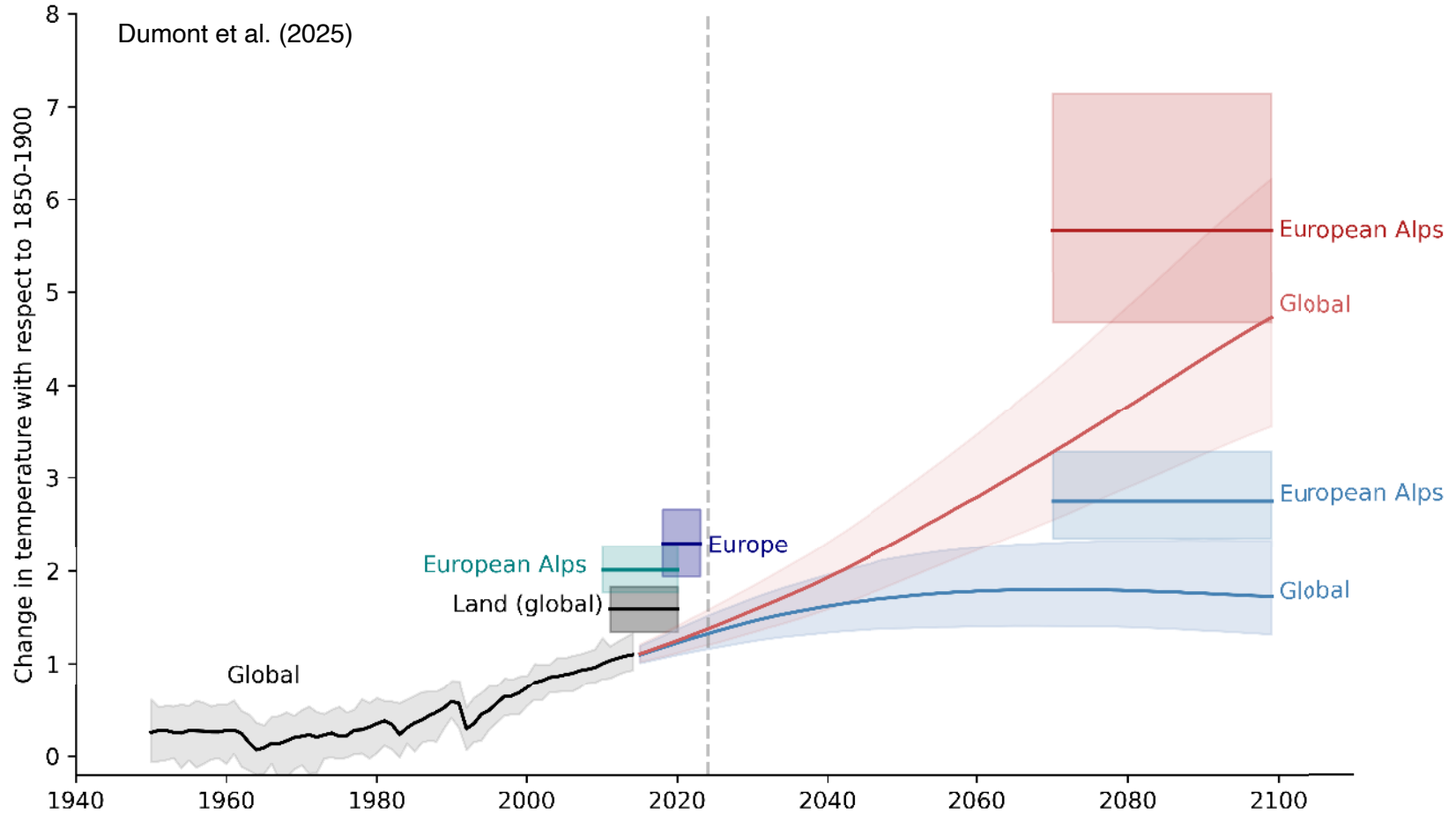


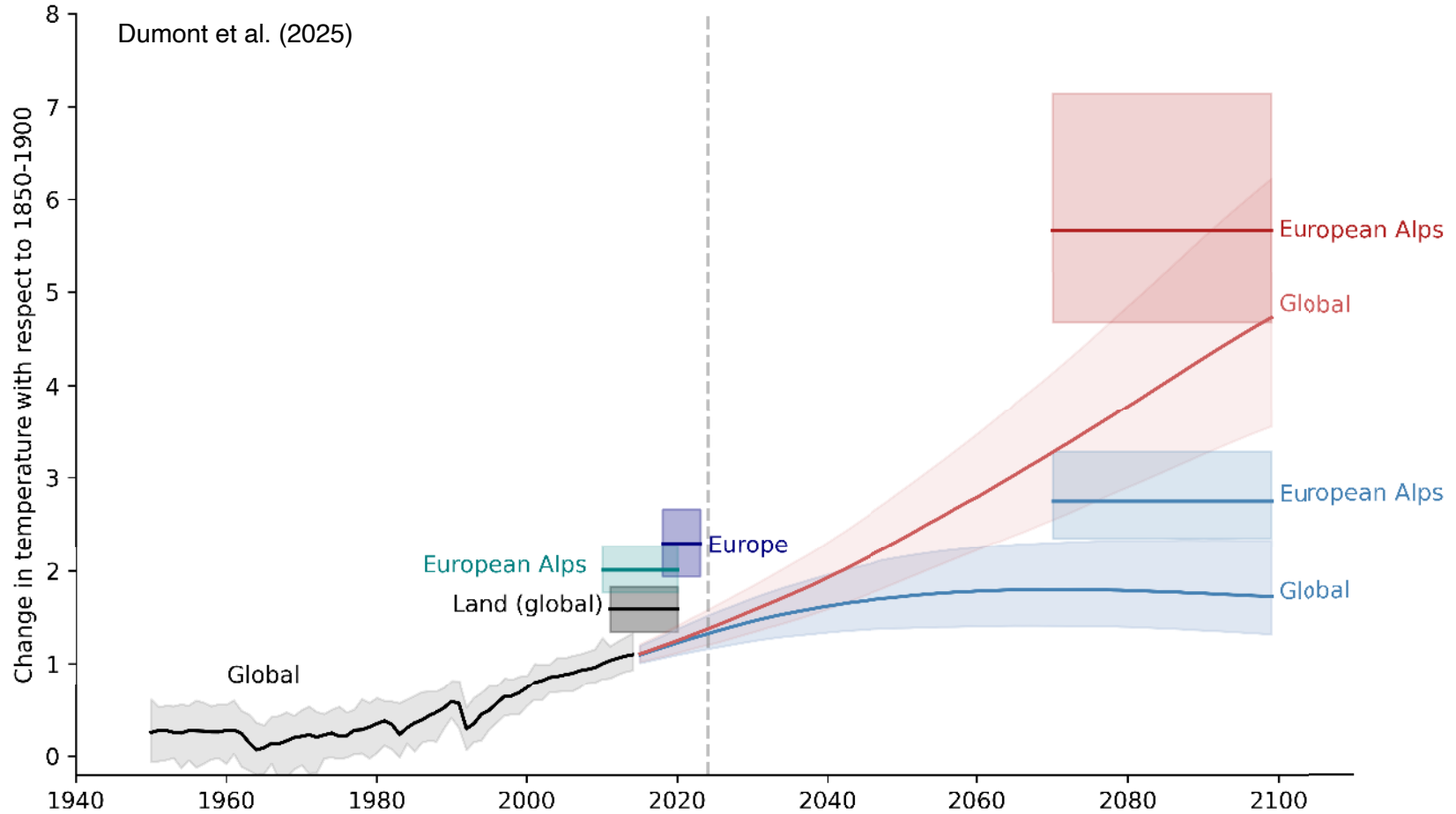
QUAAACC : QUalification de l'Aléa Avalancheux dans les Alpes en Climat Changeant



Contexte : réchauffement climatique

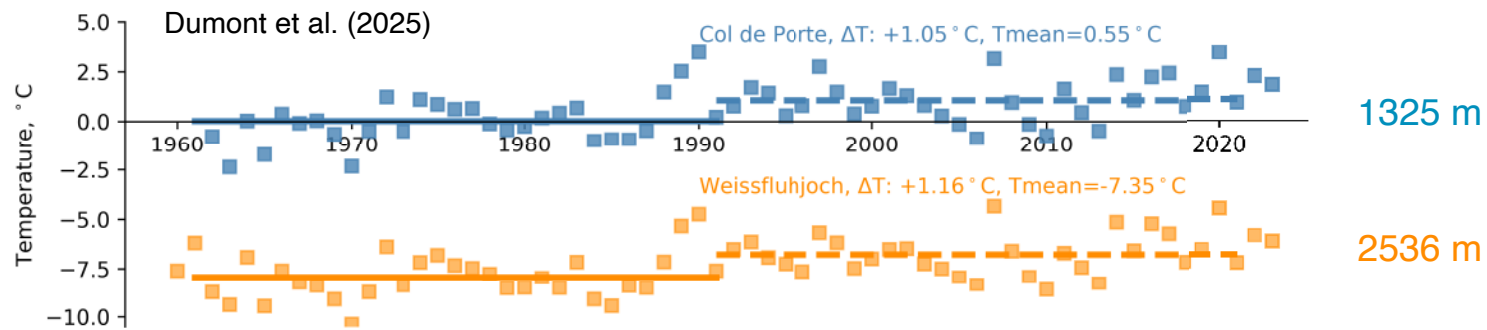


Contexte : réchauffement climatique

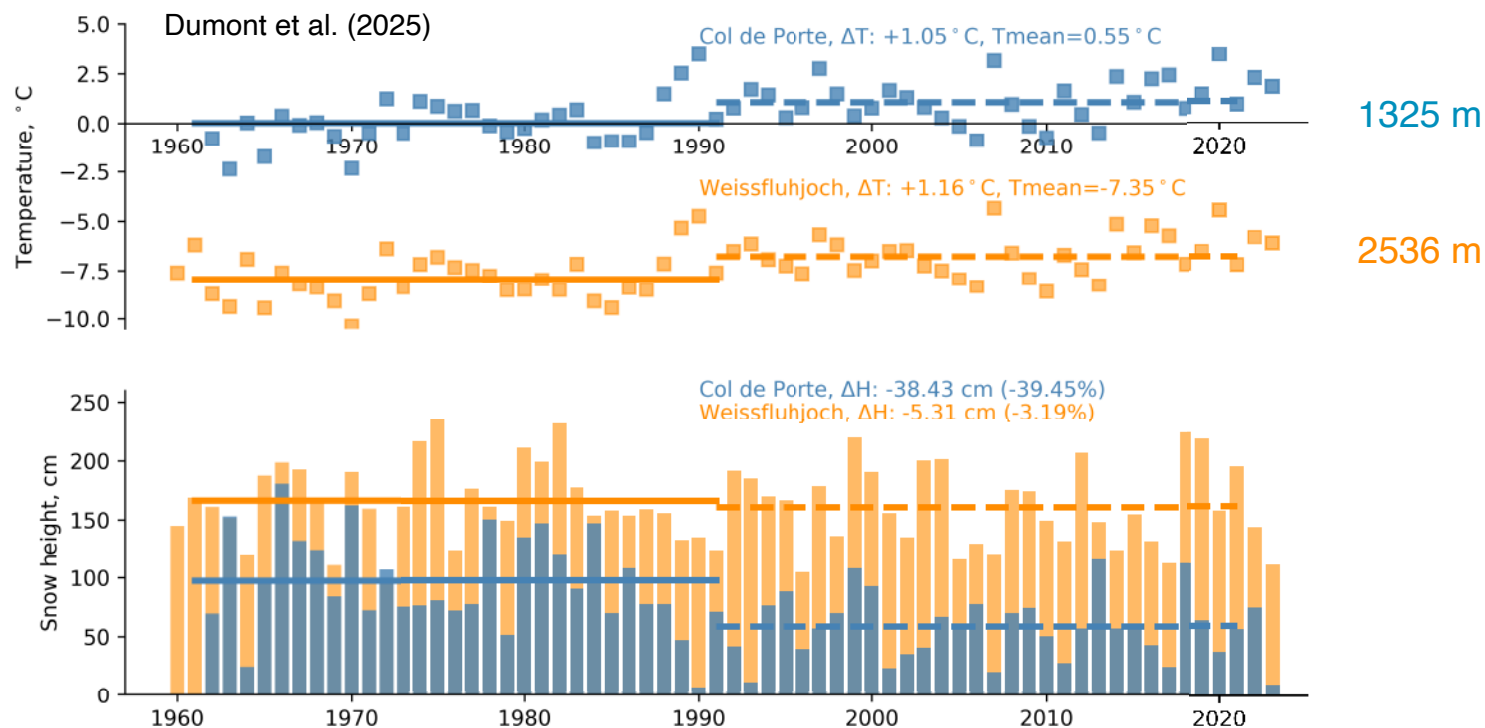


- +0.3°C / decade depuis 1980 dans les Alpes
- lié aux émissions anthropiques de gaz à effet de serre

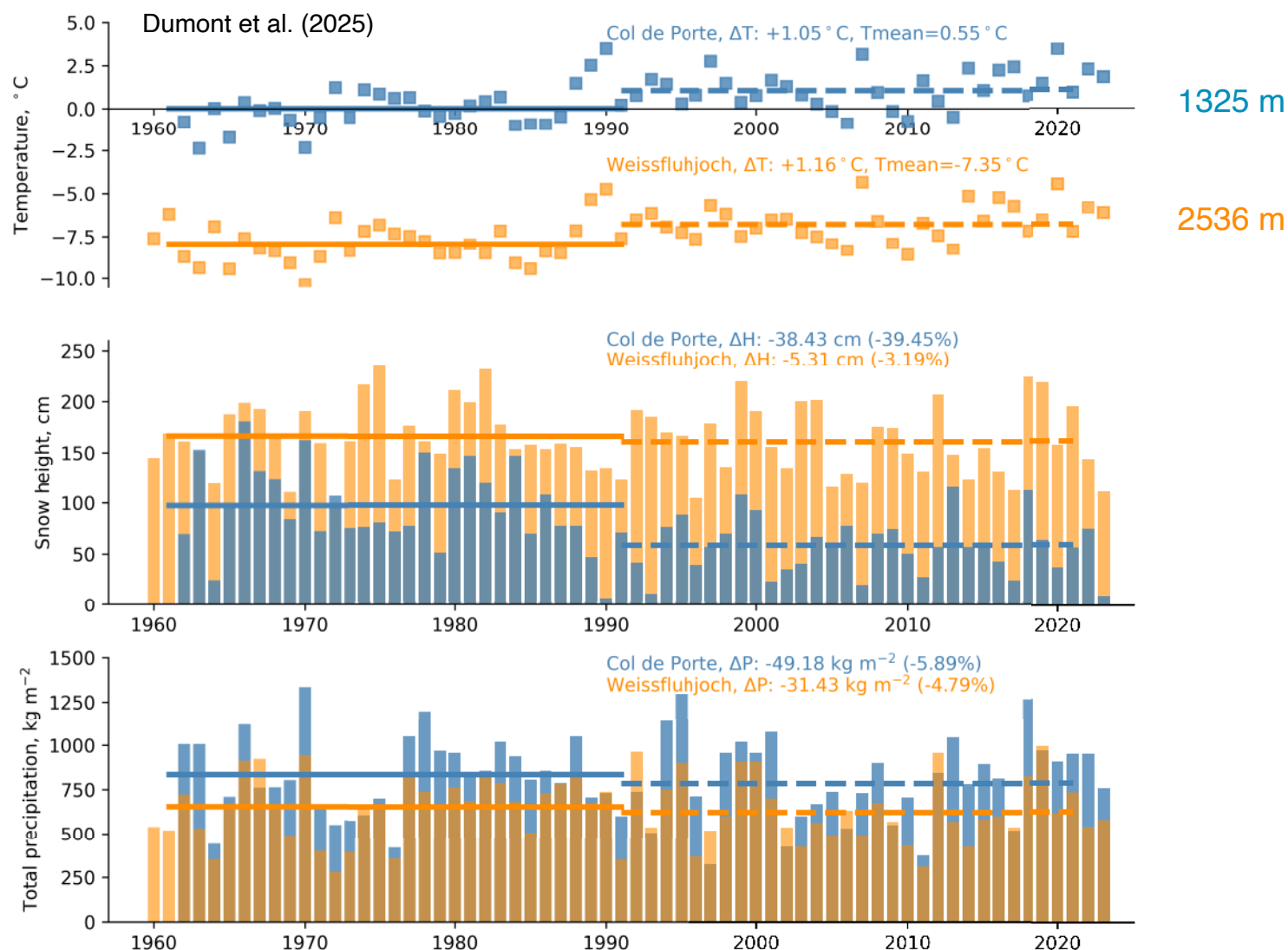
Contexte : réchauffement climatique



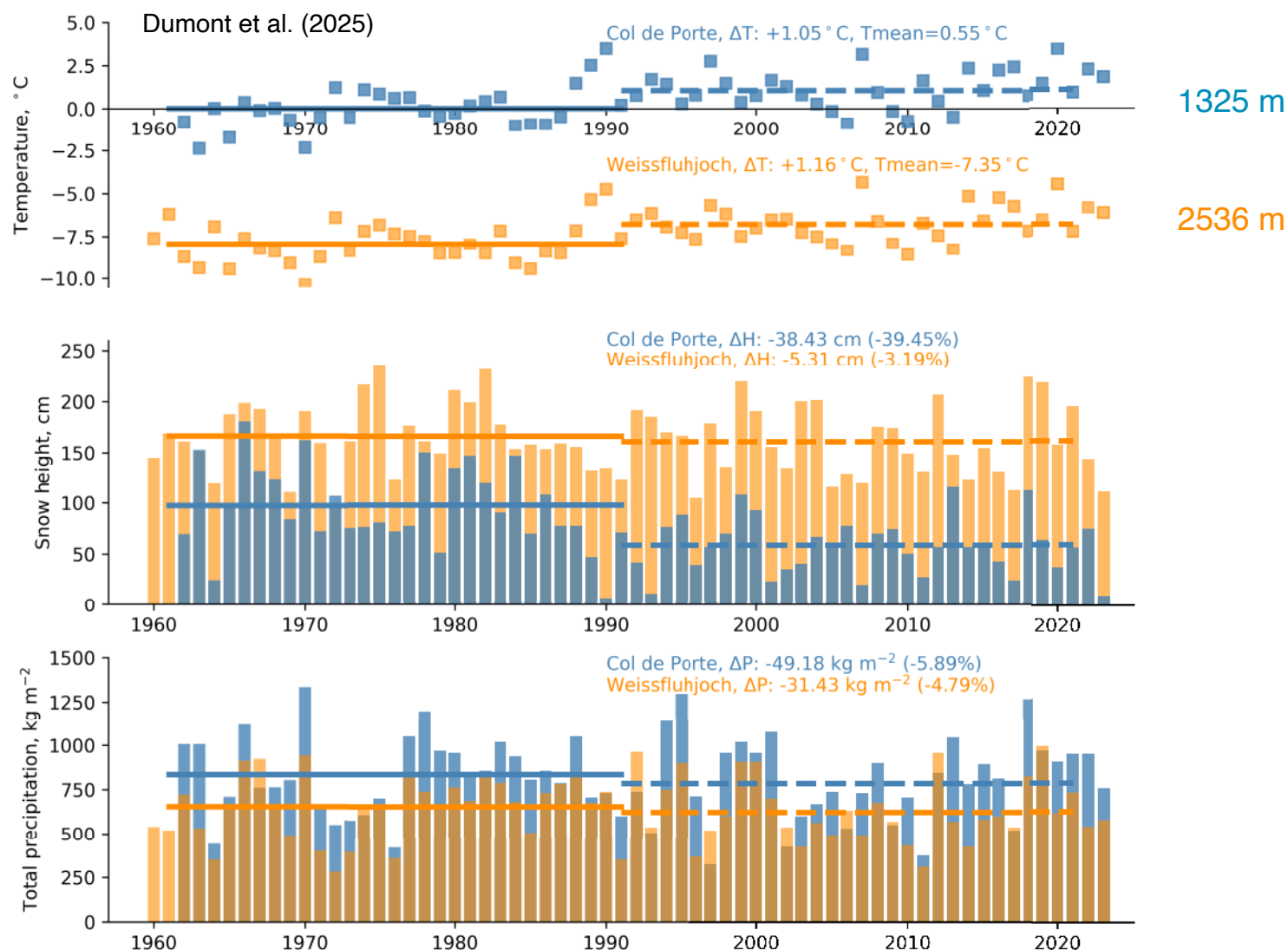
Contexte : réchauffement climatique



Contexte : réchauffement climatique



Contexte : réchauffement climatique

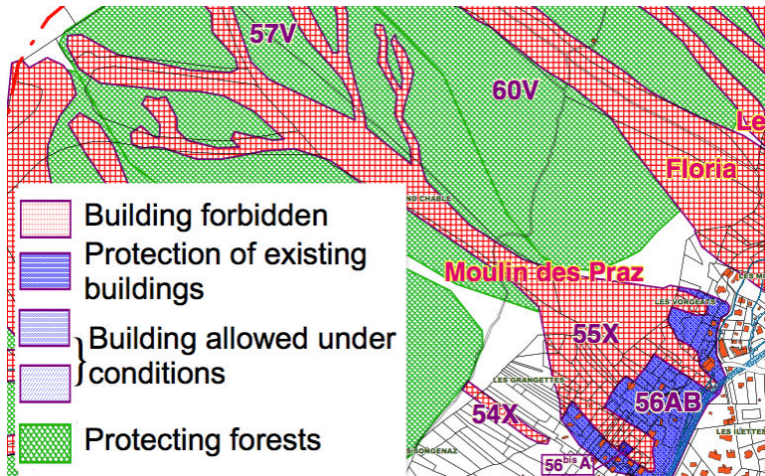


→ fort impact en montagne, autour du point de fusion de l'eau

Contexte : des enjeux différenciés

Contexte : des enjeux différenciés

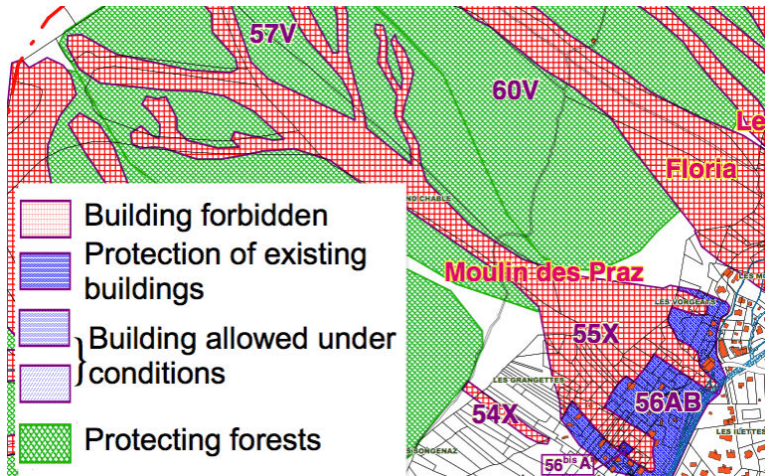
Terrain contrôlé (départ spontané)



Zones urbanisées, routes, etc.

Contexte : des enjeux différenciés

Terrain contrôlé (départ spontané)



Zones urbanisées, routes, etc.

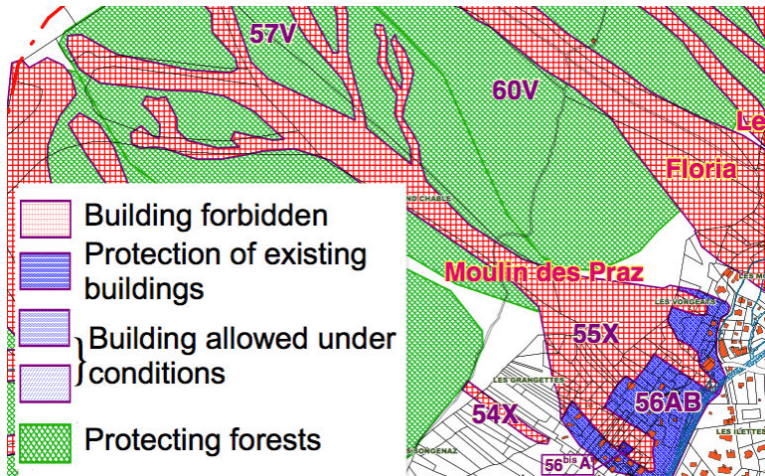
Terrain non contrôlé (déclenchement provoqué)



Pratiquants de la montagne: ski de randonnée, etc.

Contexte : des enjeux différenciés

Terrain contrôlé (départ spontané)



Zones urbanisées, routes, etc.

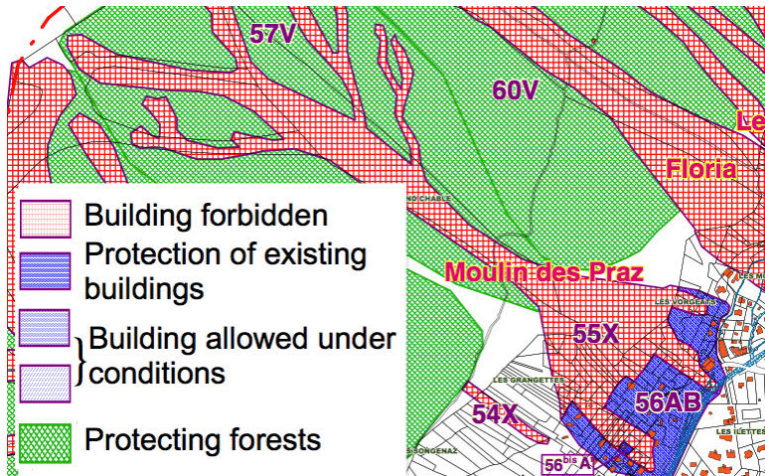
Terrain non contrôlé (déclenchement provoqué)



Pratiquants de la montagne: ski de randonnée, etc.

Contexte : des enjeux différenciés

Terrain contrôlé (départ spontané)



Zones urbanisées, routes, etc.

Terrain non contrôlé (déclenchement provoqué)



Source: Freeride World Tour

Pratiquants de la montagne: ski de randonnée, etc.

→ Evolution de l'aléa avalanche spontané en terrain contrôlé en climat changeant

Contexte : un aléa multi-factoriel

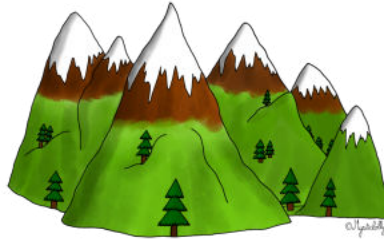
Contexte : un aléa multi-factoriel

Moins de neige = moins d'avalanches ?

Contexte : un aléa multi-factoriel

Moins de neige = moins d'avalanches ?

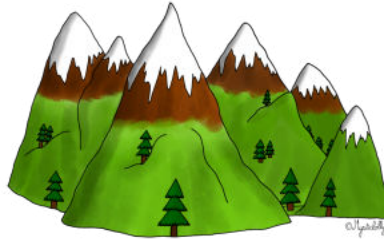
Terrain : topographie + végétation



Contexte : un aléa multi-factoriel

Moins de neige = moins d'avalanches ?

Terrain : topographie + végétation



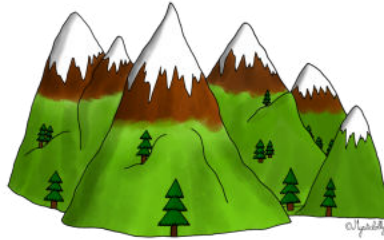
Cumul de neige récente



Contexte : un aléa multi-factoriel

Moins de neige = moins d'avalanches ?

Terrain : topographie + végétation



Cumul de neige récente



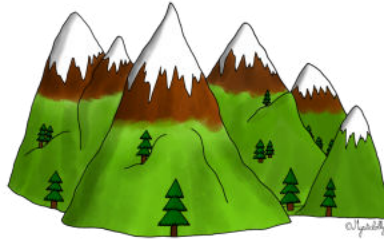
Vent



Contexte : un aléa multi-factoriel

Moins de neige = moins d'avalanches ?

Terrain : topographie + végétation



Cumul de neige récente



Vent



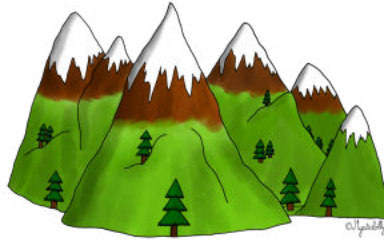
Bilan énergie



Contexte : un aléa multi-factoriel

Moins de neige = moins d'avalanches ?

Terrain : topographie + végétation



Cumul de neige récente



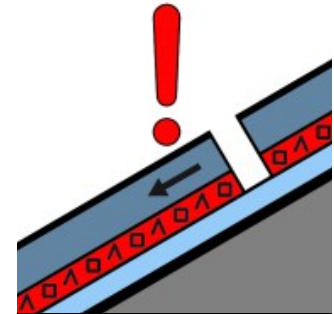
Vent



Bilan énergie



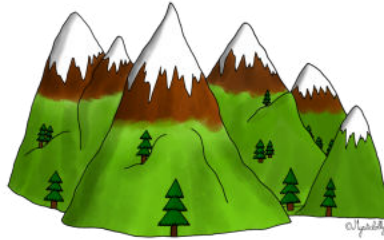
Stratigraphie



Contexte : un aléa multi-factoriel

Moins de neige = moins d'avalanches ?

Terrain : topographie + végétation



Cumul de neige récente



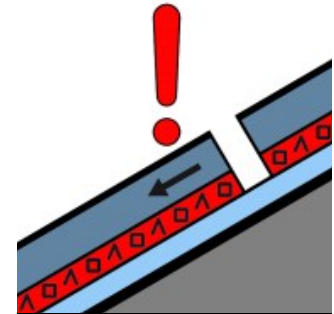
Vent



Bilan énergie



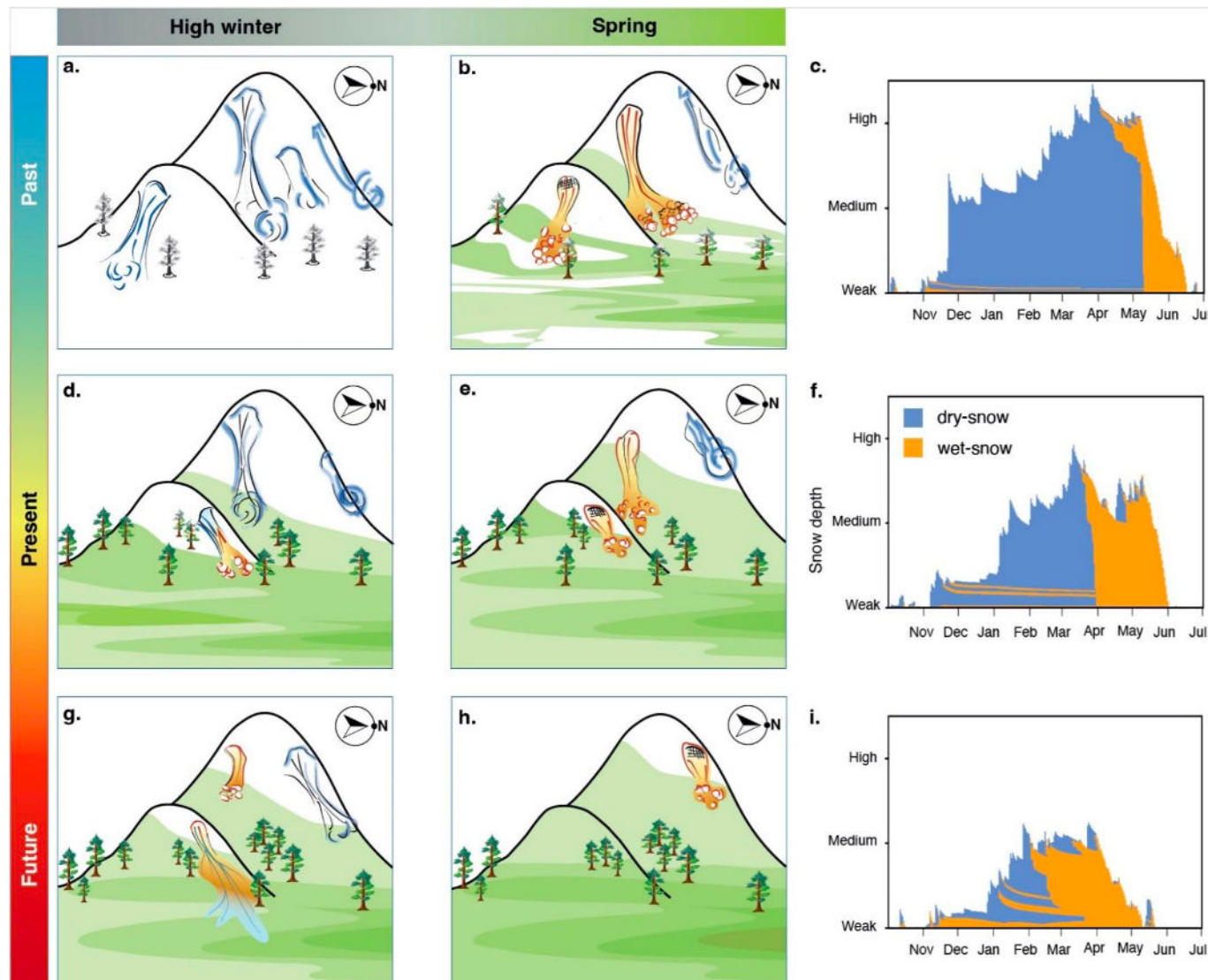
Stratigraphie



→ Un contrôle climatique intuitif mais complexe et difficile à établir

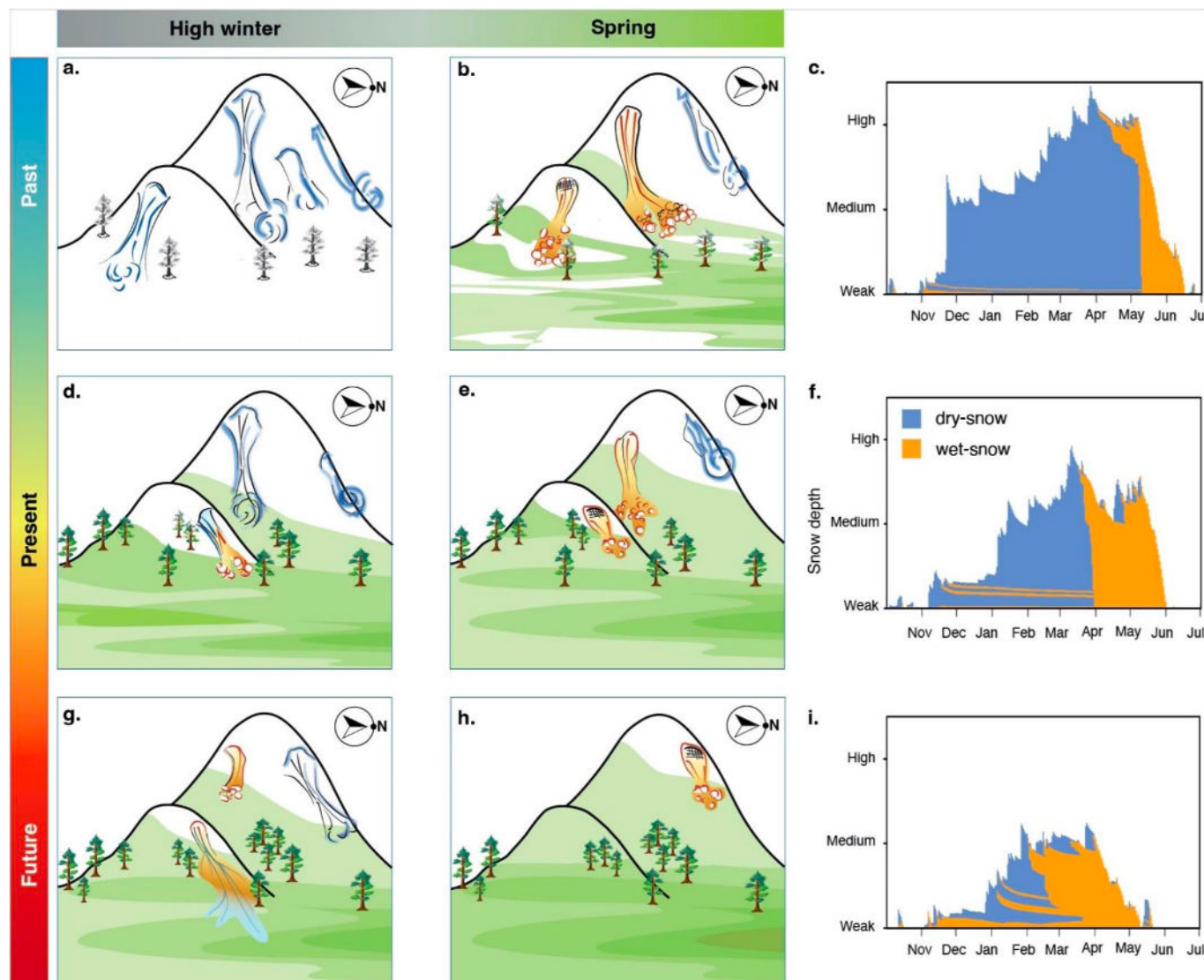
Ce que l'on sait : vue globale

Eckert et al. (2024)



Ce que l'on sait : vue globale

Eckert et al. (2024)



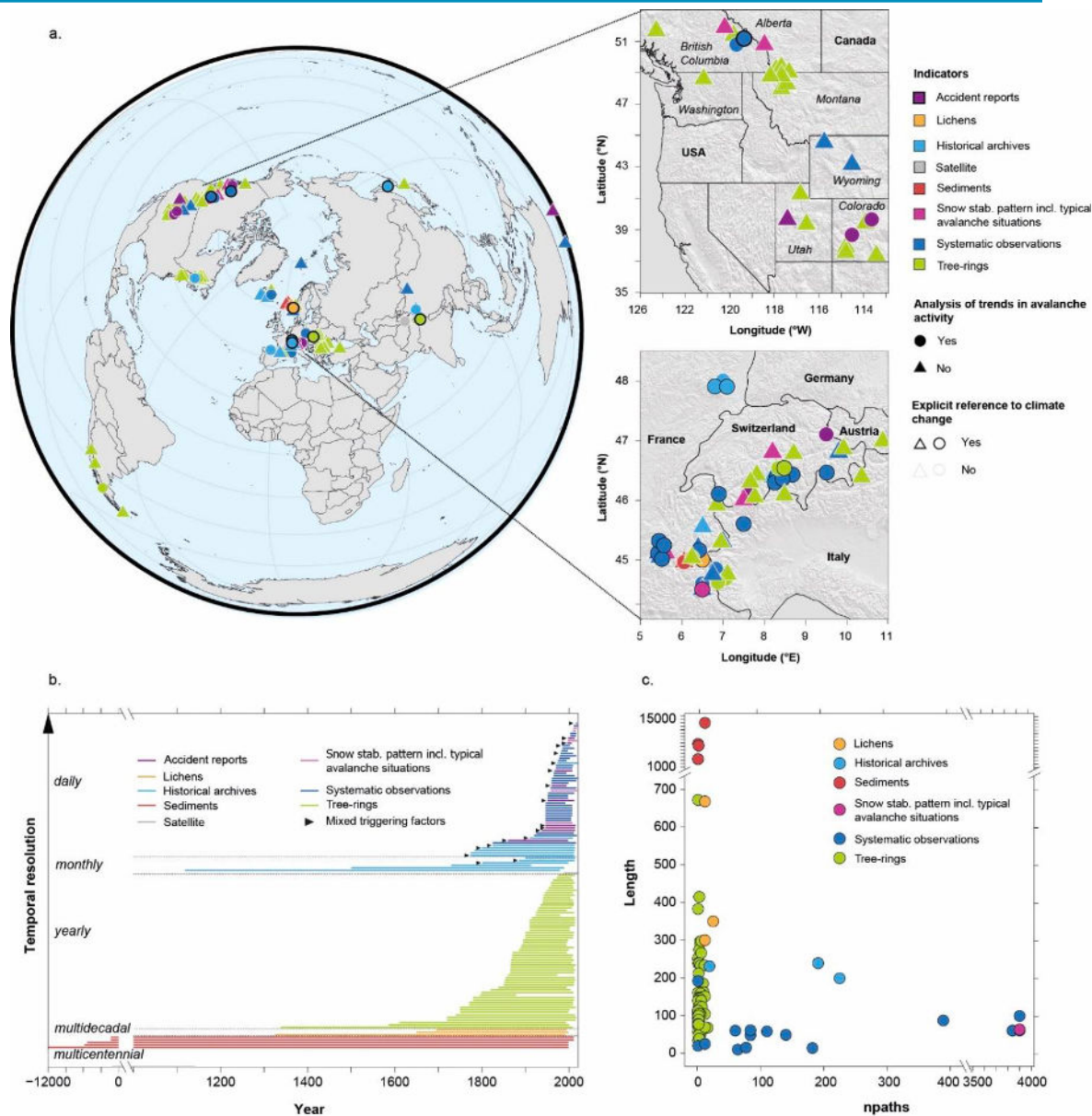
→ En général :
moins nombreuses, plus
petites, et plus humides
sur une saison plus
courte.

→ Contrôle en altitude :
- shift du bas vers le haut,
- pic temporaire possible
à haute altitude en hiver,
et de nature différente.

→ Cause :
- moins de neige
- plus chaud
- (plus de forêt)

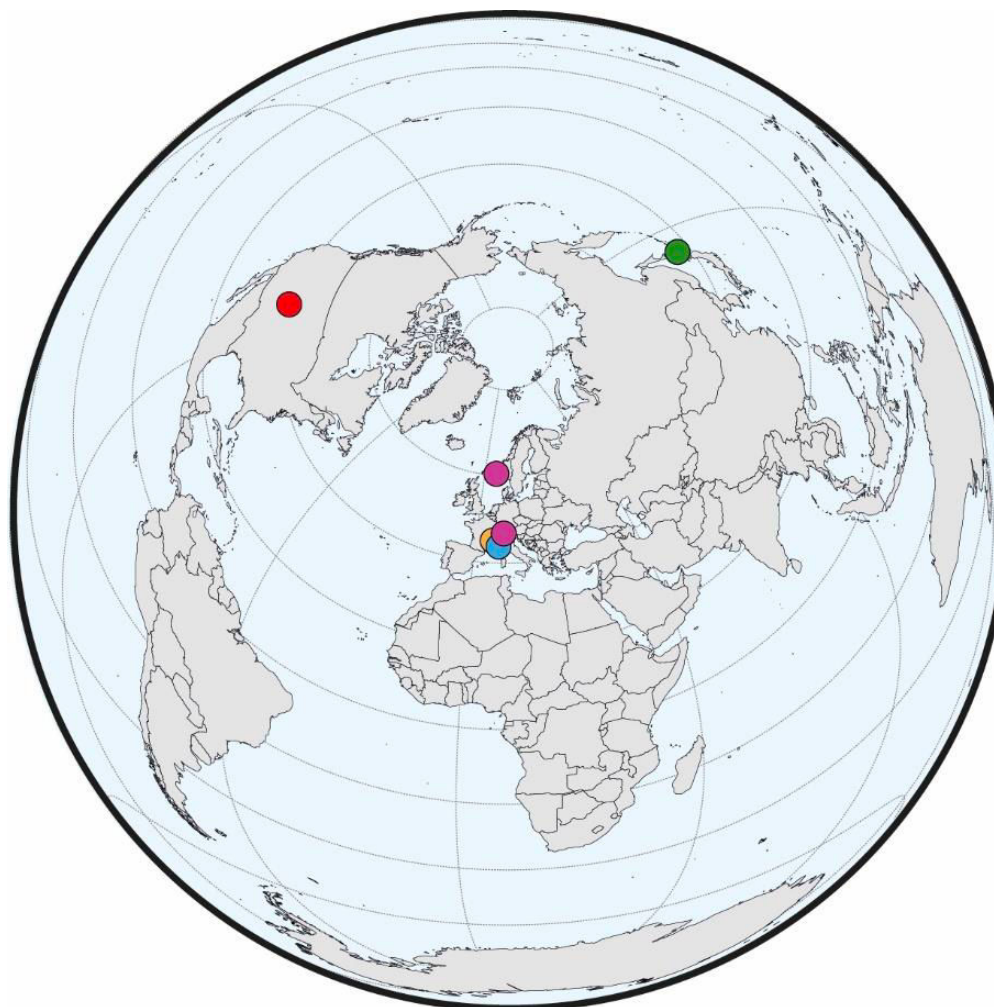
Ce que l'on sait : passé

Eckert et al. (2024)



Ce que l'on sait : futur

Eckert et al. (2024)



Scenarios

- B1, A1B, A1F
- +1.8°C +10% precip.
- A1B, B1, A2
- RCP 8.5
- +4°C

Ce que l'on veut savoir :

→ Préciser cette vision globale sur les Alpes françaises :

- i) Quelle évolution passée et future de l'activité avalancheuse dans les Alpes Françaises ?
- ii) Evolution différenciée en fonction de l'altitude et des variables considérées (nombre d'avalanche, altitudes atteintes, type d'écoulement etc.),
- iii) Déclinaison au niveau des territoires pilotes du projet : Queyras, très Haute-Maurienne, haut Briançonnais

Ce que l'on veut savoir :

→ Préciser cette vision globale sur les Alpes françaises :

- i) Quelle évolution passée et future de l'activité avalancheuse dans les Alpes Françaises ?
- ii) Evolution différenciée en fonction de l'altitude et des variables considérées (nombre d'avalanche, altitudes atteintes, type d'écoulement etc.),
- iii) Déclinaison au niveau des territoires pilotes du projet : Queyras, très Haute-Maurienne, haut Briançonnais



REX événements nivo-météo du 29 décembre au 8 janvier 2018



Ce que l'on veut savoir :

→ Préciser cette vision globale sur les Alpes françaises :

- i) Quelle évolution passée et future de l'activité avalancheuse dans les Alpes Françaises ?
- ii) Evolution différenciée en fonction de l'altitude et des variables considérées (nombre d'avalanche, altitudes atteintes, type d'écoulement etc.),
- iii) Déclinaison au niveau des territoires pilotes du projet : Queyras, très Haute-Maurienne, haut Briançonnais



REX événements nivo-météo du 29 décembre au 8 janvier 2018



Sentiment des gestionnaire lors du retour d'expérience du 16.10.2018 sur janvier 2028
« Janvier 2018 nous a bousculés et nous interroge : est-ce qu'il faut se préparer à faire face à ce type d'épisode souvent à l'avenir ? »

Comment s'organise-t-on ?

Comment s'organise-t-on ?

Financement :

- Méta - projet Météo-France + Inrae dont 2 CDD de 24 mois.
- Contribution de 300 keuros du FEDER (+ auto-financement + DGPR + Interreg)

Comment s'organise-t-on ?

Financement :

- Méta - projet Météo-France + Inrae dont 2 CDD de 24 mois.
- Contribution de 300 keuros du FEDER (+ auto-financement + DGPR + Interreg)

Principes du projet :

- Mieux connaître les avalanches et la météo du passé,
- Développer des méthodes statistiques pour extraire le signal climatique des observations,
- Apprendre la relation neige-climat du passé pour la projeter dans le futur.

Comment s'organise-t-on ?

Financement :

- Méta - projet Météo-France + Inrae dont 2 CDD de 24 mois.
- Contribution de 300 keuros du FEDER (+ auto-financement + DGPR + Interreg)

Principes du projet :

- Mieux connaître les avalanches et la météo du passé,
- Développer des méthodes statistiques pour extraire le signal climatique des observations,
- Apprendre la relation neige-climat du passé pour la projeter dans le futur.

Programme de la matinée :

Comment s'organise-t-on ?

Financement :

- Méta - projet Météo-France + Inrae dont 2 CDD de 24 mois.
- Contribution de 300 keuros du FEDER (+ auto-financement + DGPR + Interreg)

Principes du projet :

- Mieux connaître les avalanches et la météo du passé,
- Développer des méthodes statistiques pour extraire le signal climatique des observations,
- Apprendre la relation neige-climat du passé pour la projeter dans le futur.

Programme de la matinée :



1. Conditions nivo-météorologiques passées et futures par Diego Monteiro (Météo-France - CNRS)

Comment s'organise-t-on ?

Financement :

- Méta - projet Météo-France + Inrae dont 2 CDD de 24 mois.
- Contribution de 300 keuros du FEDER (+ auto-financement + DGPR + Interreg)

Principes du projet :

- Mieux connaître les avalanches et la météo du passé,
- Développer des méthodes statistiques pour extraire le signal climatique des observations,
- Apprendre la relation neige-climat du passé pour la projeter dans le futur.

Programme de la matinée :



1. Conditions nivo-météorologiques passées et futures
par Diego Monteiro (Météo-France - CNRS)



2. Des données pluriséculaires à l'évolution de l'activité avalancheuse et du
risque associé par C. Defernand et N. Eckert (Inrae - IGE)

Comment s'organise-t-on ?

Financement :

- Méta - projet Météo-France + Inrae dont 2 CDD de 24 mois.
- Contribution de 300 keuros du FEDER (+ auto-financement + DGPR + Interreg)

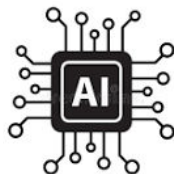
Principes du projet :

- Mieux connaître les avalanches et la météo du passé,
- Développer des méthodes statistiques pour extraire le signal climatique des observations,
- Apprendre la relation neige-climat du passé pour la projeter dans le futur.

Programme de la matinée :



1. Conditions nivo-météorologiques passées et futures
par Diego Monteiro (Météo-France - CNRS)



3. Apprentissage automatique de la relation neige - avalanche,
tendances climatiques sur la Haute-Maurienne par F. Doussot
(Météo-France - CNRS) et P. Sielenou (IGE, Inrae)



2. Des données pluriséculaires à l'évolution de l'activité avalancheuse et du
risque associé par C. Defernand et N. Eckert (Inrae - IGE)

Comment s'organise-t-on ?

Financement :

- Méta - projet Météo-France + Inrae dont 2 CDD de 24 mois.
- Contribution de 300 keuros du FEDER (+ auto-financement + DGPR + Interreg)

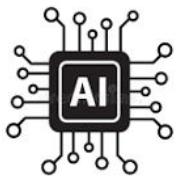
Principes du projet :

- Mieux connaître les avalanches et la météo du passé,
- Développer des méthodes statistiques pour extraire le signal climatique des observations,
- Apprendre la relation neige-climat du passé pour la projeter dans le futur.

Programme de la matinée :



1. Conditions nivo-météorologiques passées et futures
par Diego Monteiro (Météo-France - CNRS)



3. Apprentissage automatique de la relation neige - avalanche,
tendances climatiques sur la Haute-Maurienne par F. Doussot
(Météo-France - CNRS) et P. Sielenou (IGE, Inrae)



2. Des données pluriséculaires à l'évolution de l'activité avalancheuse et du
risque associé par C. Defernand et N. Eckert (Inrae - IGE)

4. 11h30 visite de l'observatoire du col de Porte
par Anne Dufour et Mathieu Fructus (Météo-France - CNRS)

Ce que l'on attend de vous

Ce que l'on attend de vous

Matinée :

- Poser des questions !!!
- C'est un kick-off : nous n'avons pas toutes les questions, et jamais toutes les réponses !

Ce que l'on attend de vous

Matinée :

- Poser des questions !!!
- C'est un kick-off : nous n'avons pas toutes les questions, et jamais toutes les réponses !

Midi et pauses :

- Discussion entre acteurs variés
- Évènement multi-acteurs (académique, prévisionniste régional / local, bureau d'études, expert de l'état des risques en montagne, observateur, gestionnaire des risques, etc.)

Ce que l'on attend de vous

Matinée :

- Poser des questions !!!
- C'est un kick-off : nous n'avons pas toutes les questions, et jamais toutes les réponses !

Midi et pauses :

- Discussion entre acteurs variés
- Évènement multi-acteurs (académique, prévisionniste régional / local, bureau d'études, expert de l'état des risques en montagne, observateur, gestionnaire des risques, etc.)

Après-midi :

- 14-15h30 : Ateliers **participatifs** – animation C. Peisser (PARN) et P. Hagenmuller (Météo-France – CNRS)
 - Qu'est-ce qu'un bon indicateur de l'activité avalancheuse basé sur l'observation des avalanches ?
 - En contexte de changement climatique, quels sont pour vous les enjeux à venir en matière d'avalanche ?
- 15h30-16 h : café
- 16h-17h : restitution des groupes et discussion générale.

Ce que l'on attend de vous

Matinée :

- Poser des questions !!!
- C'est un kick-off : nous n'avons pas toutes les questions, et jamais toutes les réponses !

Midi et pauses :

- Discussion entre acteurs variés
- Évènement multi-acteurs (académique, prévisionniste régional / local, bureau d'études, expert de l'état des risques en montagne, observateur, gestionnaire des risques, etc.)

Après-midi :

- 14-15h30 : Ateliers **participatifs** – animation C. Peisser (PARN) et P. Hagenmuller (Météo-France – CNRS)
 - Qu'est-ce qu'un bon indicateur de l'activité avalancheuse basé sur l'observation des avalanches ?
 - En contexte de changement climatique, quels sont pour vous les enjeux à venir en matière d'avalanche ?
- 15h30-16 h : café
- 16h-17h : restitution des groupes et discussion générale.

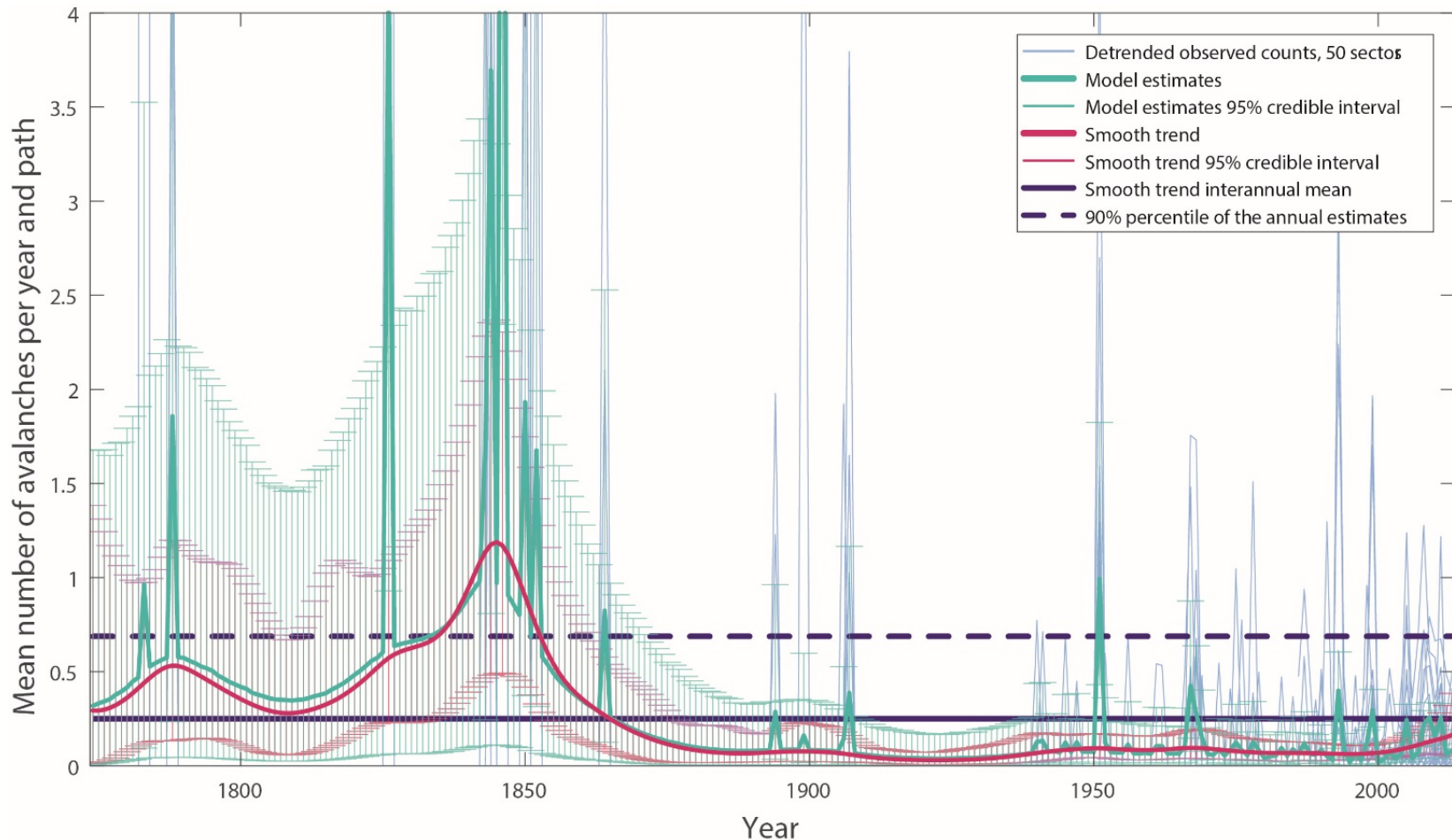
Fin à 17 h au plus tard

Questions

Passé lointain (1850-1950)

Passé lointain (1850-1950)

Fouille d'archive et débiaisage par le potentiel d'observation



Le projet : une méthodologie scientifique éprouvée



Passé (1950- aujourd'hui)

Le projet : une méthodologie scientifique éprouvée

Passé (1950- aujourd'hui)

L'enquête permanente avalanche (EPA) : une base de données unique



- Environ 4000 couloirs suivis en France, parfois depuis plus d'un siècle
- Méthodologie codifiée la plus systématique possible
- Information sur l'occurrence et aussi sur la zone de départ, le volume d'écoulement, l'altitude d'arrêt, le type de neige, etc.
- Caractérisation de l'activité avalancheuse pertinente **en terrain contrôlé** (départ spontané dans couloirs)

Commune : 38073 - CHANTELOUVE

N° site : 013 Nom actuel du site LES PEYROUSES

Nombre total d'événements : 47

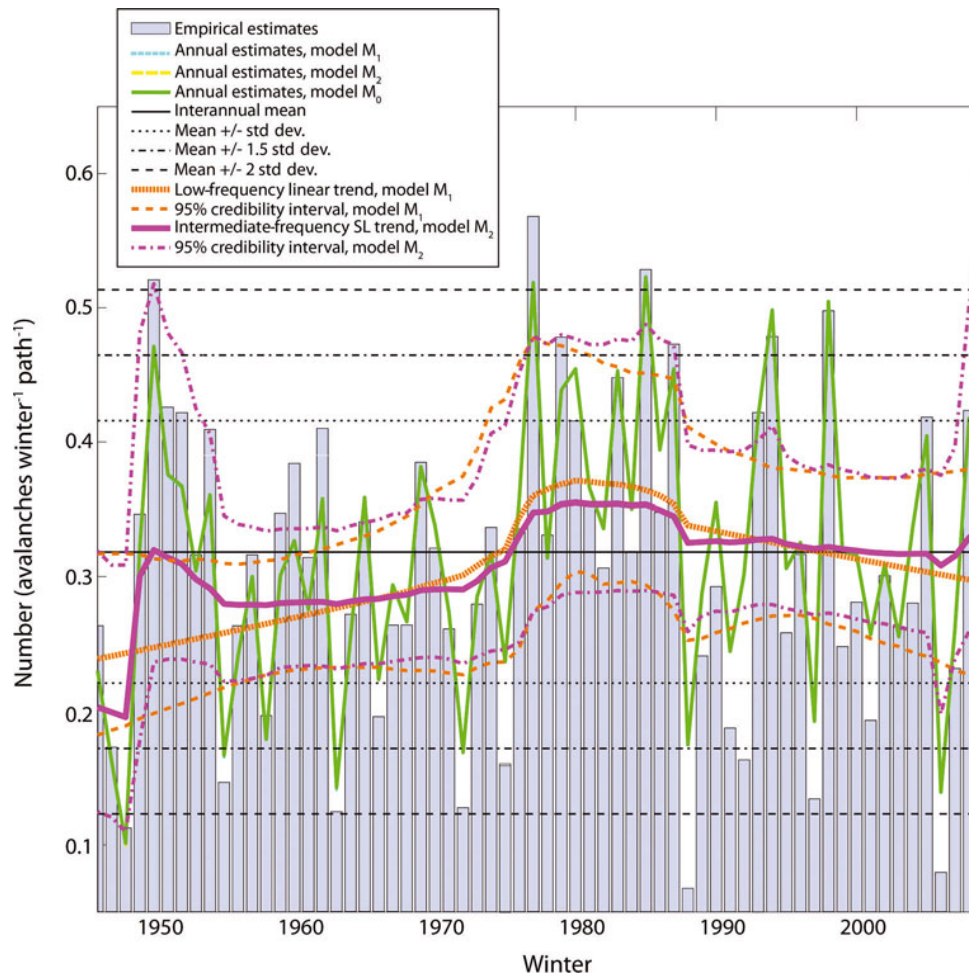
Historique : Filiations entre les sites définies lors du toilettage du 09/02/2006 : Site 38073 013 (id 2019) -> site 38073 013 (id 11709)

Site	Dates		Altitudes				Dépôt			Caractéristiques				Météo 3 jours précédents			Météo 4h précédentes			Causes	Vic-times	Dégâts ou lieux atteints				Obs														
numro id	date1	date2	altitude départ	altitude arrivée	versant opposé	zone plane	longeur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	A - type départ	B - sol visible ?	C - humidité départ	D - couloir / versant	E - aérosoil ?	F - neige dépôt	hauteur de neige	direction vent	vent fort	pluie	redoux	neige	pluie	neiges	ciel clair	vent fort	brouillard	naufrage	artificielle	inconnue	blessés	morts	néant	construction	poterx	forêt	roules	cours d'eau	visibilité	avertie ou event	
n°013 id 11709	15/01/18 12:05	22/01/18 12:05	?	1100			100	15	1.5	9	9	9	2	9	9	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	X		X		X								B	N
Date du constat : 22/01/2018.																																								
n°013 id 11709	04/01/18 08:00	06/01/18 10:00	?	1120			180	30	2.0	9	9	9	2	2	2	?	?	X	X	?	?	?	?	?	?	?	X		X		X								B	N
Date du constat : 09/01/2018.																																								
n°013 id 11709	11/12/17 10:33	18/12/17 15:00	?	1150			80	15	1.5	9	9	9	2	2	2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	X		X		X							B	N	
Date du constat : 18/12/2017.																																								

Le projet : une méthodologie scientifique éprouvée

Passé (1950- aujourd'hui)

Passé (1950- aujourd'hui) Des statistiques adaptées aux évènement rares

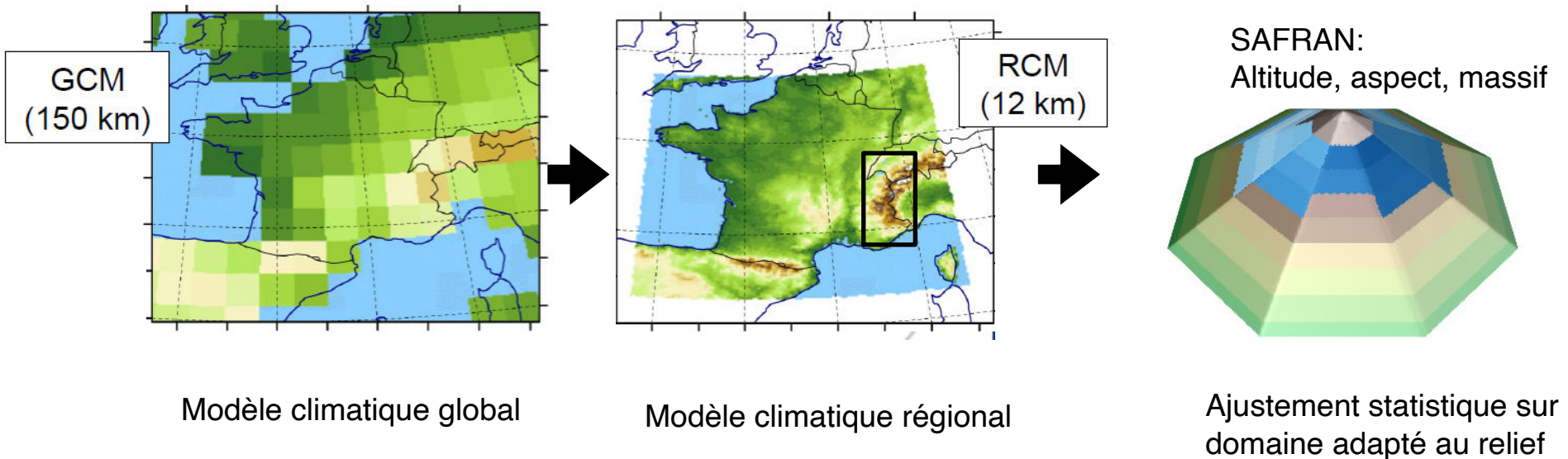


Futur (aujourd'hui - 2100)

Le projet : une méthodologie scientifique éprouvée

Futur (aujourd'hui - 2100)

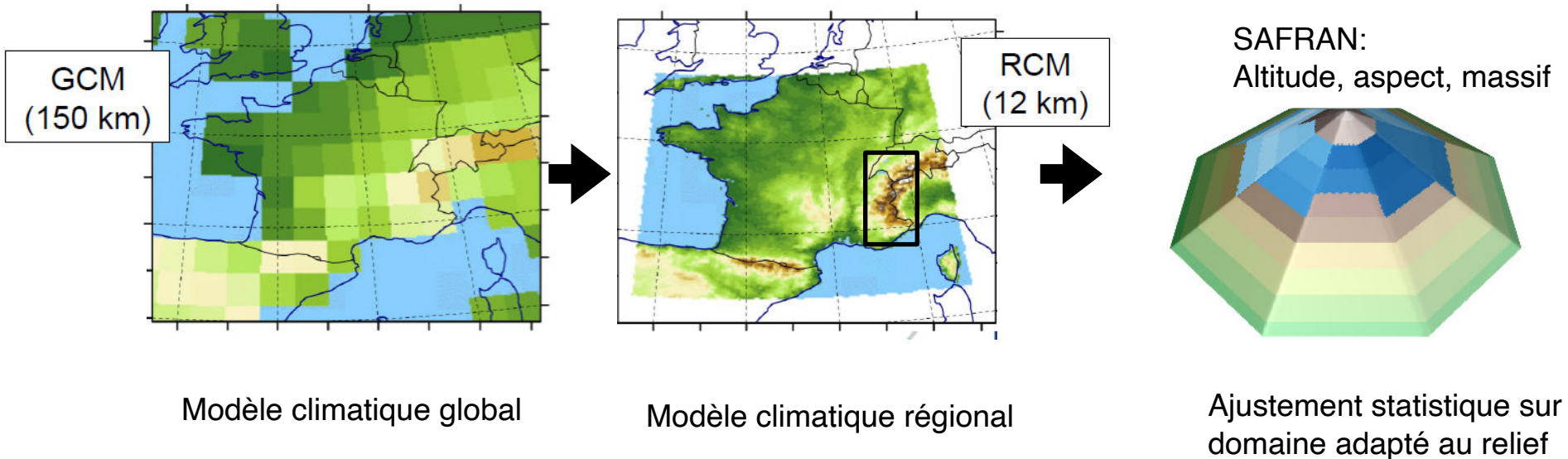
Projections climatiques actuelles adaptées à la montagne



Le projet : une méthodologie scientifique éprouvée

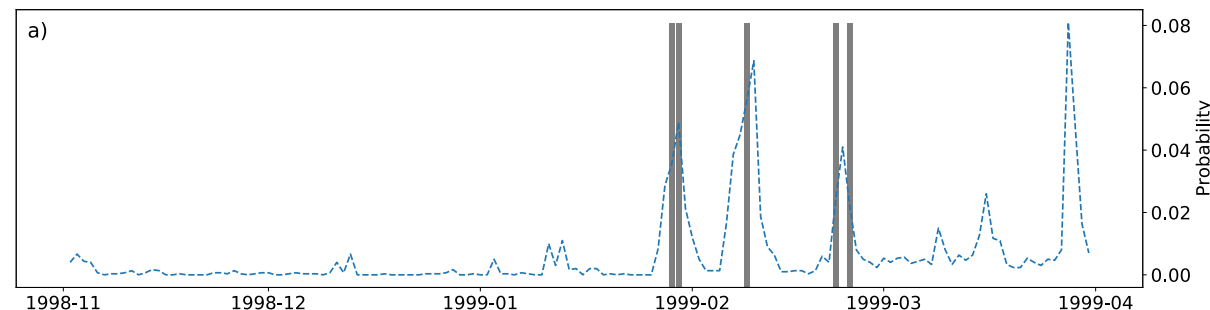
Futur (aujourd'hui - 2100)

Projections climatiques actuelles adaptées à la montagne

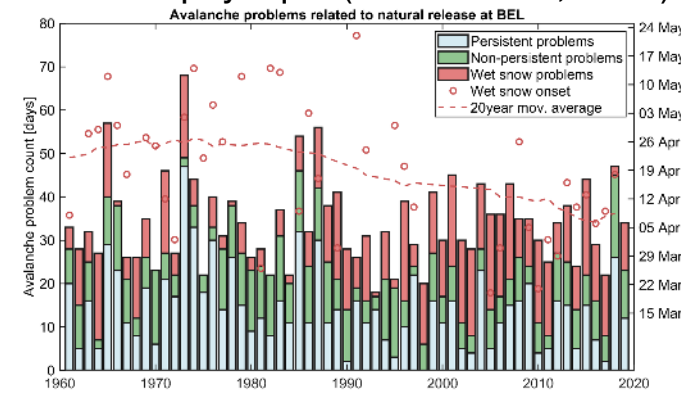


Des modèles d'impact

Machine-learning (Viallon et al., 2022)



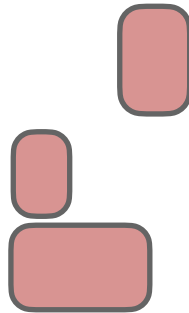
Base physique (Reuter et al., 2021)



Implication et focus

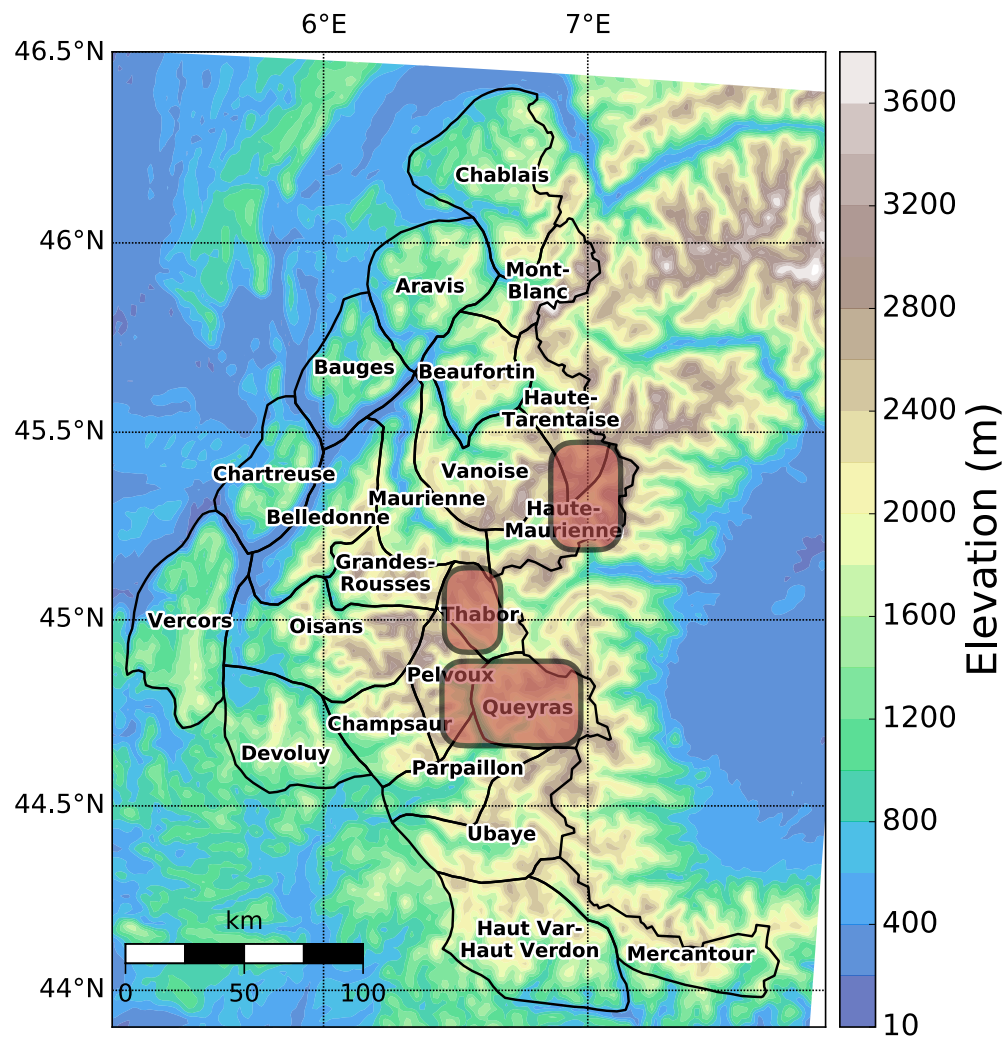
Lesquels:

- Queyras
- Très Haute Maurienne
- Haut-Briançonnais



Le projet : territoires pilotes

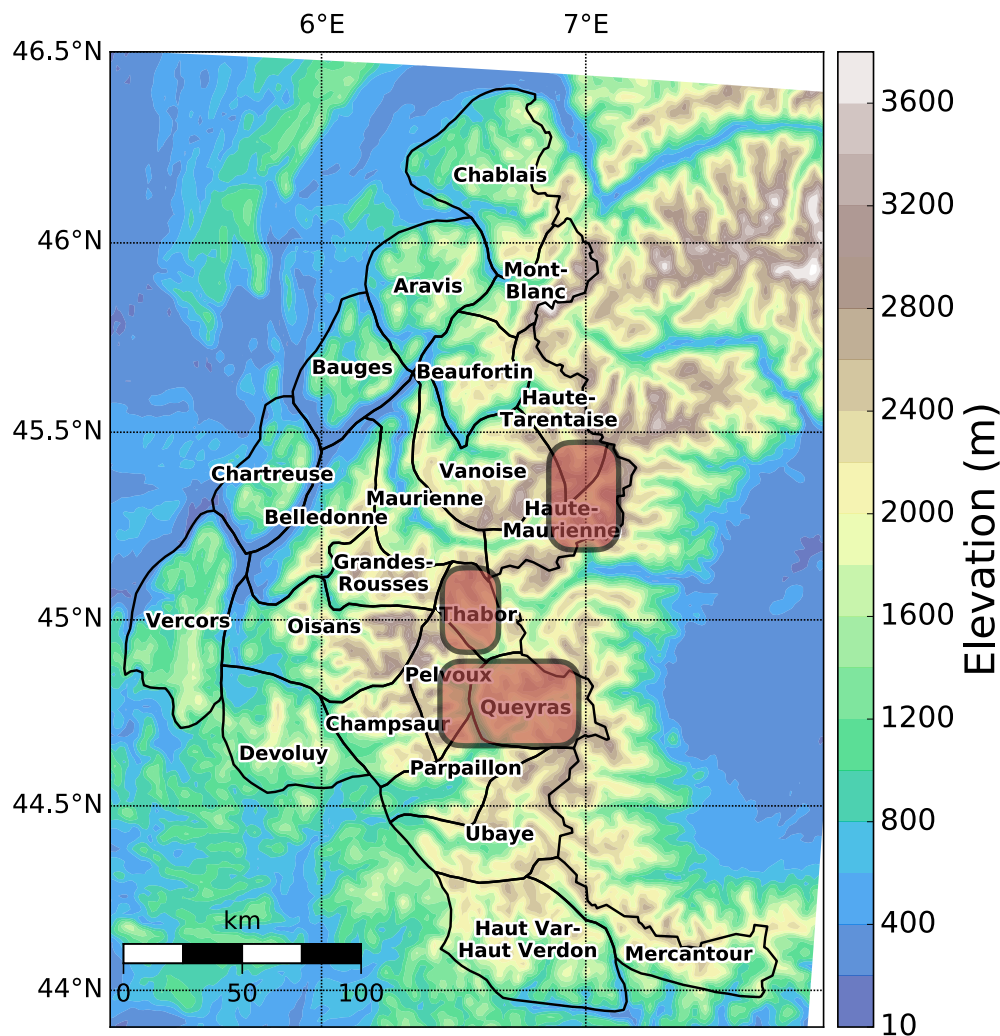
Implication et focus



Lesquels:

- Queyras
- Très Haute Maurienne
- Haut-Briançonnais

Implication et focus



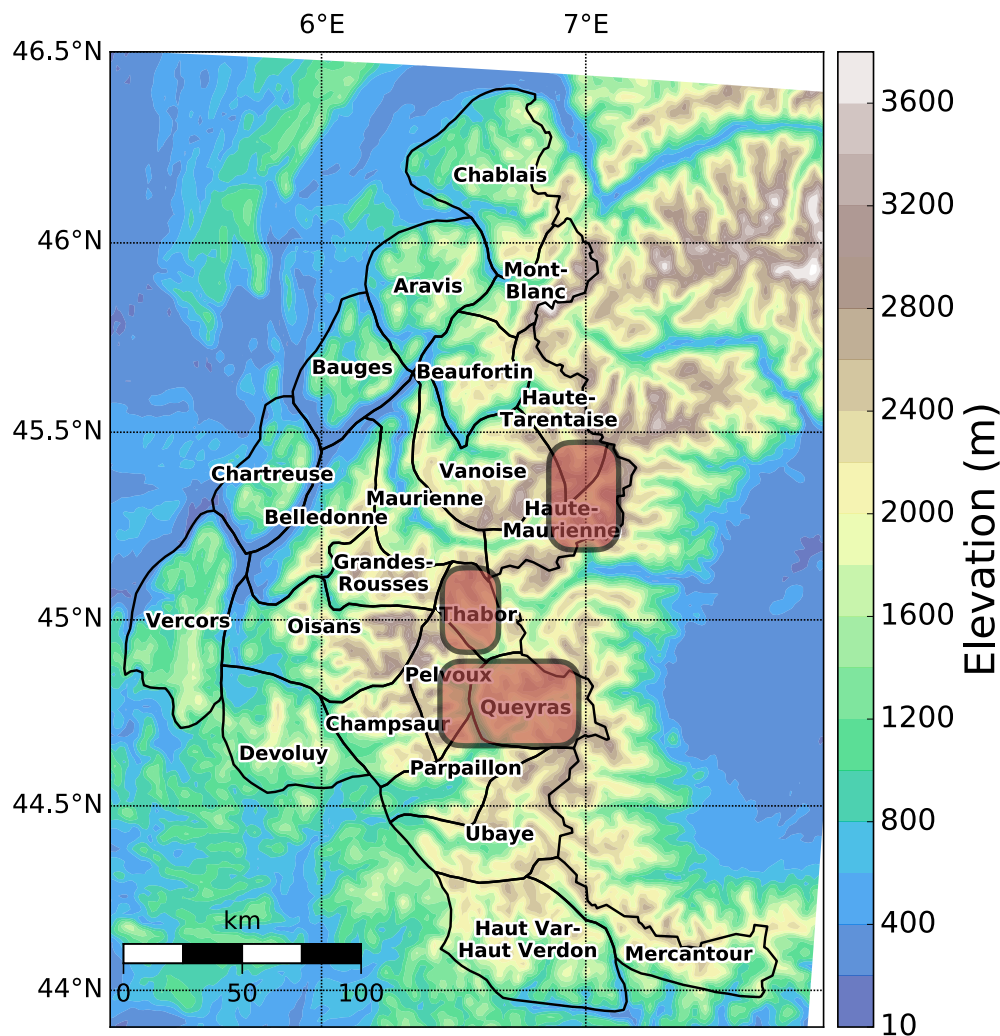
Lesquels:

- Queyras
- Très Haute Maurienne
- Haut-Briançonnais

Ce que l'on attend d'eux :

- Affiner les contours du projets (journées d'échanges en début et mi-projet)
- Travail sur la variable cible dont on évalue l'évolution climatique
- Regard critique sur les données d'observation

Implication et focus



Lesquels:

- Queyras
- Très Haute Maurienne
- Haut-Briançonnais

Ce que l'on attend d'eux :

- Affiner les contours du projets (journées d'échanges en début et mi-projet)
- Travail sur la variable cible dont on évalue l'évolution climatique
- Regard critique sur les données d'observation

Ce qu'il peuvent attendre du projet :

- Restitution des nouvelles connaissances (séminaire de fin) appuyées sur une méthodologie à la pointe
- Livre blanc pour leur permettre d'anticiper à moyen et long terme

Le projet : organisation

Délivrables :

- Production des documents de synthèse sur l'évolution aux échelles climatiques, passées et futures, de l'aléa avalancheux, afin de contribuer aux études sur le dimensionnement des ouvrages en contexte non stationnaire (e.g. RTM).
- Amélioration de la capacité d'acteurs opérationnels tels que Météo-France pour la qualification de l'aléa avalancheux, en particulier par le biais d'une meilleure prise en compte des références climatologiques dans l'élaboration de la Vigilance Avalanche.
- Indicateurs quantitatifs en libre accès (associé livre blanc)
- Séminaire de restitution
- Publications scientifiques

Conclusion

Conclusion

- Quantifier l'évolution de l'activité avalancheuse dans les territoires cibles

Conclusion

- Quantifier l'évolution de l'activité avalancheuse dans les territoires cibles
- Une méthodologie scientifique et des outils murs et uniques pour répondre à cette problématique critique pour la gestion du risque avalanche dans les territoires

Conclusion

- Quantifier l'évolution de l'activité avalancheuse dans les territoires cibles
- Une méthodologie scientifique et des outils mûrs et uniques pour répondre à cette problématique critique pour la gestion du risque avalanche dans les territoires
- Un focus sur les territoires pilotes mais une méthodologie généralisable

Conclusion

- Quantifier l'évolution de l'activité avalancheuse dans les territoires cibles
- Une méthodologie scientifique et des outils murs et uniques pour répondre à cette problématique critique pour la gestion du risque avalanche dans les territoires
- Un focus sur les territoires pilotes mais une méthodologie généralisable
- Des actions sur la connaissance locale, préalable à toutes actions techniques et organisationnelles

Conclusion

- Quantifier l'évolution de l'activité avalancheuse dans les territoires cibles
- Une méthodologie scientifique et des outils murs et uniques pour répondre à cette problématique critique pour la gestion du risque avalanche dans les territoires
- Un focus sur les territoires pilotes mais une méthodologie généralisable
- Des actions sur la connaissance locale, préalable à toutes actions techniques et organisationnelles
- Une contribution FEDER d'environ 300 keuros