

Etude de l'impact du changement climatique sur les fonctionnalités écologiques des mares alpines du massif du Mont-Blanc



Anncy – 14/11/2019

Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude

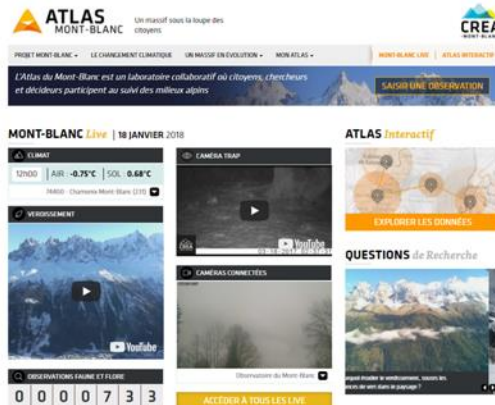
1

La recherche
en écologie alpine



2

La *data science* au
service de tous

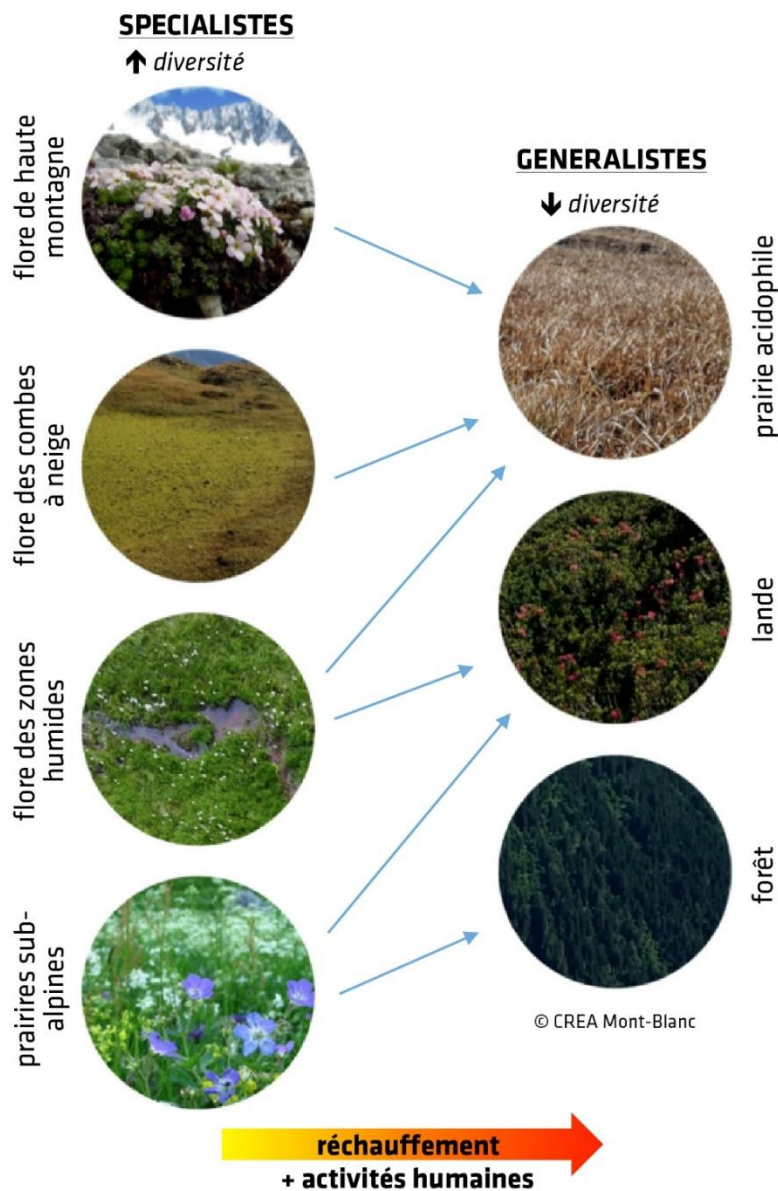


3

La science
participative

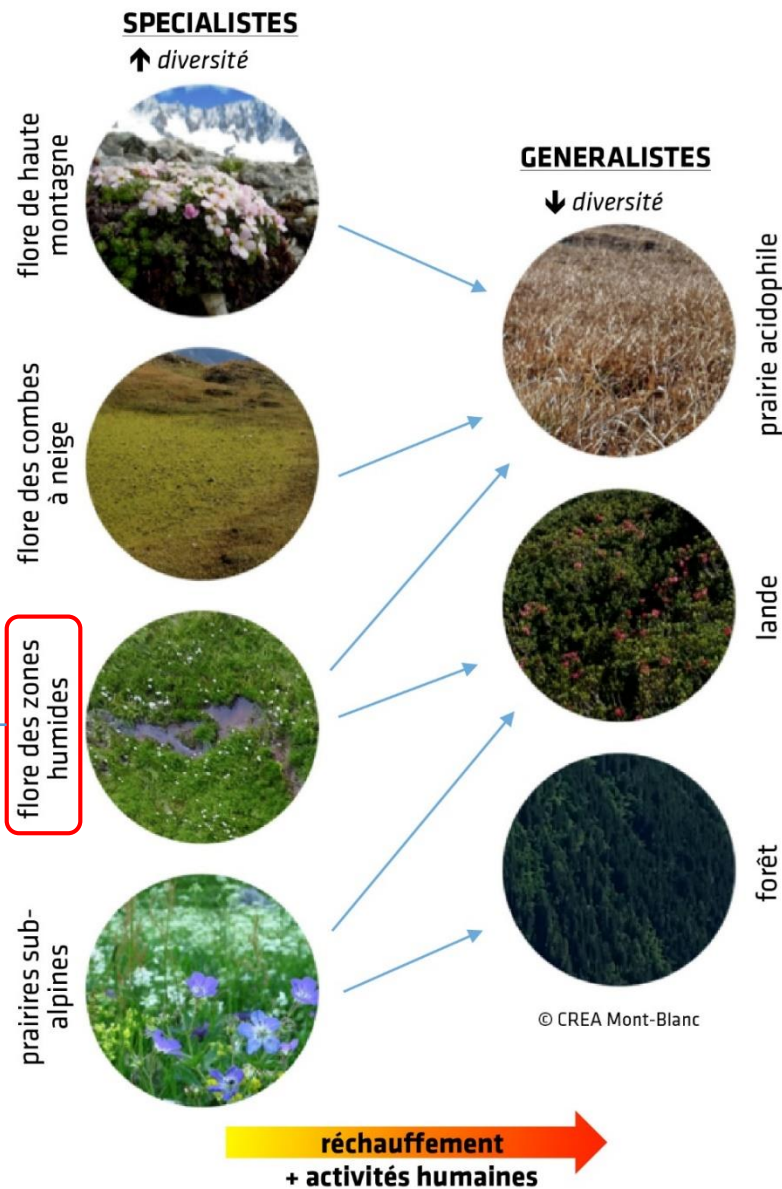


I. Intro – impacts du changement climatique



I. Intro – impacts du changement climatique

Disparition/réduction possible des mares alpines dans un contexte de changement climatique, associé à une **perte d'habitat et de diversité**





Paramètres climatiques

& physiques



Températures

Augmentation de **+2° C** de la température moyenne dans les Alpes (surtout **depuis les années 1980**)



Précipitations

Pas de tendance significative dans les précipitations annuelles, légère augmentation des précip. hivernales dans les Alpes du nord



Evènements extrêmes

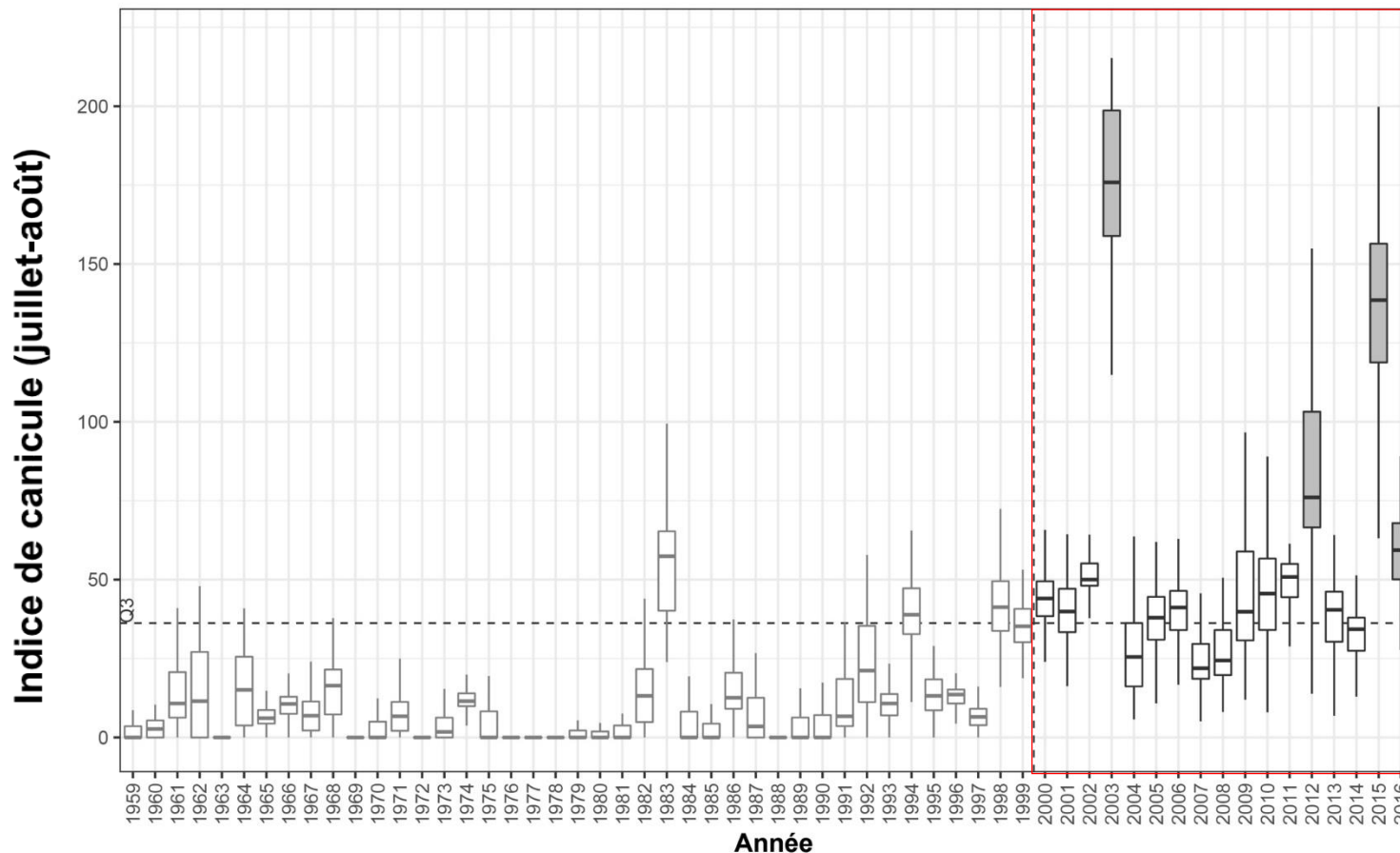
Augmentation de la fréquence, la durée et l'intensité des **canicules estivales** depuis 2000



Enneigement

Réduction de la durée d'enneigement de ~5 semaines depuis les années 1970 (entre 1000 et 2500 m)

I. Intro – impacts du changement climatique



→ **Augmentation** de la fréquence, la durée et l'intensité des **canicules estivales** depuis 2000

I. Intro – hypothèses et objectifs



Précipitations
hivernales

Températures
printanières

Températures
estivales

Précipitations
estivales

Durée d'enneigement
du bassin versant

Surface en eau
des zones humides

Effets des années
extrêmes / contrastées ?

*Impact sur la
reproduction et la
survie de la
grenouille rousse*

*Impact sur la
productivité (biomasse)
de la flore des zones
humides*

Objectifs de l'étude

Méthodes :

- Développer et tester une nouvelle méthode pour quantifier la dynamique saisonnière de l'eau des mares alpines avec le **satellite Sentinel-2** (**nouvel outil de monitoring**)

Objectifs de l'étude

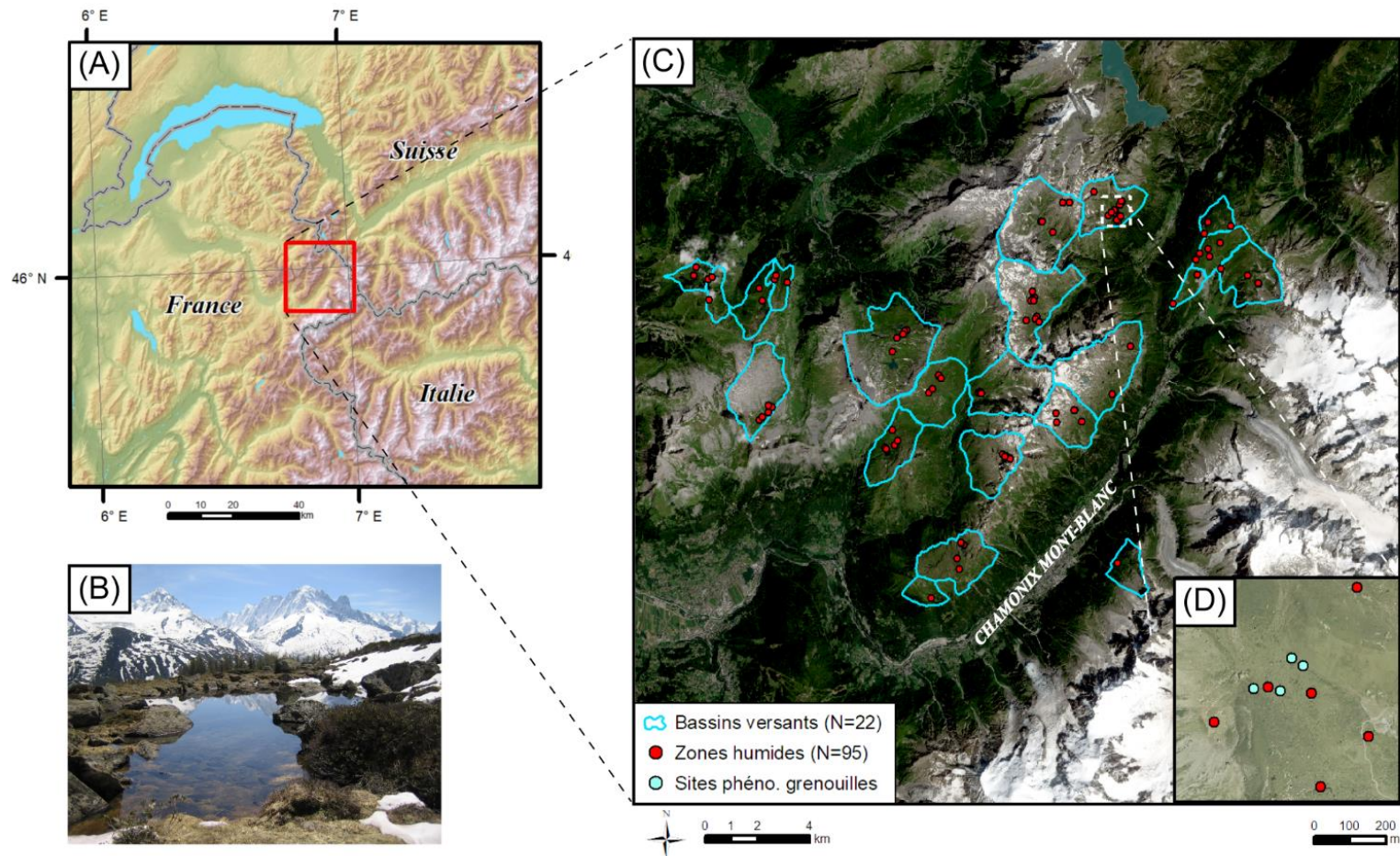
Méthodes :

- Développer et tester une nouvelle méthode pour quantifier la dynamique saisonnière de l'eau des mares alpines avec le **satellite Sentinel-2** (**nouvel outil de monitoring**)

Questions scientifiques :

1. Est-ce que le **manteau neigeux** ou le **climat estival** influence plus fortement la **surface en eau estivale** des mares ?
2. Quels sont les **impacts de l'assèchement** sur la faune (grenouille rousse) et la flore des zones humides ? *préliminaire*
3. Quelles risquent d'être les **évolutions climatiques pour 2050** et quelles seront les implications pour ces milieux ?

II. Site d'étude et relevés



- **100 mares** alpines situées **> 1800 m** et distribuées sur **22 bassins versants** dans les environs de **Chamonix-Mont-Blanc**

Superficie + profondeur de l'eau | Présence grenouille rousse + triton | Contexte topo

II. Site d'étude et relevés

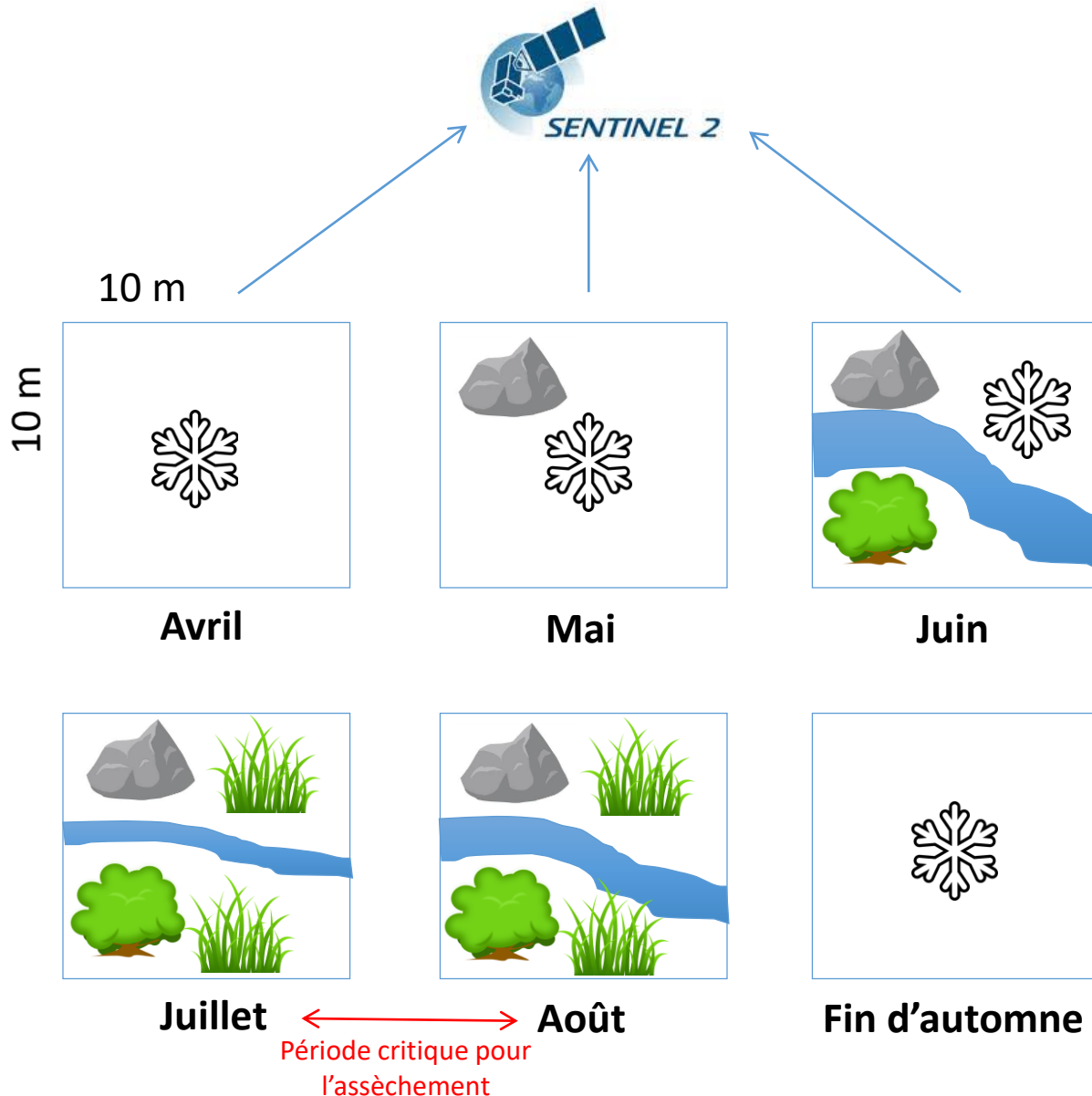
Site test : Mares à Loriaz (Vallorcine, ~1900 m)



- **Suivi phénologique** des stades de développement des têtards depuis 2011 sur 4 mares

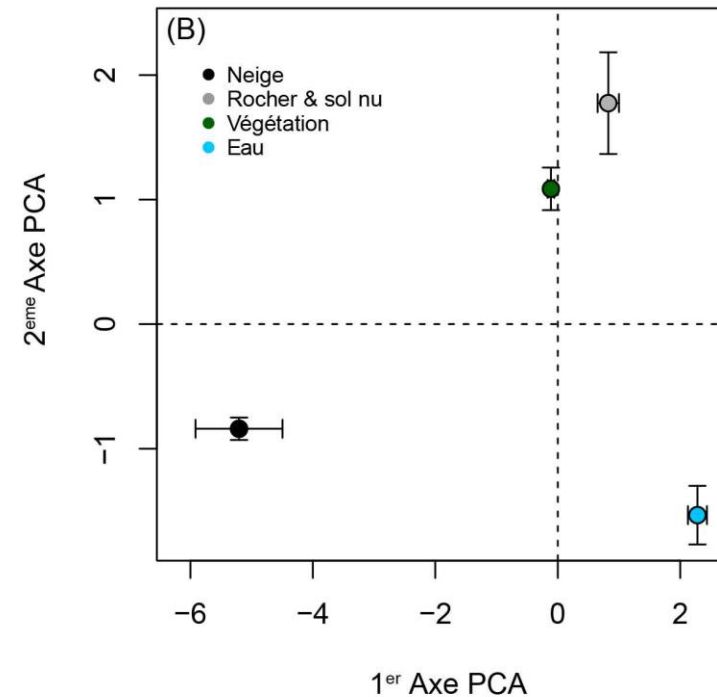
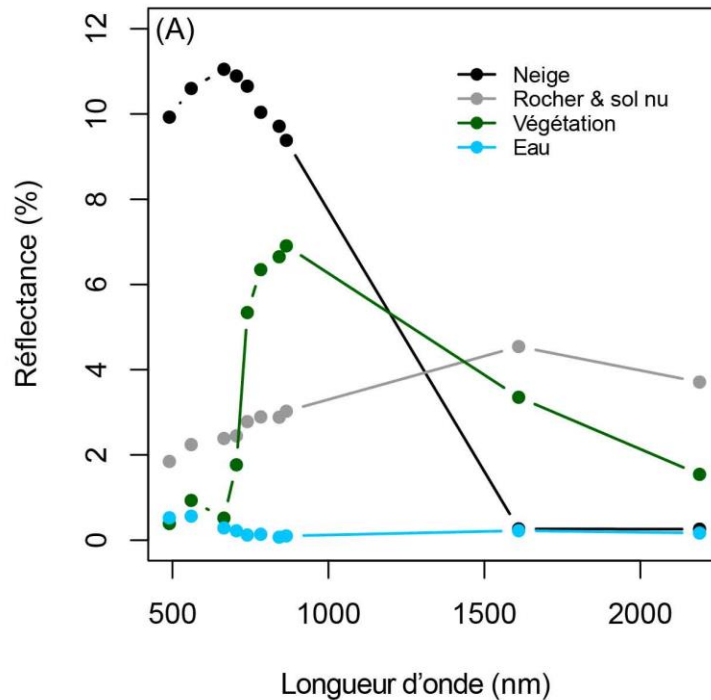


II. Développement de méthode (*dynamique eau*)



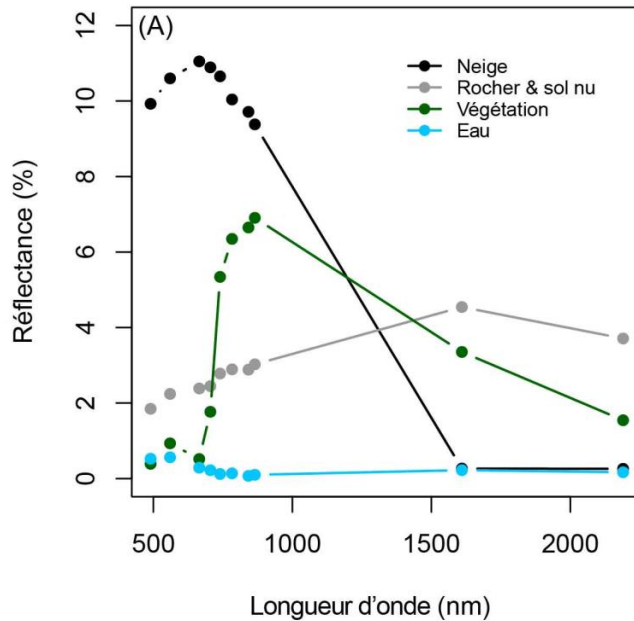
- Utilisation du satellite **Sentinel-2** pour quantifier « l'état de surface » des mares au cours de l'année
- Passage tous les **5 jours** (méfiance aux nuages !)
- **10 m de résolution** spatiale, 11 canaux spectraux

II. Développement de méthode (*dynamique eau*)



Méthode basée sur les **signatures spectrales** distinctes entre la neige, le rocher, le couvert végétal et l'eau libre

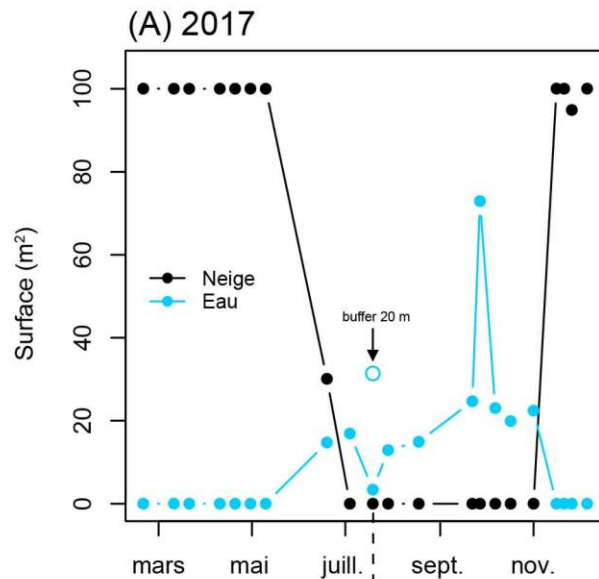
II. Développement de méthode (*dynamique eau*)



**% Neige, % Eau,
% Végétation et % Rocher
par pixel et par date**

→ Méthode de « spectral unmixing »

II. Développement de méthode (*dynamique eau*)



(B)



- point GPS
- pixel Sentinel-2
- buffer de 20m

- Quantification de la dynamique de l'eau par satellite au cours de quatre années (2016, 2017, 2018, 2019)
- Hypothèse : assèchement = mortalité pour la nouvelle génération de têtards

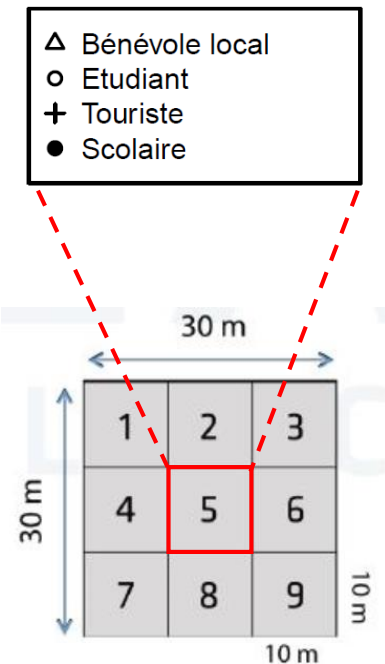
Validation de la méthode

- **Estimations visuelles au sol de la surface en eau** (parmi d'autres classes) faites par différents publics le même jour que le passage du satellite
- 4 dates sur terrain entre 2017 et 2019

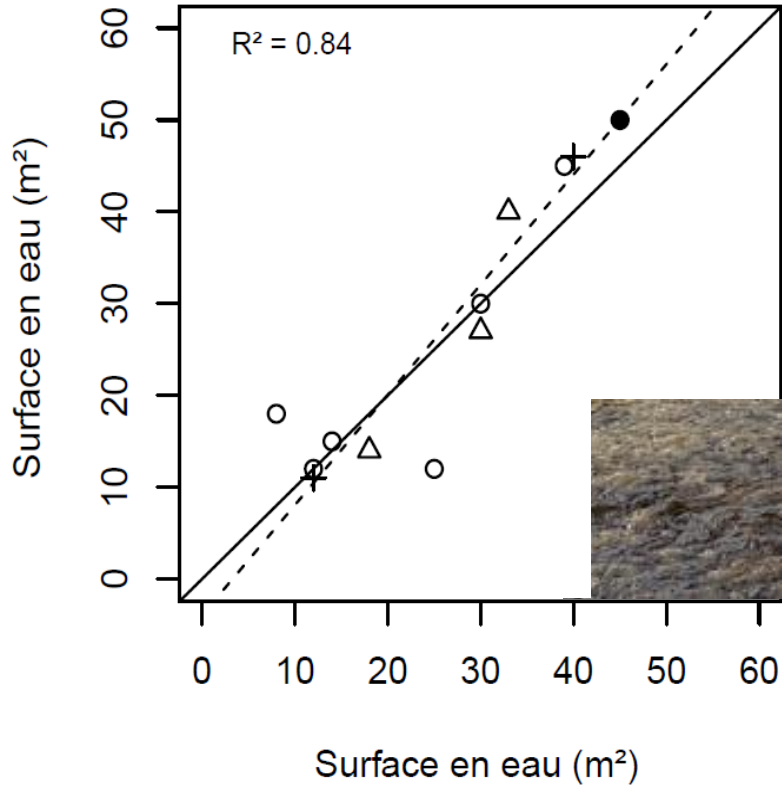


→ Deux questions :

- **Est-ce que les observateurs voient la même chose ?**
- **Est-ce que les observateurs voient la même chose que le satellite ?**



II. Développement de méthode (*dynamique eau*)

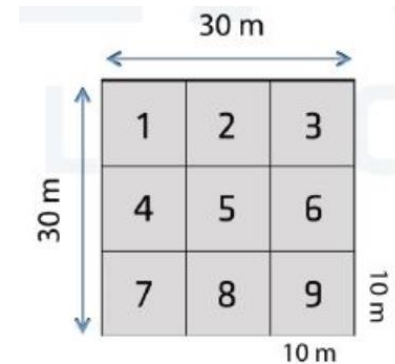
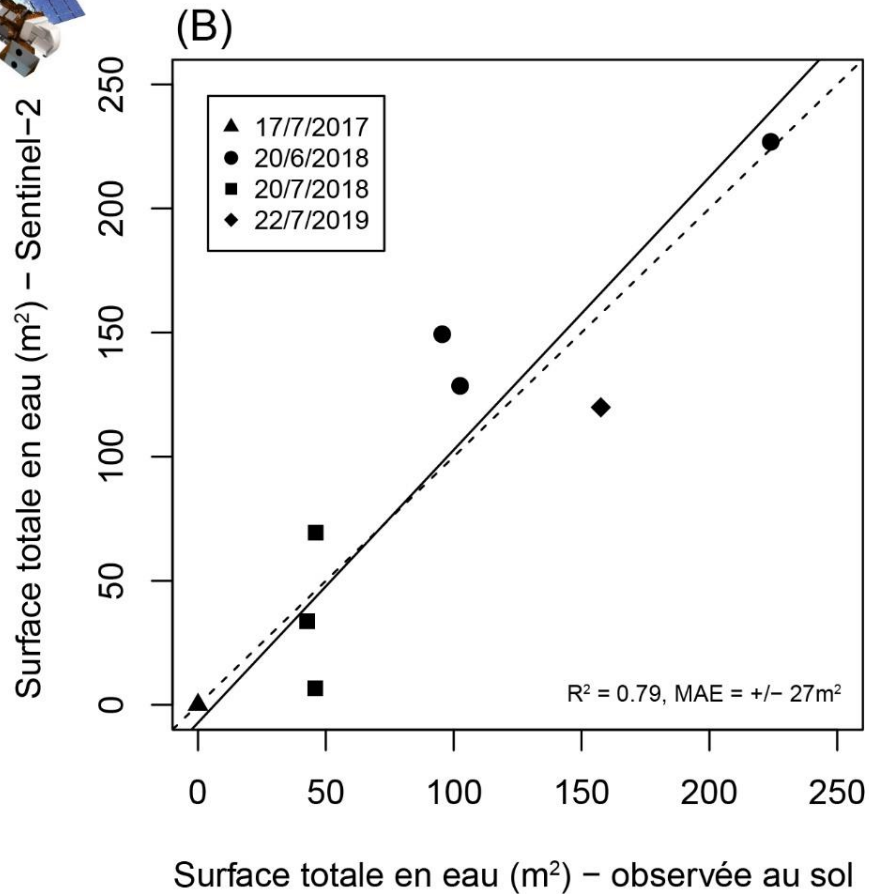
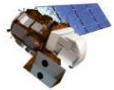


- △ Bénévole local
- Etudiant
- + Touriste
- Scolaire



→ Bon accord entre observateurs

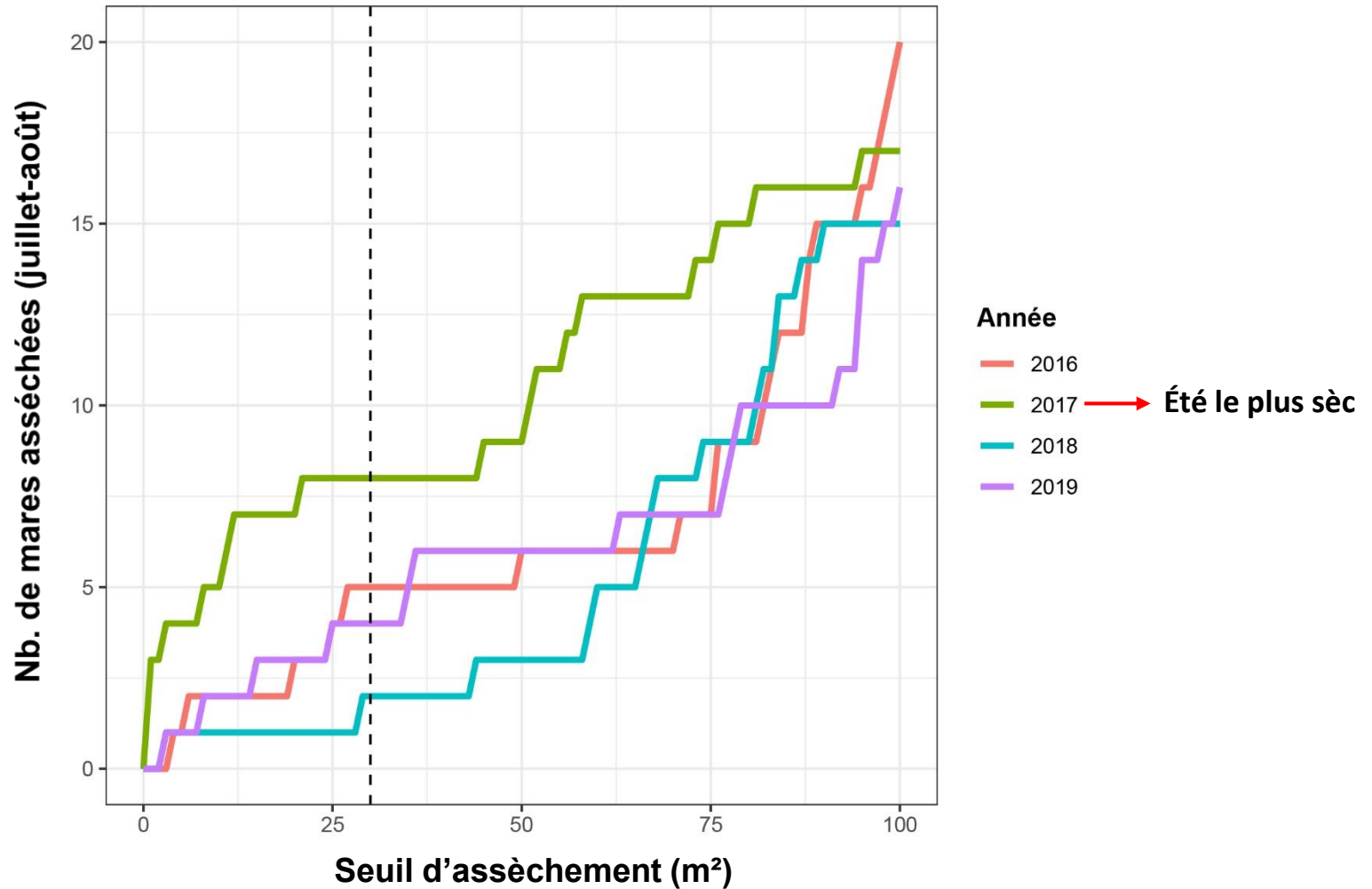
II. Développement de méthode (*dynamique eau*)



→ **Accord encourageant** entre observateurs et satellite (+/- 30 m² sur une zone de 900m²)

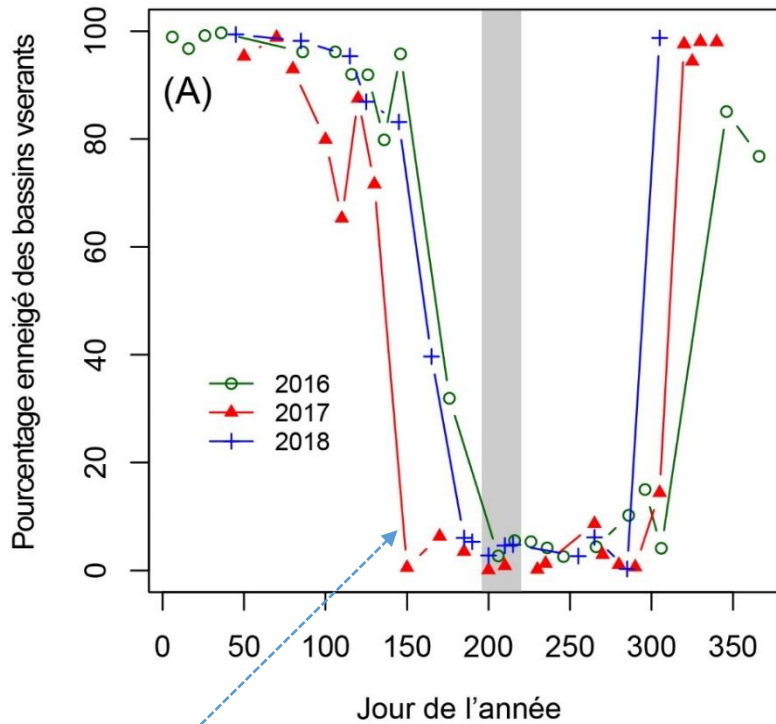


II. Développement de méthode (*dynamique eau*)

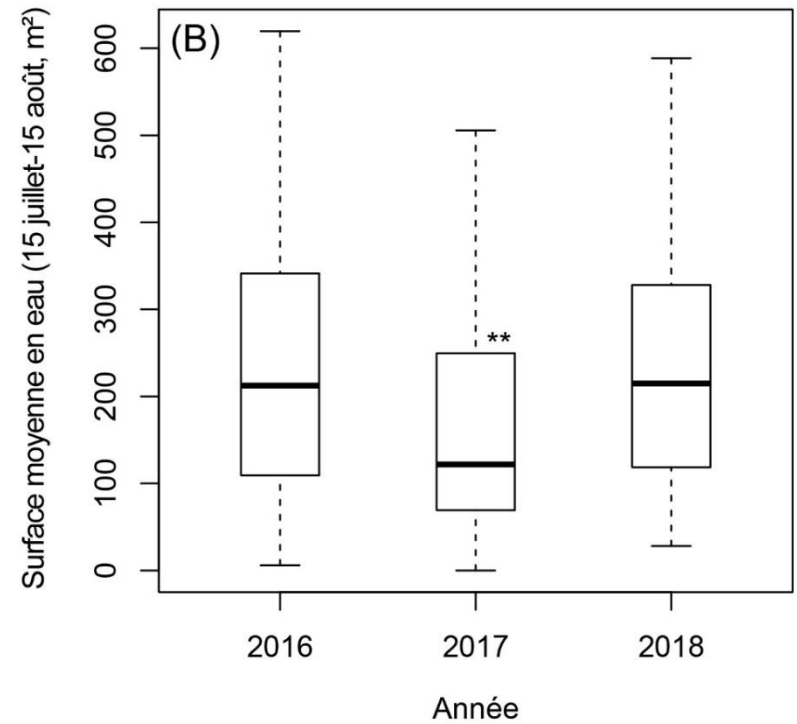


→ Outil de **monitoring interannuel** de l'assèchement estival des mares alpines

III. Effets du climat estival vs. enneigement ?



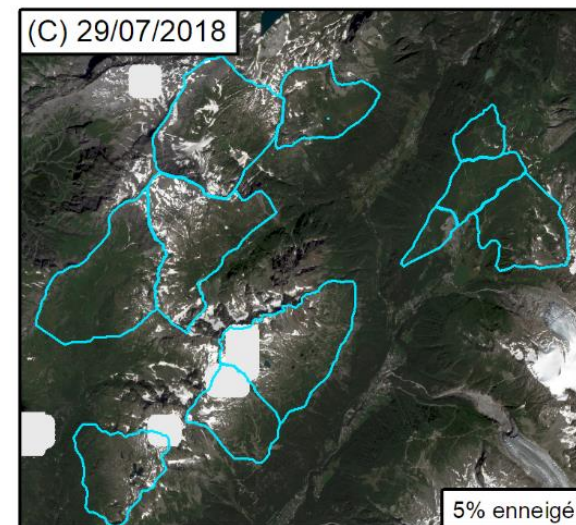
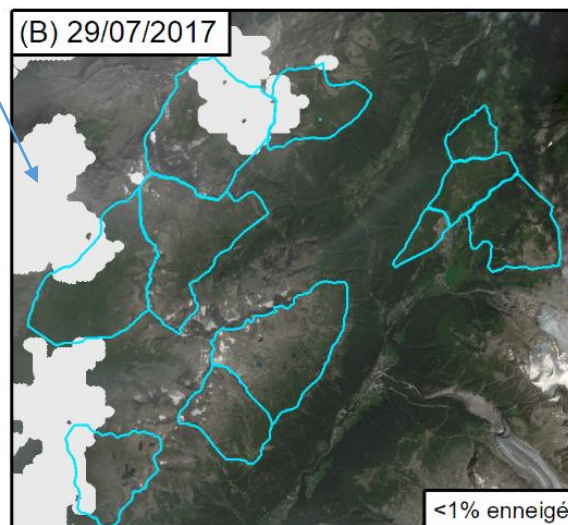
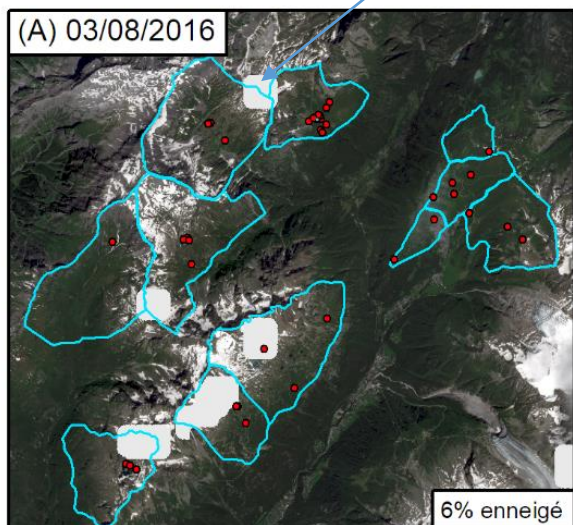
Déneigement ~1 mois plus tôt en 2017



→ Un **déneigement précoce** des bassins versants correspond à moins d'eau libre en période estivale **2017**

III. Effets du climat estival vs. enneigement ?

nuages

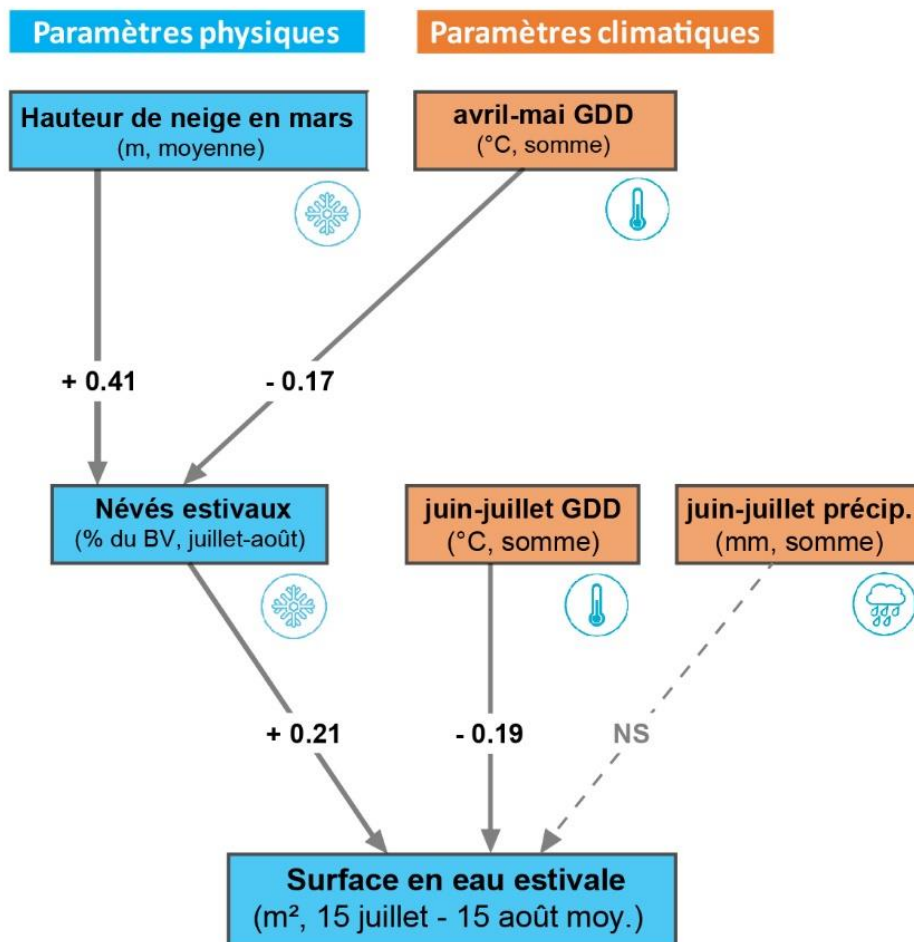


● Zone humide ⬭ Bassin versant ☁ Couverture nuageuse

0 1 2 4 km

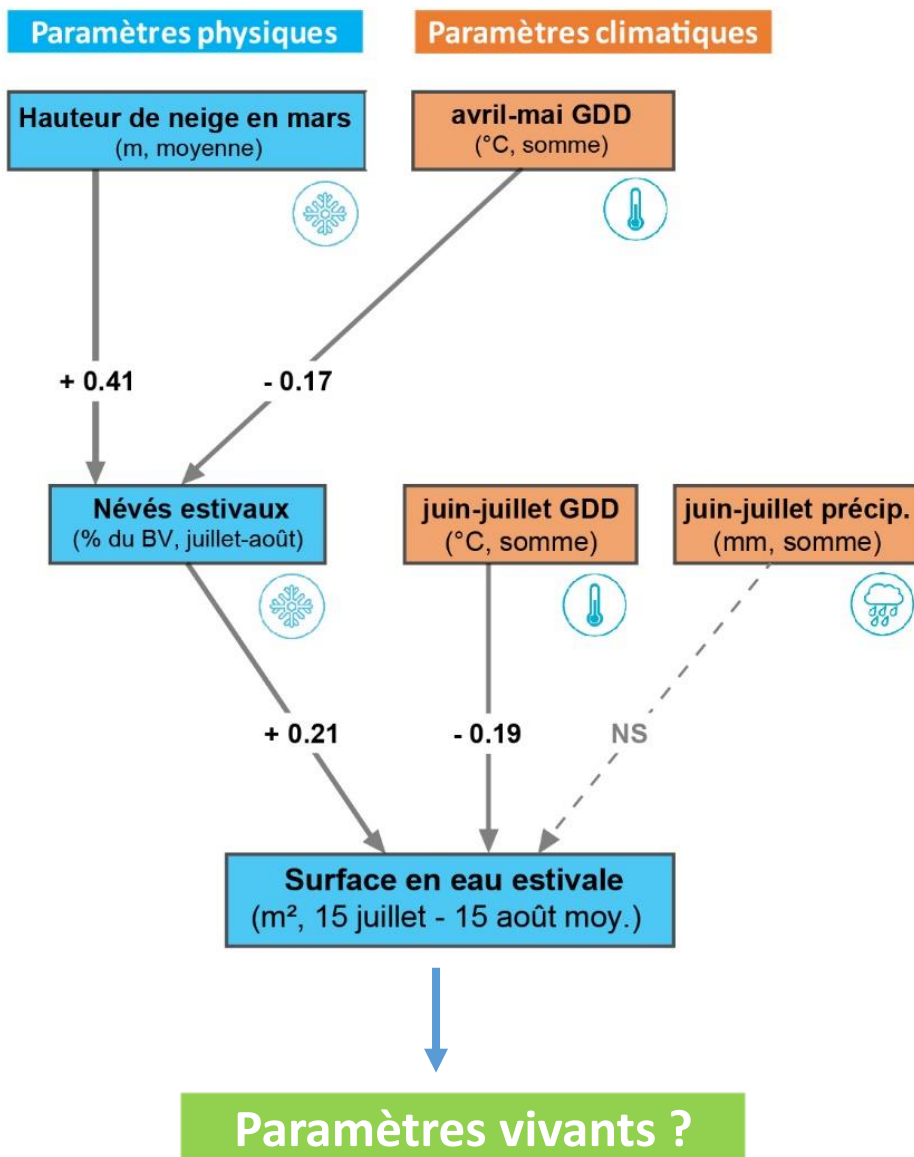
→ Quasi **absence des névés** en tête de bassin versant
fin **juillet 2017**

III. Effets du climat estival vs. enneigement ?



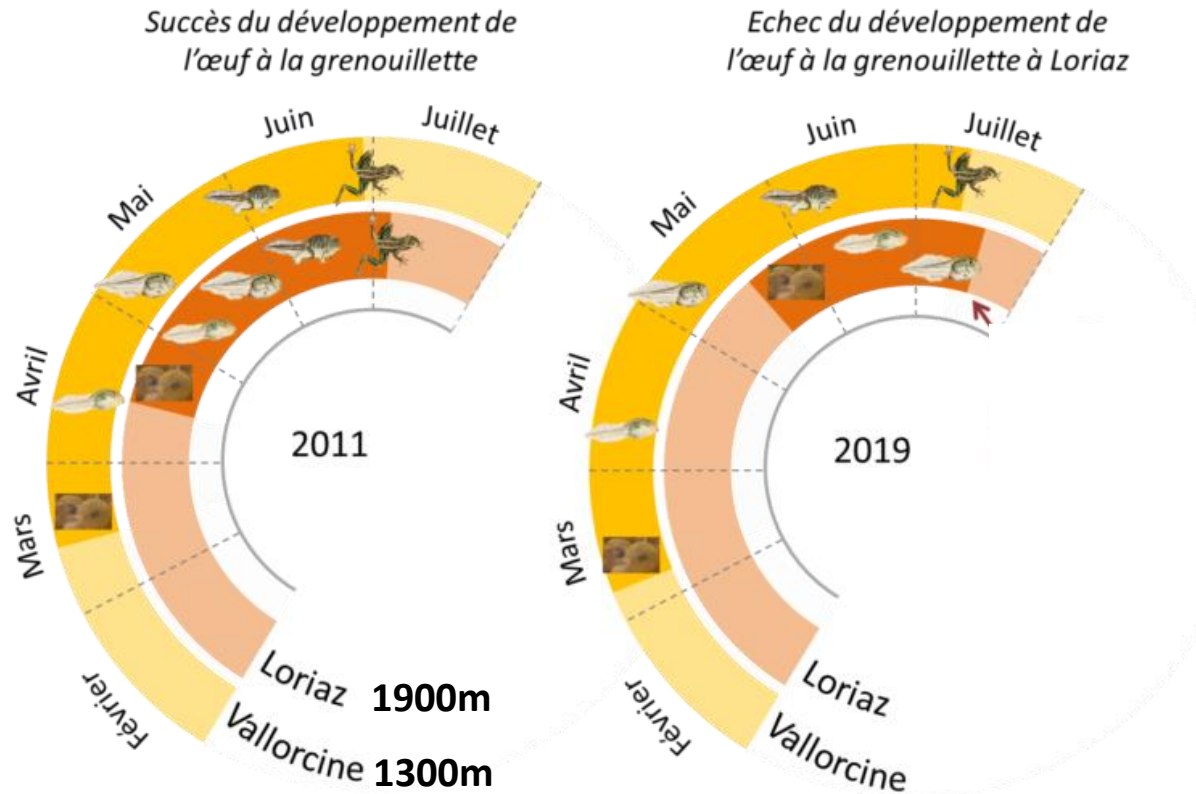
- Effet positif de l'enneigement tardif sur la surface en eau
- Effet négatif des chaleurs estivales
- Pas d'effet significatif des précipitations estivales

III. Effets du climat estival vs. enneigement ?



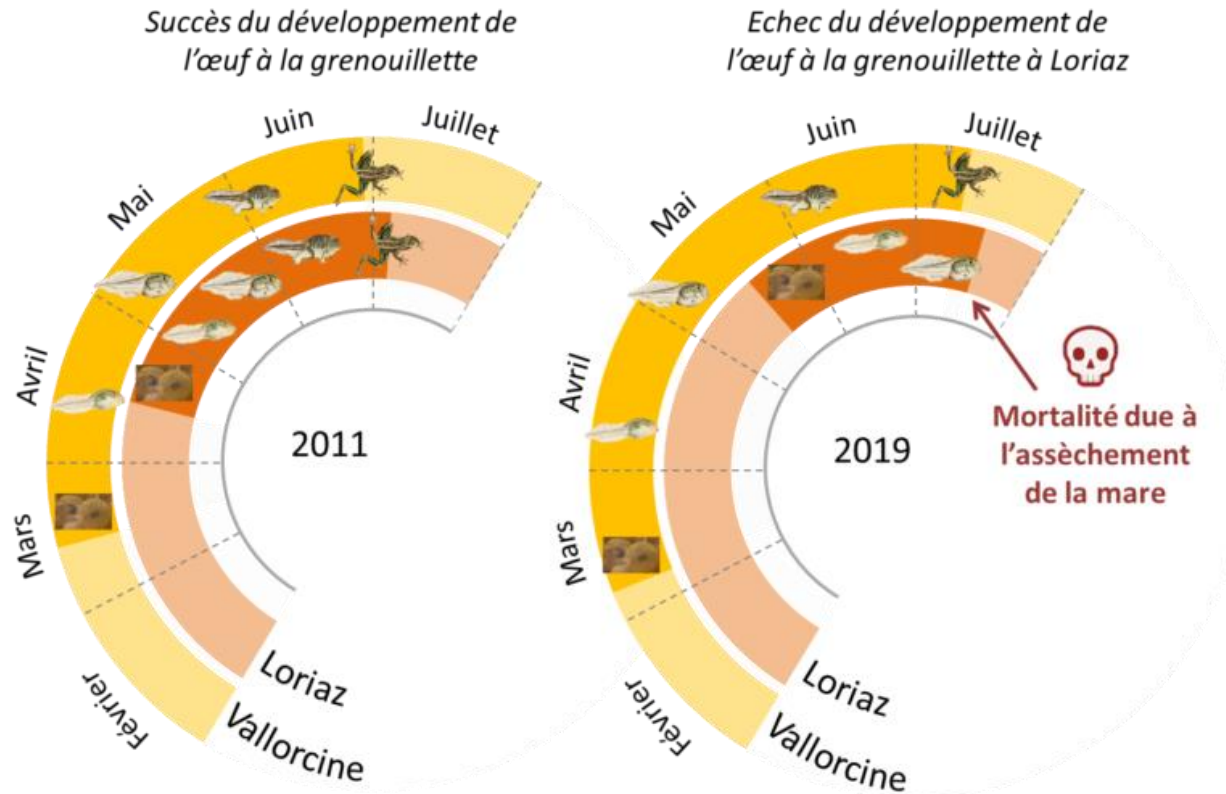
- **Effet positif de l'enneigement tardif sur la surface en eau**
- **Effet négatif des chaleurs estivales**
- **Pas d'effet significatif des précipitations estivales**

IV. Impact sur la faune (grenouille rousse)



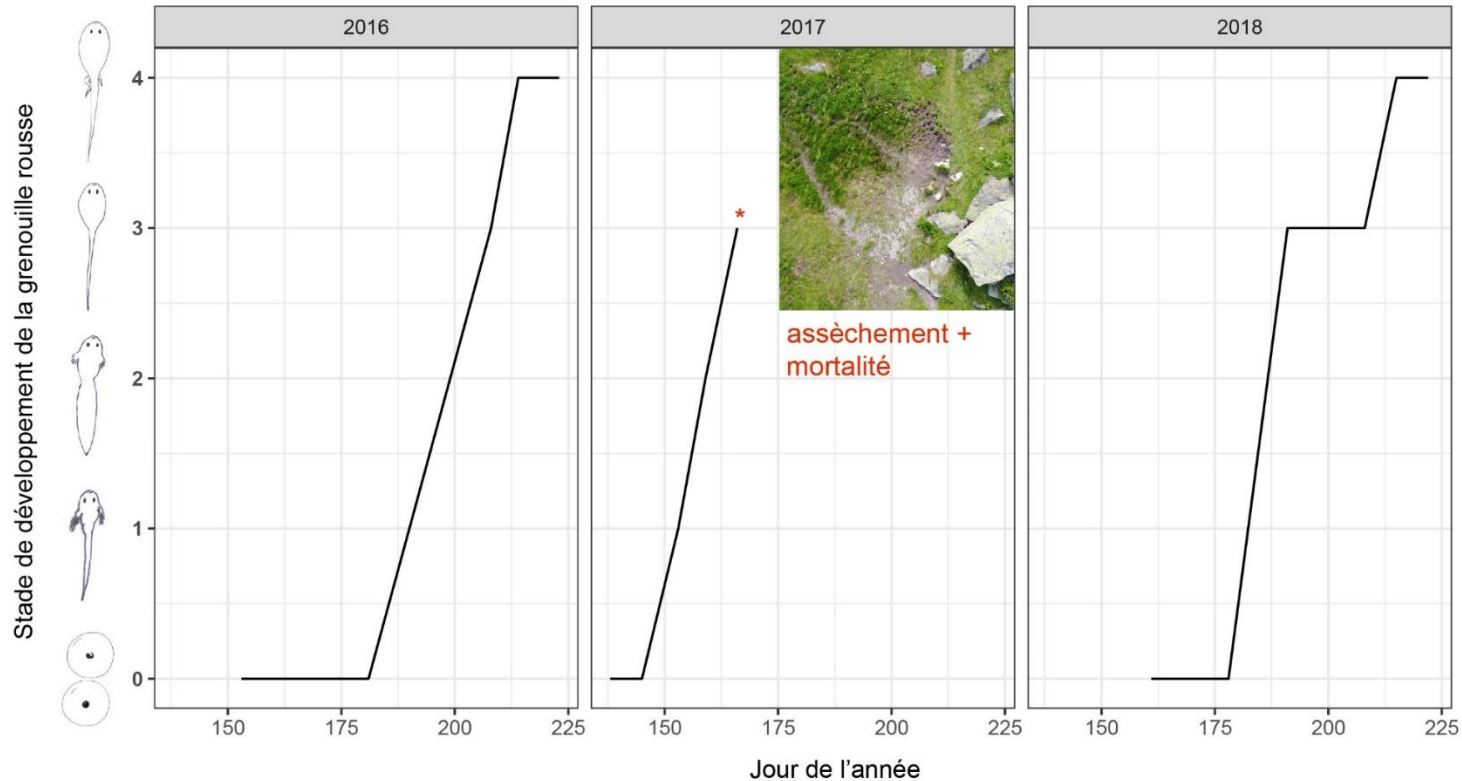
→ **En altitude, c'est la course** pour se développer avant le retour de la neige

IV. Impact sur la faune (grenouille rousse)



- **En altitude, c'est la course** pour se développer avant le retour de la neige
- **Enneigement moins longue OK si pas de sécheresse**

IV. Impact sur la faune (grenouille rousse)



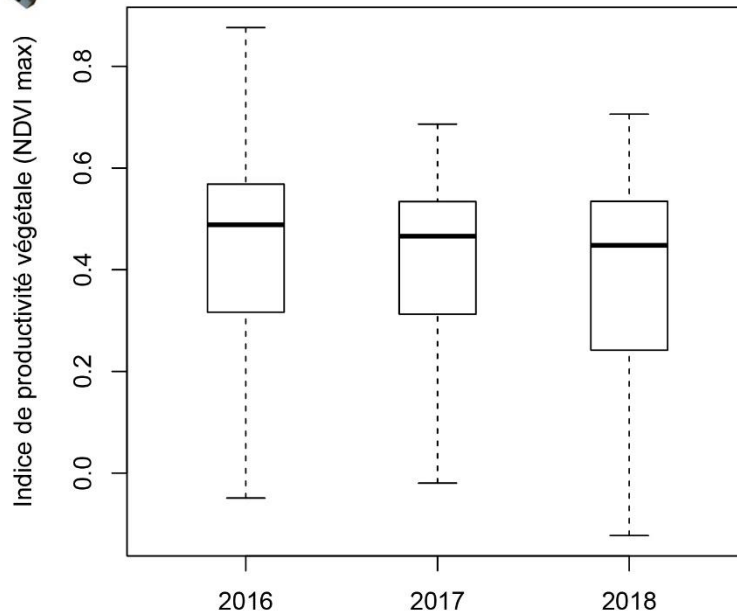
→ **Assèchement = mortalité** des têtards observé sur le terrain en 2017, pourtant difficile à intégrer dans le modèle (**manque d'obs. !**)



IV. Impact sur la flore des zones humides



NDVI = Indicateur de biomasse & photosynthèse



Loriaz en juillet 2017 : c'est sec mais c'est vert !

- Aucune variation significative de la **productivité végétale** observée entre les 3 ans d'étude
- Demande d'être approfondi par des relevés de composition floristique

V. Implications du changement climatique en 2050

2050

-1 mois d'enneigement

Hauteur de neige en mars
(m, moyenne)



+ 1 à 2 °C

avril-mai GDD
(°C, somme)



+ 0.41

- 0.17

Névés estivaux
(% du BV, juillet-août)



+ de canicules
+ 2 à 3 °C

juin-juillet GDD
(°C, somme)



-10 à 20%

juin-juillet précip.
(mm, somme)



+ 0.21

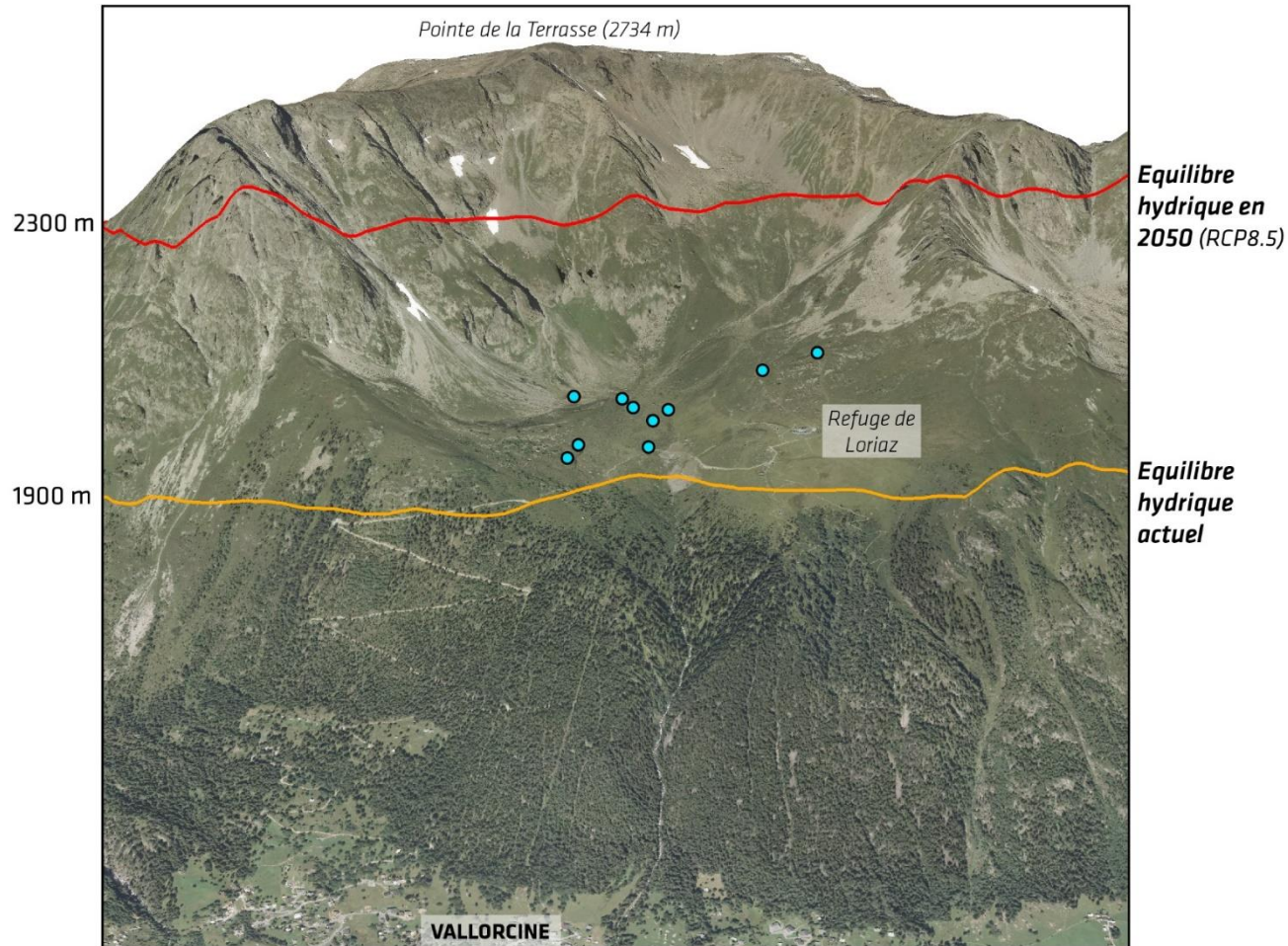
- 0.19

NS

Surface en eau estivale
(m², 15 juillet - 15 août moy.)

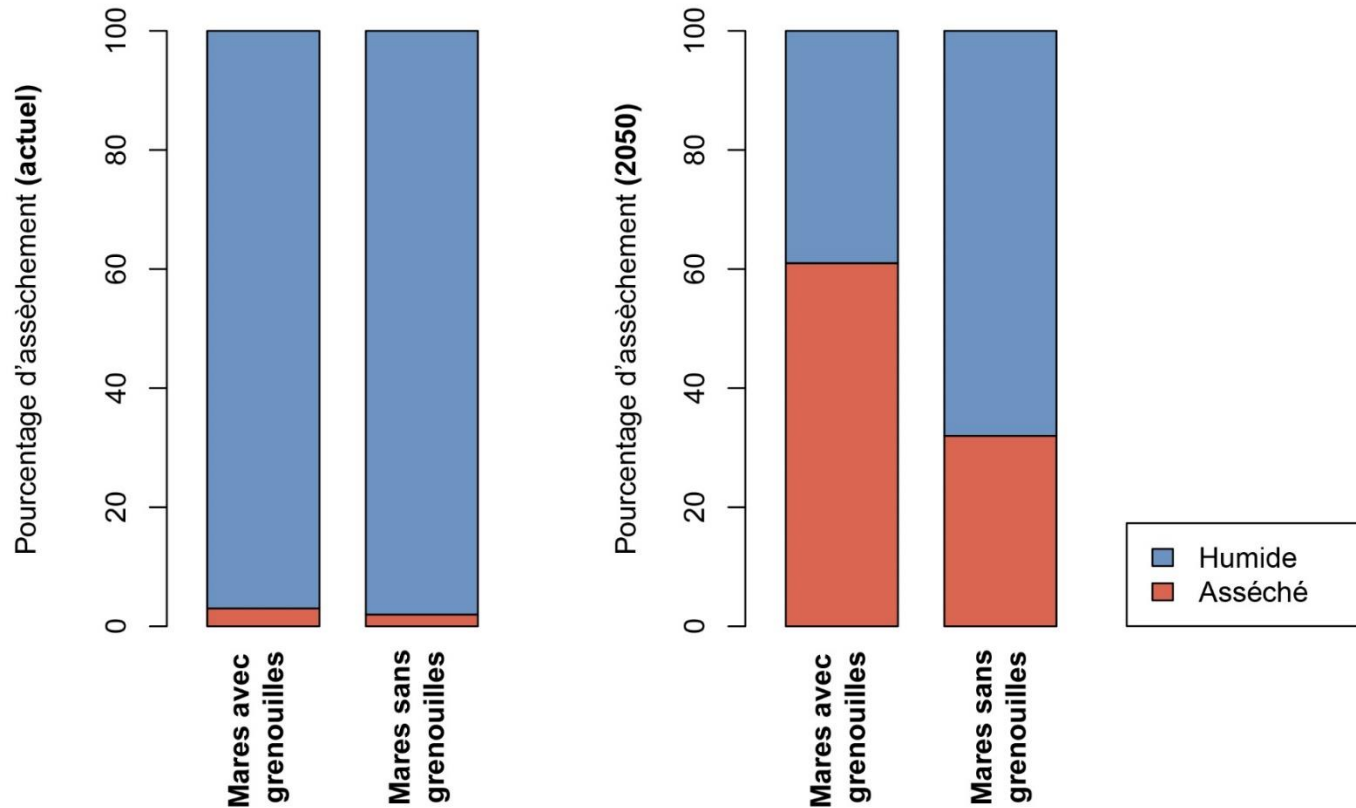
**+ de risque d'assèchement
des mares alpines dans les années à venir**

V. Implications du changement climatique en 2050



- **Remontée en altitude** de ~400 m de l'équilibre hydrique en été (Precip. – Evapotranspiration)
- Capacité de dispersion de la flore et la faune spécialisée des zones humides ?

V. Implications du changement climatique 2050



→ **Taux d'assèchement plus important (de 5 à 60%) des mares alpines dans la région de Chamonix en 2050**

Conclusions principales

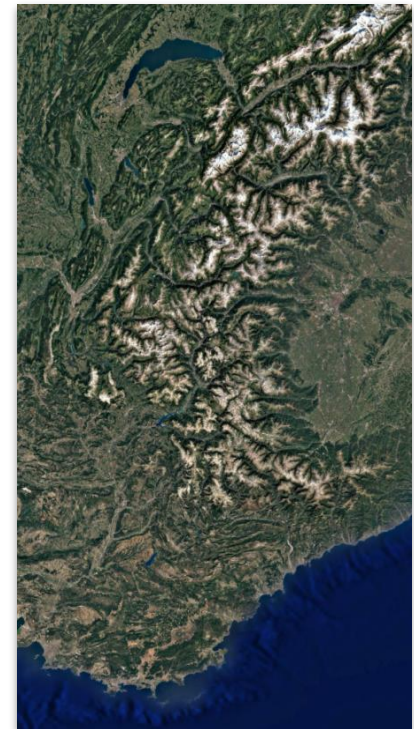
- Proposition d'un **nouvel outil** pour suivre l'hydrologie des mares alpines d'une année à une autre
- Le risque d'assèchement des mares alpines augmente face à un déneigement précoce et des canicules estivales, et **cet habitat risque de fortement régresser dans le futur**

Conclusions principales

- Proposition d'un **nouvel outil** pour suivre l'hydrologie des mares alpines d'une année à une autre
- Le risque d'assèchement des mares alpines augmente face à un déneigement précoce et des canicules estivales, et **cet habitat risque de fortement régresser dans le futur**

Critères d'efficacité :

- ✓ Pointage sur le terrain des mares
- ✓ Milieux ouverts
- ✓ Zones humides en eau libre
- ✓ Outil technique (pas clé en main)



Conclusions principales

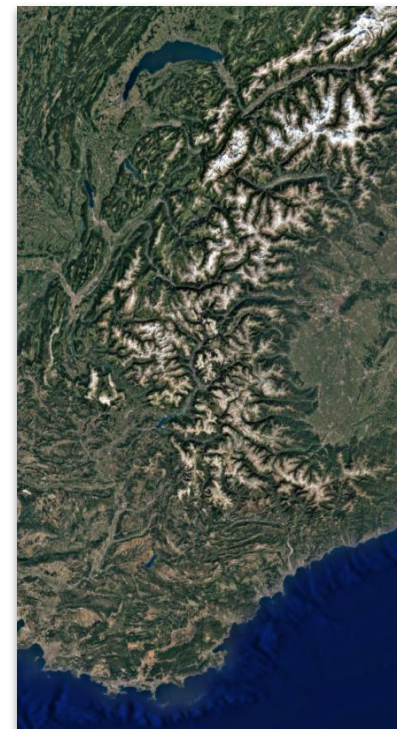
- Proposition d'un **nouvel outil** pour suivre l'hydrologie des mares alpines d'une année à une autre
- Le risque d'assèchement des mares alpines augmente face à un déneigement précoce et des canicules estivales, et **cet habitat risque de fortement régresser dans le futur**

Des perspectives...

- Qu'est-ce qui se passe(ra) dans les **Alpes du sud** ?
- Besoin d'ajuster les **contours des espaces protégés** ?
- Intégration de ce type de méthode dans une dispositif de **monitoring à plus grande échelle** ?

Critères d'efficacité :

- ✓ Pointage sur le terrain des mares
- ✓ Milieux ouverts
- ✓ Zones humides en eau libre
- ✓ Outil technique (pas clé en main)



Merci de votre attention



© A. Bessonnet

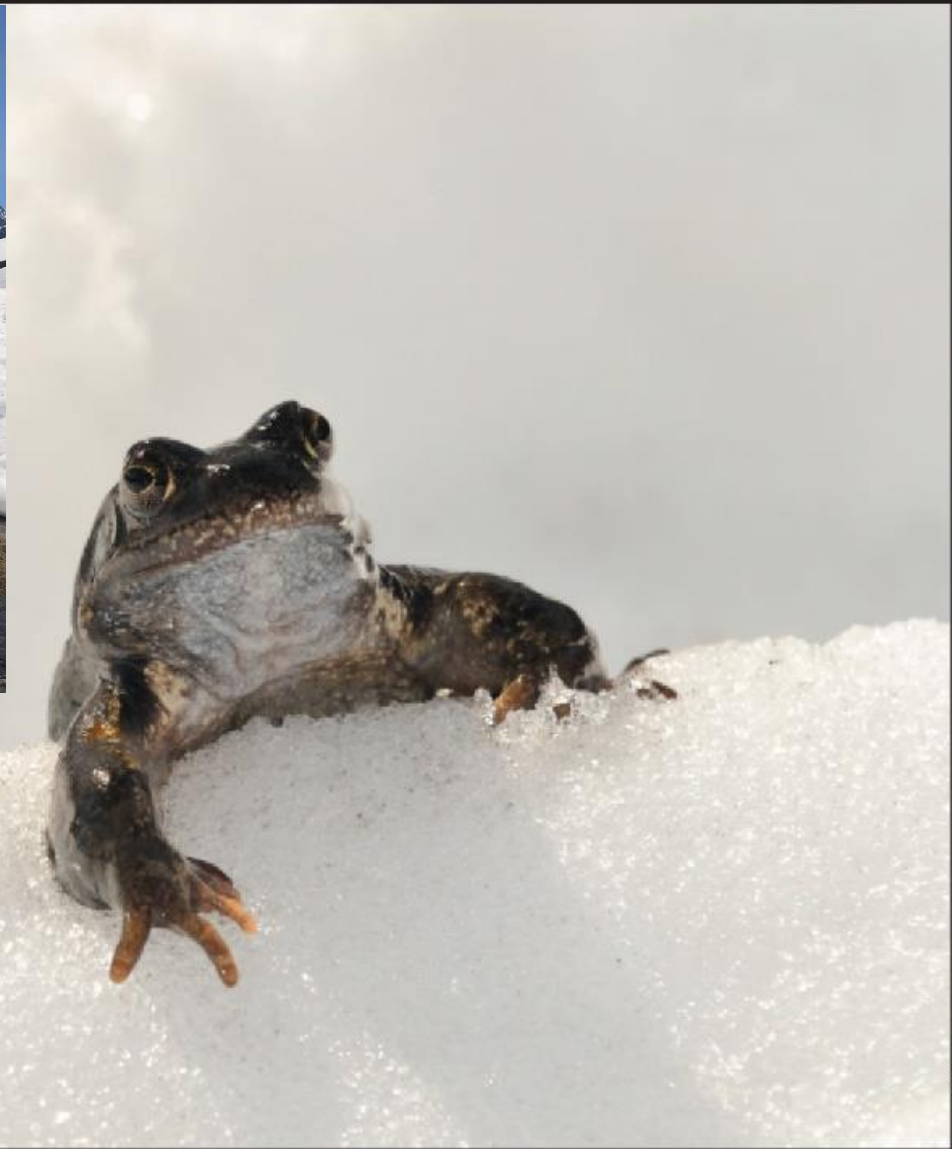
Et aux financeurs :

Grenouille rousse en route vers sa mare de reproduction



Merci de votre attention

Et aux bénévoles !



Et aux financeurs :

Grenouille rousse en route vers sa mare de reproduction



© A. Bessonnet