

Produits d'observation et modélisation pour le suivi et la prévision du manteau neigeux et de la fonte nivale

Météo-France (contributions CEN, D2I, DCSC, DIRCE, DIROP, DSO)
Présentation par : Cécile Coléou, DirOP/CMN
et Arnaud Coupin, DIRCE/Prévi

22.01.2020

Journées SCHAPI/SPC Neige, Grenoble

Contexte

- Missions de MF : surveillance du manteau neigeux, prévision des phénomènes dangereux
- Collaboration de MF avec le SCHAPI et les DREAL/SPC + UH :
 - Cadre : Convention DGPR-MF 2016 - 2021
 - Fourniture de données, produits à façon
 - Réunions de suivi technique et thématique (GSPC, GSO, journées techniques), échanges SPC/DIR.
- Perspectives 2022-2027 :
 - Intégration composante risques naturels et terrestres en zone montagneuse

Plan

- 1. Etat des lieux de la collaboration SCHAPI-MF sur la neige**
- 2. Produits d'observation de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 4. Produits de suivi climatologique du manteau neigeux**
- 5. Retour d'expérience**

Plan

- 1. Etat des lieux de la collaboration SCHAPI-MF sur la neige**
- 2. Produits d'observation de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 4. Produits de suivi climatologique du manteau neigeux**
- 5. Retour d'expérience**

1. Etat des lieux des productions MF dont produits spécifiques sur la neige

- **Fourniture quotidienne sous forme textuelle**
 - AP/BP 2 fois / jour à minima + ré-actualisation si nécessaire
 - production bulletin hydro bi-quotidien
- **Fourniture numérique quotidienne assimilable pour modélisation hydro**
 - SIM2 + SIM2-PE (modélisation écoulement/débit + réanalyse)
 - en point de grille : RR3 expertisées + **Limite pluie + IsoZéro** + autres ?
 - données modélisation PE : Arome, Arpège et CEP

1. Etat des lieux des productions MF dont produits spécifiques sur la neige

- **Fourniture données observation et produits à valeur ajoutée :**
 - réseau Radome + EDF + RCE
 - produits lame d'eau : panthère – Antilope – Coméphore (réanalyse pour recalage modèle hydro) + cumuls LE (1h à 48h) - Hydre (remplace VISON)
 - Images réflectivité métropole + pays limitrophes
 - plateforme APIC et VF

1. Etat des lieux des productions MF dont produits spécifiques sur la neige

- **Outils de visualisation :**

- Synopsis au Schapi
- Extranet en SPC et Schapi + Loi Risques (SDPC, RIC, Gemapi)

DGPR[NewSchapi-SPC] Connexion



- Spécificité du SPC-MedEst (réseau S.I de MF)
- accès ressources web cadrage strictement interne de MF
- **« Nouveautés » Extranet :** (présentation complète dispo Schapi et SPC)
 - lame d'eau PIAF 5' et 15' (observée et prévue). Présentation journées techniques PIAF en décembre.

Plan

- 1. Etat des lieux de la collaboration SCHAPI-MF sur la neige**
- 2. Produits d'observation de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 4. Produits de suivi climatologique du manteau neigeux**
- 5. Retour d'expérience**

2. Produits d'observation de la neige

Le réseau de pluviomètre

- 1500 pluviomètres mécaniques
- 150 capteurs / an supplémentaires pour la modernisation du réseau de bénévoles (320/700 faits)
- Systèmes de réchauffage sur les pluviomètres de montagne
- Sous-estimations des précipitations neigeuses par :
 - Evaporation
 - Défaut de captation de la précipitation par vent fort et température basse



2. Produits d'observation de la neige

Le réseau de capteurs hauteur de neige

- Deux technologies de capteurs pour deux besoins différents :
 - Mesure de manteau neigeux en montagne : le capteur ultrasonique Campbell SR50A. 136 capteurs, incertitude 1 à 2cm
 - Mesure de faibles hauteurs de neige, pour la plaine : les capteurs lasers Jenoptik SHM30, Apical TLN50 et Lufft SHM31. 84 capteurs, incertitude 0,5 à 1 cm.

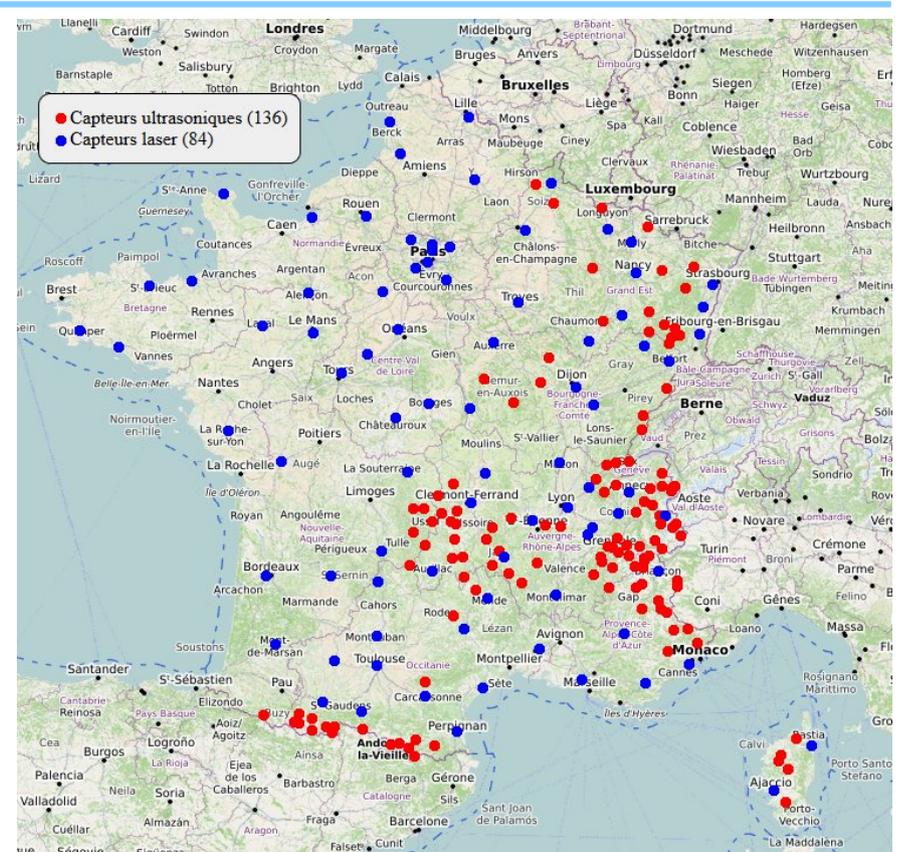


Météo-France

Capteur US



Capteur laser



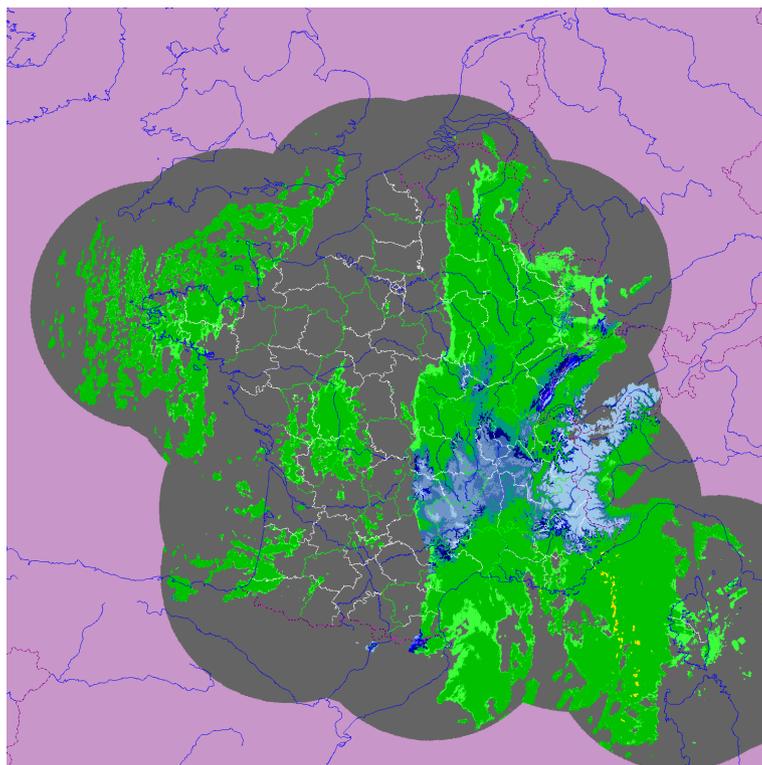
- Extension du réseau prévue :
 - ~20 capteurs US en montagne
 - 20 à 25 capteurs laser

2. Produits d'observation de la neige

HYDRE - Généralités

- Discrimination des hydrométéores au sol, toutes les 5 minutes
 - France métropolitaine et tout ou partie des pays voisins
 - ▶ Résolution kilométrique
 - Combinaison de données radar, de prévisions et d'observations
 - ▶ Données radar utilisées pour définir les zones précipitantes et pour la grêle
 - Mosaïque de lame d'eau (permet de couvrir la Suisse)
 - Mosaïque de réflectivité (permet de détecter des précipitations plus faibles)
 - Réflectivités de l'ensemble des tours d'antenne des radars → grêle
 - ▶ Prévisions AROME utilisées pour connaître la structure verticale de la température du thermomètre mouillé (T_w) et de l'humidité
 - ▶ Observations de surface utilisées pour corriger au maximum ces prévisions
 - Archives disponibles depuis le 1^{er} janvier 2016
 - ▶ Rejeu en cours sur la période 2008-2015

2. Produits d'observation de la neige HYDRE - Types d'hydrométéores discriminés



HYDRE, le 14/11/2019 à 1800 UTC

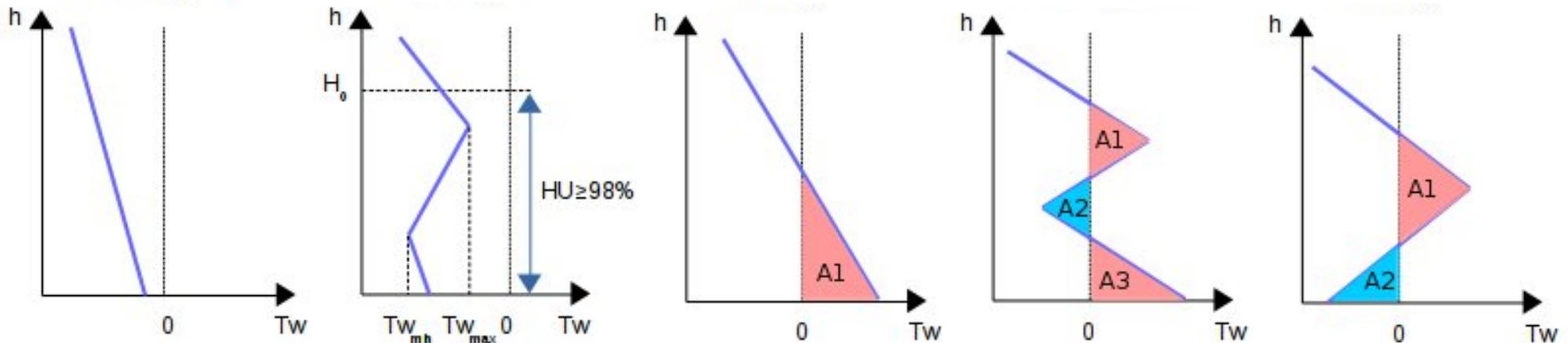
	Bruine
	Pluie
	Bruine sur sol gelé
	Pluie sur sol gelé
	Bruine verglaçante
	Pluie verglaçante
	Pluie et neige mêlées
	Neige mouillée
	Neige humide
	Neige sèche
	Neige mouillée tenant au sol
	Neige humide tenant au sol
	Neige sèche tenant au sol
	Granules de glace
	Grésil / Petite grêle ($\varnothing < 5$ mm)
	Moyenne grêle ($5 \text{ mm} \leq \varnothing < 2$ cm)
	Grosse grêle ($\varnothing \geq 2$ cm)

information issue du radar et de la structure des profils verticaux de la température du thermomètre mouillé et de l'humidité

information issue du radar et de l'altitude de l'isotherme 0°C

2. Produits d'observation de la neige HYDRE - Algorithme de discrimination

- Si $T_{w2m} \leq 5^\circ\text{C}$: type fonction du profil de T_w



<p>PROFIL 1 Neige sèche Neige humide (pour tous les profils, la neige tient au sol si $T_{sol} < 1^\circ\text{C}$)</p>	<p>PROFIL 2 Bruine verglaçante Neige sèche Neige humide</p>	<p>PROFIL 3 Bruine / Pluie Pluie et neige mêlées Neige mouillée</p>	<p>PROFIL 4 Bruine / Pluie Pluie et neige mêlées Neige mouillée Granules de glace</p>	<p>PROFIL 5 Bruine / Pluie Bruine / Pluie verglaçante Pluie et neige mêlées Neige mouillée Granules de glace</p>
---	--	--	--	---

- Si $T_{w2m} > 5^\circ\text{C}$: type fonction des données radar et de l'isotherme 0°C
 - Bruine, pluie, petite/moyenne/grosse grêle

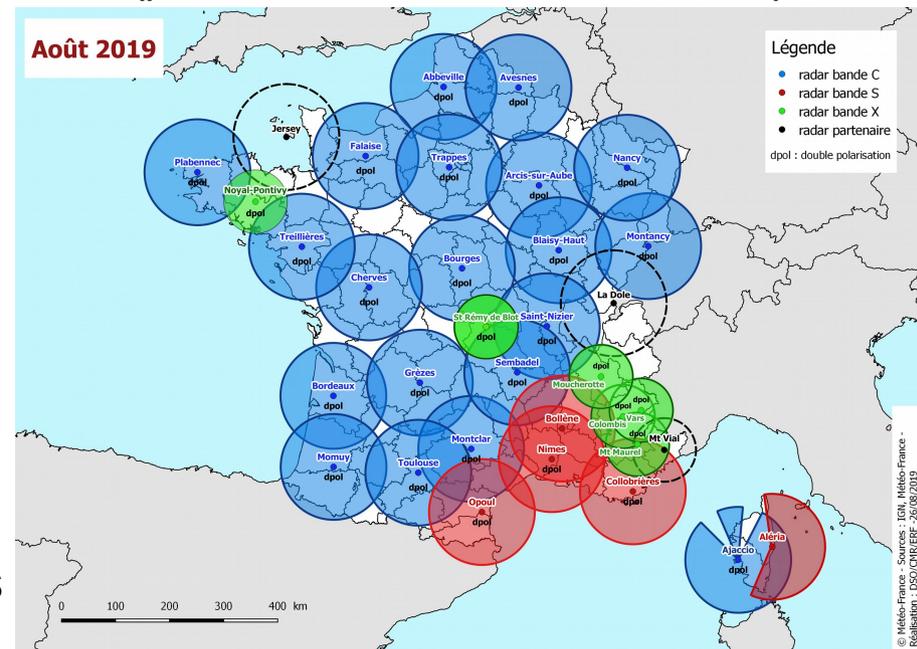
2. Produits d'observation de la neige ANTILOPE (métropole) - Généralités

- Production de différentes lames d'eau à la résolution kilométrique
 - Combinaison des lames d'eau radar et des pluviomètres
 - ▶ Discrimination du type de précipitations (stratiforme/convectif)
 - ▶ Correction de la lame d'eau radar à l'aide des pluviomètres
 - On retrouve les cumuls mesurés au niveau des pluviomètres
 - Fréquences de production 15 min et 1h
 - ▶ Productions temps réel et différé (nombre de pluviomètres différents)
 - ▶ La lame d'eau 1h n'est pas égale à la somme des 4 lames d'eau 15 min
 - Il y a moins de stations fournissant des mesures infra-horaires
 - Archives disponibles
 - ▶ Depuis le 1^{er} juillet 2006 au pas de temps horaire
 - ▶ Depuis le 1^{er} février 2011 au pas de temps 15 min (temps différé)

2. Produits d'observation de la neige ANTILOPE (métropole) - Montagne et neige

- La qualité de la lame d'eau ANTILOPE est limitée en montagne
 - Par la qualité des données radar
 - Par le réseau pluviométrique
 - ▶ Une grande partie des données pluviométriques est issue du réseau EDF
 - Elles sont disponibles uniquement au pas de temps horaire
 - Toutes ne sont pas disponibles en temps réel (pour les calcul lancés à H+12min)

- La neige est traitée de la même façon que la pluie
 - La lame d'eau radar en entrée traite la neige comme de la pluie
- Problèmes de mesure pluvio en cas de chute ou de fonte de neige
 - Tous les cumuls nuls sont rejetés quand HYDRE dit neige ou verglas
 - Certains contrôles permettent d'éviter des cas de fonte de neige



Plan

1. Etat des lieux de la collaboration SCHAPI-MF sur la neige
2. Produits d'observation de la neige (précipitations et neige au sol)
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)
4. Produits de suivi climatologique du manteau neigeux
5. Retour d'expérience

3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Produits d'expertise :
 - Bulletins AP/BP



BULLETIN PRECIPITATIONS

SPC Méditerranée Ouest

Bulletin produit le mardi 21 janvier 2020 à 08h11

1 Hauteurs de précipitations en mm

Données horaires Antlope présentes du 20/01 1h00 au 21/01 1h00 : 24/24

Données horaires Antlope présentes du 21/01 1h00 au 21/01 05h00 : 4/4

DIRSE

N°	Zone AP	AP	Observées	Observées	Prévues	Prévues		Prévues		Prévues
			du 20/01 1h00 au 21/01 1h00	du 21/01 1h00 au 21/01 05h00	du 21/01 05h00 au 22/01 1h00	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moyenne
62107	Vallées du Roussillon	AP	13	11	50/80	70/100	150/200	100/130	150/200	30/50
62108	Corbières	AP	4	6	20/40	30/50	100/130	70/100	120/150	30/50
62102	Aude océanique		1	0	10/20	10/20	60	20/40	50/80	7/15
62109	Orb et Aude aval		1	1	3/10	3/10		30/50	50/80	15/30
62104	Orb amont Montagne Noire		0	1	7/15	7/15		40/60	70/100	20/40
62105	Hérault aval Lez		0	0	3/10	3/10		15/30	40/60	20/40
62106	Hérault amont		0	1	7/15	7/15		30/50	40/60	30/50

COMMENTAIRES DIRSE : produits le 21/01/2020 à 7:09

2 Période AP

Heure de début d'évènement : Immédiate

Heure de fin d'évènement : mercredi 22 janvier 2020 à 13h00

3 Description :

3.1 Situation actuelle :

Pluies fortes sur les plaines du Roussillon et modérées sur le sud de l'Aude mètres.

3.2 Evolution prévue de l'évènement :

-- Mardi 21 janvier :

Les pluies modérées à fortes se poursuivent toute la journée sur vallées d Petit passage pluvieux ce matin sur les Cévennes et les plaines du Langu contreforts orientaux de la Corse.

-- Mercredi 22 janvier :

L'épisode pluvieux se poursuit sur Plaines du roussillon et le sud de Corbi mercredi et mercredi matin. Sur Mardi et Mercredi, les cumuls sont très importants, on pourra dépasser les 300 mm localement.

--Jeudi 23 janvier : Temps encore pluvieux en début de journée sur Vallées du Roussillon et Corbières, puis le temps s'améliore. Les pluies se décalent sur les Cévennes.

Facteurs aggravants (fonte nivale, phénomènes vagues-submersion,...) :

Sur le Roussillon, les vagues et la houle générées par un vent d'est fort vont gêner l'écoulement des cours d'eau. D'autre part avec la remontée de la limite pluie-neige en cours de journée de mardi, la fonte de la neige à basse altitude peut augmenter les volumes d'eau ruisselant.

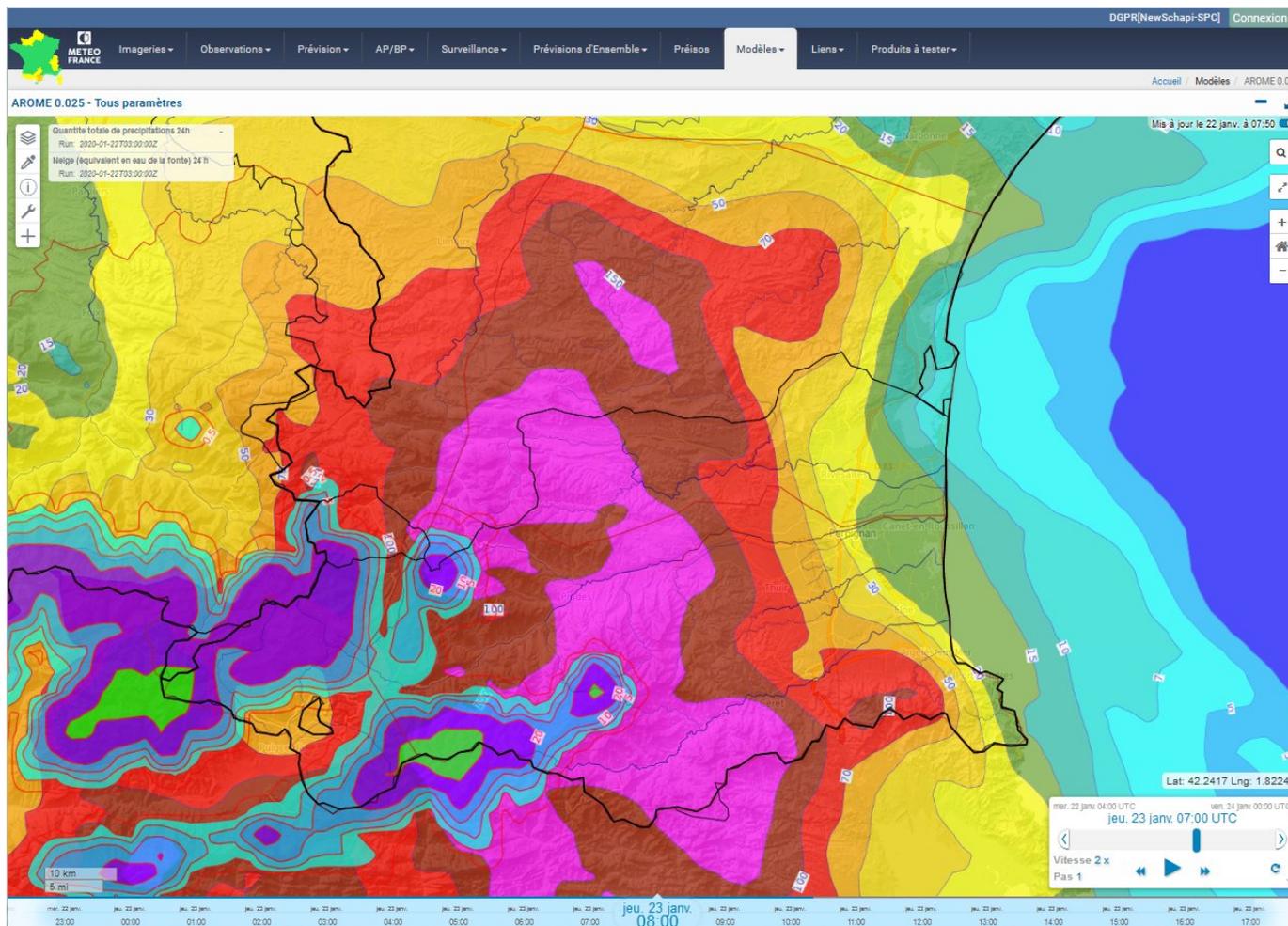
4 Degré de confiance dans la prévision des quantités :

J/J+1 : Bon.

L+2 : Bon

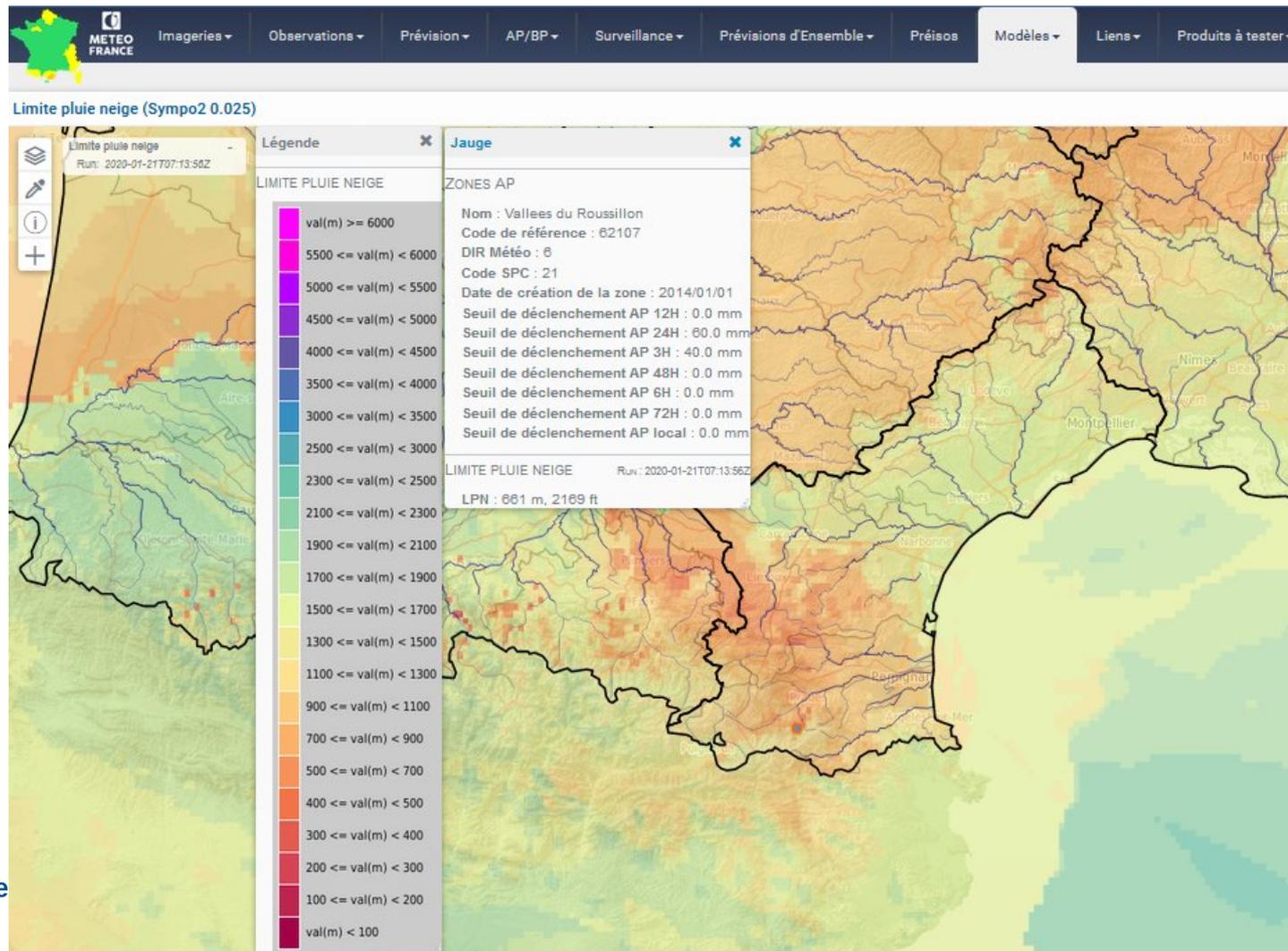
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- **Précipitations (pluie/neige) et neige au sol :**
 - Modélisation prévision et prévision d'ensemble : Arome, Arpège, CEP
 - Visualisation Synopsis (Schapi), extranet



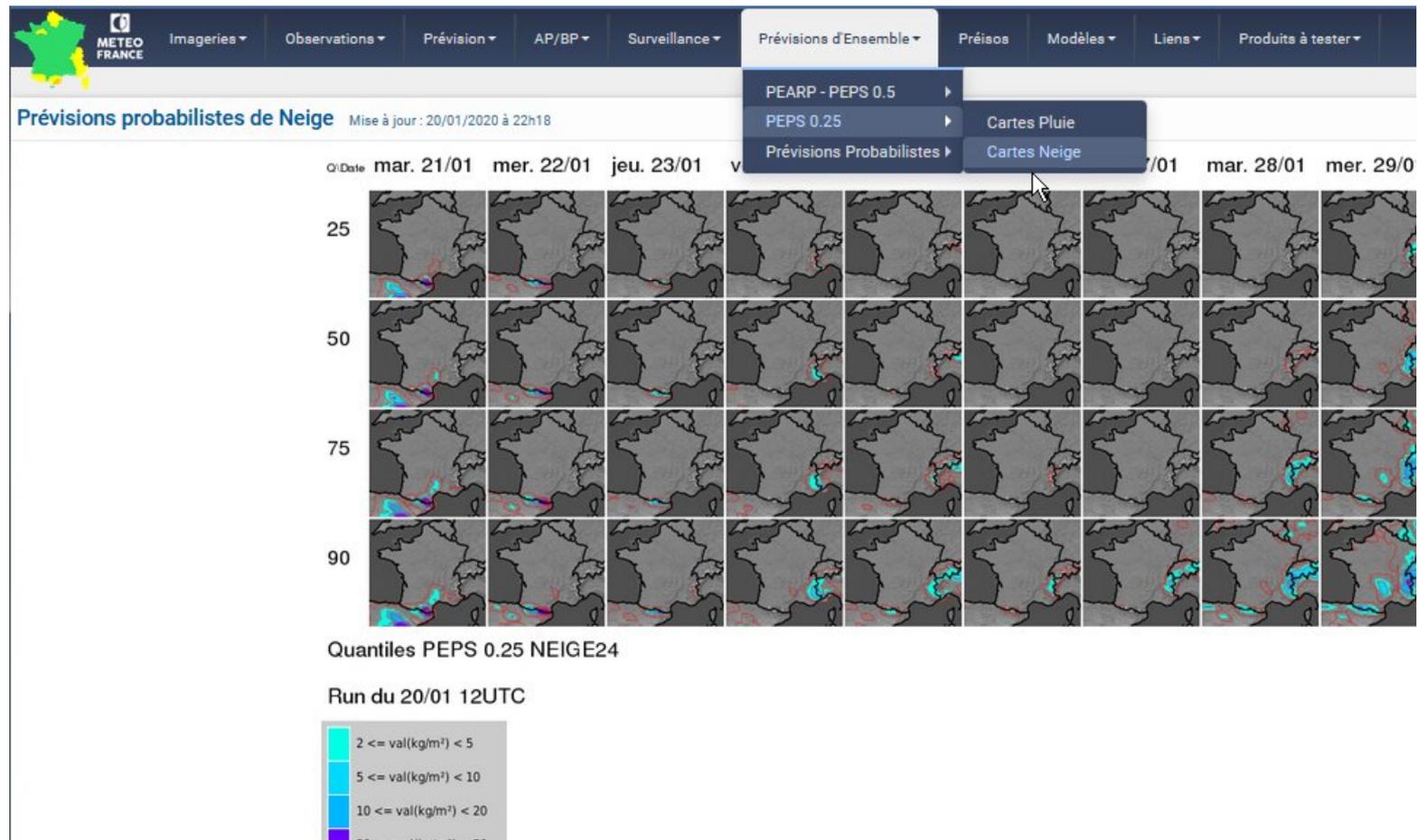
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Limite pluie-neige



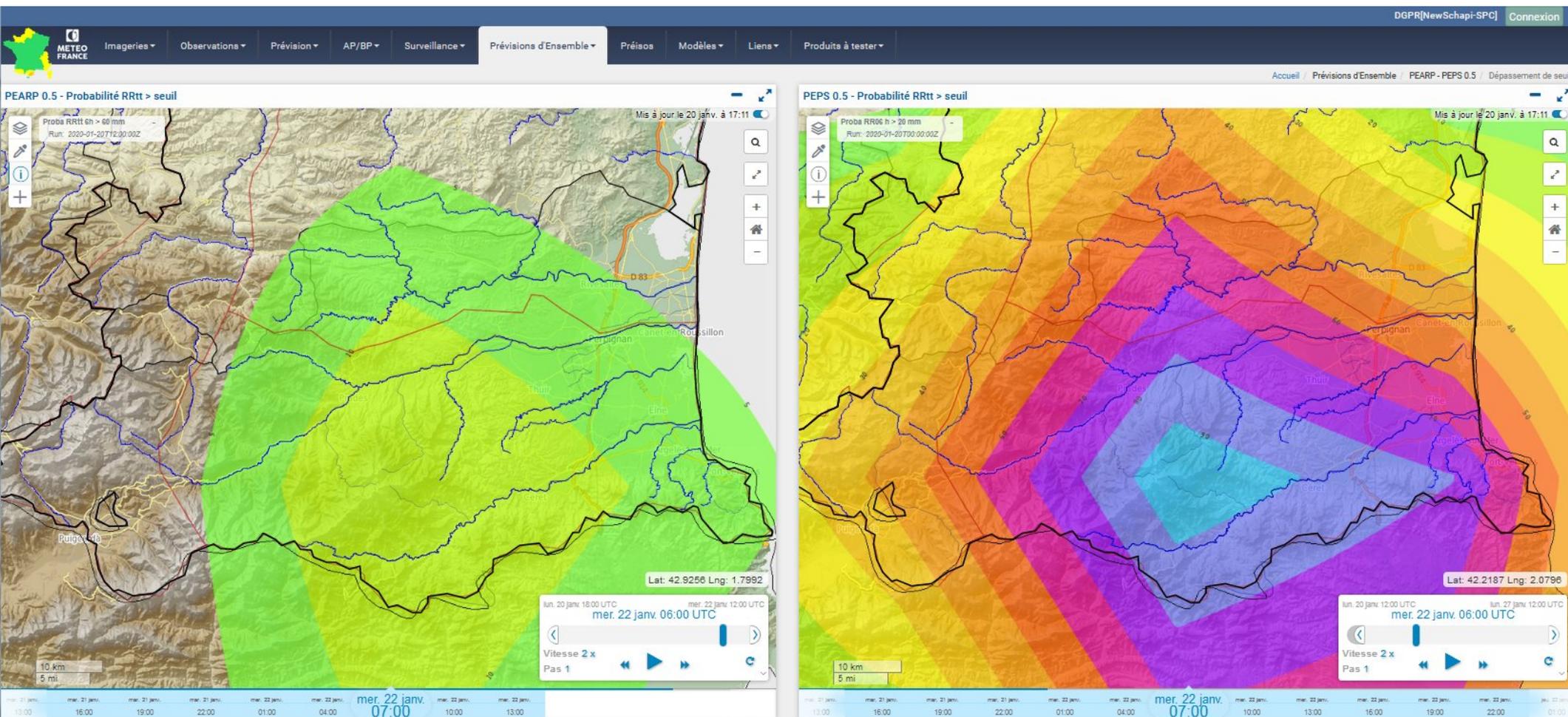
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Résultats de prévision d'ensemble



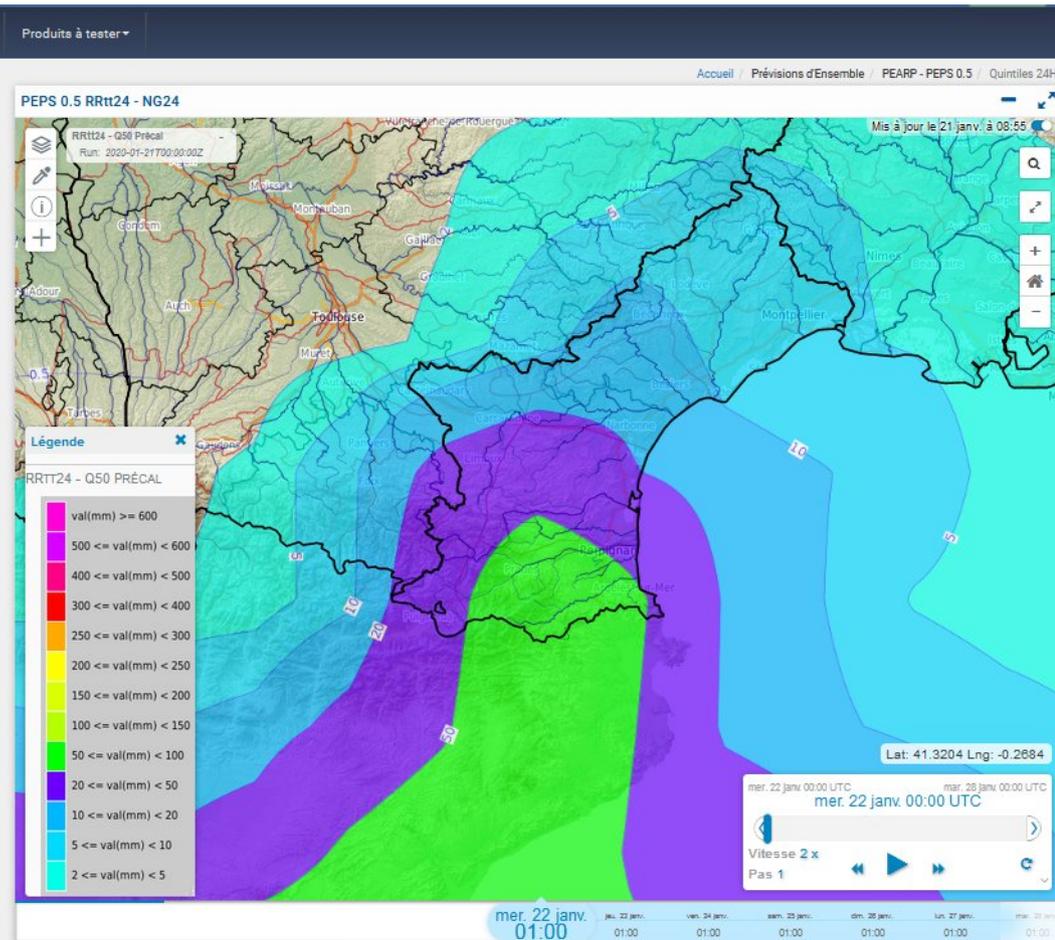
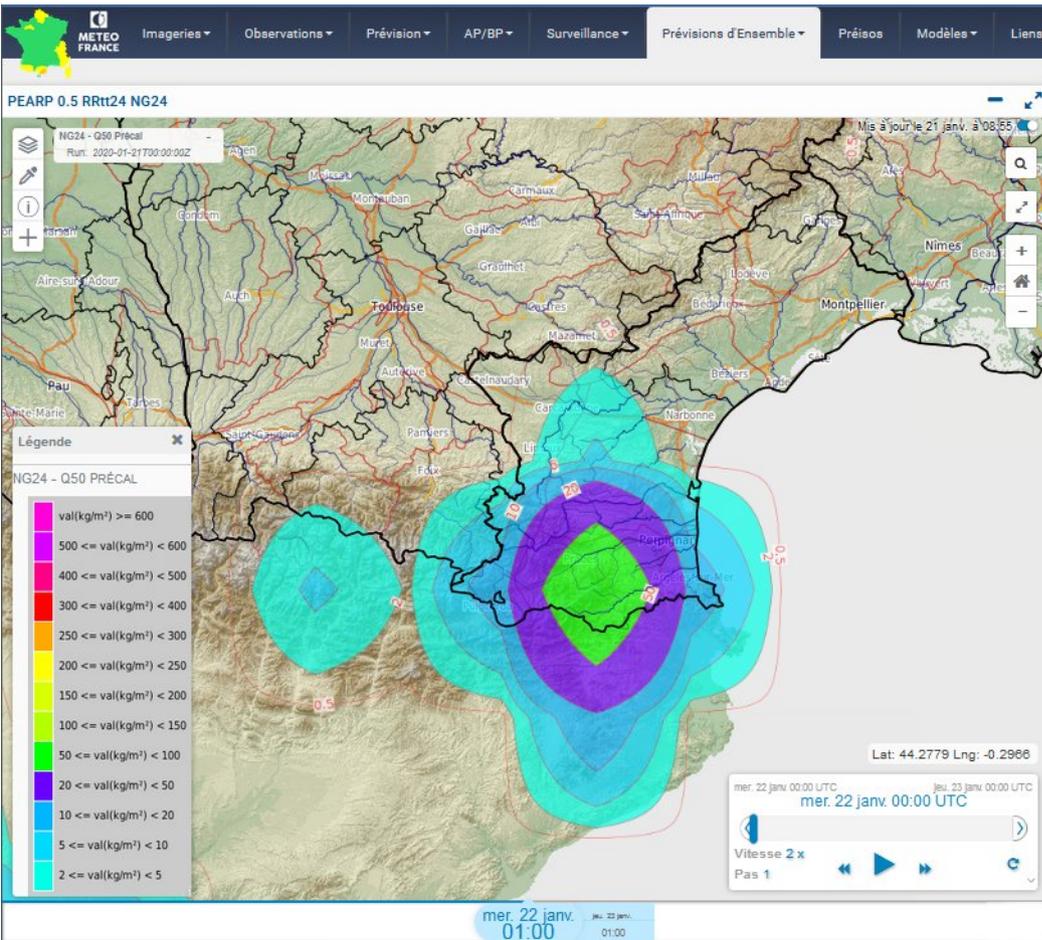
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Prévision probabiliste (quantiles 24h, dépassement de seuil)



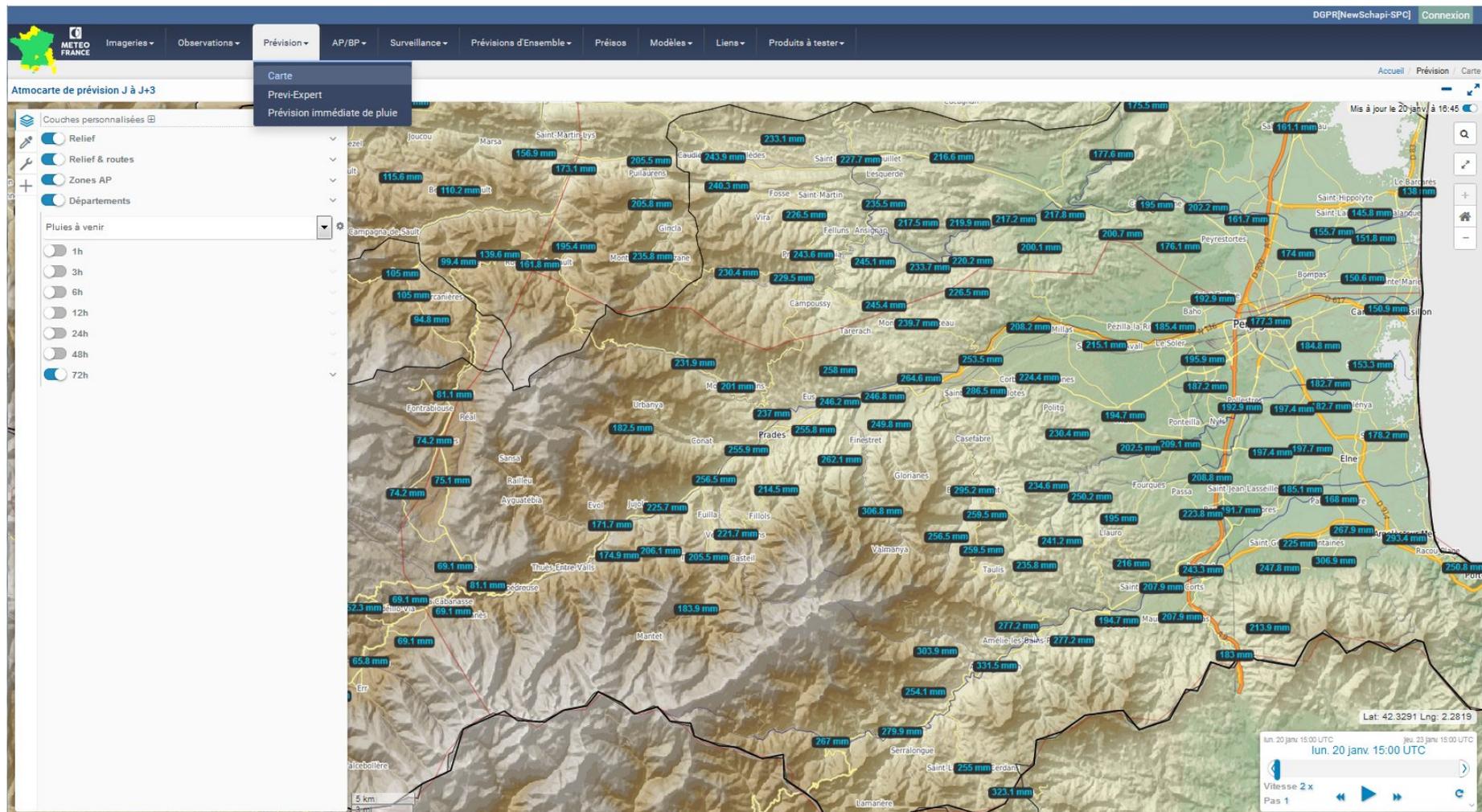
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Prévision probabiliste (quantiles 24h, dépassement de seuil)



3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

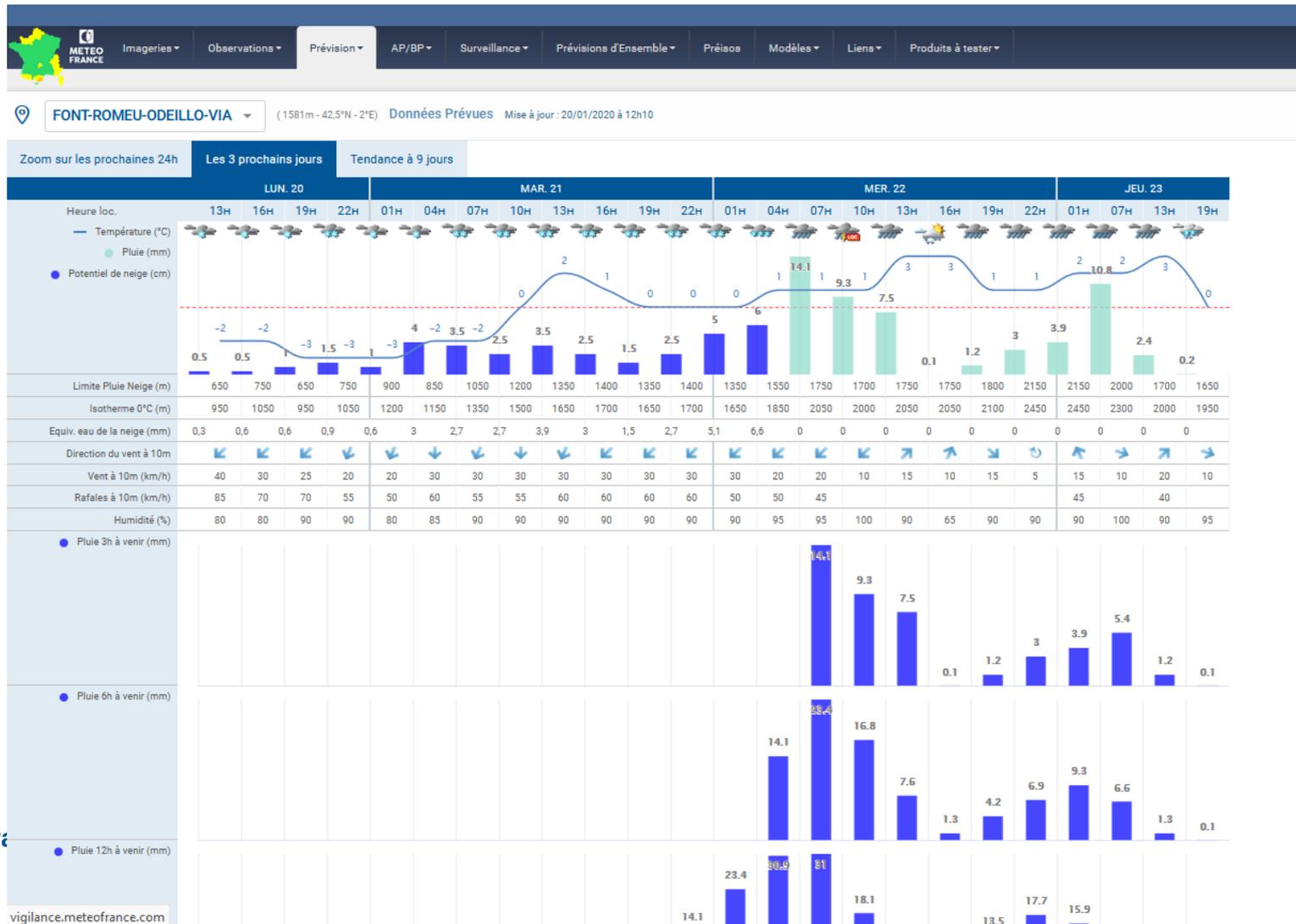
- Par poste, des cartes



neige et fonte nivale

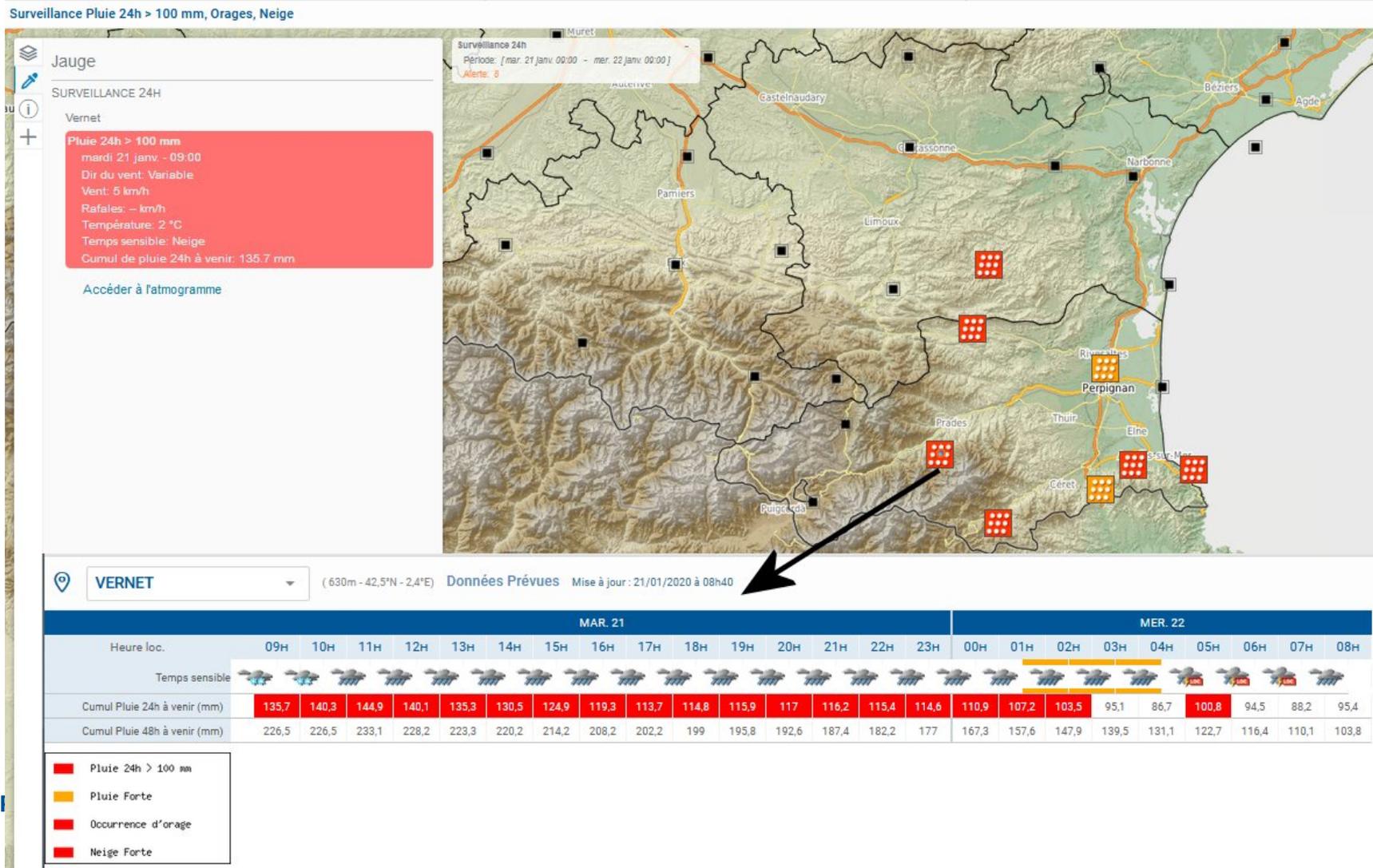
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Atmogramme « Prévi expert »



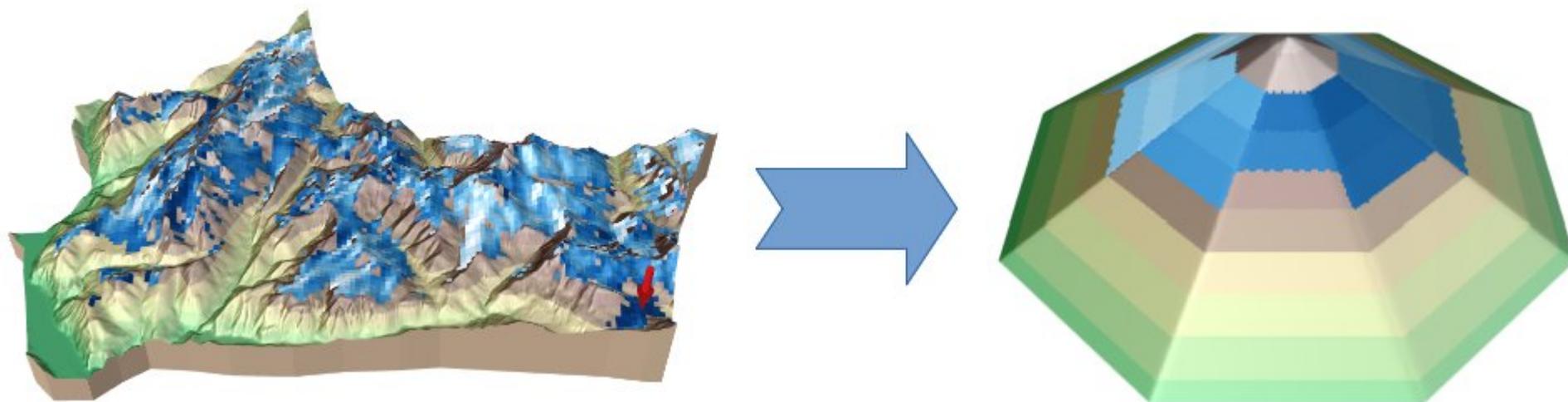
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Surveillances : pluie, orage, neige



3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Chaîne SAFRAN Crocus MEPRA (S2M), géométrie par massifs, information par altitude / orientation / pente.



- SAFRAN : analyse (ARPEGE + in-situ + radiosondages), prévision (ARPEGE, PE-ARPEGE)
- Crocus : modèle de neige multi-couches, estimation hauteur de neige, épaisseur de neige fraîche, équivalent en eau, taux de fonte etc.

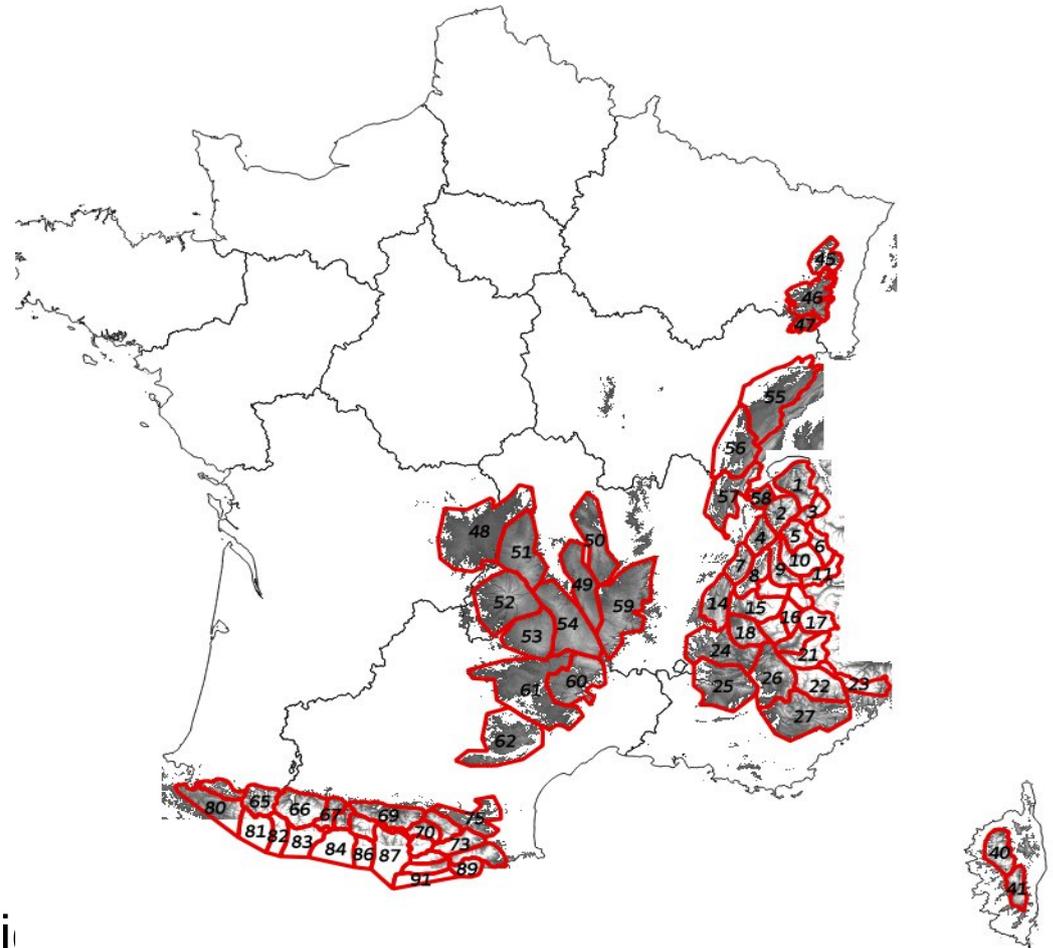
3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Chaîne SAFRAN Crocus MEPRA (S2M)

Chaîne massifs :

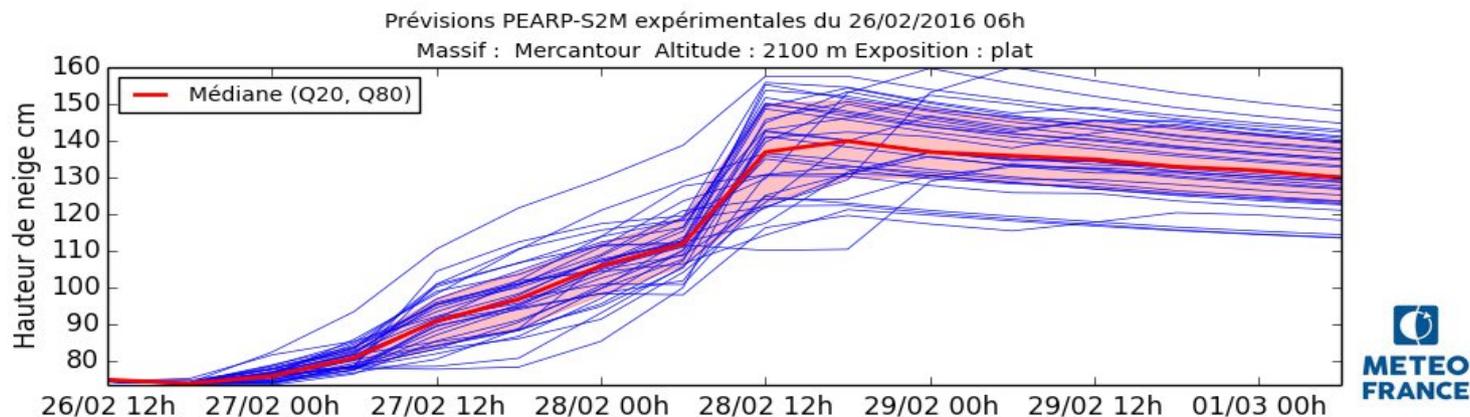
- Alpes (23 massifs)
- Pyrénées (23 massifs, France Espagne Andorre)
- Corse (2 massifs)
- Vosges (2 massifs)
- Jura (3 massifs)
- Massif Central (3 massifs)

- Chaîne poste (au droit de tous postes mesurant la hauteur de neige régulièrement, 665 postes à ce jour).



3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

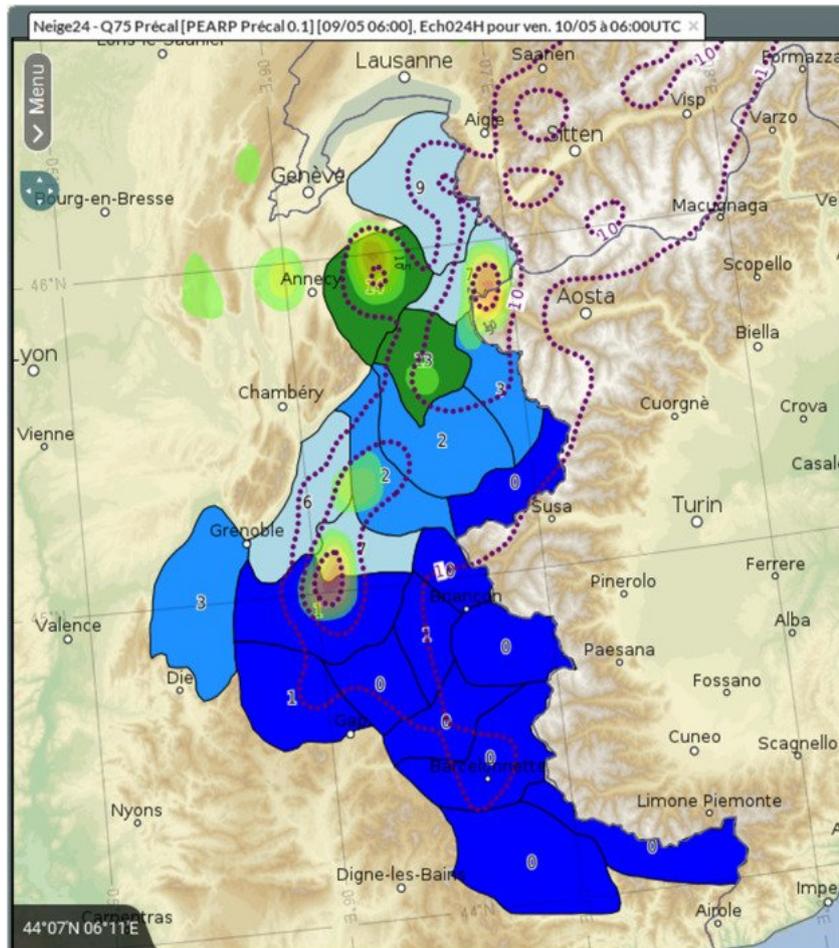
- Données météo et neige S2M visualisables dans Synopsis
- Données natives en netCDF stockées sur la BDPE de Météo-France
- Depuis 2020 : chaîne S2M alimentée par PEARP opérationnelle (données netCDF dispo dans le BDPE), visualisation expérimentale sur intranet CEN (intra Météo-France)
- Adaptations statistiques de l'épaisseur de neige fraîche



3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

- Exemples S2M

 - S2M + PEARP dans Synopsis



Météo-France

 - PE « neige » : expérimental

Prévisions d'ensemble PEARP-S2M

Description

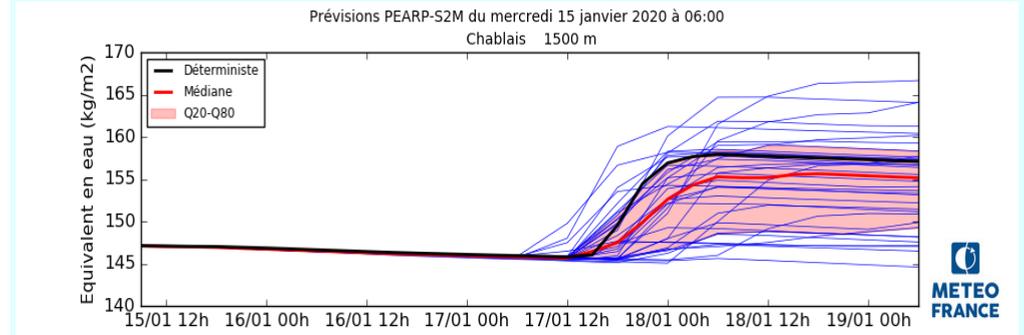
Cette page permet de visualiser les prévisions des 35 membres la chaîne de modélisation d'ensemble du manteau neigeux PEARP-SAFRAN-SURFEX/Crocus-MEPR (PEARP-S2M). Les prévisions sont initialisées par les analyses PEARP-S2M 06:00. Le forçage météo est issu des 35 membres de la PEARP du réseau 18TU de la veille et ARPEGE du réseau 00TU.

Visualisation pour la recherche, non opérationnelle, non pupitrée

Accès aux graphiques

Choix du type de graphique : Spaghettis temporels pour un massif

Variable		
Equivalent en eau		
Domaine	Massif	Altitude
Alpes	Chablais	1500 m
Date d'analyse		
15/01/2020 06TU		
Voir graphique	Echéance précédente	Echéance suivante
Altitude inférieure	Altitude supérieure	



Produits d'observation et de prévision : suivi du manteau neigeux et fonte nivale – 29

3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

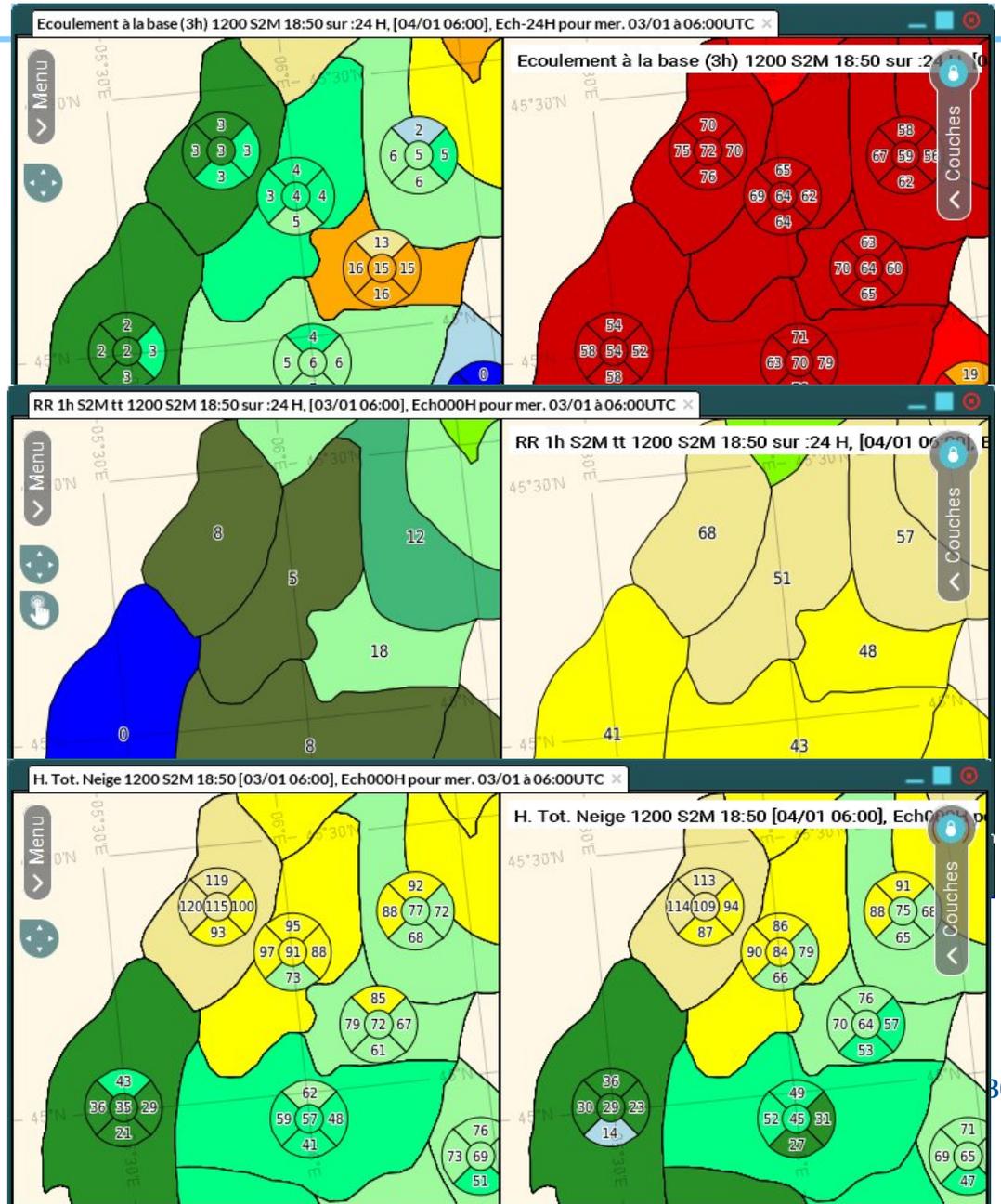
- Exemples S2M (Synopsis)

Ecoulement à la base du manteau neigeux

+ Précipitation

+ hauteur de neige totale

Pour estimer la fonte par altitude et orientation



3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

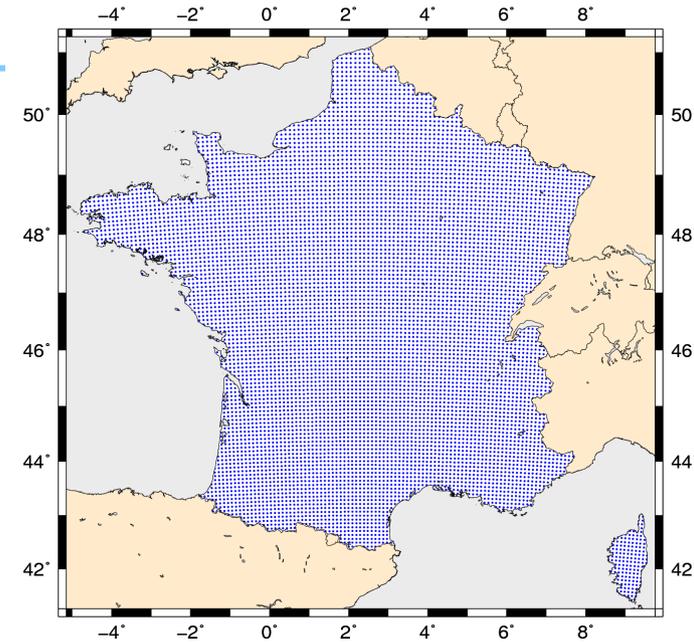
La chaîne SIM2 :

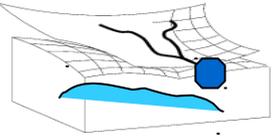
Objectif : Modéliser le cycle de l'eau sur la France métropolitaine au niveau de la surface pour avoir des informations sur les ressources en eau

Période concernées : passé, présent, futur (dont prévision d'ensemble à 10 jours)

Informations spatialisées à une résolution => de 8km

Outil opérationnel temps réel depuis 2003



<p>SAFRAN </p> <p><i>Entrées :</i></p> <p><i>Ébauche modèle (ARPEGE)</i> <i>Observations</i></p> <p><i>Sorties :</i></p> <p><i>Forçage atmosphérique interpolé sur une grille de 8km de résolution</i></p>	<p>SURFEX (ISBA) </p> <p><i>Entrées :</i></p> <p><i>Forçage atmosphérique</i></p> <p><i>Sorties :</i></p> <p><i>Flux d'eau et d'énergie au niveau du sol</i></p>	<p>MODCOU </p> <p><i>Entrées :</i></p> <p><i>Drainage et Ruissellement</i></p> <p><i>Sorties :</i></p> <p><i>Débits des rivières et hauteurs piezométriques</i></p>
--	--	---

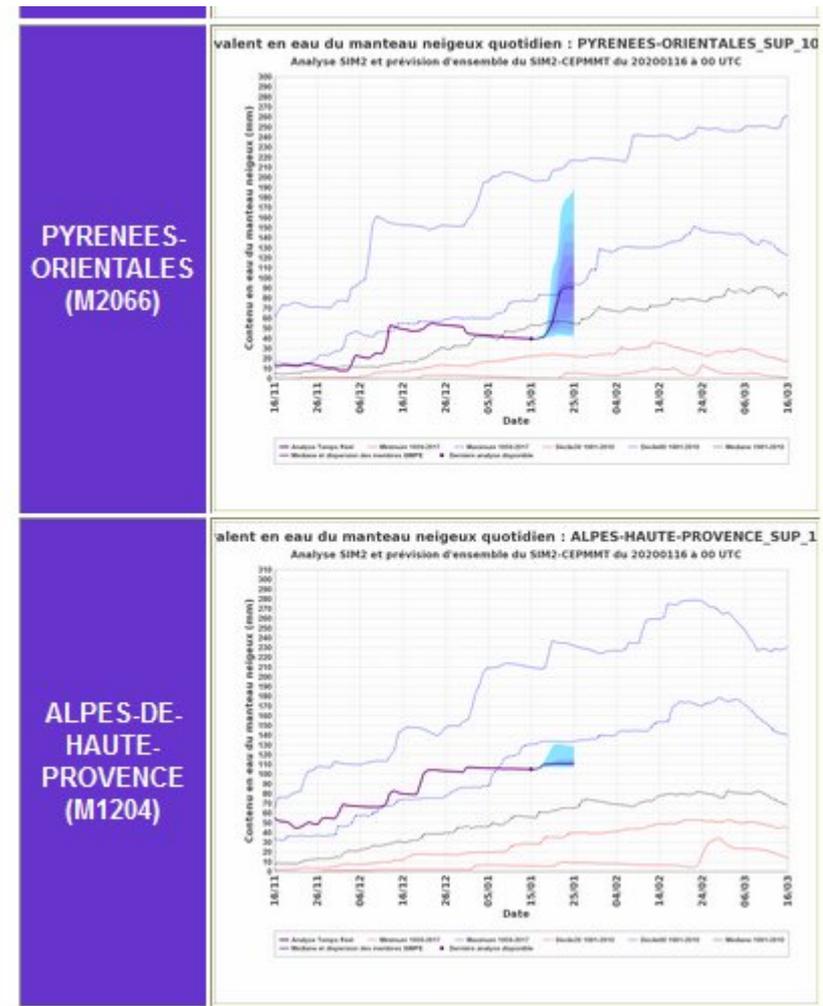
Météo

3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)

Suivi et prévision d'ensemble (prévision à 10 jours du CEP) de l'équivalent en eau du manteau neigeux modélisé par SIM2

Données agrégées à l'échelle départementale

Disponible sur site intranet de Météo-France



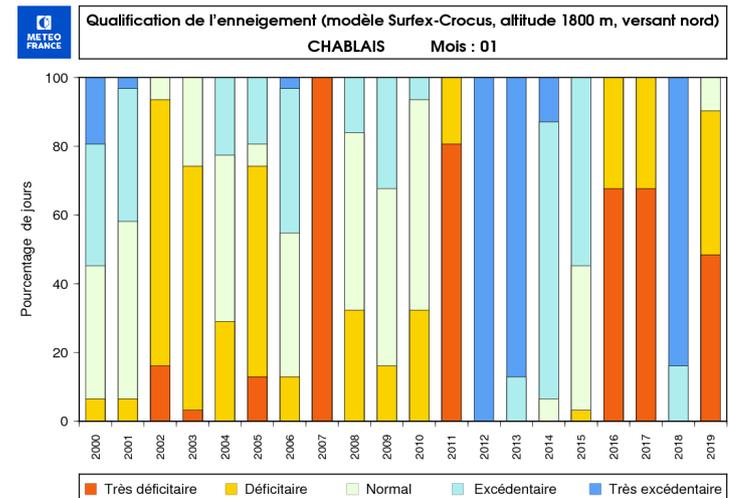
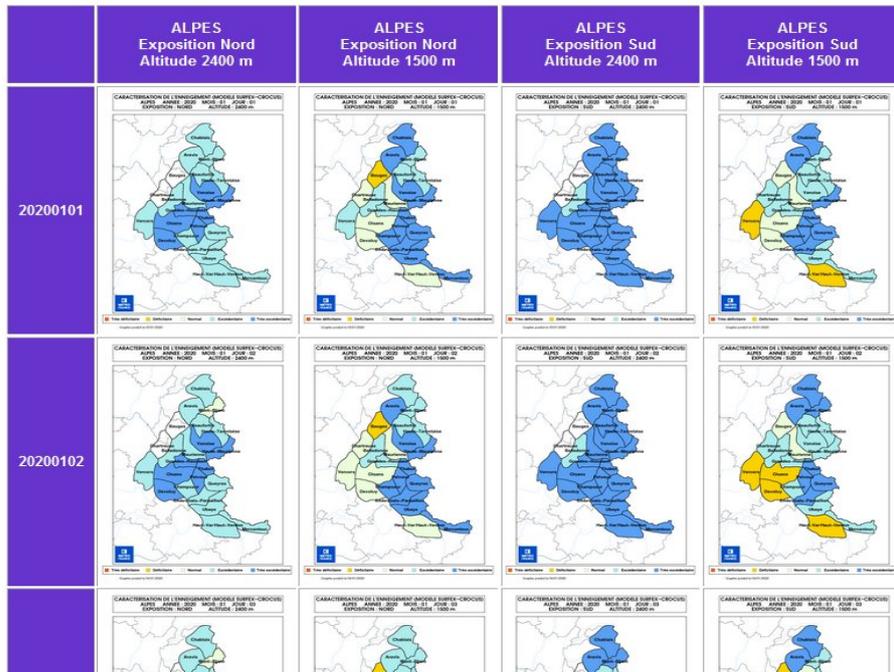
Plan

- 1. Etat des lieux de la collaboration SCHAPI-MF sur la neige**
- 2. Produits d'observation de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 4. Produits de suivi climatologique du manteau neigeux**
- 5. Retour d'expérience**

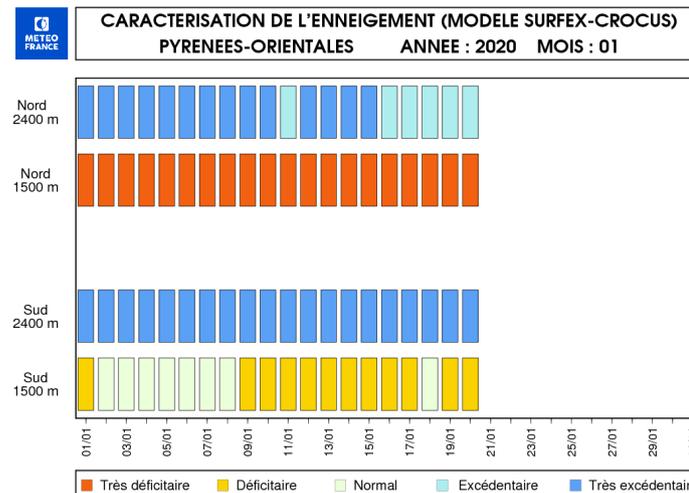
4. Produits de suivi climatologique de l'enneigement

- Source S2M, caractérisation enneigement sous forme de synthèses, cartes.
- Accès via intranet Météo-France

Année :
 Mois :
 Informations concernant l'élaboration des cartes



Graphie produit le 02/02/2019



Graphie produit le 22/01/2020

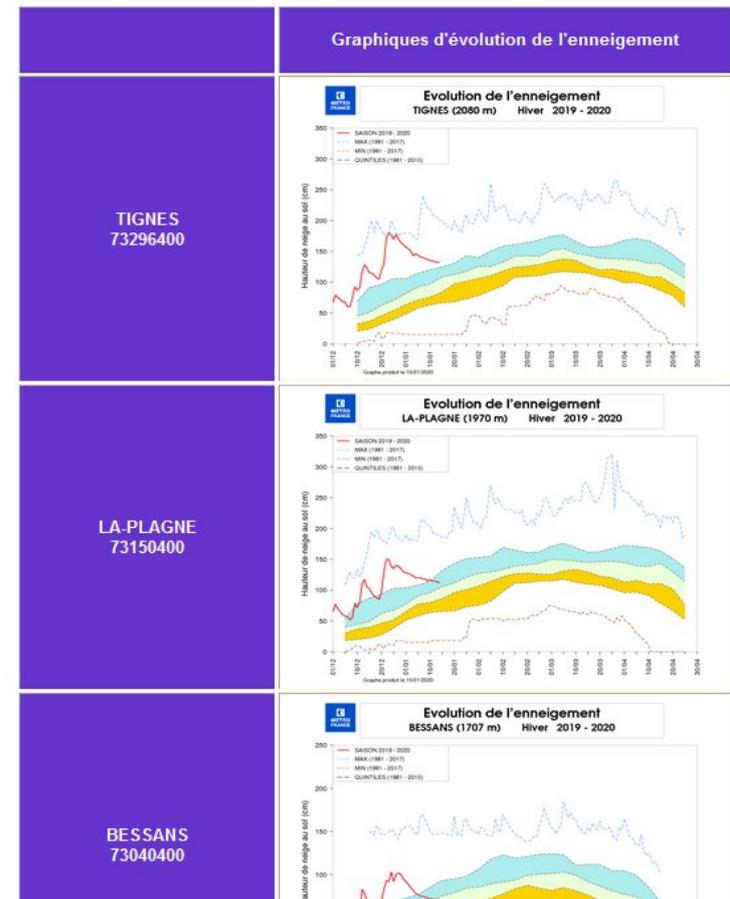
4. Produits de suivi climatologique de l'enneigement

- Suivi de la hauteur de neige (disponible sur intra Météo-France)
- Une trentaine de postes nivométéo Alpes, Pyrénées, Moyenne Montagne
- Extension en cours pour plusieurs dizaines de postes du réseau (via action de « bouchage de trous »)

Année : 2020

Graphiques pour l'année sélectionnée.

 Informations concernant l'élaboration des graphiques

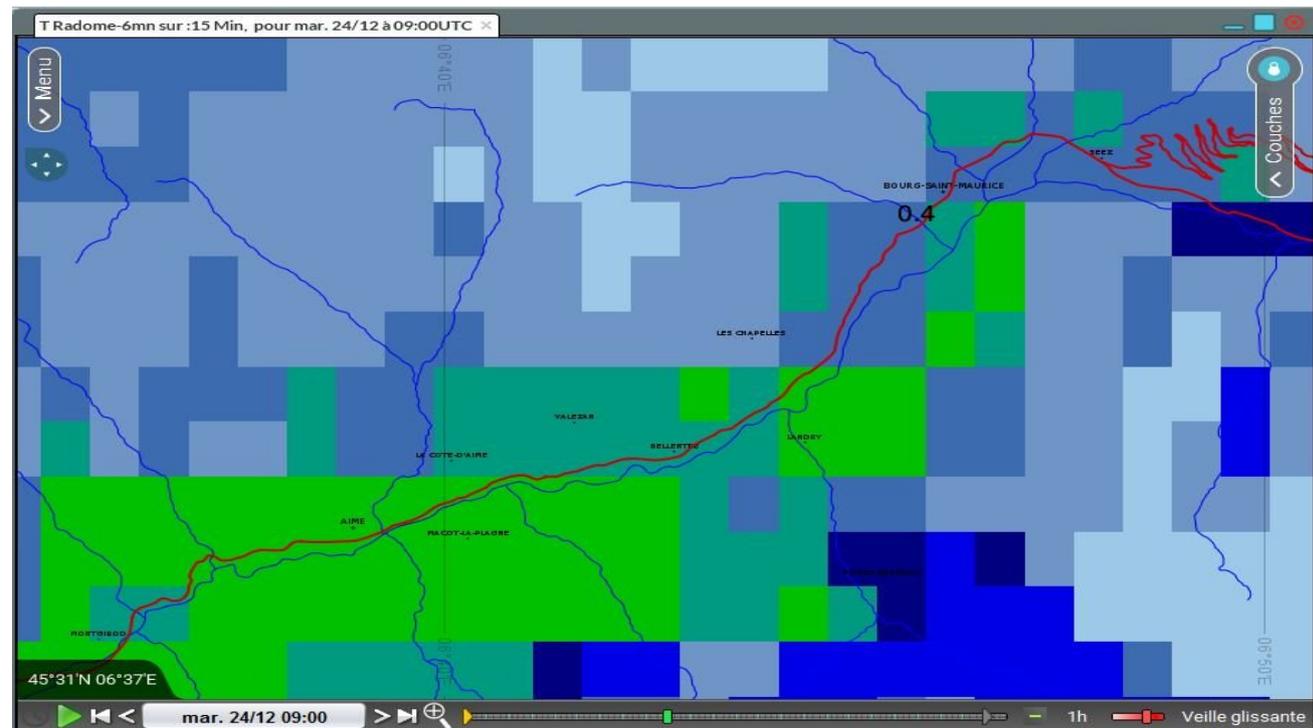


Plan

- 1. Etat des lieux de la collaboration SCHAPI-MF sur la neige**
- 2. Produits d'observation de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 3. Produits de prévision de la neige (précipitations et neige au sol)**
- 4. Produits de suivi climatologique du manteau neigeux**
- 5. Retour d'expérience**

5. Retour d'expérience - Connaître les limites des produits

- Exemple avec Hydre
- Isothermie sous front chaud dans les vallées alpines, très mal vue par Arome, peu de températures pour corriger



5. Retour d'expérience - Information de fonte nivale dans les BP

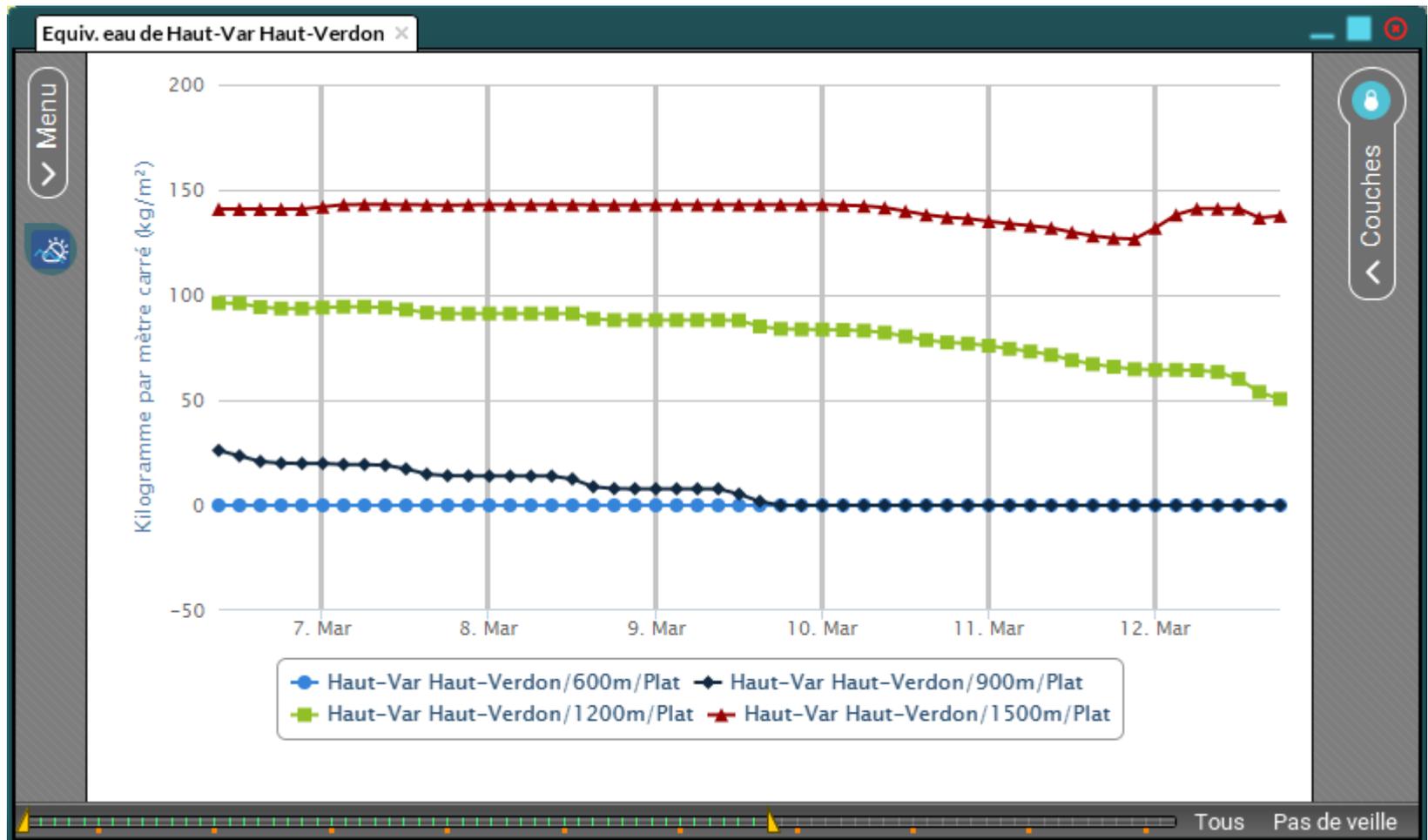
- Dans les BP, il est souvent fait mention de fonte nivale, sans chiffrage
- Une info chiffrée serait-elle utile ? issue de S2M par exemple.

5. Retour d'expérience : estimer la fonte nivale

- Effet de la pluie sur la neige : quelques points clefs
 - Manteau neigeux sec : une partie de la pluie reste piégée (~5 mm pour 10 cm d'épaisseur)
 - Manteau neigeux humide : l'eau traverse rapidement (ordre de grandeur, l'heure)
- Fonte : les principaux facteurs sont un temps nuageux, doux, venté ou rayonnement solaire
 - Les taux journaliers de fonte dépassent rarement 30 mm
 - => La fonte nivale seule ne provoque généralement pas de crue ou d'inondation (sauf cas particulier sur plusieurs jours fort redoux printanier + fort enneigement)
 - La fonte est un facteur aggravant en cas de fortes précipitations
 - Autre facteur aggravant : modification du ruissellement
- Manteau neigeux non homogène sur l'ensemble d'un bassin versant :
 - nécessité d'estimer les effets par altitude selon l'évolution des conditions (Température, vent, précipitation, LPN)
 - d'agréger selon les caractéristiques du bassin versant

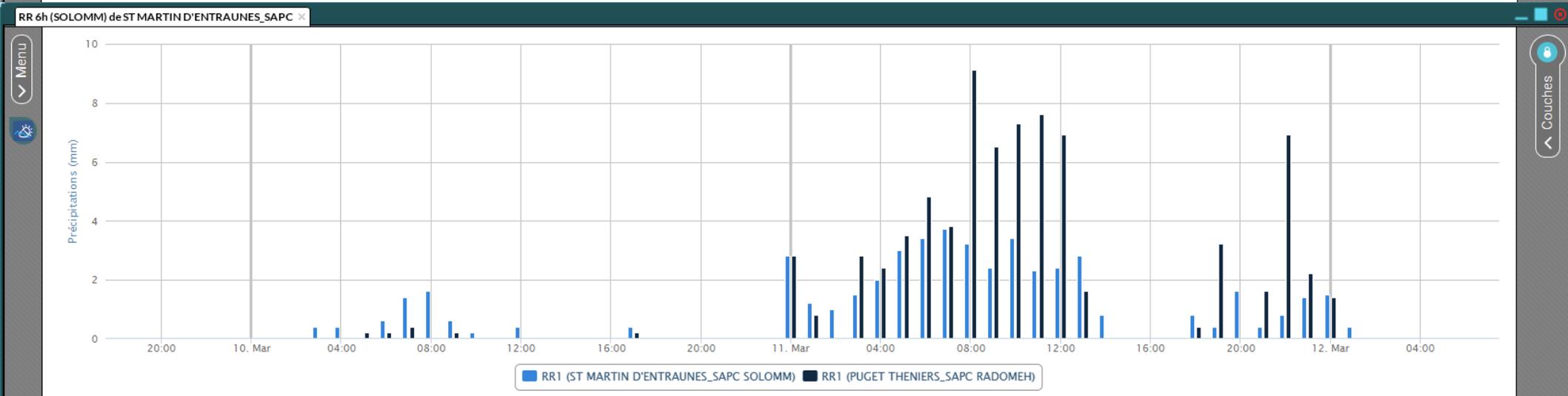
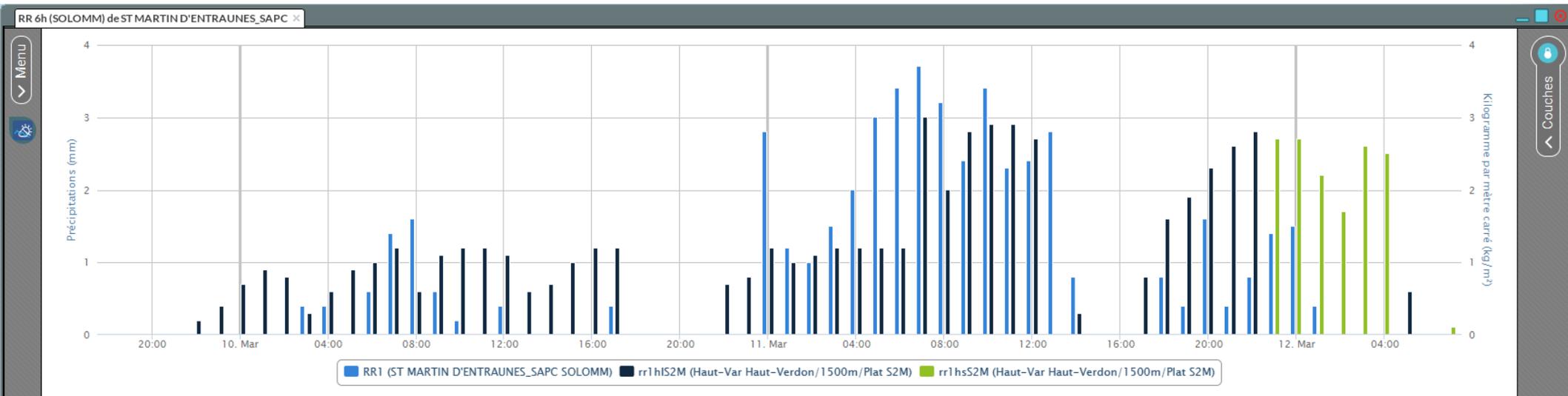
5. Retour d'expérience : estimer la fonte nivale

- Exemple avec S2M : évolution de l'équivalent en eau



5. Retour d'expérience : estimer la fonte nivale

- Précipitations observation / analyse ou prévision S2M (liquide/solide)



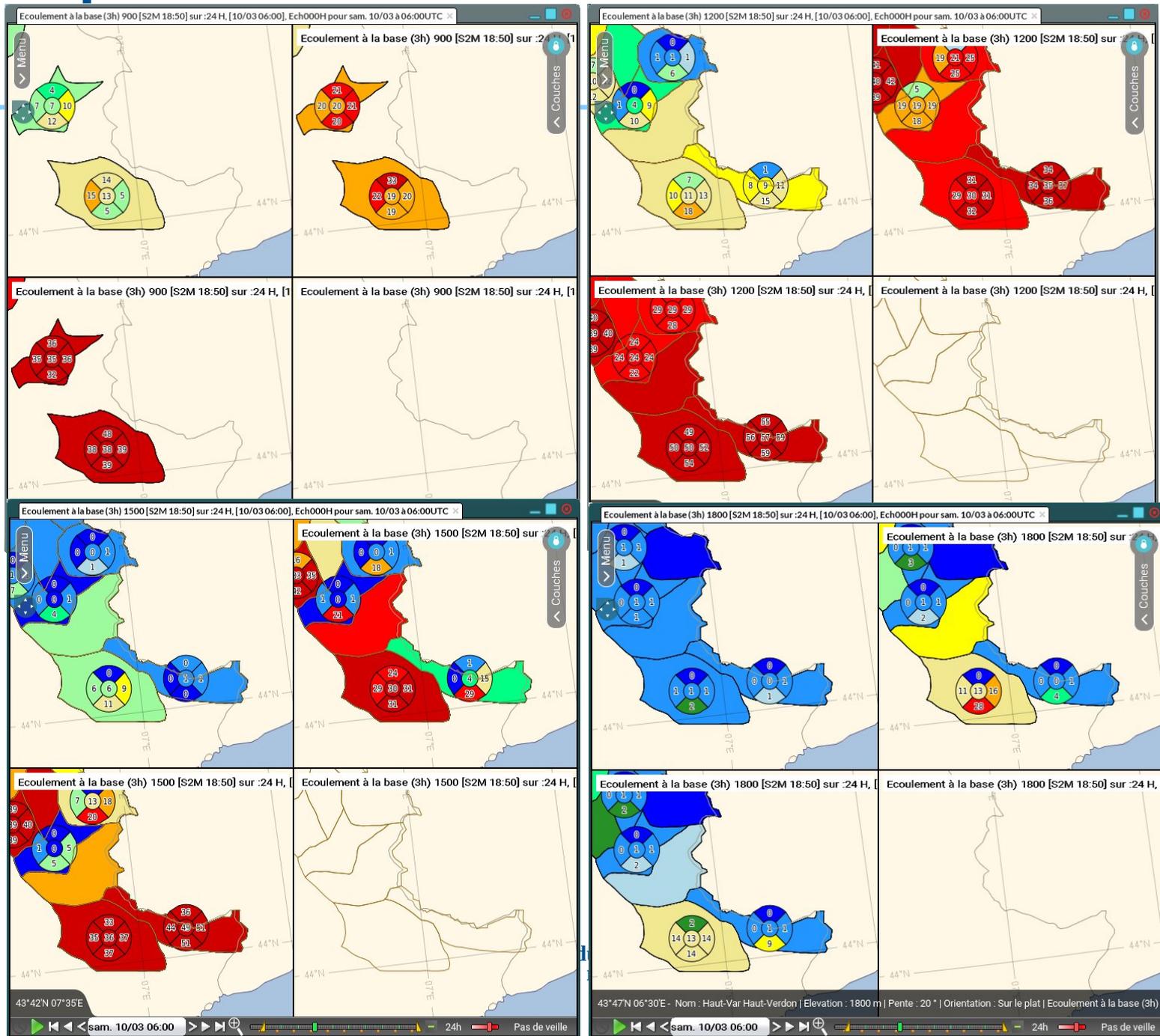
5. Retour d'expérience : estimer la fonte nivale

- Exemple S2M
Ecoulement à la base

de 900m (pas de neige) =
précipitation)

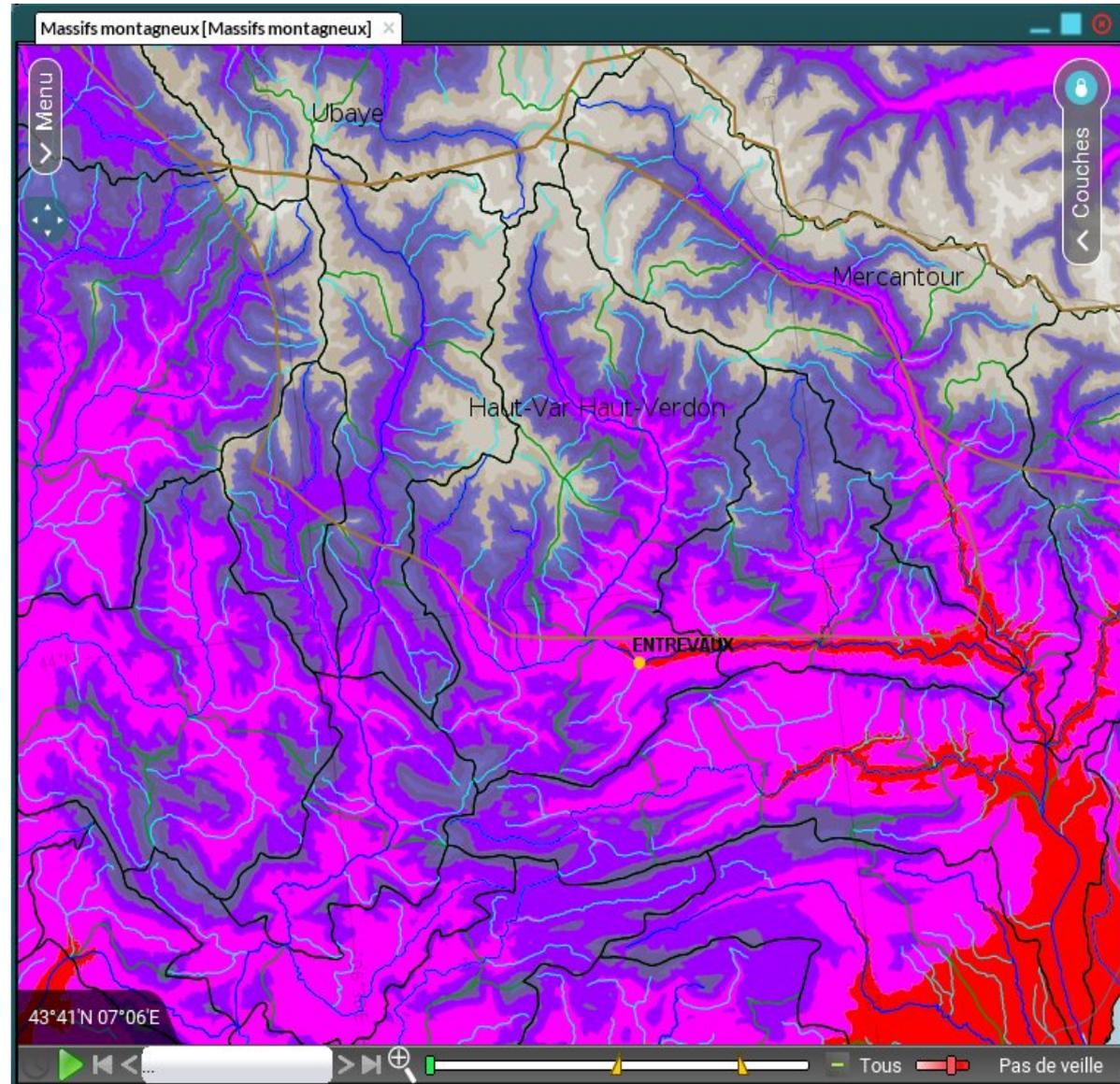
à 1800m <
précipitation

=> contribution
entre ~1000 et
1700m



5. Retour d'expérience : estimer la fonte nivale

- Nécessaire de prendre en compte les caractéristiques du bassin versant
- Agréger les contributions de la fonte nivale par altitude et orientation





Merci de votre attention ...

... des questions ?

Météo-France

cecile.coleou@meteo.fr, arnaud.coupin@meteo.fr