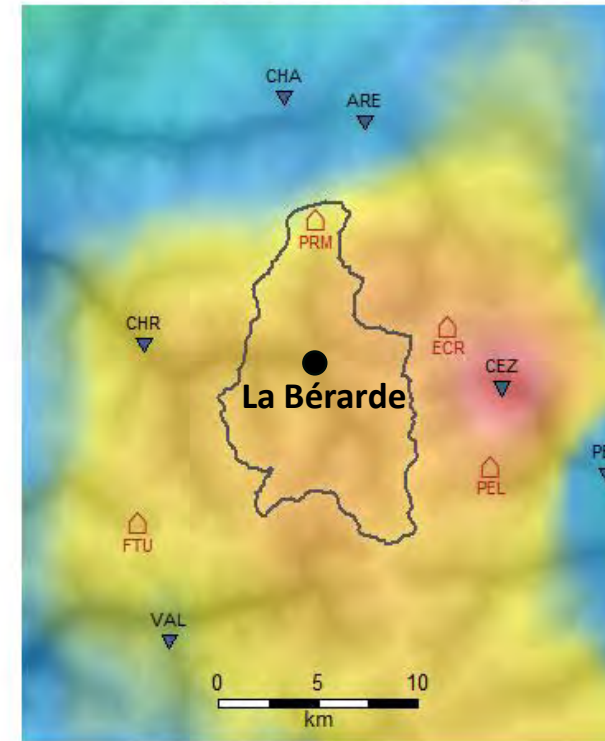


Précipitations horaires (en mm) du 19/06 à 0h au 22/06 à 0h mesurées au poste de St-Christophe en Oisans (en heure TU: heure locale = heure TU+2)

## Précipitation spatiale

CHAMP REANALYSE (base Antilope)  
cumul 48h (19/06/24 20h - 21/06/24 19h TU)

▼ pluviographe  
△ refuge



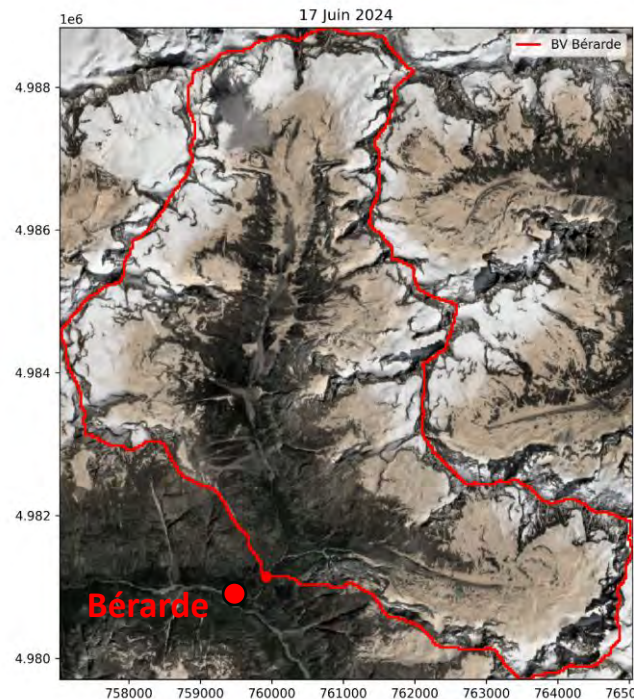
Lame d'eau du 19 juin 22h au 21 juin 21h. Source: EDF et Météo-France

Des précipitations soutenues du 19 au 21 juin avec une limite pluie-neige entre 3500 m et 4000 m d'altitude



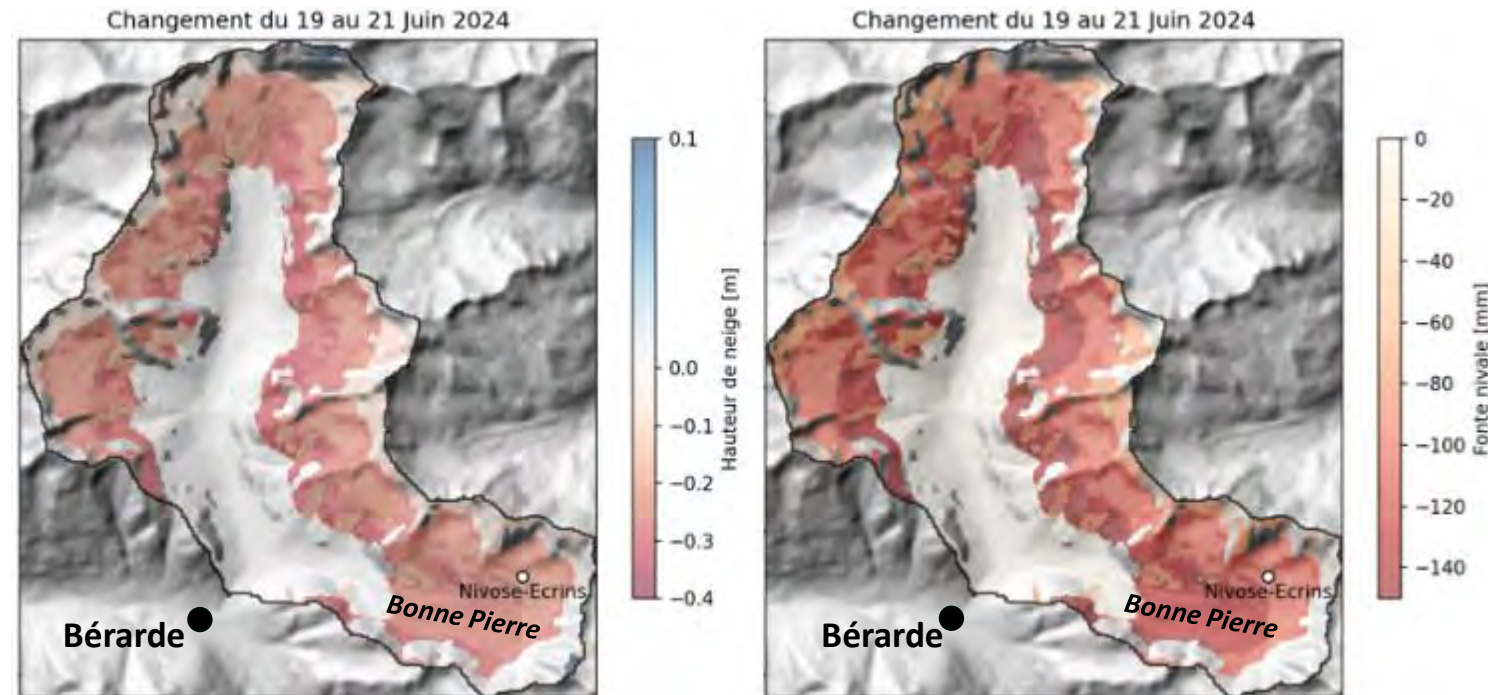
# Analyse nivologique

## La couverture neigeuse avant l'évènement



Images du satellite Sentinel-2 du 17 juin 2024 sur le bassin versant du torrent des Etançons. Source: CNRM/CEN

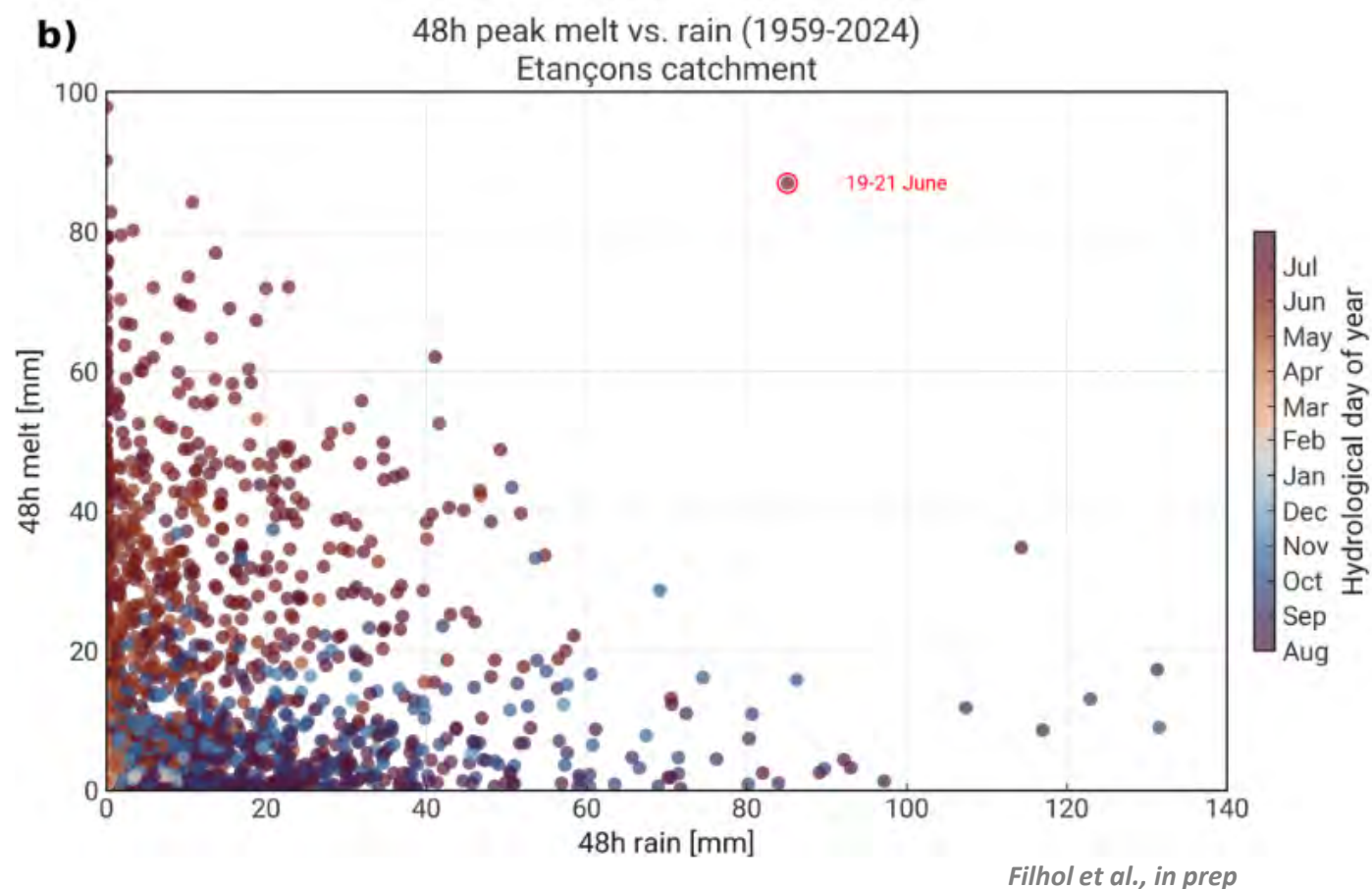
## La fonte de la neige



Fonte simulée sur le bassin versant du torrent des Etançons entre le 19 juin 14h et le 21 juin 14h par le modèle S2M. Source: CNRM/CEN

Un enneigement très important au-dessus de 2600 m d'altitude et une fonte très marquée dès le 18 juin

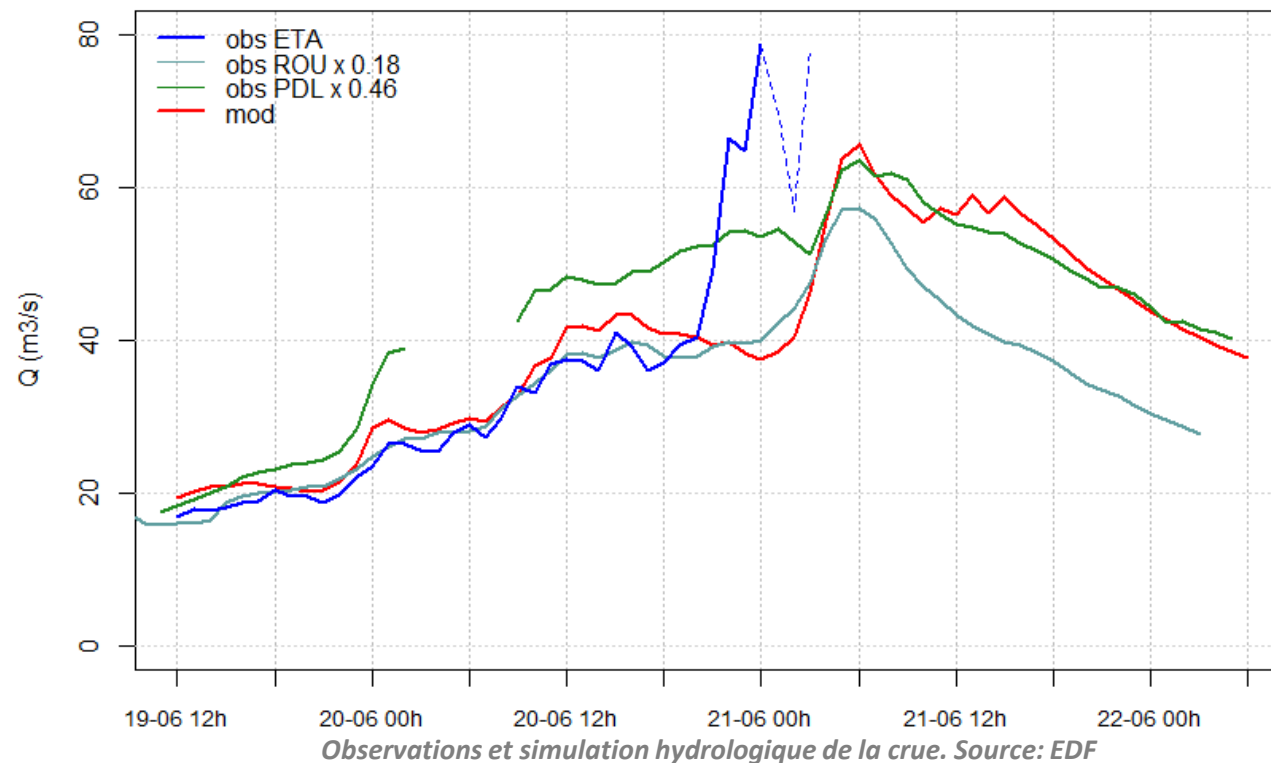
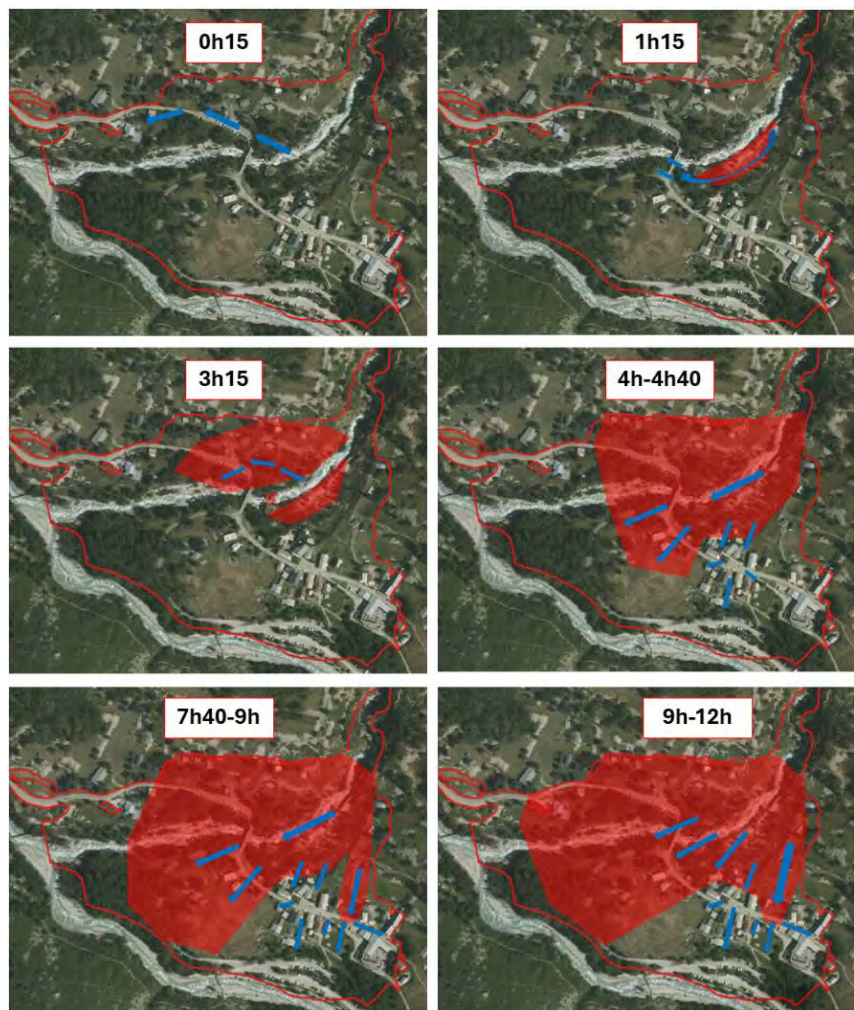
## La combinaison de la pluie et de la fonte



➔ Le cumul de la fonte et de la pluie sur le mois de juin fait de cet épisode nivo-météorologique un épisode rare



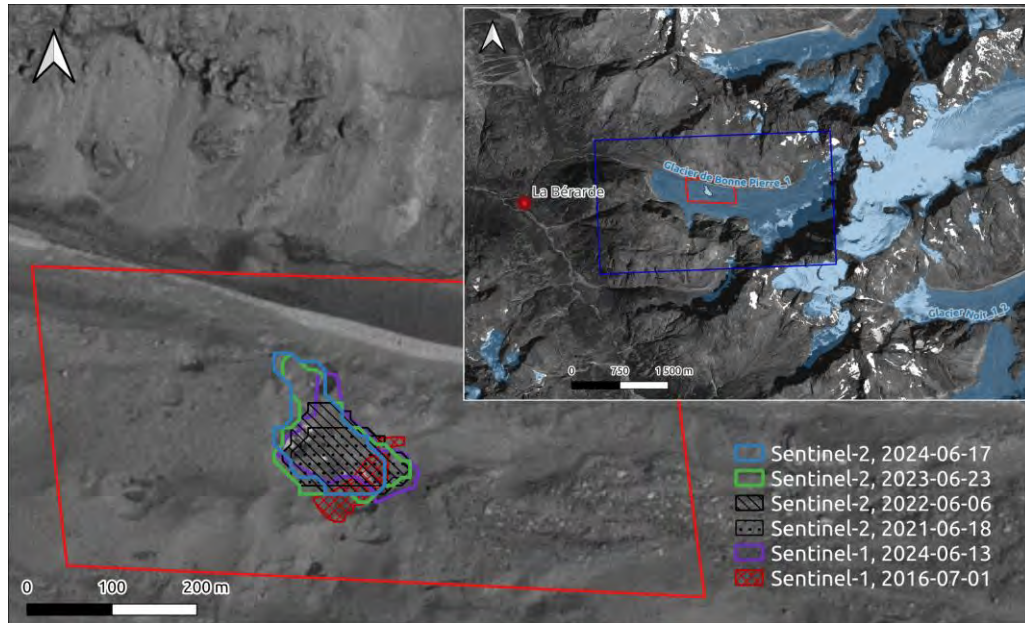
# Evaluation de la contribution glaciaire



➡ L'augmentation du débit du Vénéon aux Etages et les débordements à la Bérarde en milieu de nuit ne s'expliquent pas par la pluie ou la fonte



# Evaluation de la contribution glaciaire



Contours du lac estimé à partir des images satellites. Source: CNRM/CEN



Lac le 13 juin 2024. Source: Camp2Camp

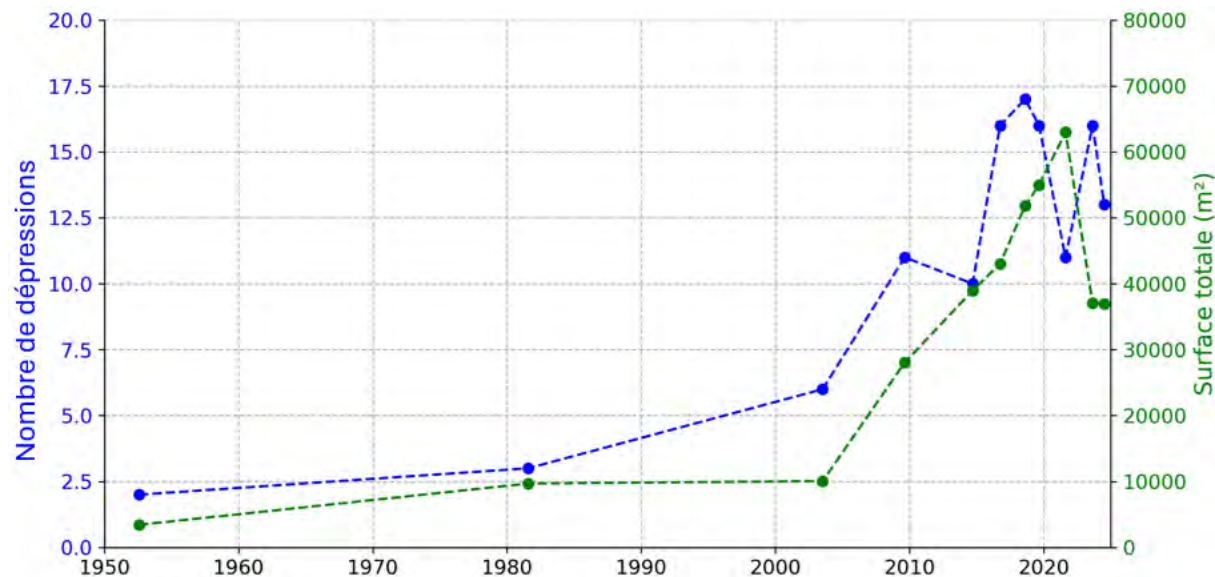


Conduits de vidange visibles le 28 juin 2024

- Lac visible depuis 2016, vidange chaque début d'été sans crue observée;
- Juin 2024 : lac d'environ 100 000 m<sup>3</sup>, vidange sous-glaciaire mais dynamique non connue.

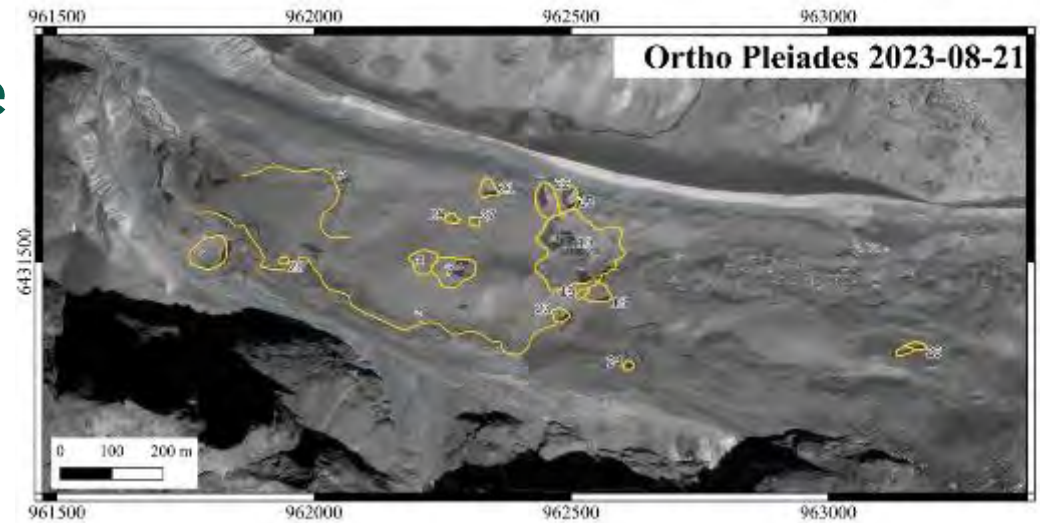


# Evaluation de la contribution glaciaire

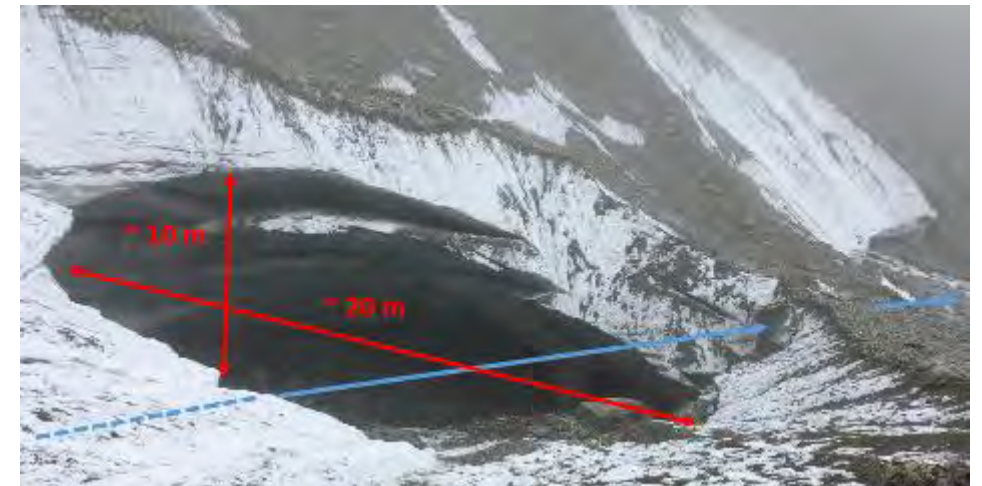


Evolution du nombre et de la surface des dépressions sur le glacier. Source: ISTerre

La présence de dépressions favorise la rétention d'eau en surface mais aussi potentiellement à l'intérieur du glacier



Un glacier très chahuté pouvant engendrer par des blocages mécaniques des rétentions d'eau à plusieurs endroits. Source: ISTerre



Présence d'une cavité d'environ 10 000 m³ proche du front et effondrée au cours de l'été 2024. Source: IGE

# Le contenu de la rétro-analyse

- Introduction
- La Bérarde et le torrent des Etançons
- Déroulé de la crue du 21 juin 2024
- Caractérisation de la crue du 21 juin 2024
- Analyse de la situation météorologique et nivale
- Le glacier de Bonne Pierre
- Evaluation de la contribution glaciaire
- Synthèse
- Vision prospective

La crue  
(constats)

Les causes  
(analyses)



Rétro-analyse de la crue du torrent  
des Etançons du 21 juin 2024

2024





## Synthèse

Disponibilité en matériaux + Évènement météo (Pluie Fonte) + Phénomène glaciaire = Crue du 21 juin 2024

➔ Il s'agit donc bien d'une crue liée à la concomitance d'un épisode météorologique et d'un phénomène glaciaire

➔ Nécessité de retenir l'évènement qui s'est produit comme un scénario de référence à prendre en compte pour l'urbanisme et dans les scénarios d'aménagement: phénomène observé, qualifié, qui ne peut être exclu à l'avenir.  
⇒ **300 000 m<sup>3</sup> de matériaux**

# Instrumentation du glacier de Bonne Pierre en 2025

**En 2024: rétro-analyse de la crue du 21 juin**

**En 2025: action d'instrumentation du glacier pour:**

- Mieux comprendre le fonctionnement du lac
- Mieux comprendre le fonctionnement du glacier

**Acquisition de données pour améliorer la connaissance, pas de surveillance pour alerte**

**Financement Etat**

**Acteurs investis: RTM, PNE, IGE, ISTERRE**

**Prestataires: ATEAU, STYX4D**



*Glacier de Bonne Pierre*





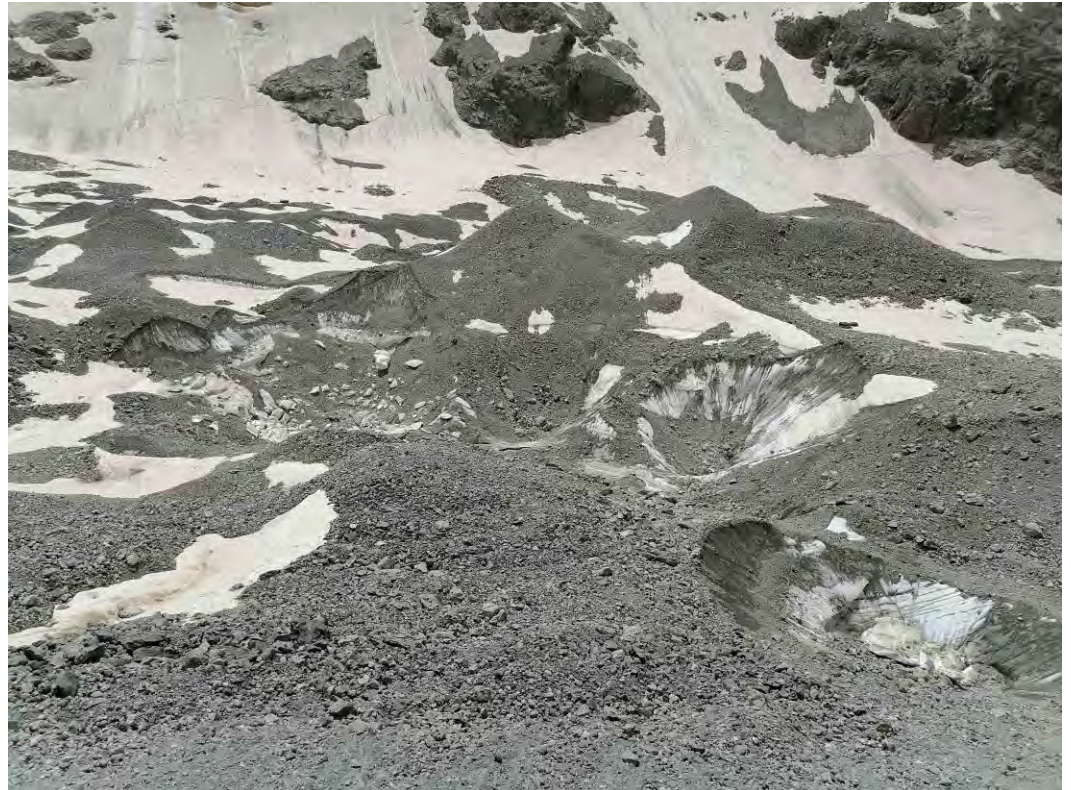
# Les actions: le fonctionnement du lac

## Terrain:

- Une **visite/semaine** au printemps puis une visite/mois (PNE)
- Installation de **capteurs piézométriques** au fond des dépressions (IGE)
- Installation d'un **piège photo** (RTM+PNE)
- Installation de **deux sismographes** en surface du glacier (Isterre)

## Bureau:

- Exploitation des **images satellites** (Isterre)



*Lac vide le 28 juin 2024 (RTM)*

# Les actions: le fonctionnement du glacier

## Terrain:

- **Les visites** du PNE passent au niveau du front du glacier
- Installation d'un **piège photo** au niveau du front (RTM+PNE)
- Installation d'un **sismographe** à proximité du torrent (Isterre)
- Mesure du **débit** du torrent émissaire (ATEAU)
- Acquisition **lidar sous drone** pour évolution de la topographie du glacier (STYX4D)
- Acquisition **radar sous drone** pour préciser les mesures de novembre 2024 (IGE)

## Bureau:

- Modélisation des **barrières hydrauliques** (IGE/ETHZ)
- Exploitation des **images satellites** (Isterre)

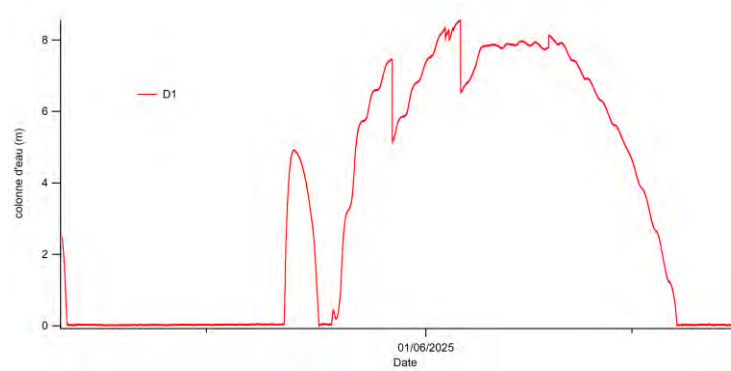


Front du glacier de Bonne Pierre le 11 juillet 2024 (RTM)

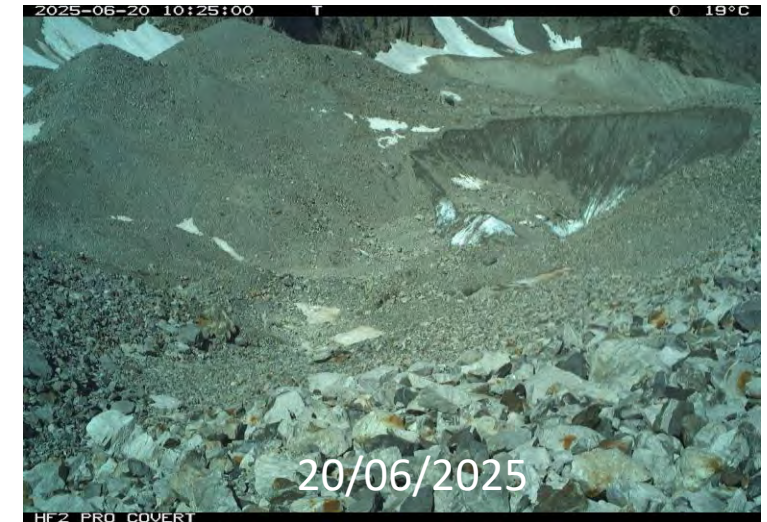
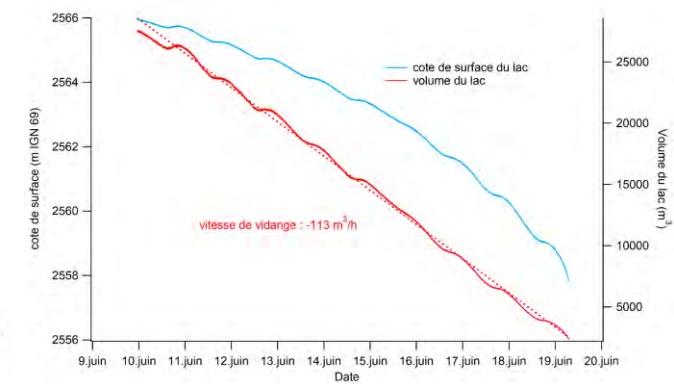


# Aperçu de la saison 2025

*Hauteur d'eau selon une sonde piézométrique (IGE)*



*Evolution de la cote et du volume (IGE)*



**Apparition et disparition progressive et régulière du lac supraglaciaire**

Interprétation des données acquises à l'automne/hiver pour **livraison d'un rapport en mars 2026**





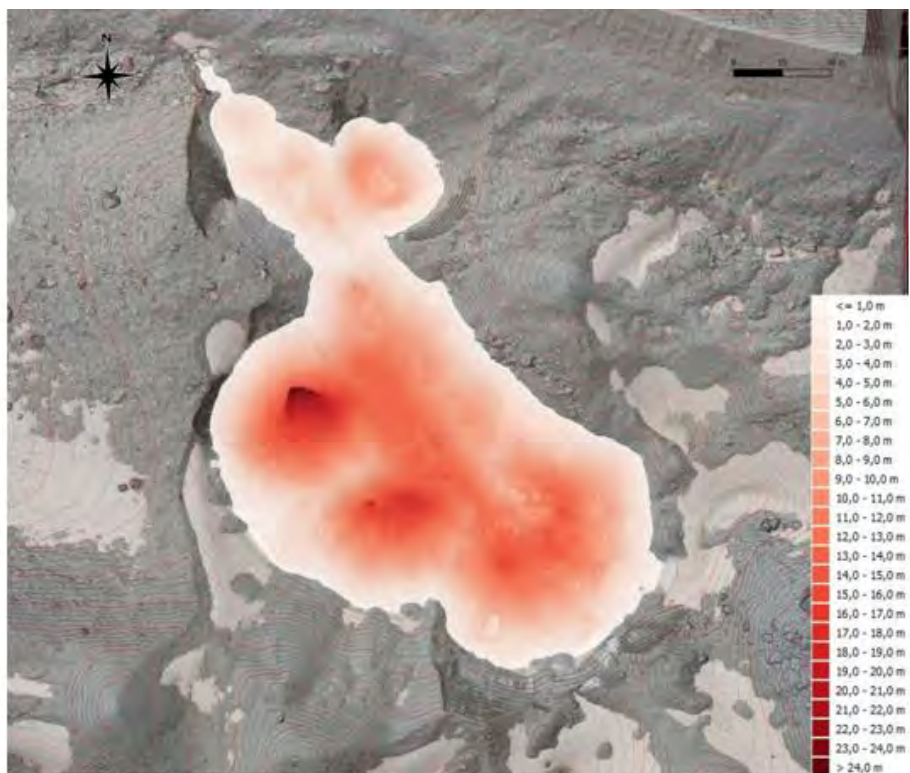


Figure 61: Contour et profondeur d'eau du lac supraglaciaire en juin 2024. Les profondeurs mettent bien en avant les différentes dépressions qui forment le lac.

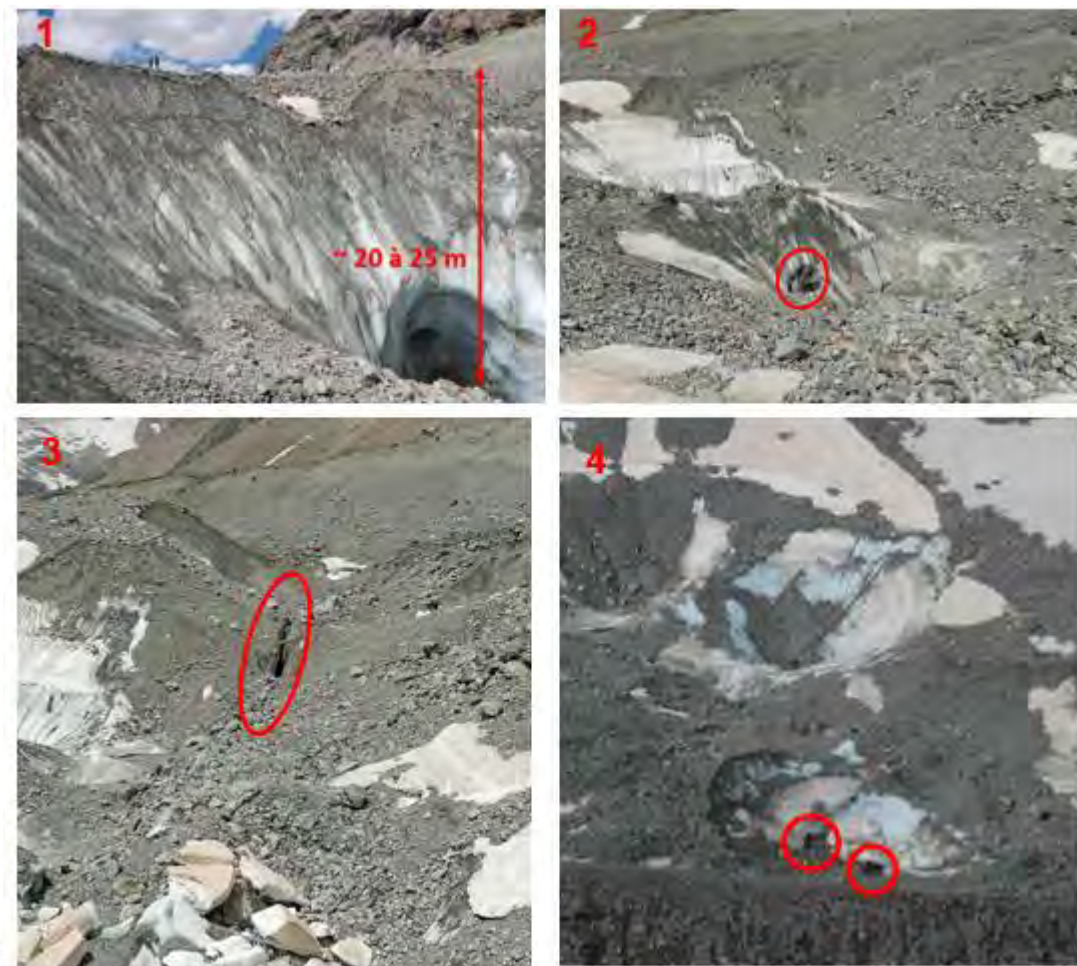


Figure 64: En haut à gauche : conduit n°1 de la Figure 63, dans la dépression située la plus en aval. En haut à droite : conduit n°2 de la Figure 63, situé dans la dépression voisine. En bas à gauche : crevasse (n°3 de la Figure 63) reliant plusieurs dépressions. En bas à droite : n°4 de la Figure 63, à proximité de la moraine latérale.