

Comité de thèse 2^{ème} année, 2015-9-24

Analyse et simulation de la gestion de la neige dans les stations de sport d'hiver

P. Spandre^{1,2}, S. Morin², E. George-Marcelpoil¹,
M. Lafaysse², H. François¹ Y. Lejeune²

¹Irstea, Grenoble,

²Météo-France – CNRS, CNRM-GAME/Centre d'Etudes de la Neige, Grenoble

Il y a un an...

Méthode 3 x 2	BILAN	PRESENT	A VENIR
HUMAIN	<p><u>Bilan Humain</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Découverte d'un milieu professionnel (recherche et opérationnel) • Epanouissement personnel 	<p><u>Actualité Individuelle</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Développement des compétences et d'un réseau professionnel • Equilibre théorie / terrain 	<p><u>Avenir personnel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation BNPS • Poursuite dans l'environnement montagne (DSP, B.E?) • Métier d'équipe
PROJET	<p><u>Bilan à date</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Inscription dans le contexte de travail (Sujet) • Evolution du modèle Crocus (Poster ISSW, neige de culture, damage) • Mise en place d'une campagne terrain (Protocole, interviews, plans d'expériences) 	<p><u>Actualité projet</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Valorisation du travail de thèse (ISSW, AG ADSP) • Mise en place d'une enquête en ligne (Brouillon, pratiques de gestion) • Démarrage campagne terrain 	<p><u>Projet (d') à venir</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Valorisation du travail de thèse (publication) • Evaluation des sorties de modèle et prise en compte • Création de profils de stations et stratégies associées <p>(Planning)</p>

Il y a un an... les sujets de discussion

Paramétrisation modèle

Peut on trouver ailleurs des réponses à nos questions?

Stratigraphies pleine piste

Nous laisseront ils faire?

Ce serait tellement plus simple sans skieurs... (!)

Comment prendre en compte l'impact skieurs?

Reproduire la variabilité du besoin en production

Quelles règles adopter?

Quelle(s) orientation(s) pour la suite de la thèse?

Développement modèle vs. études des pratiques?

Peut on produire au plus juste?

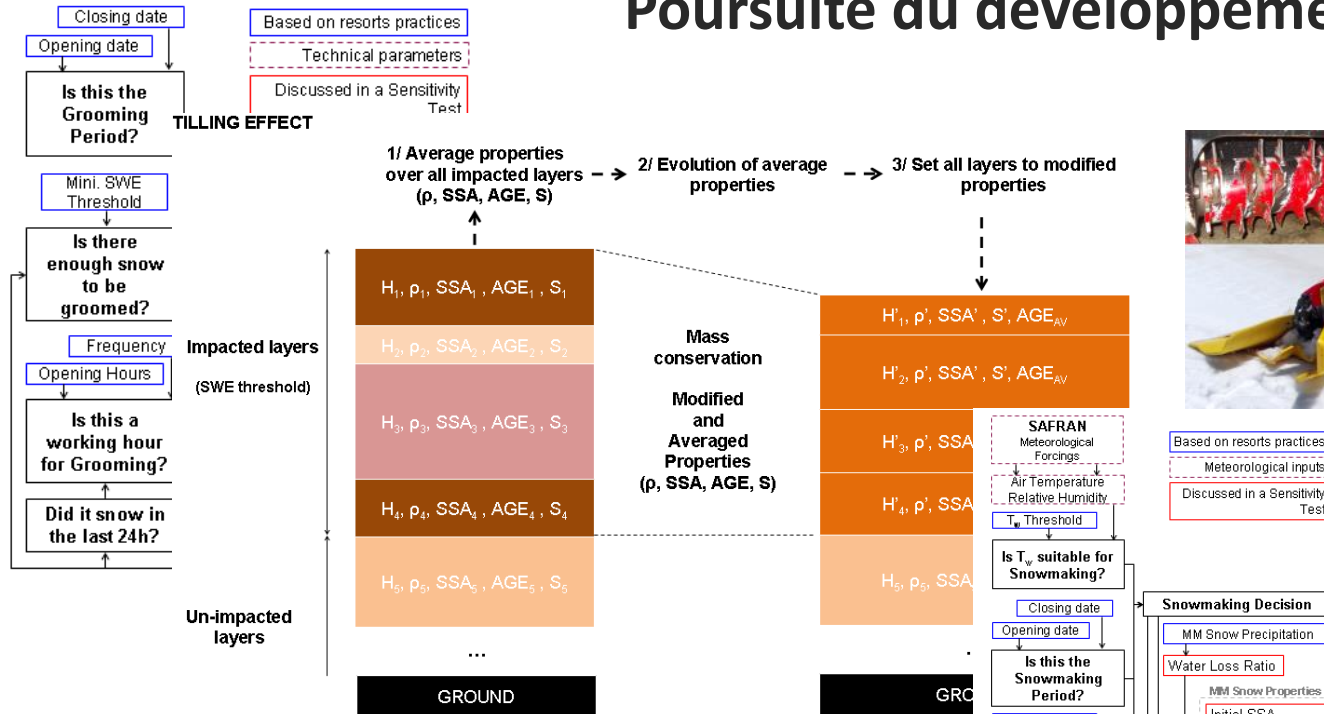
Ou quel transfert vers le milieu professionnel?

Optimiser l'intérêt de l'enquête

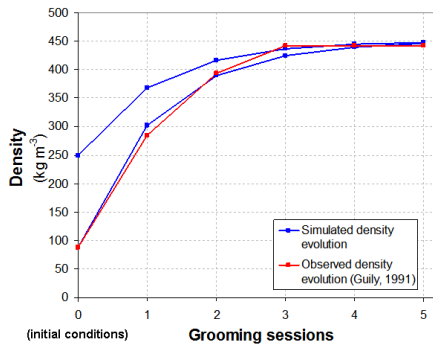
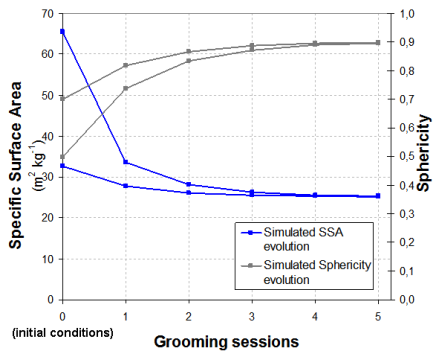
Comment interpeller un maximum de personnes? Pour quelles questions?

Depuis un an...

Poursuite du développement de Crocus

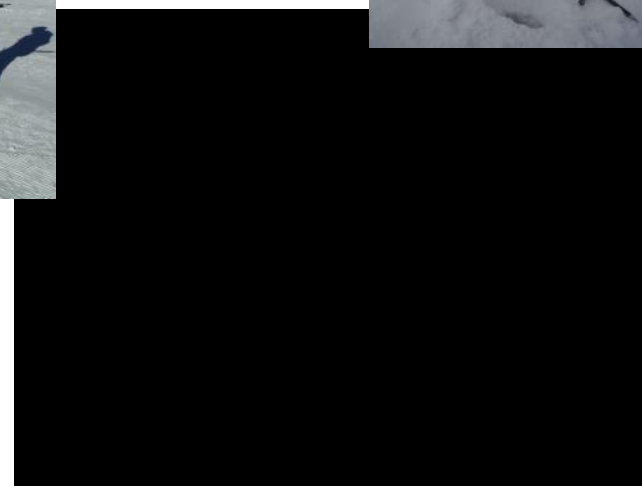
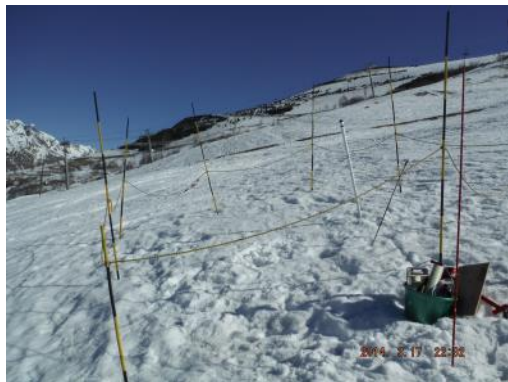


Based on resorts practices
Meteorological inputs
Discussed in a Sensitivity Test



Depuis un an...

Réalisation d'une campagne d'observations



Depuis un an...

Enquête sur les pratiques de gestion de neige

METEO FRANCE arc

**ENQUÊTE PRATIQUES DE GESTION
GESTION DE LA NEIGE
EN DOMAINES SKIABLES**

Pierre Spandre
18300, département 0719, 2 Rue de la Paix, Grenoble, France
0478 77 40 00 - Centre d'Etudes de la Neige, Grenoble, France
pierre.spandre@meteo.fr - 05 05 14 16 05

Remarque et merci pour votre participation à cette enquête!
Les informations obtenues ne sont communiquées et ne sont pas communiquées qu'à votre adresse.

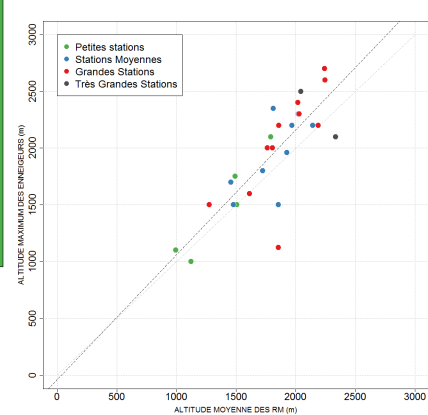
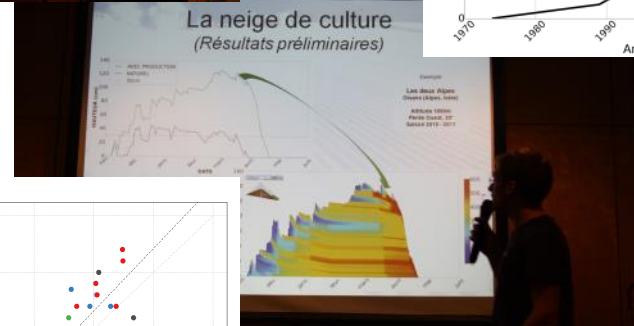
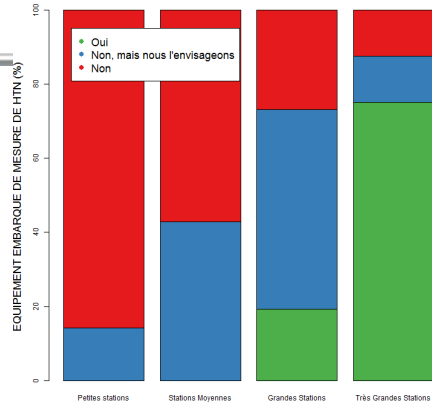
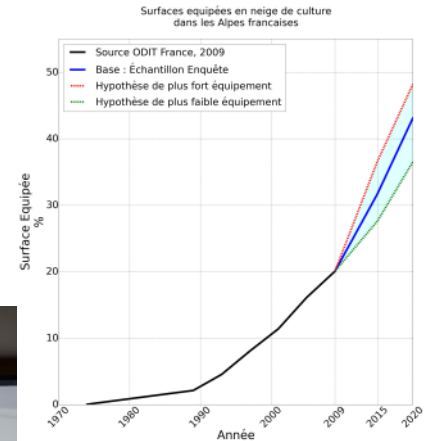
QUELQUES MINUTES SONT SUFFISANTES!

VOUS

- Votre nom?
- Votre contact (courriel, téléphone)

LE DOMAINE SKIABLE

- Quelle station représentez-vous?
- Quelle est la surface totale des pistes (en km², approx)?
- Selon vous, sur l'ensemble du domaine skiable, l'aménagement naturel est en moyenne:
 - > Excellent
 - > Très bon
 - > Bon
 - > Moyen
 - > Faible
- Selon vous, quelle est la situation éco:
 - > Excellente
 - > Très bonne
 - > Bonne
 - > Moyenne
 - > Faible



Depuis un an...

Participation à une conférence internationale

Integrating snow management processes and practices into a detailed snowpack model
Relevance, applications and prospects

P. Spandre^{1,2}, S. Morin², E. George-Marcelpou¹, M. Lafyasse², Y. Lejeune², H. François²
¹Meteo France, DTR Research Unit, 2 rue de la Papeterie, Grenoble, France.
²Météo France - CNRS, OSIM GAME UMRS616, Centre d'Etudes de la neige (CESN), Grenoble, France
Contact: pierre.spandre@meteo.fr

Overview
Heavy demand exists for scientific investigation of both snow management operations in terms of costs and management construction and assessments of the ability of snow industry to face climate change. Here we introduce new developments regarding the explicit integration of snow management into the detailed snowpack model Crocus including both physical and socio-economic considerations.

Machine Made Snow properties
Machine made snow (MMS) is produced by snow-making machines. It is characterized by a higher density and a higher water equivalent (WE) compared to natural snow. MMS is used for ski resorts and winter sports. The model Crocus includes MMS properties such as snow density, snow depth, and snow water equivalent (SWE).

Production Timing
Snow-making operations are typically performed during winter months. The model Crocus includes snow-making operations as a function of time and space. The model Crocus includes snow-making operations as a function of time and space.

MeteoFrance
MeteoFrance is the French meteorological service. It is responsible for providing weather forecasts and climate services. MeteoFrance is the French meteorological service. It is responsible for providing weather forecasts and climate services.

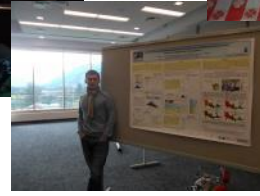
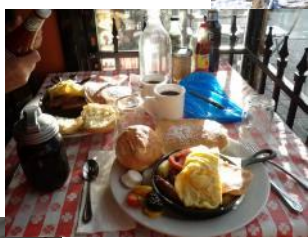
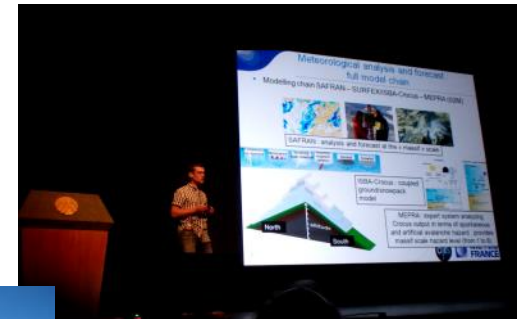
SAFRAN Crocus model chain
The SAFRAN Crocus model chain is a multi-layered system. It includes the SAFRAN meteorological data, the Crocus snowpack model, and the METEO France snow management system. The SAFRAN Crocus model chain is a multi-layered system. It includes the SAFRAN meteorological data, the Crocus snowpack model, and the METEO France snow management system.

Results
Crocus actually produces snow accounting for specified properties (Fig. 1) and is integrated with the production base (Fig. 2). The timing behavior of the snowpack is also modified by this extra material as well as by densification which can be observed on Figure 3 and 4. This results in higher snowpack depth and snow water equivalent (SWE), colder ground temperature and later complete removal. This is consistent with results snow management experience.

Outlook
Following François et al. (2014), we revised SAFRAN-Crocus and "3D Station" snowpack simulation can be applied on the geographical database "3D Station" (Fig. 1) to assess snow conditions in French Alps ski resorts (Fig. 5 and 10). Further analysis of snow management in ski resorts should be possible thanks to the new model chain. We particularly look forward assessing the results ability to face climate change thanks to a potential climate scenario.

Tasking Frame
The model Crocus includes snow-making operations as a function of time and space. The model Crocus includes snow-making operations as a function of time and space.

Fig. 1. Crocus snowpack model chain
Fig. 2. SAFRAN-Crocus model chain
Fig. 3. Snowpack depth and SWE
Fig. 4. Snowpack density and SWE
Fig. 5. Snowpack depth and SWE
Fig. 6. Snowpack density and SWE
Fig. 7. Snowpack depth and SWE
Fig. 8. Snowpack density and SWE
Fig. 9. Snowpack depth and SWE
Fig. 10. Snowpack density and SWE



Depuis un an...

Communication vers la filière professionnelle Colloques régionaux (OSUG, SHF) Formation Pisteur Secouriste

Mountain Leader



Gestion de la neige et préparation des pistes : bilan et perspectives

Lors de sa dernière Assemblée Générale qui s'est tenue à Hémerville, l'Association des Stations de Service des Pistes a souhaité faire la part de son rôle principal pour ses usagers : la gestion de la neige et la préparation des pistes.

Un enjeu essentiel pour les stations de service des pistes, c'est de garantir la sécurité des skieurs et des snowboarders. Cela implique une gestion rigoureuse de la neige et une préparation soignée des pistes. Les stations de service des pistes ont donc mis en place des protocoles stricts pour assurer la qualité de la neige et la sécurité des usagers. Ces protocoles incluent notamment le suivi de l'évolution de la neige, la réalisation de coupes de neige régulières, et l'entretien des pistes. Ces actions sont essentielles pour garantir un séjour agréable et sécurisé pour tous les skieurs et snowboarders.

La gestion de la neige est un enjeu crucial pour les stations de service des pistes. Elle implique de surveiller l'évolution de la neige, de réaliser des coupes de neige régulières, et d'entretenir les pistes. Ces actions sont essentielles pour garantir un séjour agréable et sécurisé pour tous les skieurs et snowboarders. Les stations de service des pistes ont donc mis en place des protocoles stricts pour assurer la qualité de la neige et la sécurité des usagers. Ces protocoles incluent notamment le suivi de l'évolution de la neige, la réalisation de coupes de neige régulières, et l'entretien des pistes.

GESTION DU CAPITAL NEIGE

QUAND LA RECHERCHE EXPORTE SES CONCLUSIONS SUR LE TERRAIN

PIERRE SPANDRE EST CHERCHEUR ET TRAVAILLE, DEPUIS OCTOBRE 2013 DANS LE CADRE D'UNE THÈSE DE DOCTORAT EN NIVOLGIE (SCIENCES DE LA TERRE), SUR UN SUJET QUI INTÉRESSE LES DOMAINES SKIABLES : « ANALYSE ET SIMULATION DE LA GESTION DE LA NEIGE DANS LES STATIONS DE SPORTS D'HIVER »

Cette thèse a été soutenue par Samuel Maillé, Directeur du Centre d'Études de la Neige (CEN) et Emmanuel Berger (Météo-France).

Les objectifs sont de mieux comprendre l'impact du travail de la neige sur les profits des stations de service des pistes, tout en tenant compte des contraintes économiques et sociales des entreprises de domaines skiables. Pour ce faire, l'auteur a développé un outil de modélisation des conditions d'enneigement sur les pistes qui fournit des informations objectives sur les incidences d'enneigement des stations, notamment face aux effets du changement climatique. Ce travail a été financé par le Centre d'Études de la Neige et le Centre de Recherche et d'Études de la Neige (CEN) de Météo-France.

Pour Pierre Spandre, il est important de noter que ce travail s'appuie sur une modélisation scientifique, celle de Météo-France. La thèse a été soutenue par le Centre d'Études de la Neige et le Centre de Recherche et d'Études de la Neige (CEN) de Météo-France.



Pourra-t-on skier (dans les Alpes) en 2100?

DE LA NEIGE POUR NOUS, MAIS SEULEMENT EN ALTITUDE

D. Verfaillie¹, H. Francois¹, C. Carmagnola², P. Spandre^{1,2}

1. INRAE, Grenoble
2. Météo-France - CNRS, MRS-GAMIE Centre d'Études de la Neige, Grenoble, 3. Dianzige, Grenoble

Logos: CNRS, ARC, METEO FRANCE, etc.

DSF Magazine

Les Journées de l'OSUG

Depuis un an...

Poursuite du développement de Crocus

Réalisation d'une campagne d'observations

Enquête sur les pratiques de gestion de neige

Participation à une conférence internationale

Communication vers la filière professionnelle

Colloques régionaux (OSUG, SHF)

Formation Pisteur Secouriste

Depuis un an...

Poursuite du développement de Crocus

Réalisation d'une campagne d'observations

Enquête sur les pratiques de gestion de neige

Participation à une conférence internationale

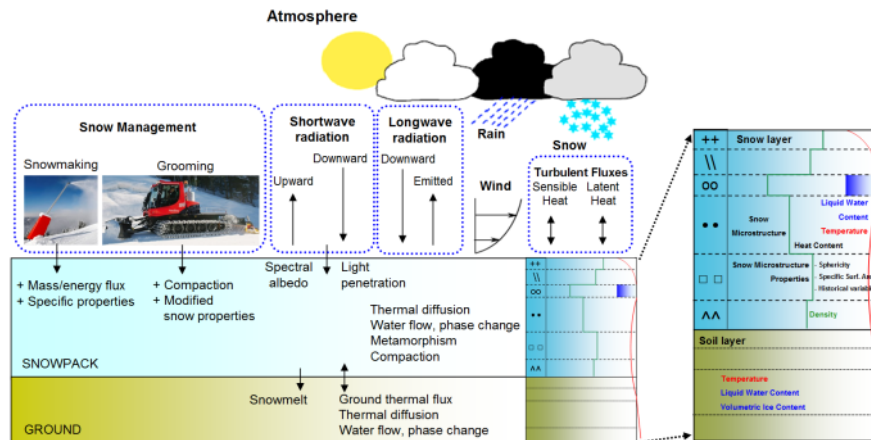
Communication vers la filière professionnelle

Colloques régionaux (OSUG, SHF)

Formation Pisteur Secouriste

Depuis un an...

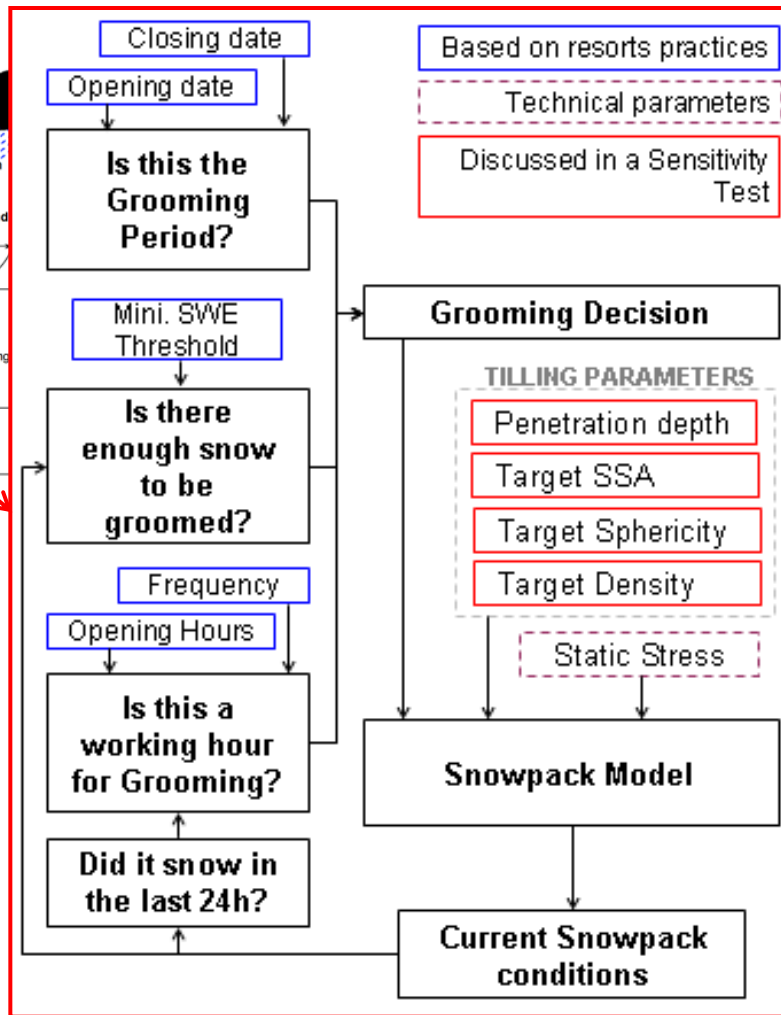
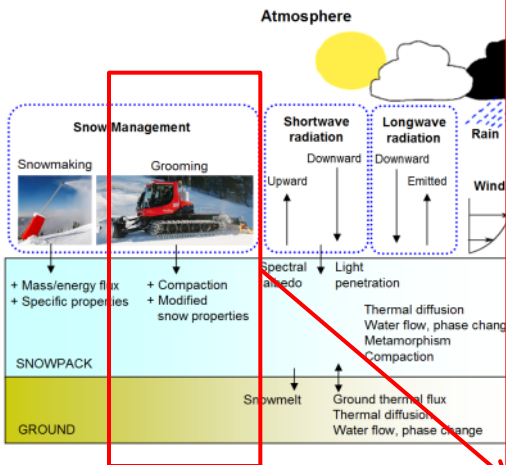
Développement de Crocus – campagne terrain



Spandre et al., soumis

Depuis un an...

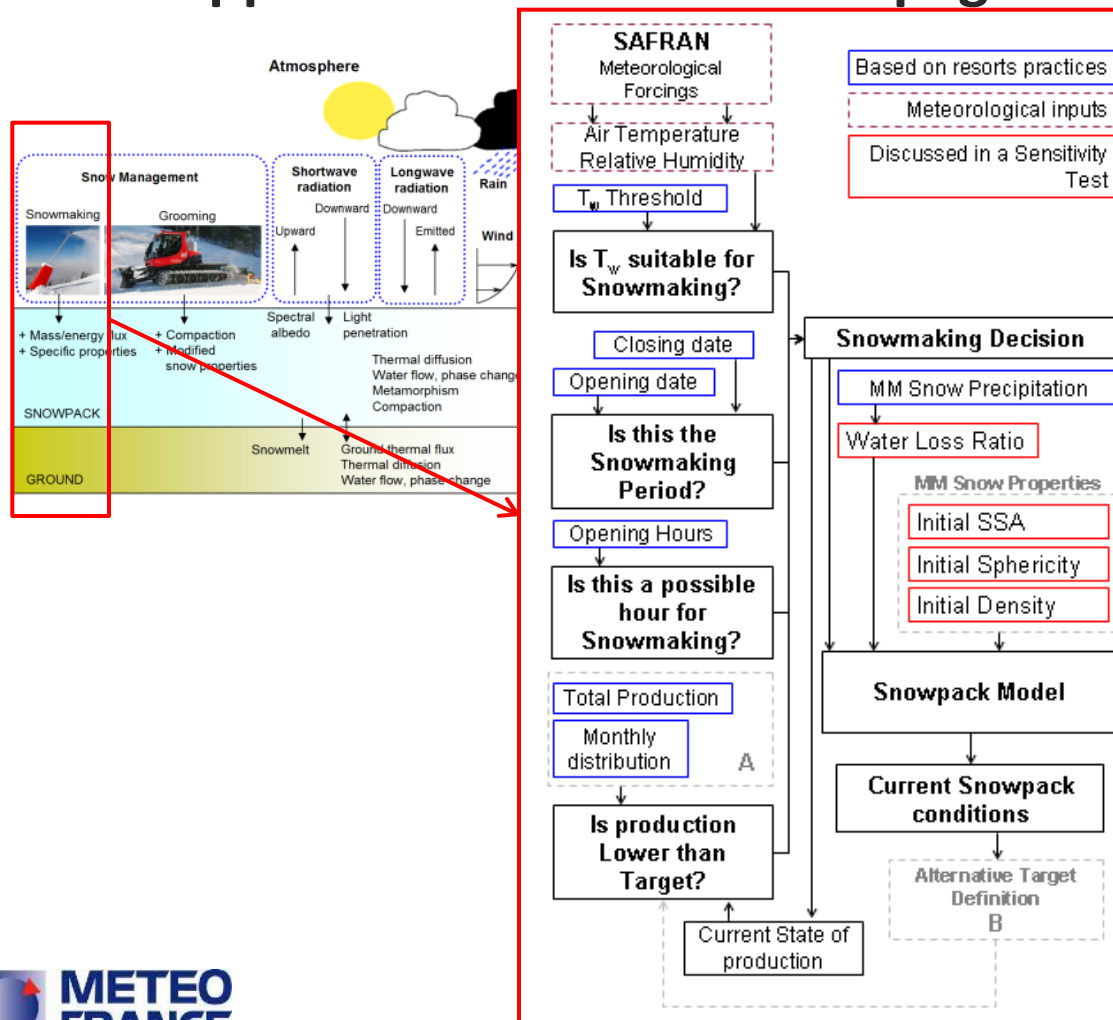
Développement de Crocus – campagne terrain



Spandre et al., soumis

Depuis un an...

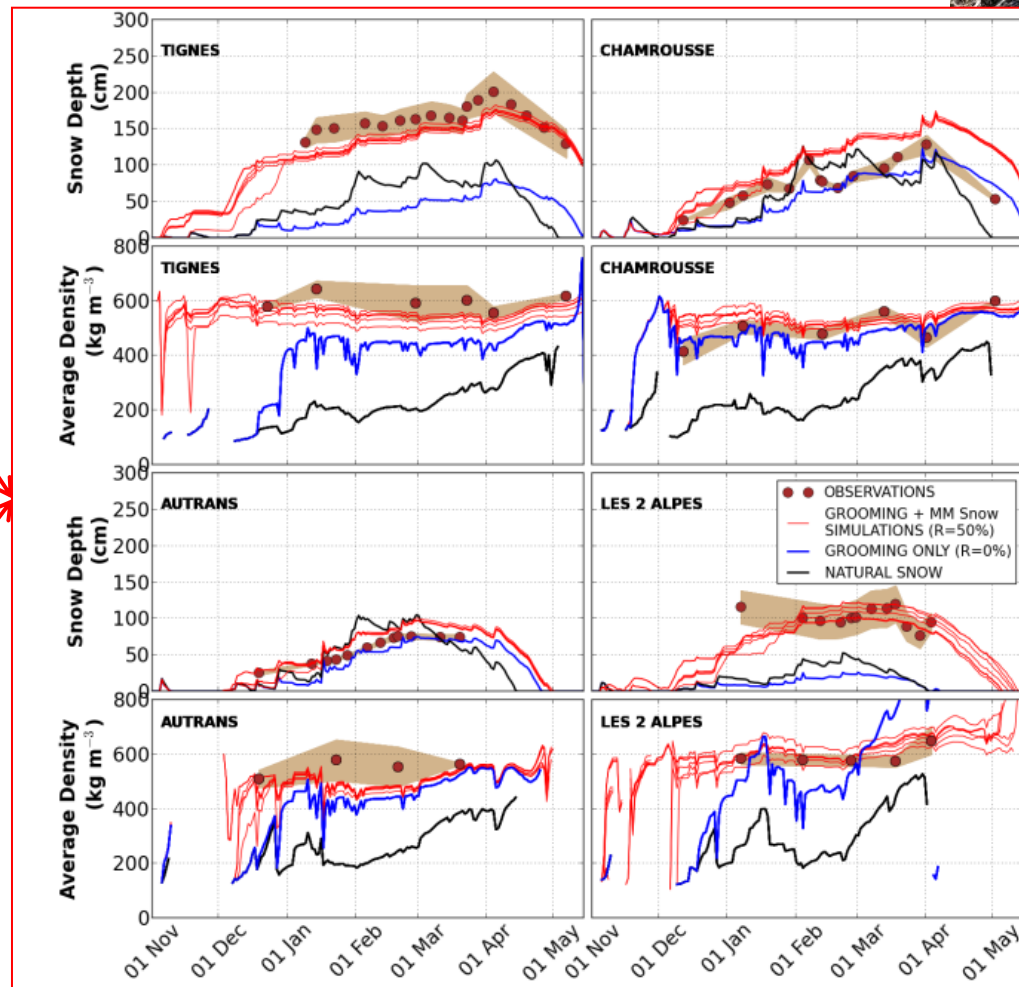
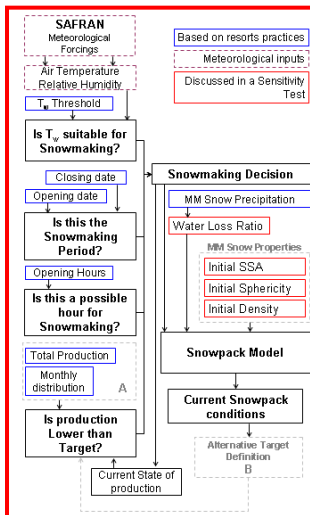
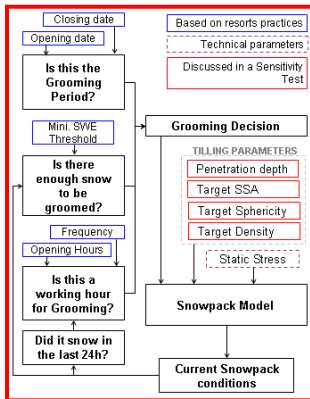
Développement de Crocus – campagne terrain



Spandre et al., soumis

Depuis un an...

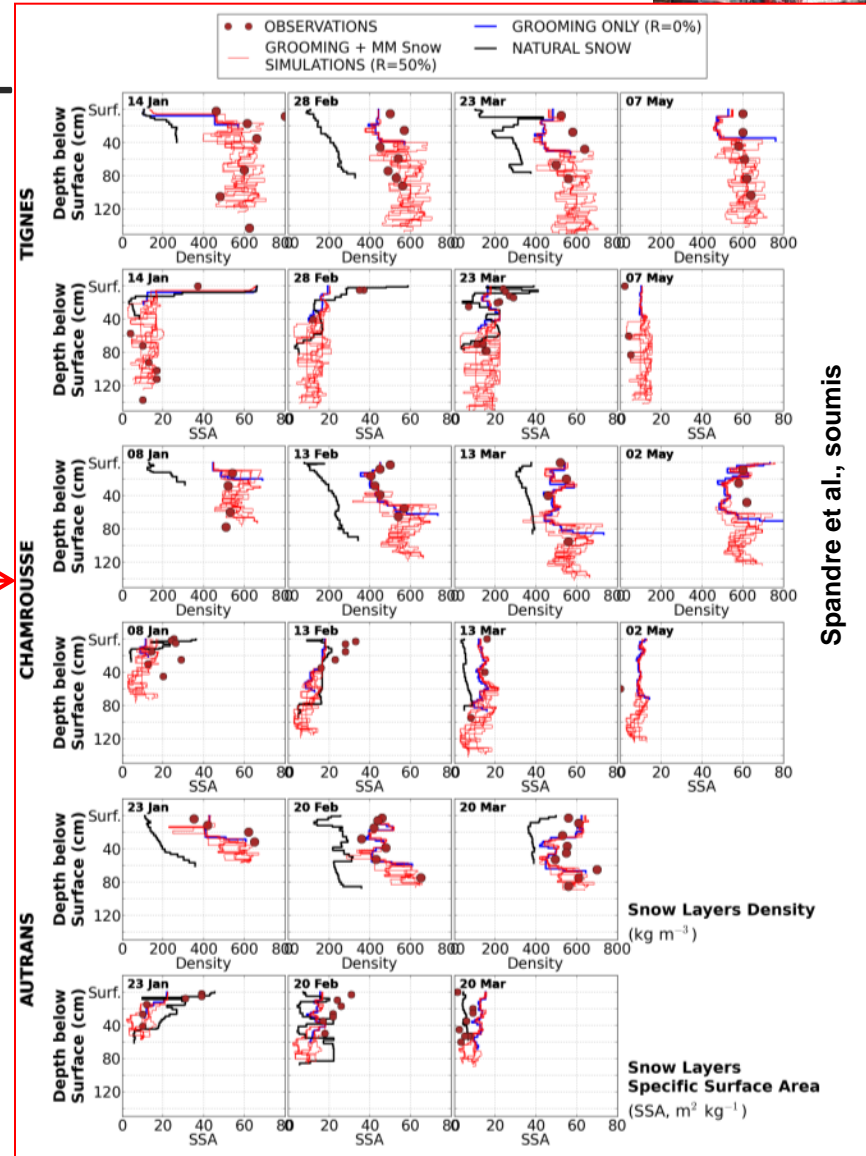
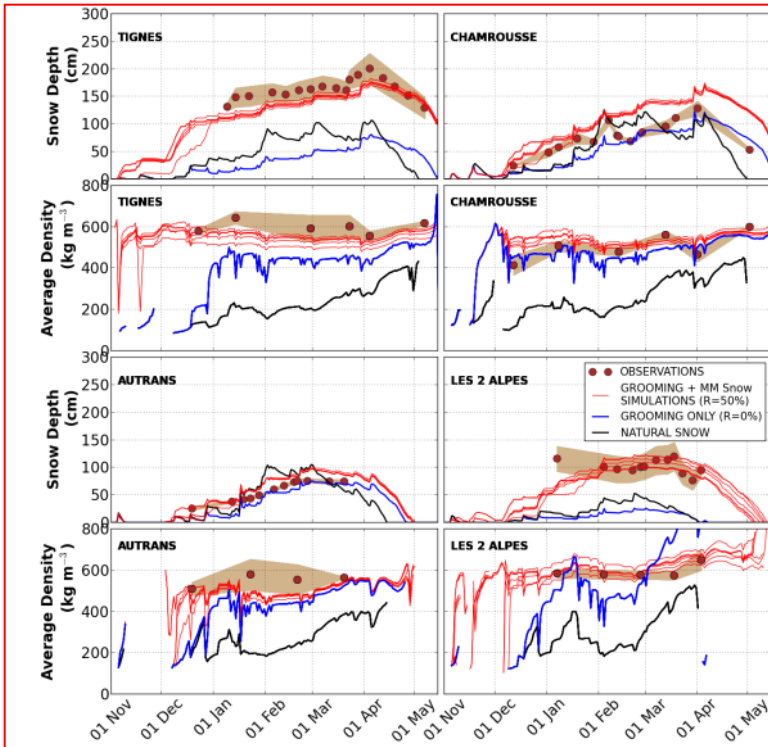
Développement de Crocus – campagne terrain



Spandre et al., soumis

Depuis un an...

Développement de Crocus –



Spandre et al., soumis

Depuis un an...

Poursuite du développement de Crocus

Réalisation d'une campagne d'observations

Enquête sur les pratiques de gestion de neige

Participation à une conférence internationale

Communication vers la filière professionnelle

Colloques régionaux (OSUG, SHF)

Formation Pisteur Secouriste

Depuis un an...

Enquête pratiques de gestion – Quelles stations?

56 Stations

- 11 domaines des Alpes du Sud (04, 05 et 06)
- 33 des Alpes du Nord (38, 73 et 74 dont 21 pour le 73)
- 8 des Pyrénées (09, 31, 64, 65, 66 et Andorre)
- 2 du Jura (39)
- 1 du Massif Central (15)
- 1 des Vosges (88)

Logo METEO FRANCE arc

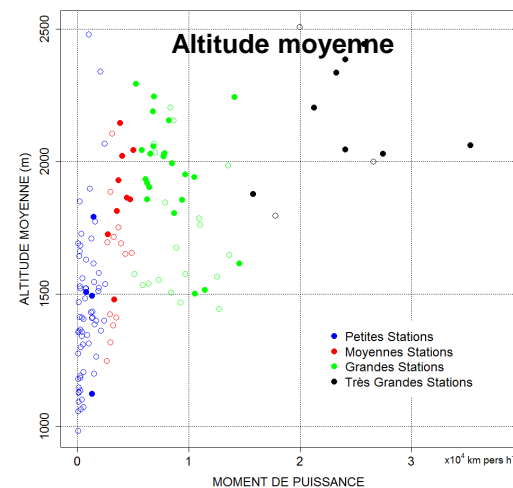
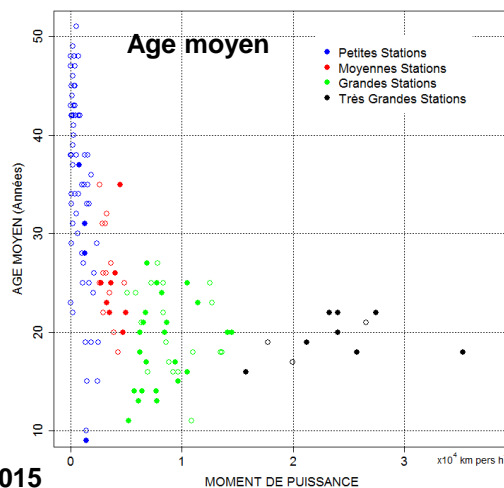
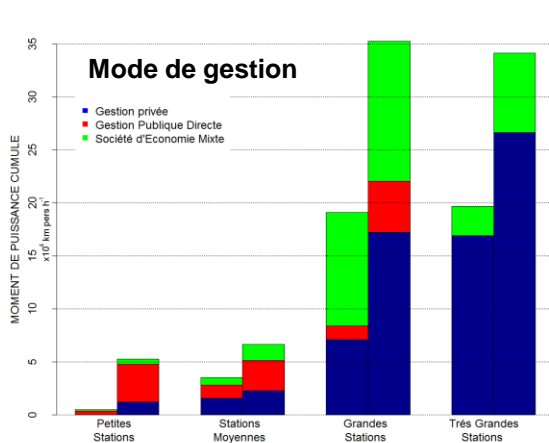
PROJET PRATIQUES DE GESTION
GESTION DE LA NEIGE
EN DOMAINES SKIABLES

Formule de gestion de la neige en domaines skiables

1. Informations générales

2. Informations sur le domaine skiable

3. Informations sur les stations

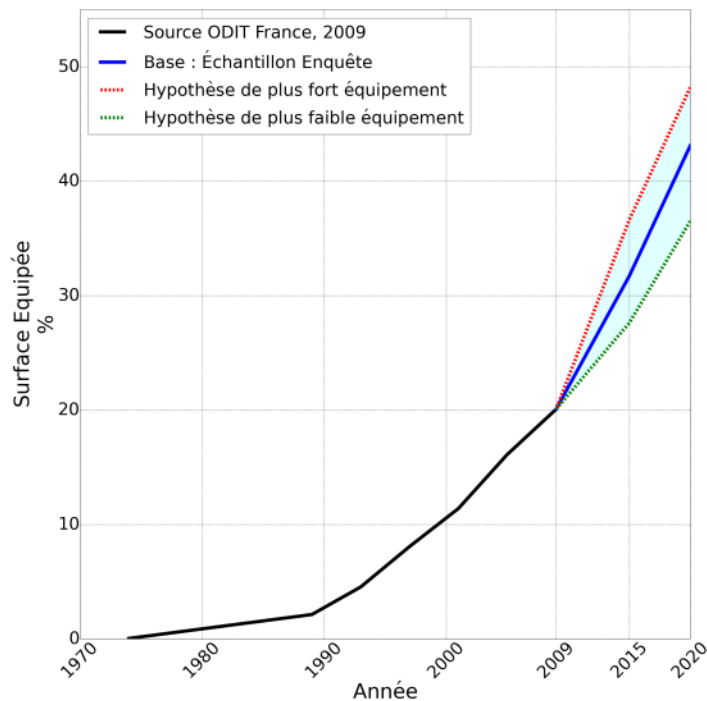


Depuis un an...

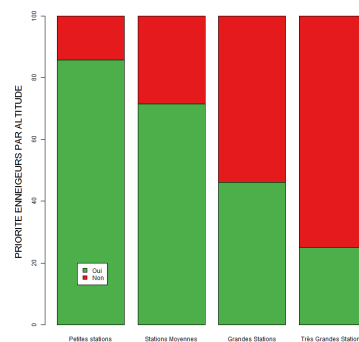
Enquête pratiques de gestion – Quels équipements?



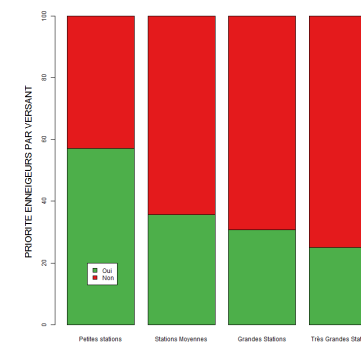
Surfaces équipées en neige de culture dans les Alpes françaises



Priorité Altitude?



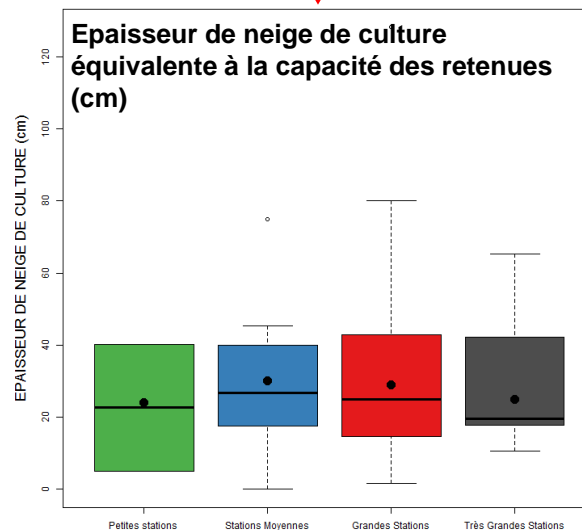
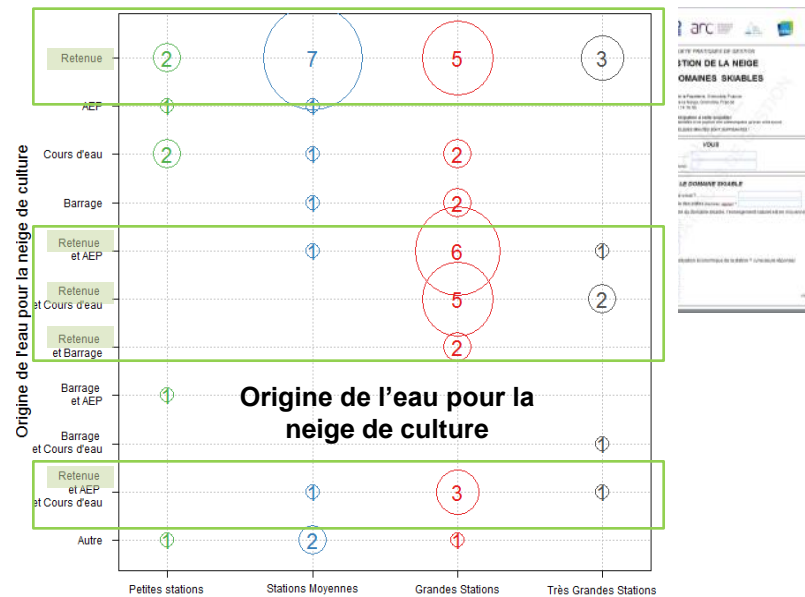
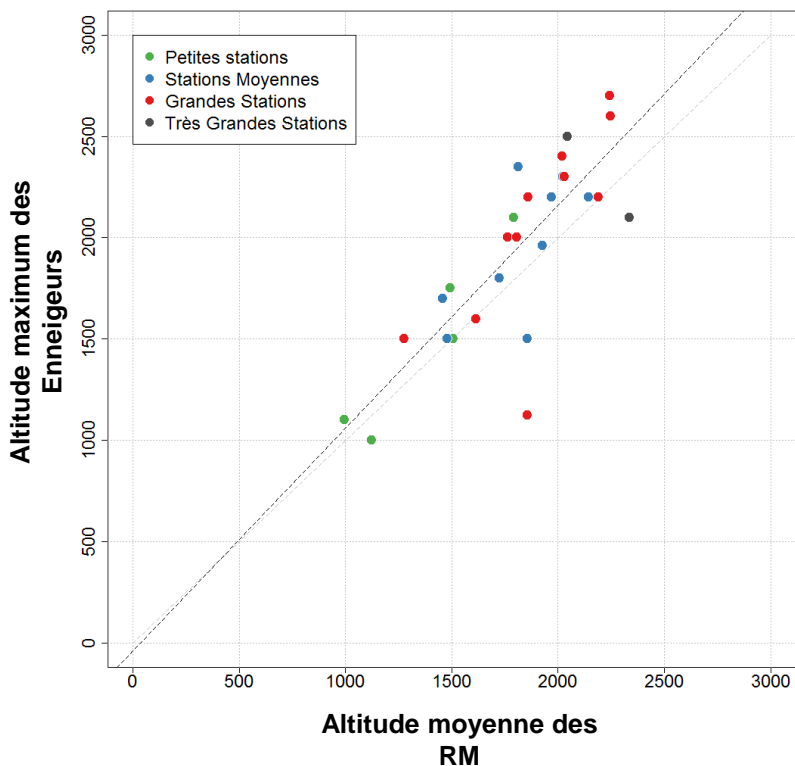
Priorité Versant?



	Petites stations (S)	Stations moyennes (M)	Grandes stations (L)	Très Grandes stations (XL)
Surface de pistes actuellement équipée en neige de culture (%)	18	34	35	34
Nombre de perches par hectare de piste équipée (ha⁻¹)	3.1	2.5	2.6	3
Surface de pistes équipée en neige de culture en 2020 (%)	34	39	47	49

Depuis un an...

Enquête pratiques de gestion Quels équipements?

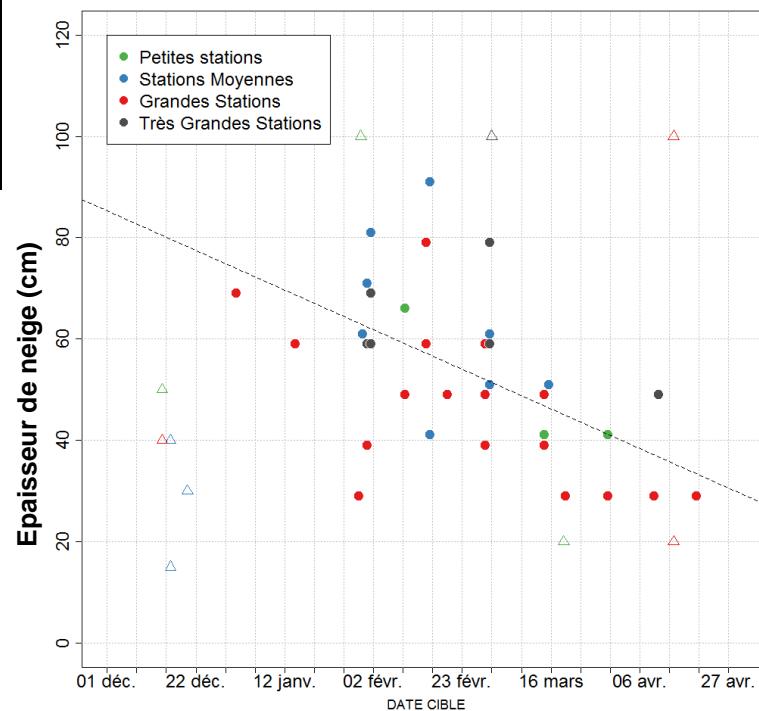


Depuis un an...

Enquête pratiques de gestion – Quel besoin?



	Petites stations (S)	Stations moyennes (M)	Grandes stations (L)	Très Grandes stations (XL)
Priorité au maintien d'une épaisseur minimum? (sur 10)	7	8	8	9
Quelle épaisseur? (cm)	42	49	46	46



Actuellement!

Pratiques de gestion

Article Revue Espaces

Retour vers participants (doc., AG ADSP)

Campagne terrain #2

Retour vers équipes participantes

Début Suivi saisonnier 2015-2016

Etude des pertes en eau?

[Planning 2015](#)

Début 2016!

Campagne terrain #2

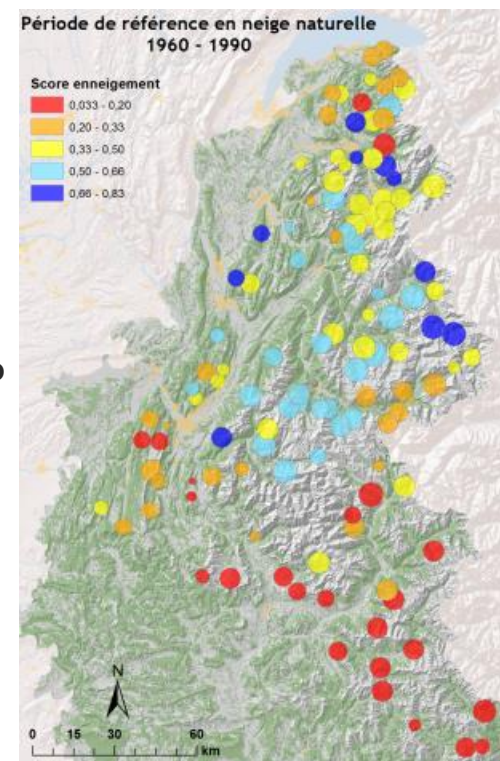
Fin Suivi saisonnier 2015-2016

Traitement résultats et rédaction article (#4)?

Couplage Crocus Resort – BD Stations

- Emploi de Crocus Resort
 - + schémas de pratiques par station
- Couplage avec la BD Stations
- Diagnostic d'enneigement:
 - Période 1960-90 (sans enneigeurs)?
 - Période 2005-2015 (avec)?
- Rédaction article (#4)

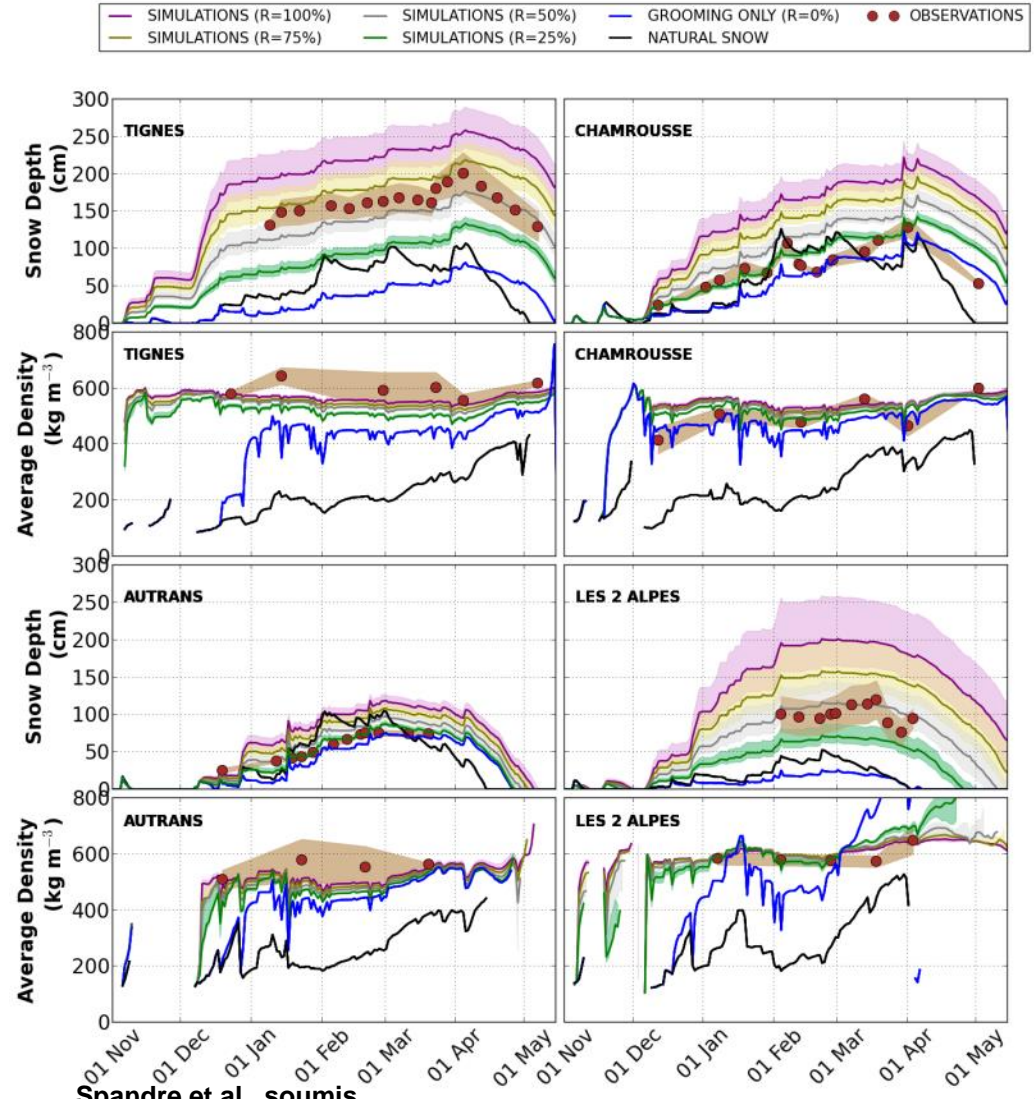
[Planning 2016](#)



Discussion

Campagne de terrain

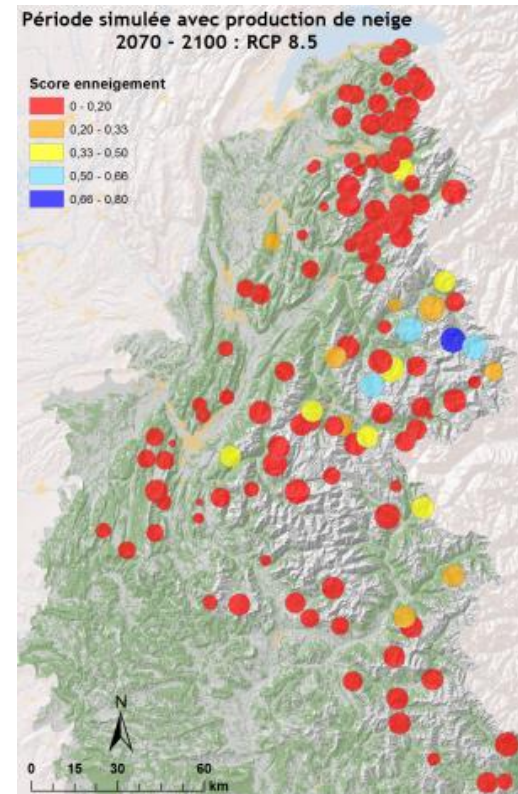
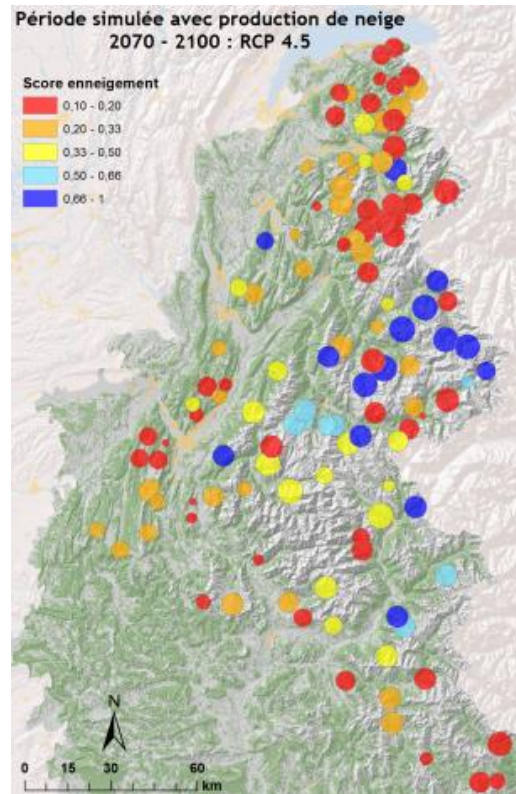
- Pertes en eau?
- Impact skieurs?
- Photogrammétrie?



Discussion

Projections climatiques

- A-t-on le temps?
- Quels scénarios climatiques?
- Quels scénarios sur les pratiques? La technologie?



Merci!

P. Spandre^{1,2},
S. Morin²,
E. George-Marcelpoil¹
M. Lafaysse²,
H. François¹,
Y. Lejeune²

¹Irstea, Grenoble,

²Météo-France – CNRS, CNRM-GAME/Centre
d'Etudes de la Neige, Grenoble

