Lauréat 2014

Vendredi 25 Avril – Comité de partenaires

« Analyse et simulation de la gestion de la neige dans les stations de sports d'hiver »

Date de début 01 Octobre 2013

Un projet mené par	**Pierre SPANDRE** (Doctorant)
Encadré par	**S. MORIN** (CEN/CNRM-GAME) et
	E. GEORGE-MARCELPOIL (UR DTM/IRSTEA)
Accompagnés de	M. LAFAYSSE, Y. LEJEUNE (CEN/CNRM-GAME) et
	H. FRANCOIS (UR DTM/IRSTEA)

Un doctorat sur la gestion de la neige?

Un doctorat sur la gestion de la neige?

Ecole d'Ingénieur
Mécanique, **2006 - 2008**

Master
Thermique et Dynamique de Fluides, Nouvelle-Zélande, **2009**

Ingénieur Etudes en Industrie
Métallurgie et plasturgie, **2010 - 2013**

Doctorat
Sciences physiques et économiques de la neige
2013 - 2016

Brevet d'Etat
Accompagnateur en Montagne, 2010 - 2012

Brevet Pisteur Secouriste
2014 - 2015

2016 : poursuite

Un doctorat sur la gestion de la neige?

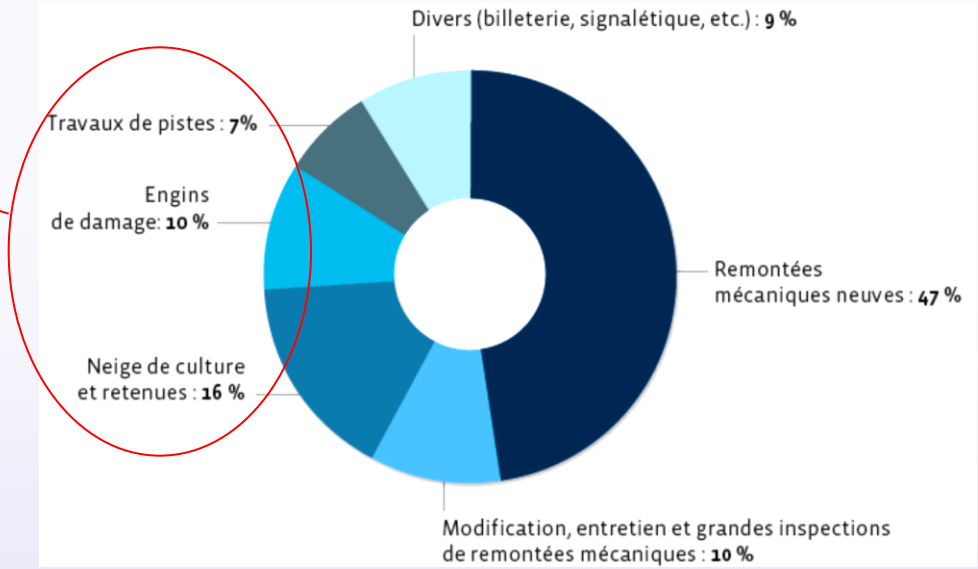
Le ski est une industrie à part entière…

En France en 2013 :

3900 RM (18% parc mondial)
18 000 emplois
CA ~1350 M€
Investissement 300 M€

1ere destination mondiale :
57.9 millions de journées skieurs

120 000 emplois
7 milliards d'euros générés
(18% tourisme français total)



Source : DSF, 2013

Un doctorat sur la gestion de la neige?

… objet d'attentions et inquiétudes…

DOSSIER

ANDRÉ HENRY

"Les communes de montagne vont pouvoir décider..."

Le Ministre du Temps Libre souhaite une modification des comportements de chacun.

En présence de Jacques Médecin (Président du Conseil Général des Alpes-Maritimes), de Maurice Blanc (Conseiller Technique au Cabinet du Secrétaire d'Etat chargé du Tourisme, François Abadie) et de toutes les personnalités locales, M. André Henry découvrait Auron, et, à l'enneigé, les Alpes du Sud.

Nous livrons ci-après les principales grandes lignes de sa conférence de presse en date du 22 janvier 1982, à laquelle assistait toute la presse présente à Auron en raison du Critérium International des Journalistes.

le dauphiné LIBÉRÉ

Chambéry & Aix-les-Bains

SAVOIE : VISITE DE LA SECRÉTAIRE D'ÉTAT À L'ÉCOLOGIE

Prudence sur la neige de culture

Nathalie Kosciusko-Morizet était hier dans le département afin de piocher de bonnes idées pour le développement durable. Elle a aussi souligné la nécessité d'économiser l'eau et de mécaniser sur l'utilisation de la neige artificielle. P. S et M.

L'hiver pas comme les autres...

En plus des mondanités, on peut dire que le Mont d'Arbois, à Megève, connaît aussi une très belle saison... d'été !

Les canons à neige terrassés par le coup de chaud

Montagne Le temps trop doux compromet le début de la saison de ski.

L'absence de neige à La Clusaz réjouit au moins certaines personnes. «C'est la première fois qu'on profite d'un gaffeur tirer son chariot à cette saison et ajouter ses barbes», soupire Patrick Guy, responsable de l'Espace nordique de la station.

Source : P.Paccard, 2010

Extraits de Le Dauphiné Libéré, 23/01/1964 et 24/11/2007

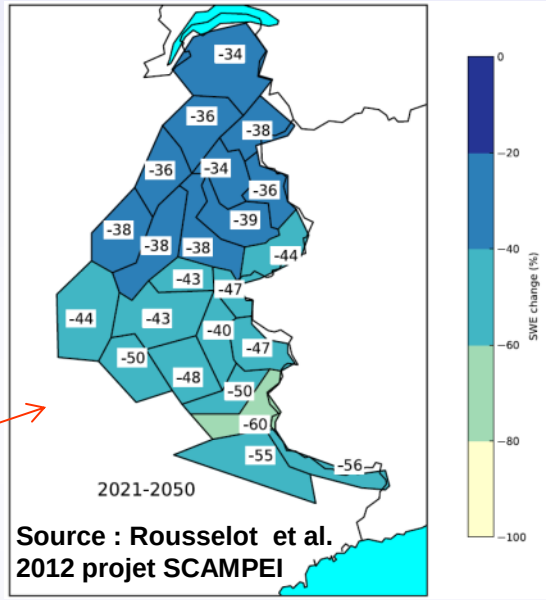
La tribune de Genève, 28/11/2006

Aménagements et montagne, 1982

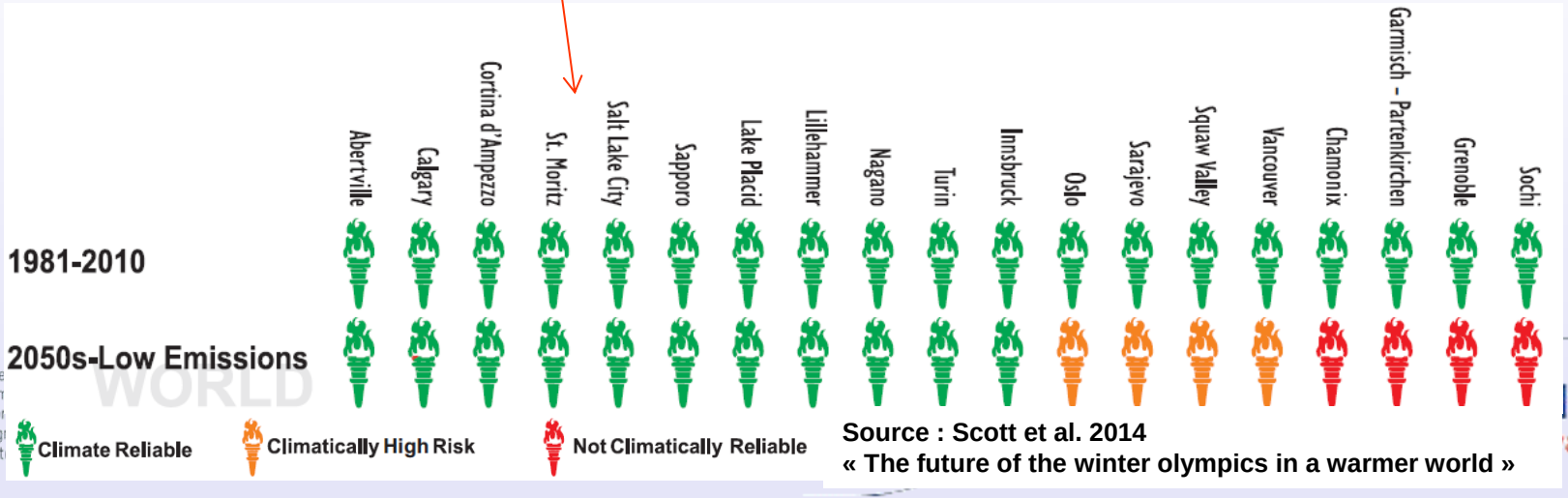
Un doctorat sur la gestion de la neige?

Pourtant, les connaissances scientifiques actuelles sont partielles et peu nombreuses…

Diagnostics et vulnérabilités sont réalisés à des échelles régionales et basés sur l'enneigement naturel (!)



Source : Rousselot et al. 2012 projet SCAMPEI



Source : Scott et al. 2014
« The future of the winter olympics in a warmer world »

Un doctorat sur la gestion de la neige?

L'objectif de notre projet :

Améliorer la compréhension de l'impact des méthodes de gestion **sur les propriétés physiques** du manteau neigeux sur piste

Répertorier et estimer les enjeux et contraintes économiques et politiques de la gestion de la neige

Prendre en compte les méthodes de gestion de neige dans un modèle de simulation du manteau neigeux

Méthodologie:

Un partenariat
Centre d'Etude de la Neige
-
Irstea (DTM)

Compétences/Outils : Modèle de neige Crocus

(neige naturelle)

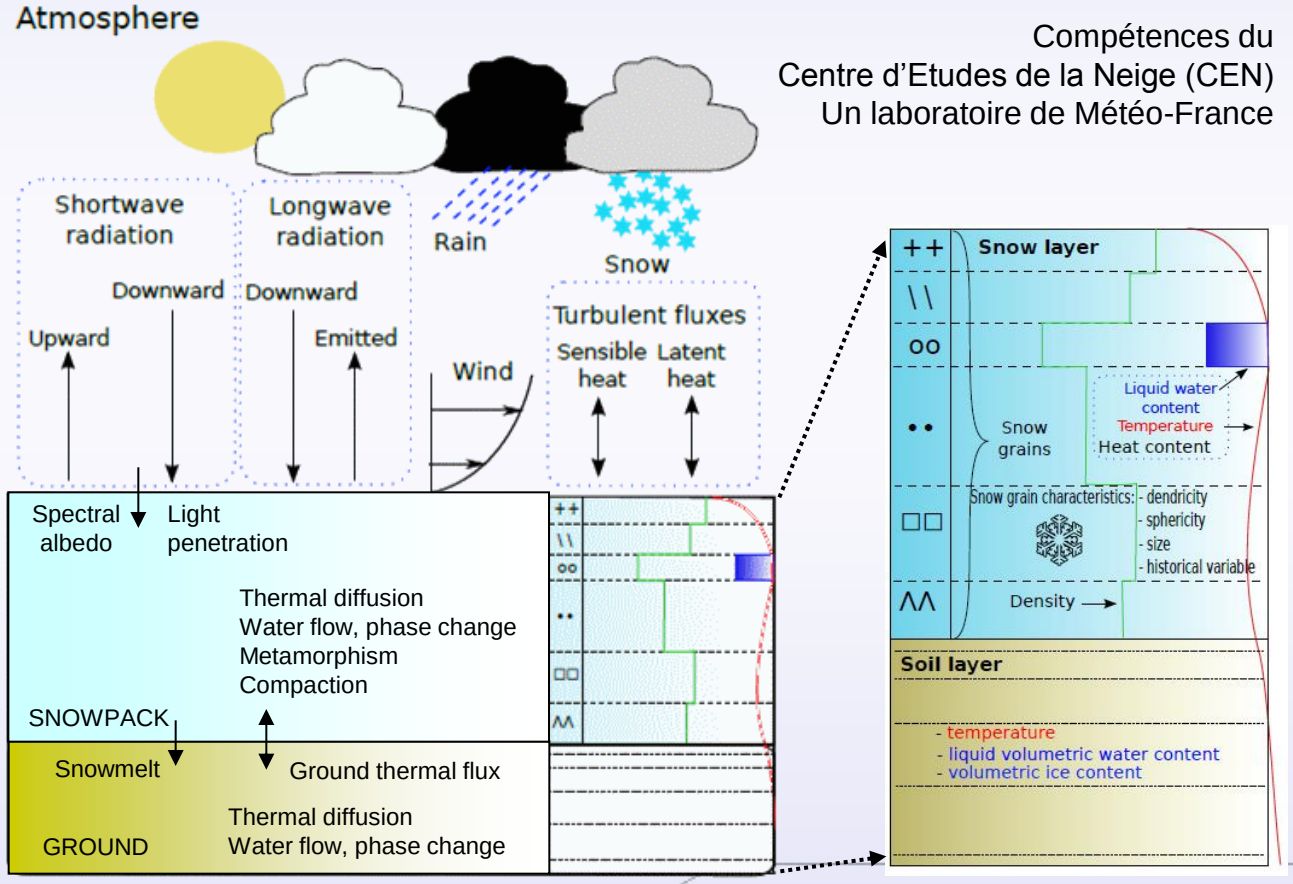
Processes (Natural)

Compétences du
Centre d'Etudes de la Neige (CEN)
Un laboratoire de Météo-France

Prise en compte des **conditions atmospheriques**

⇒Simulation du **manteau neigeux NATUREL**

Topographie (Altitude, orientation)



Source : Brun et al. 2012, La météorologie

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

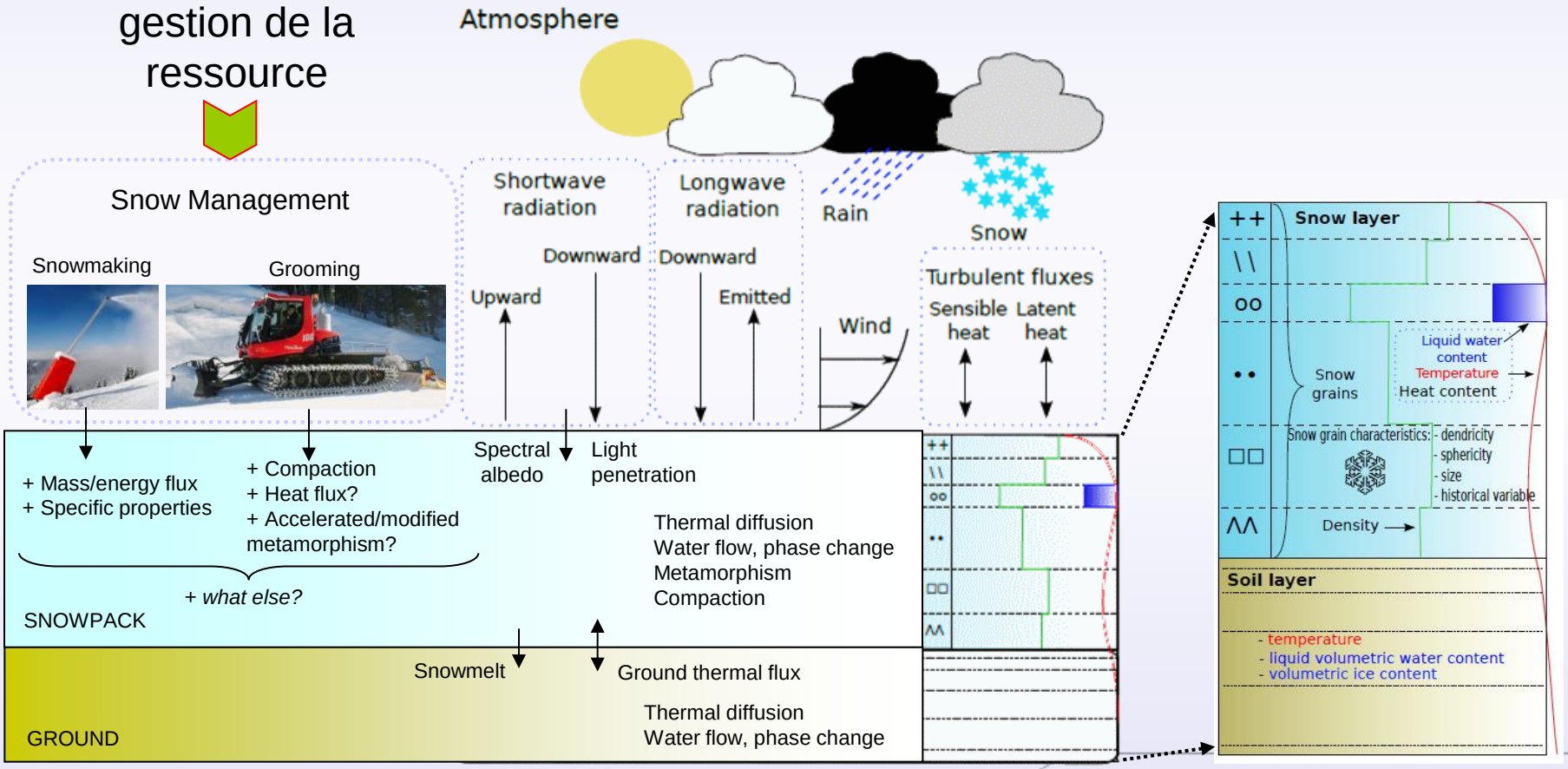
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Objectifs :
Construction de Crocus Resort

(neige sur piste)

Intégration des techniques de gestion de la ressource

Processes (Natural + Management)



Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

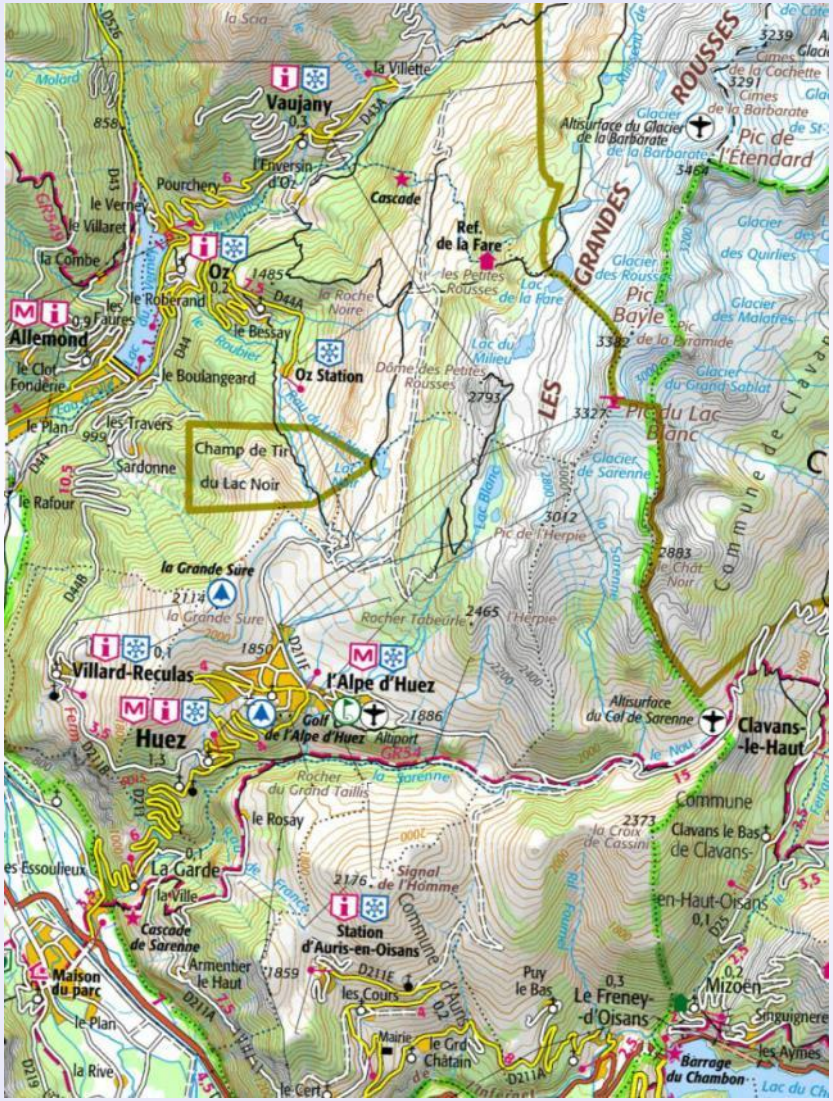
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Compétences/Outils :

Exploitation de la Base de données stations :

Situation géographique
+
Moment de puissance

⇒Déduction du domaine skiable (enveloppe)



Source : Francois et al., ISSW2013

« Natural snowcover variations and ski resort operations »

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

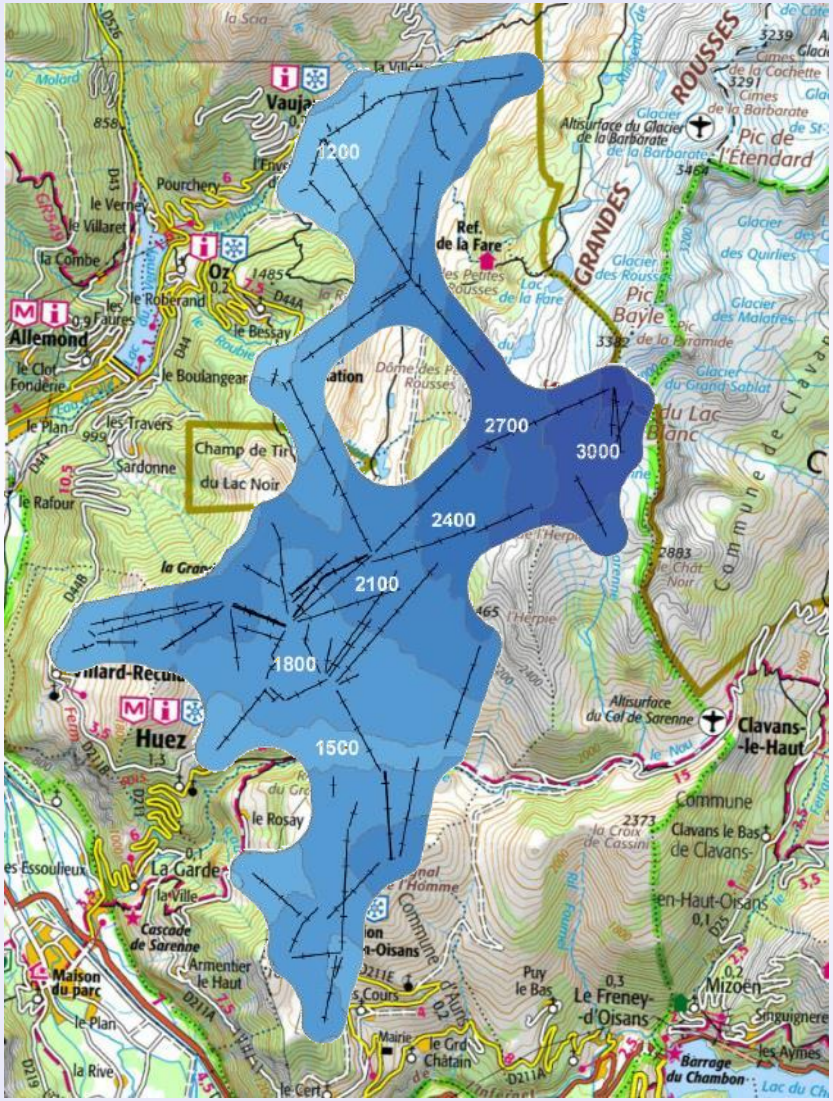
Objectif:

Association de

Crocus Resort (CEN)

Avec

La BD stations (Irstea)



Source : Francois et al., ISSW2013

« Natural snowcover variations and ski resort operations »

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

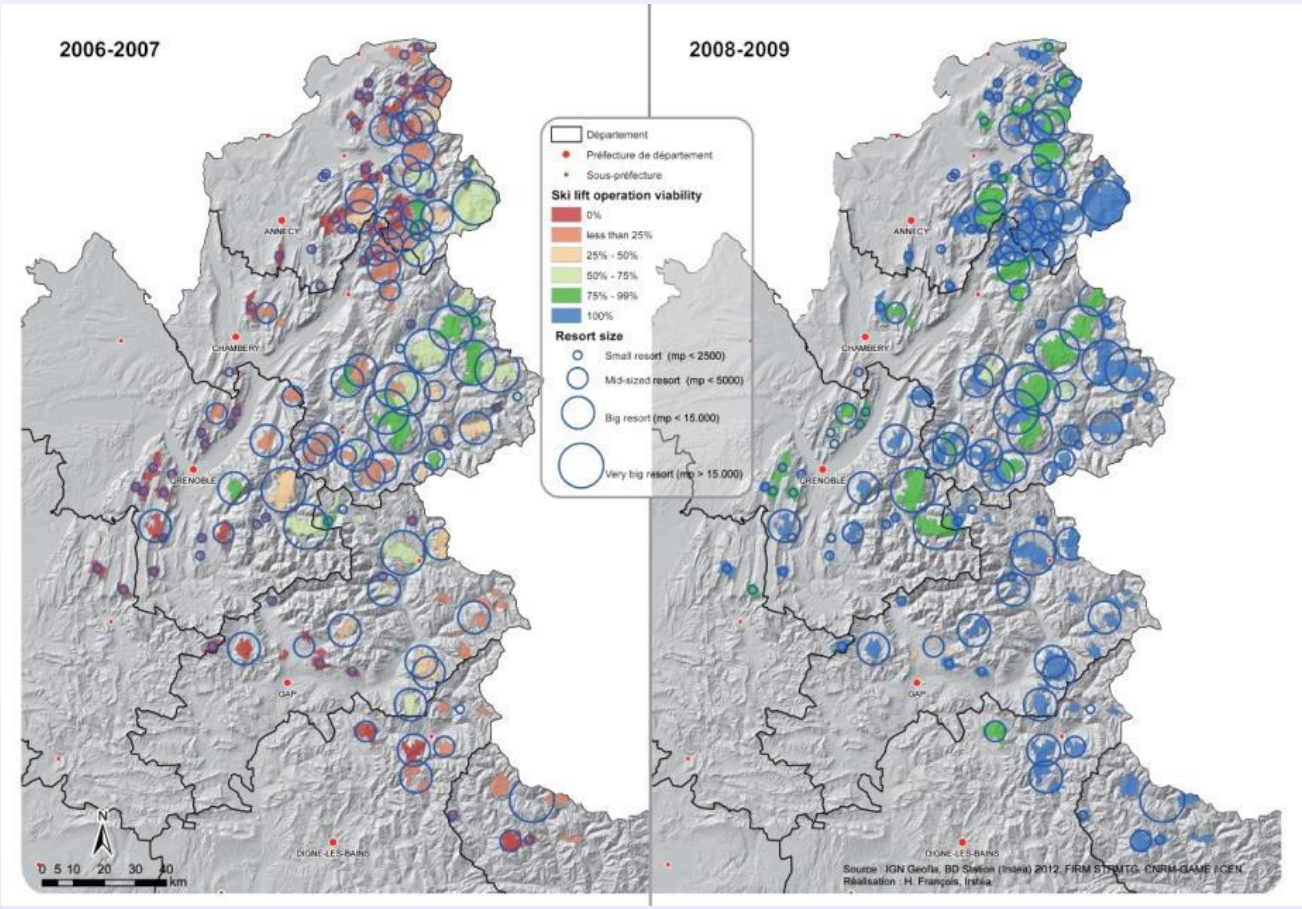
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Association de Crocus (neige naturelle)

avec

la base de données stations

ISSW2013



Source : Francois et al., ISSW2013

« Natural snowcover variations and ski resort operations »

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea
irstea
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Quelle transmission possible vers l'exploitant?

Quelle transmission possible vers l'exploitant?

- **Echange et questionnement** sur les pratiques
- **Instrumentation** de sites
- **Prise de recul** (retour sur expérience)
- Interroger des **problématiques récurrentes**:
  - La neige de culture est elle plus résistante?
  - Faut il laisser égoutter un tas?
  - Peut on produire au détriment de la qualité en début de saison : quel effet à la fin?
  - Le damage améliore-t-il la résistance du manteau face à la fonte?
- **Impossibilité de remplacer/substituer l'expertise locale**

(ça n'est pas l'objectif + impossible en pratique!)

Premiers travaux

« Analyse et simulation de la gestion de la neige dans les stations de sports d'hiver »

La production de neige dans Crocus Resort

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Production de neige

Statistiques:

En France, en 2008:

1m3 eau ~ 2m3 neige

5300ha équipés (20% des pistes)

16 000 canons installés (~**3 enneigeurs/ha** en moyenne)

17 millions de m3 prélevés

=> 320 kg/m2 (92cm de neige à 350kg/m3)

Source : Badré, 2009

Production de neige

Hypothèses de travail actuelles
(1/3 : la technologie)

Surface couverte :	3300m^2 (par enneigeur soit 3 enneigeurs/ha)
Débit d'eau :	8m^3/hr (par enneigeur)
Quantité d'eau pulvérisée (SWE) :	320kg/m^2 (soit 92cm de neige à 350kg/m^3)
Perte estimée :	30% (sublimation, vent, etc.)
Durée de fonctionnement :	150hrs

Propriétés de la neige de culture:

Densité produite :	350kg/m^3
Type de grains :	Petits grains ronds, diamètre 0.3mm

Production de neige

Hypothèses de travail actuelles

(2/3 : les contraintes atmosphériques)

- Température humide < -5°C
- Vent < 15km/h

Production de neige

Hypothèses de travail actuelles

(3/3 : les pratiques)

- Pas de production avant le 01/11
- 50% de production avant le 20/12
- 40% entre le 20/12 et le 20/02
- 10% entre le 20/02 et le 31/03
- Pas de production après le 01/04

Production de neige

Hypothèses de travail actuelles

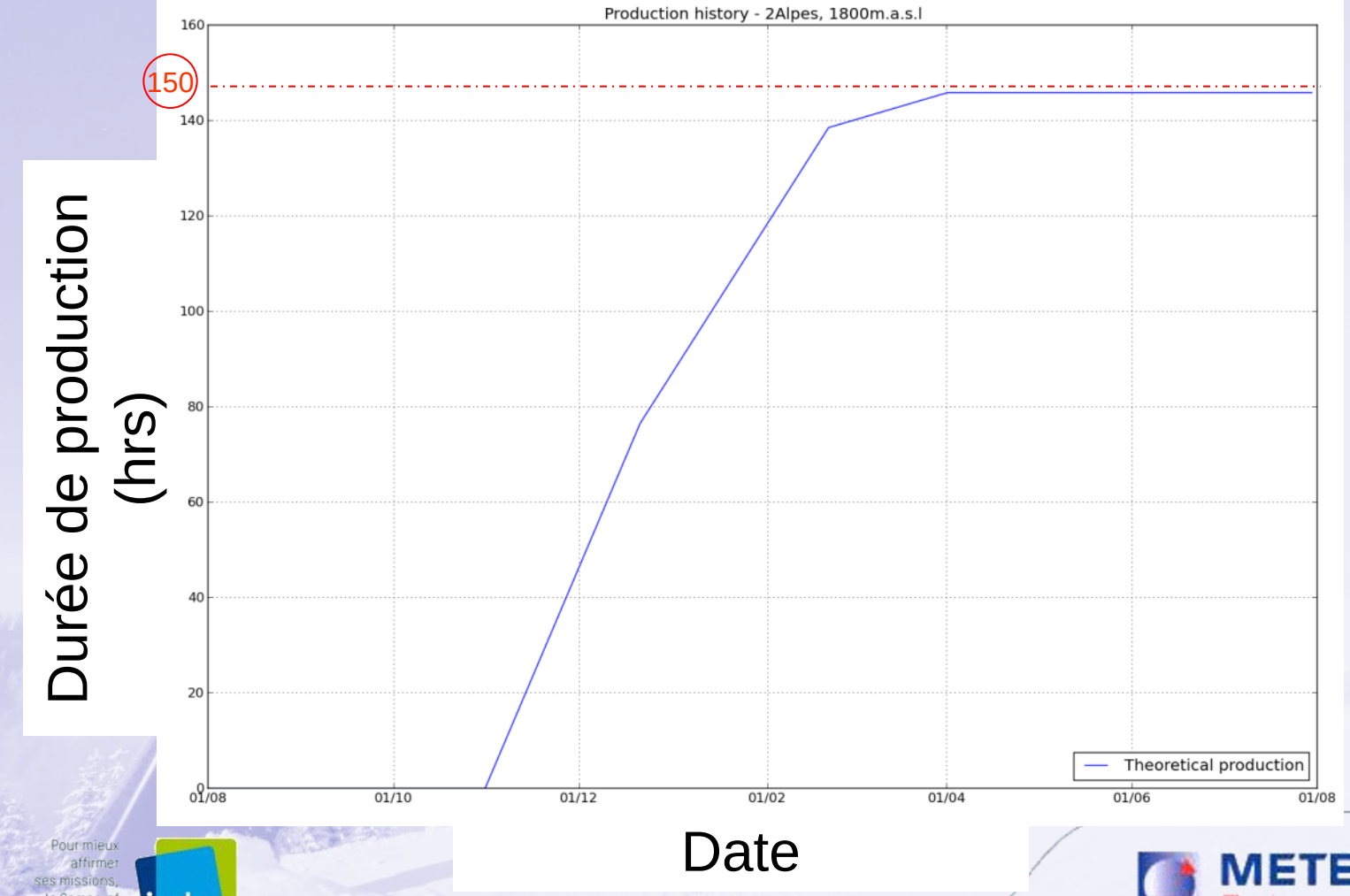
(3/3 : les pratiques)

- Pas de production entre 8h et 19h
- Production par nuits entières

  (Si production déficitaire à 19h => production possible toute la nuit.

  Si état excédentaire => pas de production cette nuit)

Production de neige



Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea
irstea
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Production de neige

Gestion de production

(conditions **nécessaires**)

Conditions atmosphériques

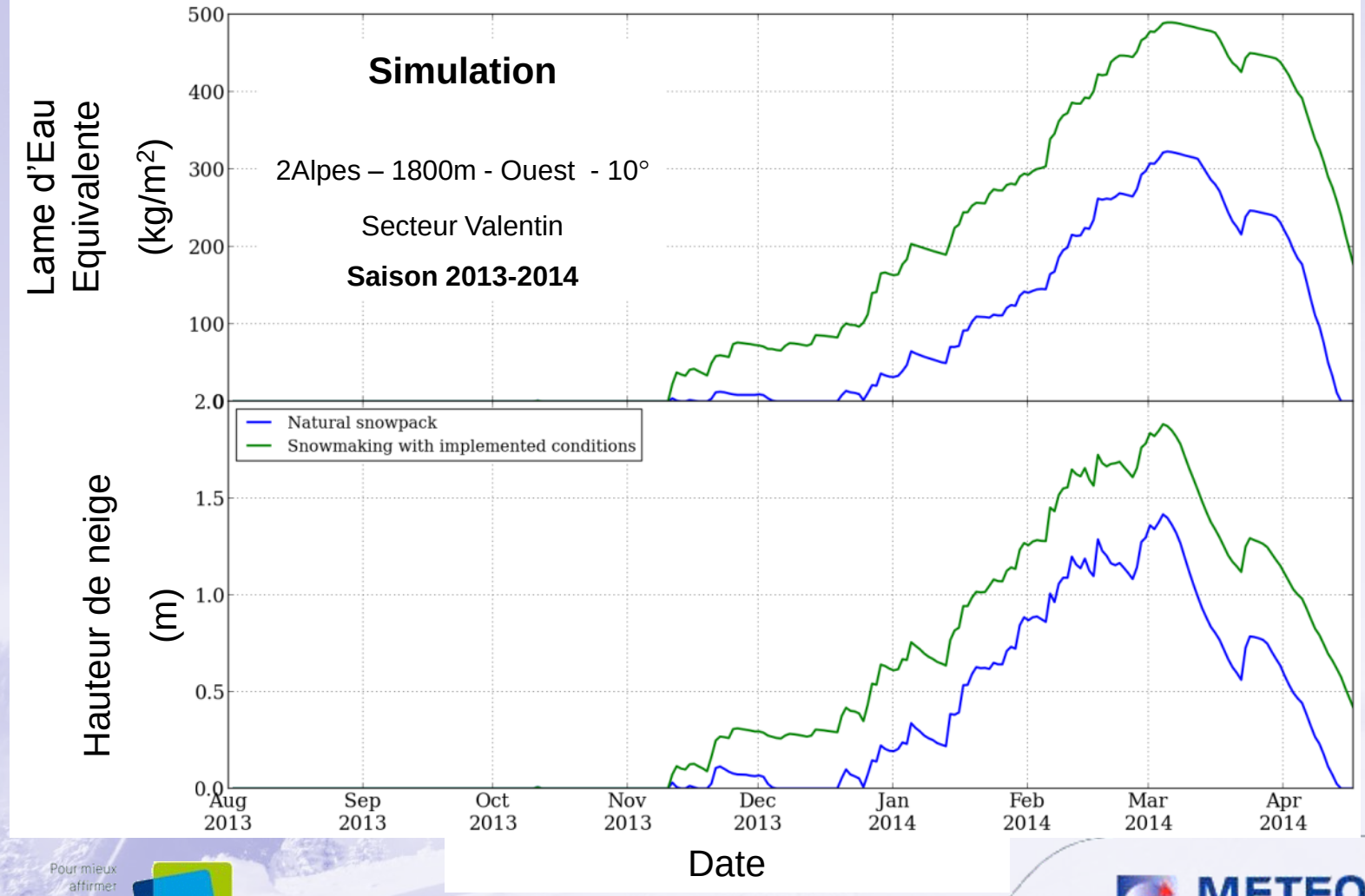
- Température humide
- Vent

Conditions calendaires

- contrainte annuelle
- contrainte horaire quotidienne
- état de production déficitaire

Production

Production de neige

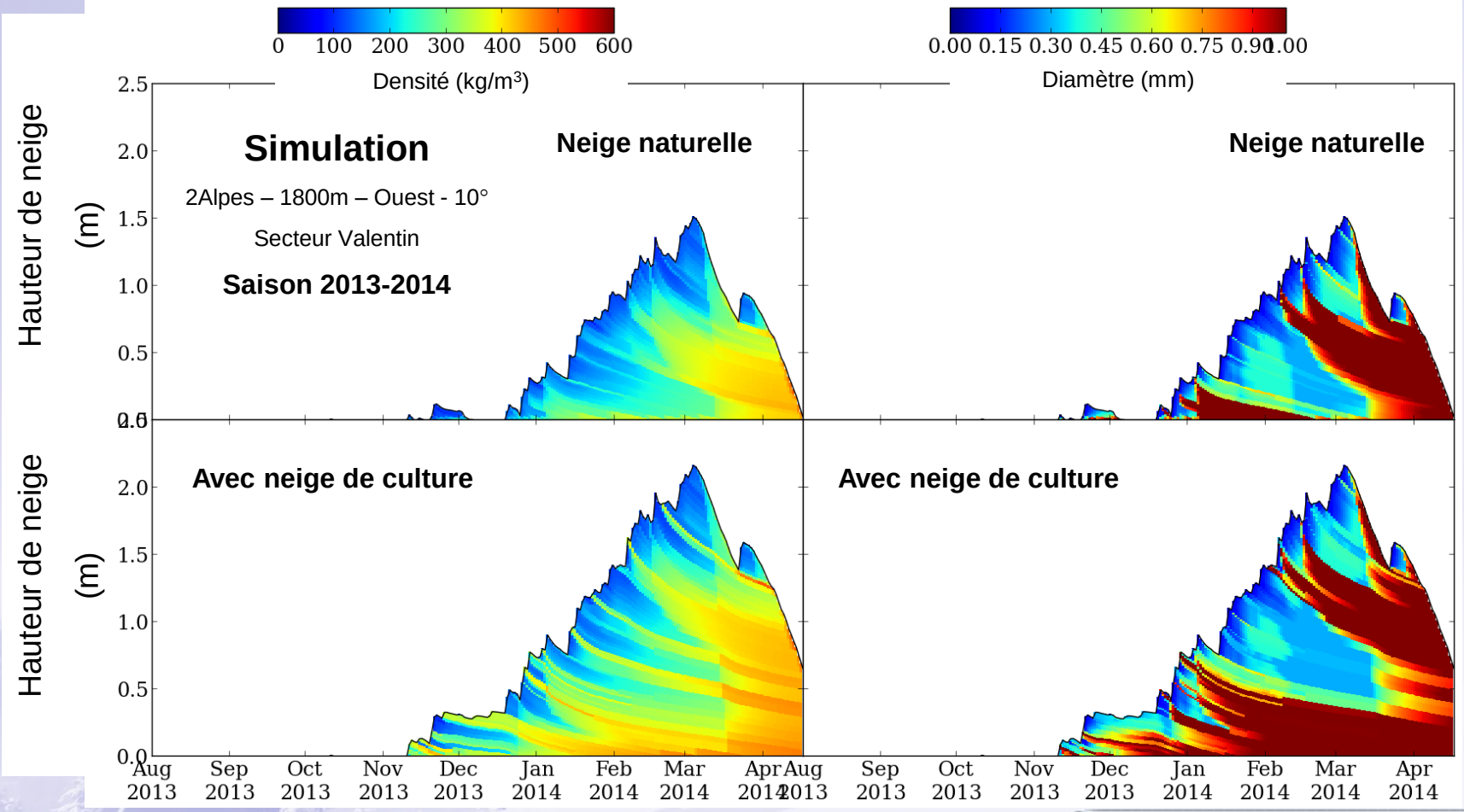


Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Production de neige

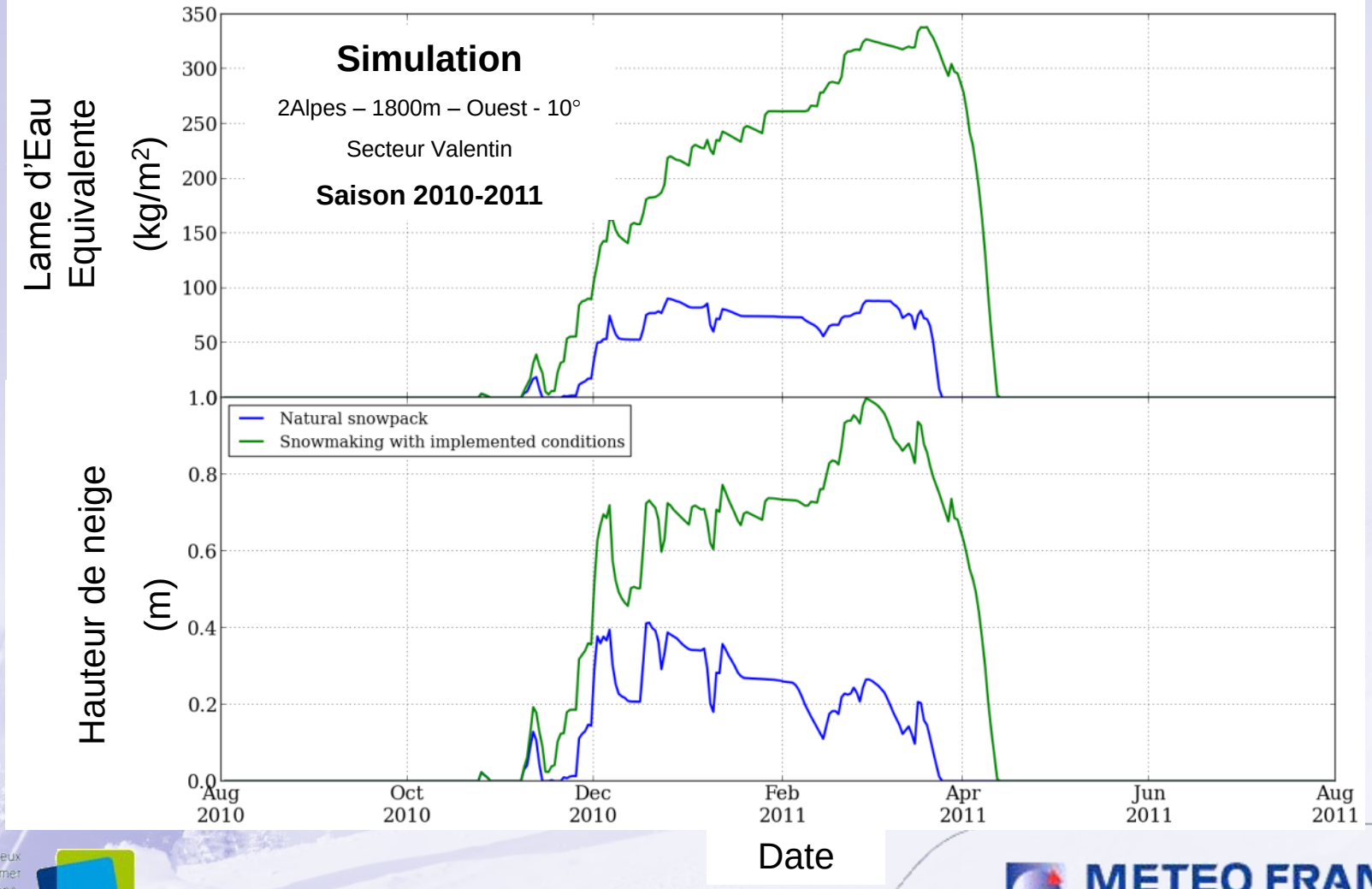


Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Production de neige

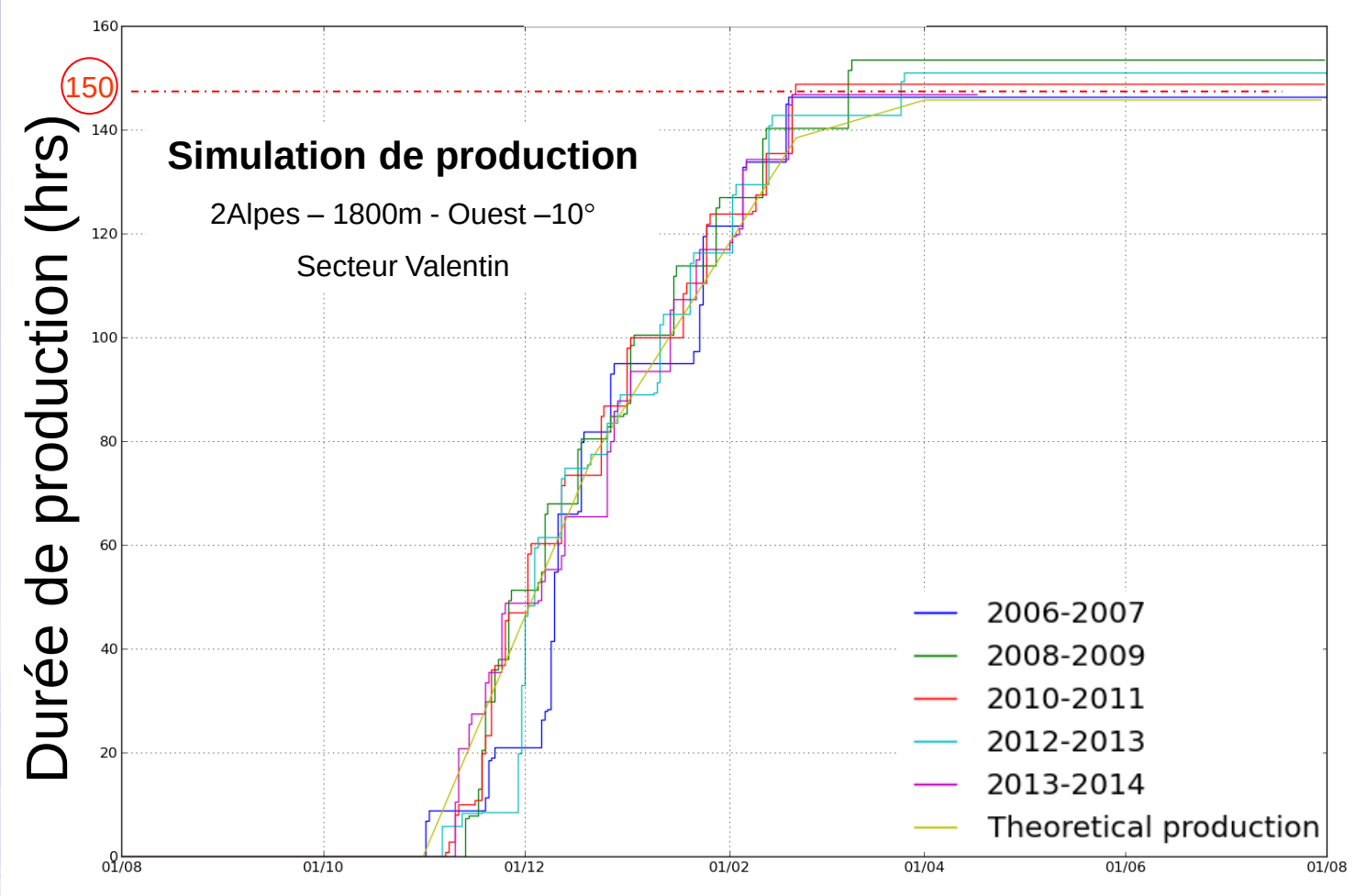


Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

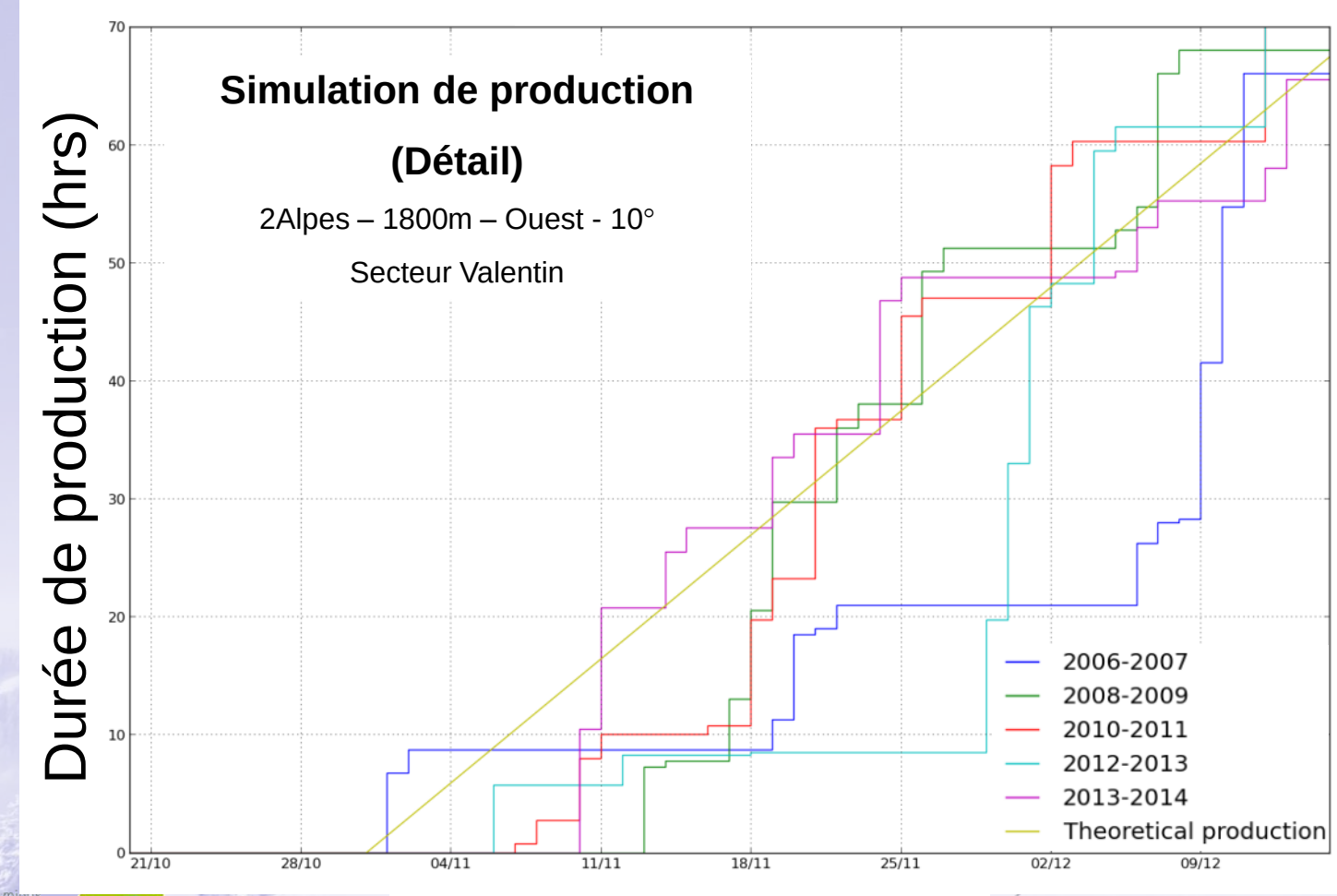
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Production de neige



Date

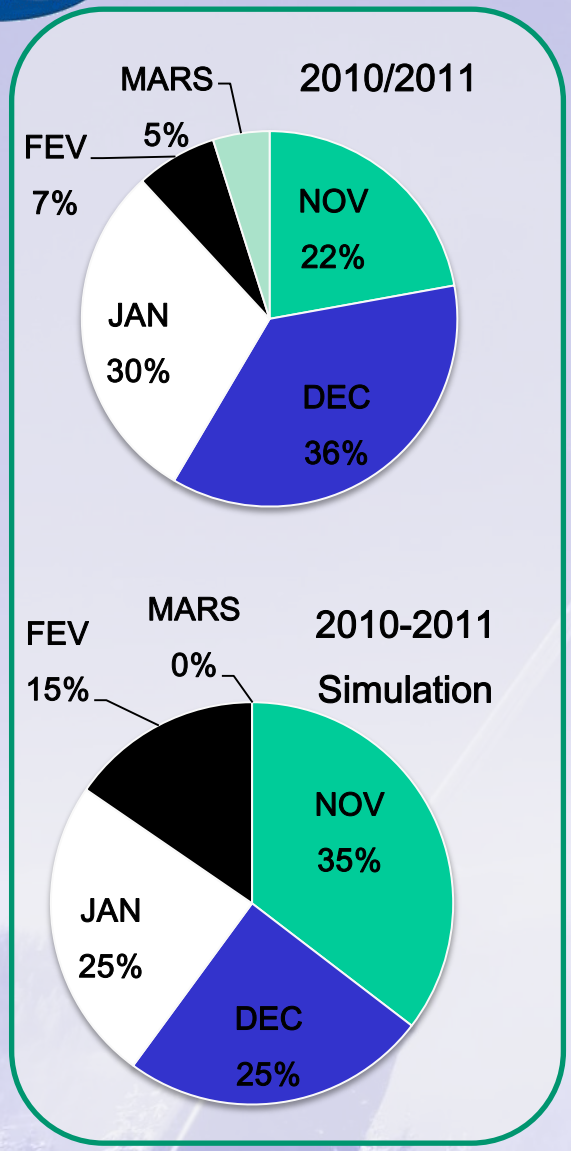
Production de neige

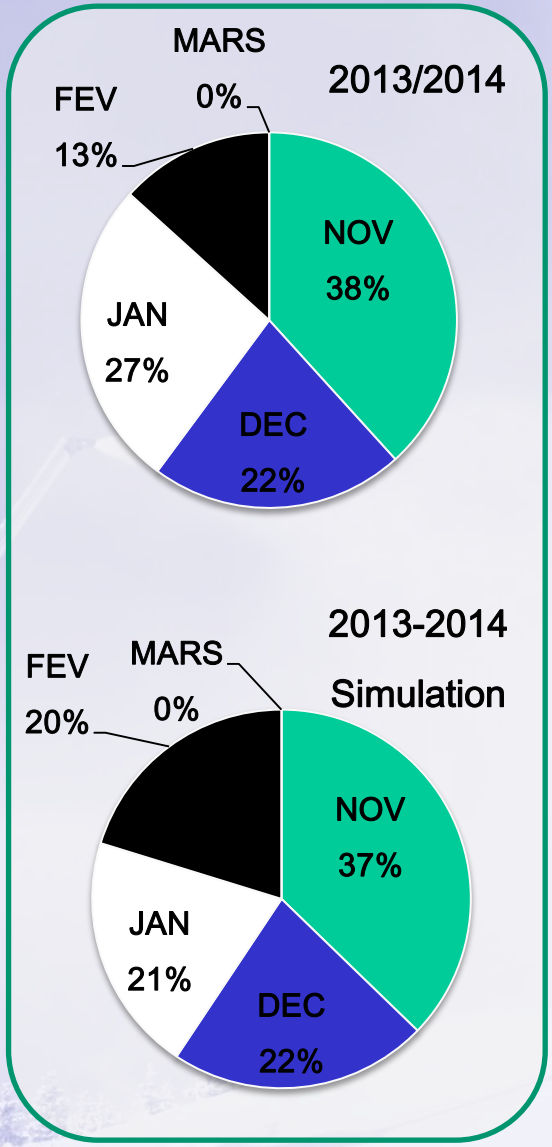


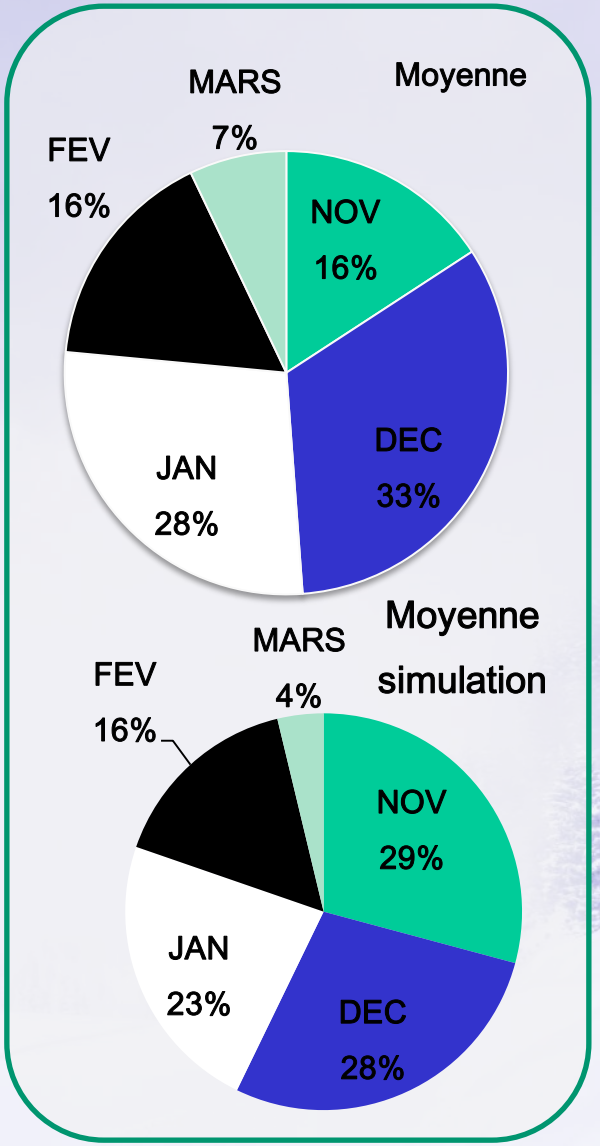
Date

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea
irstea
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Moyenne (8 dernières saisons)



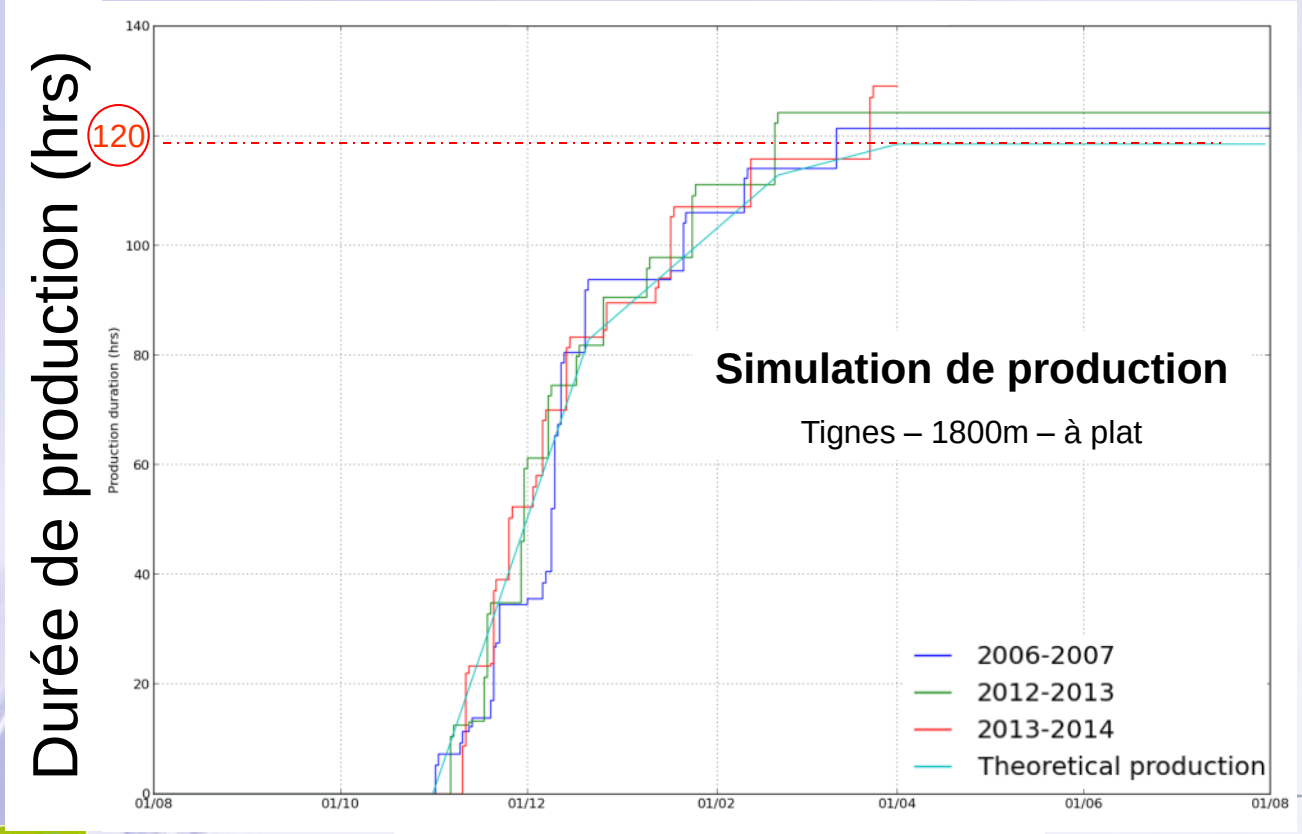




Répartition de production par mois (2Alpes)

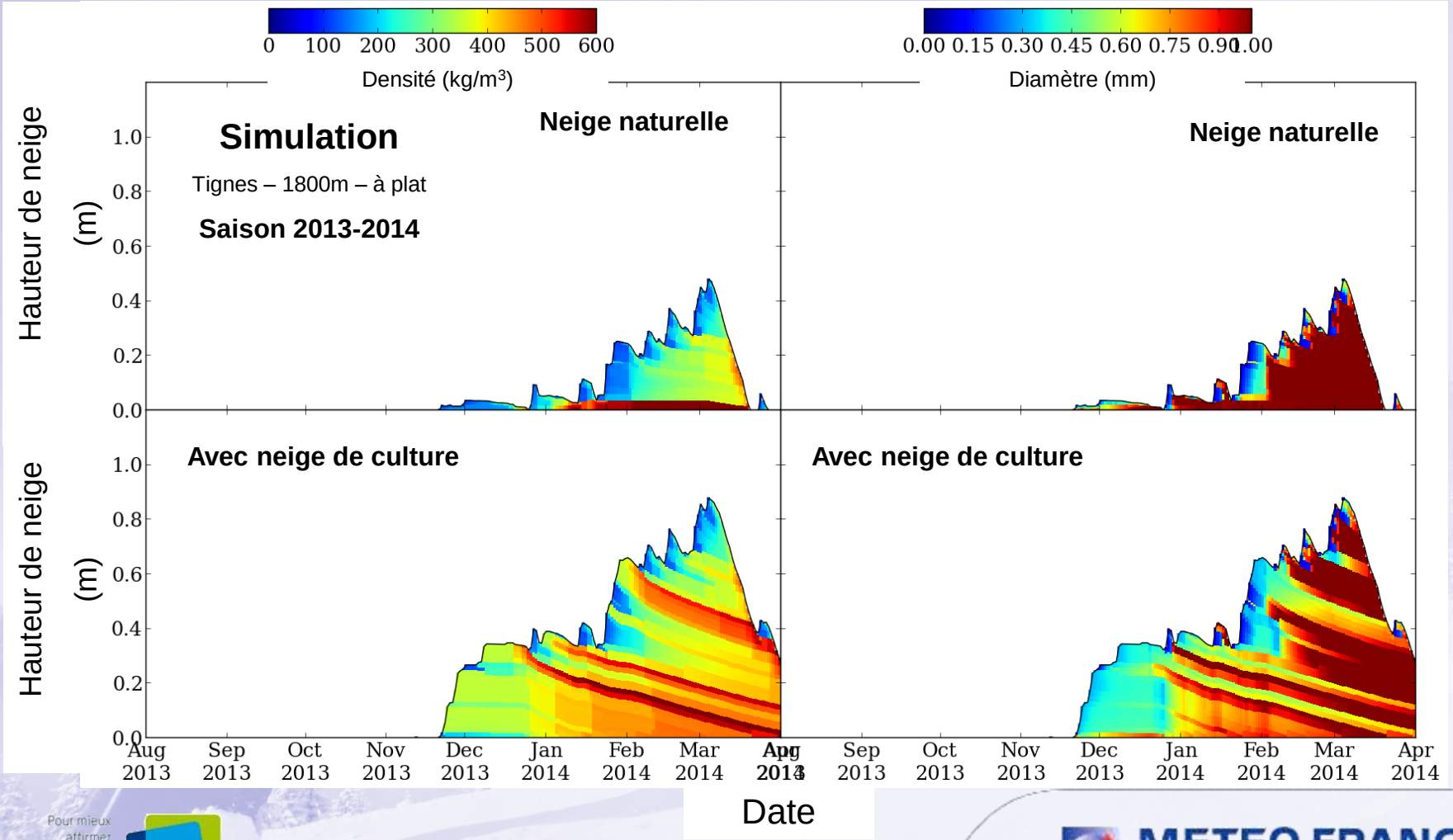
Production de neige

- Prise en compte de modes de gestion différents
  - **Exemple de Tignes**



Date

Production de neige



Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Production de neige

Limites actuelles :

- **Schéma de production fixé** : comment évolue la décision en fonction de l'enneigement actuel?
- Besoin de **représenter la diversité des pratiques** (des schémas de prod.)
- **Facteur de perte supposé** (30%) : nécessite d'être vérifié/quantifié
- Peu de **données de validation** (lames d'eau sur piste par ex.)

Production de neige

Points forts :

Simulation de manteaux neigeux intégrant la neige de culture

- Propriétés de neige réalistes
- Introduction d'un schéma de production basé sur les années précédentes
- Prise en compte des conditions météo pour contrôler la production

Le damage dans Crocus Resort

Damage

Hypothèses de travail actuelles

Pression exercée :

550kg/m^2

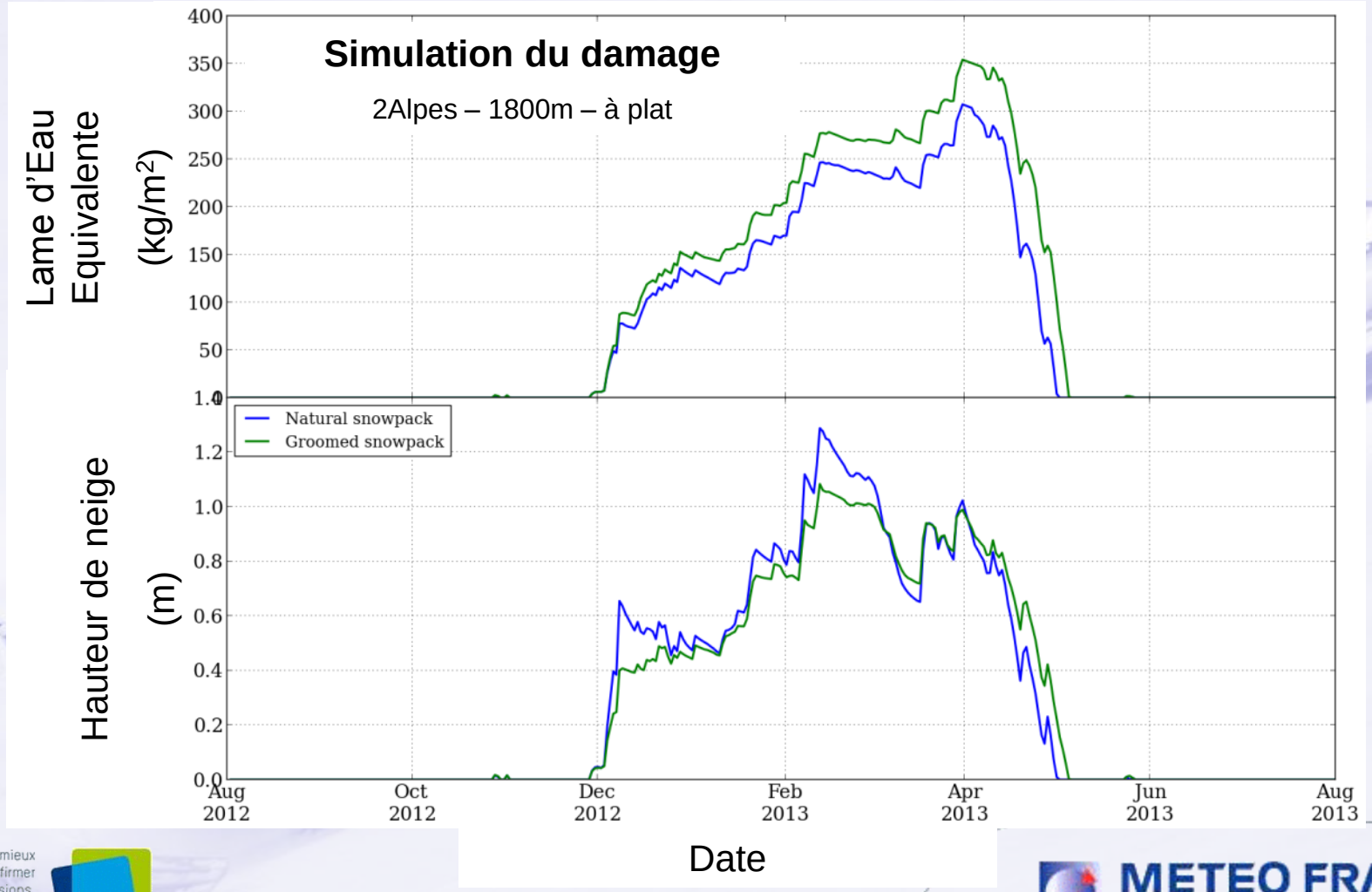
Fréquence de damage :

lors des précipitations

(naturelle/de culture)

Source : L.Guily, 1991

Damage

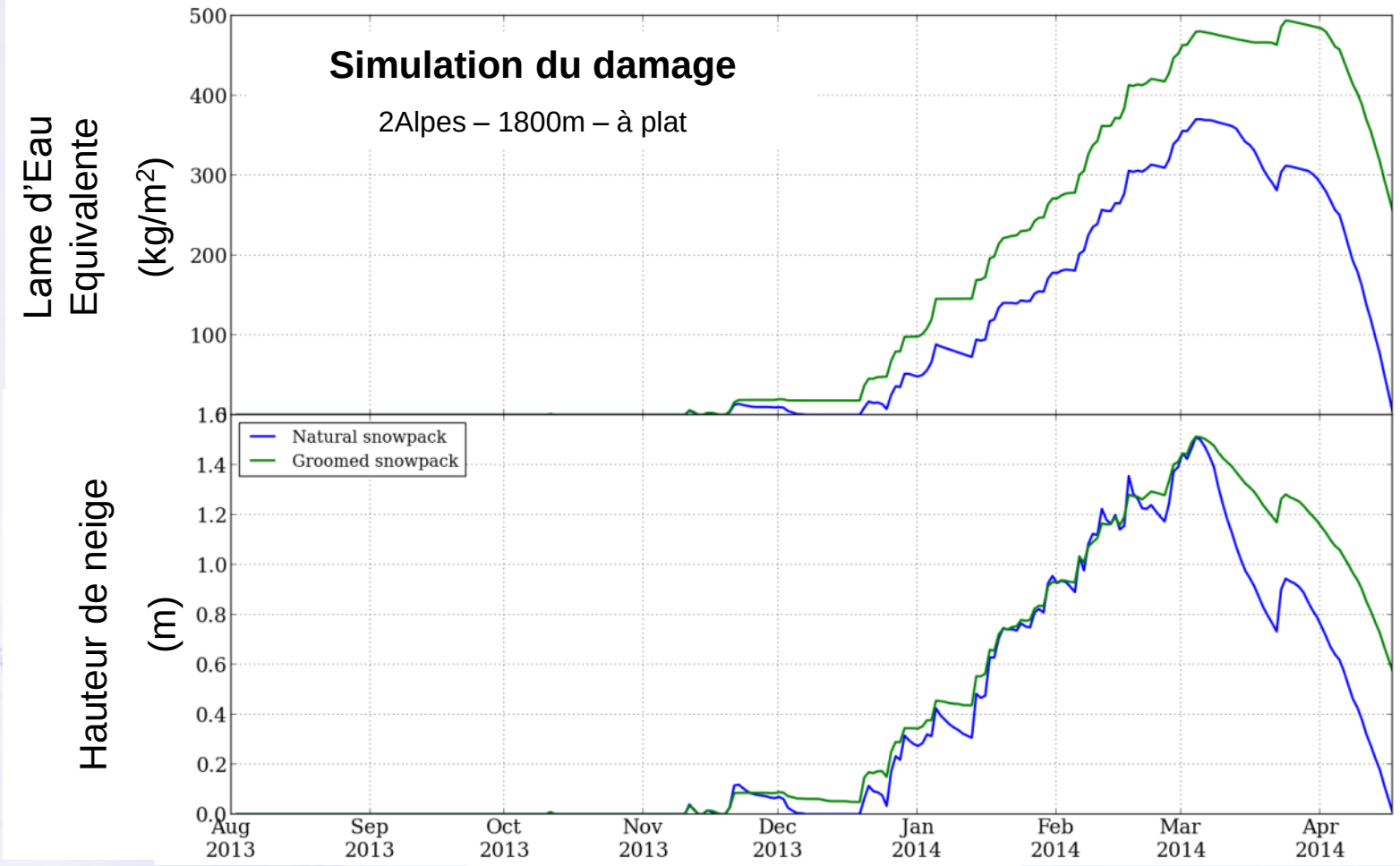


Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

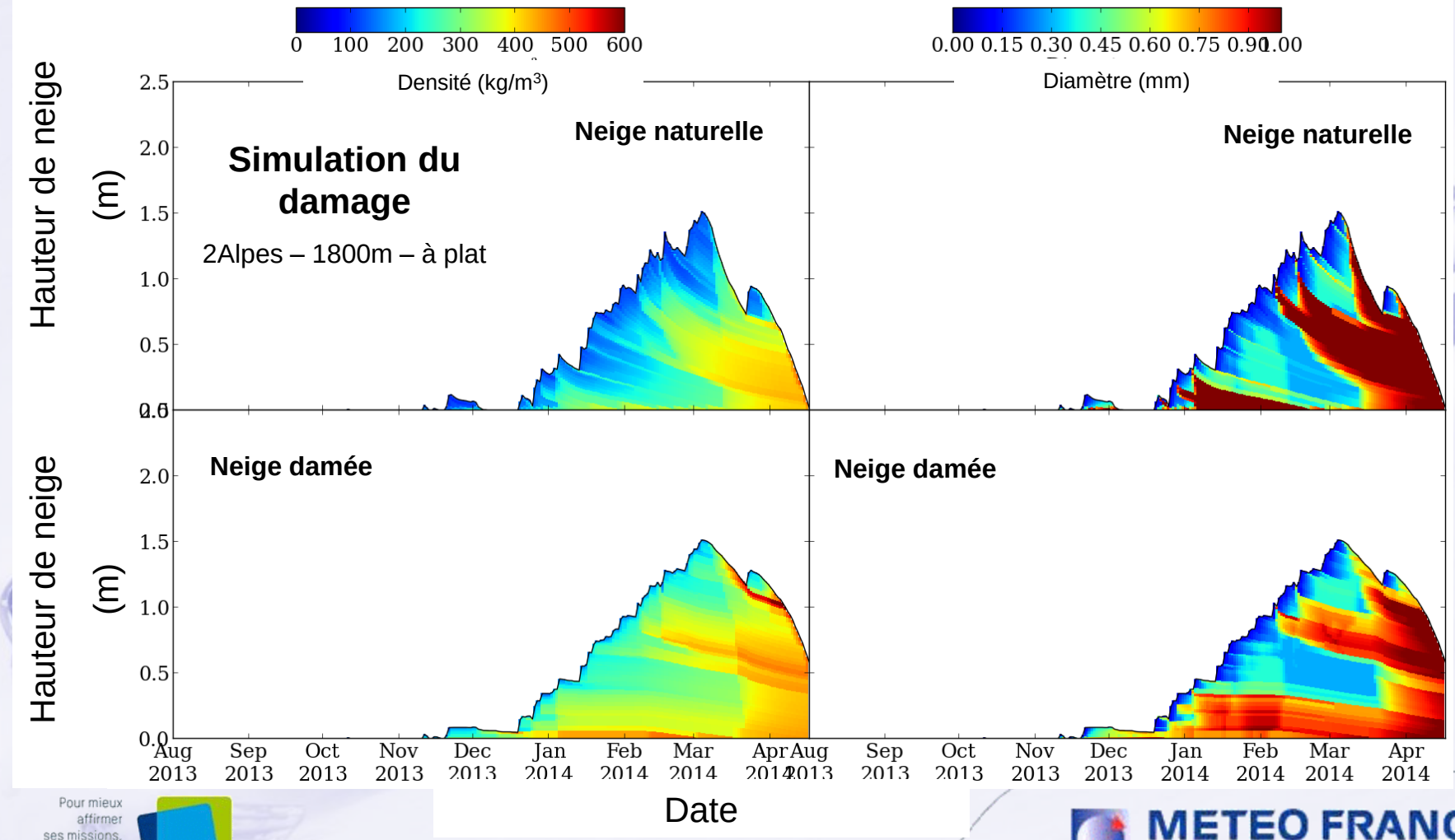
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Damage



Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea
irstea
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Damage



Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Damage

Limites actuelles :

- **Fréquences et pratiques à documenter**
- **Approche grossière** : pas de prise en compte des outils employés
- Pression exercée sur toute la hauteur du manteau : **pas d'effet d'amortissement** avec la profondeur
- **Pas de modifications de la structure** de grains

Pourquoi faire appel à vous?

Campagne 2014-2015

Améliorer nos connaissances sur vos pratiques

- Diversité des pratiques entre domaines
- Evolution des objectifs de production en fonction de l'enneigement présent (ou d'autres facteurs…)
- Pratiques du damage (fréquence, gestion des épisodes météo), etc.

Valider des hypothèses/paramètres physiques

- Evaluer l'apport de matière réel par la neige de culture (rendement des enneigeurs, facteur de 30%)
- Evaluer l'impact du damage sur l'érosion et la fonte, etc.

Campagne 2014-2015

Moyens techniques disponibles

En entrée du modèle

- Données de gestion (Liberty, CGx, SnowSat…)
- Observations
- Lames d'eau sur piste (carottiers type PICO)
- Mesures de densité (carottiers)
- Teneur en Eau Liquide (appareil dédié)
- Albedo et SSA (instruments optiques)

Diagnostic des sorties

- Snow MicroPen (SMP, pénétromètre)

Bilan

- **Construction d'un outil** de modélisation prometteur
- **Besoin d'instrumentation et de suivi** régulier et ponctuel **pour valider nos hypothèses** / le rendu du modèle

- En aucun cas cet outil ne peut remplacer l'expertise locale
- En aucun cas cet outil ne permettra de réaliser des prévisions saisonnières (au mieux des trajectoires « au pire/mieux »)

Bilan

L'objectif de notre projet :

Améliorer la compréhension de l'impact des méthodes de gestion **sur les propriétés physiques** du manteau neigeux sur piste

Répertorier et estimer les enjeux et contraintes économiques et politiques de la gestion de la neige

Prendre en compte les méthodes de gestion de neige dans un modèle de simulation du manteau neigeux

Planning du doctorat

Octobre 2013 démarrage

Saison 2013 - 2014
prise en main des problématiques, prises de contacts, premiers travaux de modélisation

Eté 2014
Recueil de données (logiciels de suivi), traitement

Saison 2014 – 2015
Suivi régulier, rédaction d'un premier article
Campagnes ponctuelles

Eté 2015
Traitement des données, second article

Saison 2015 – 2016
Suivi régulier (validation de données), traitement des données

Eté 2016 : rédaction du manuscrit/articles

Octobre 2016 : Soutenance

Marché du travail

ISSW 2014

Cursus Pisteur Secouriste

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

MERCI !

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance