



VIGICRUES



Modélisation hydrologique : traitement de la neige au SPC ME



Sommaire



VIGICRUES



- Introduction
- L'abattement de la neige
- La fonte : développement d'un modèle de manteau neigeux
- Assimilation de la T 2m observée
- Conclusion, perspectives





VIGICRUES



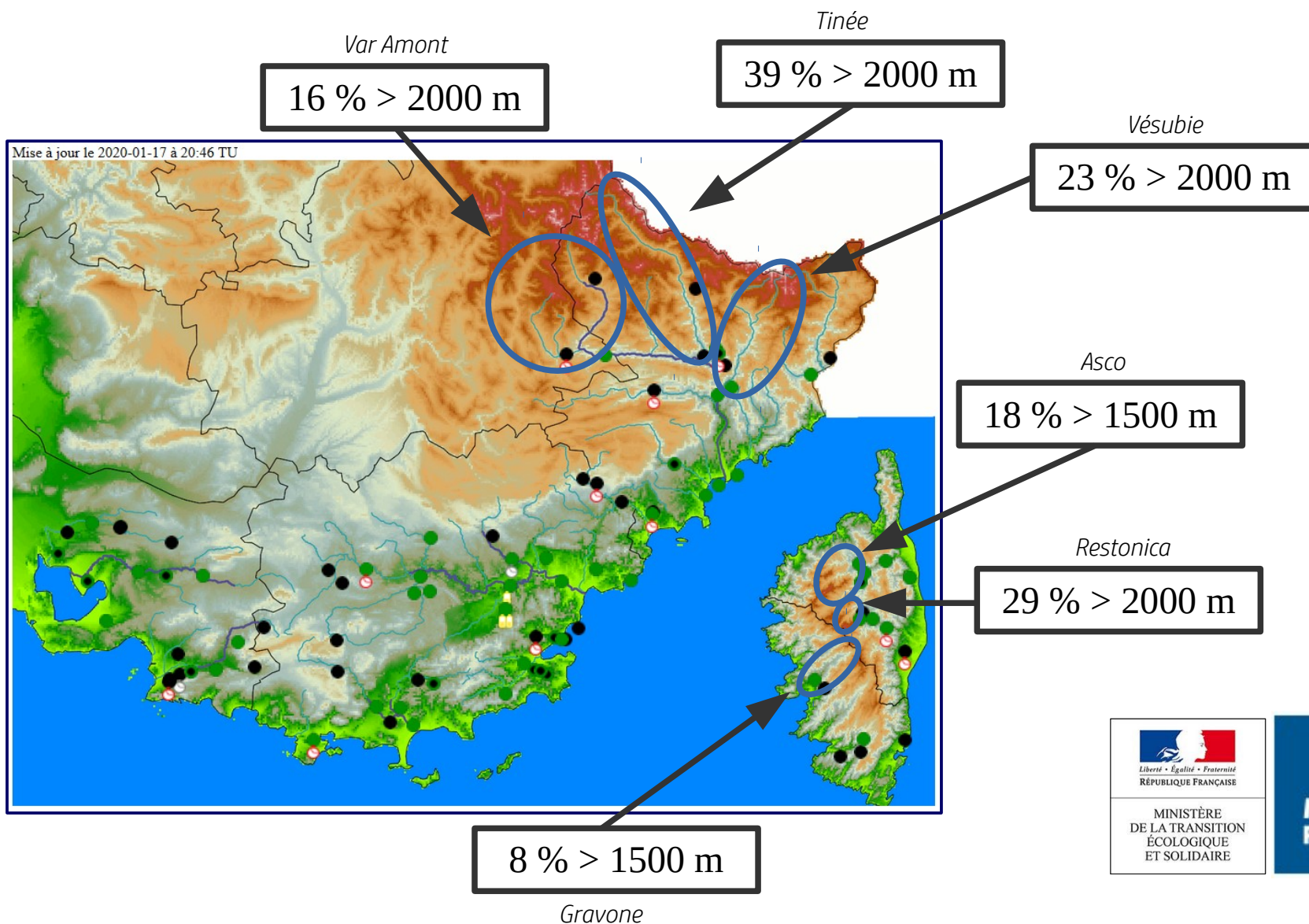
1. Introduction



Introduction



- Le SPC ME : un territoire montagneux !



Introduction



- Le SPC ME :
 - Proximité Méditerranée
 - ▶ Précipitations neigeuses pouvant être abondantes
 - ▶ Variations brusques de la température
 - Fortes hausses (après abondantes précipitations neigeuses)
 - Notamment en Corse
 - Fonte nivale pouvant être conséquente : **plusieurs dizaines de mm / 24 h.**

Introduction

- Implications :
 - Nécessité d'abattre la neige
 - Nécessité d'estimer un terme de fonte





VIGICRUES



2. Abattement de la neige au SPC ME



Abattement de la neige au SPC ME



- **Mode « Calage »** (approches *globale* ou *distribuée*)
- Estimation de la Limite Pluie-Neige à partir des observations de T_{2m} du réseau de Météo France (Sud Alpes et Corse): on considère l'altitude de l'isotherme $+1^{\circ}\text{C}$ (période 2008-2019).
- Croisement avec les informations hypsométriques du bassin
- Des analyses statistiques montrent une *réduction des fausses alarmes* (avec CEREMA, A-M Fromental)

Abattement de la neige au SPC ME



- Mode prévision (**approche globale**)
- Estimation de la Limite Pluie-Neige par les modèles de prévision ARPEGE et AROME : *on prend la moyenne*
- On considère, l'altitude de l'iso $t'w = 1^{\circ}\text{C}$ (température de la courbe bleue ou température pseudo adiabatique du thermomètre mouillé)
 - Mieux que l'iso 1°C de la courbe d'état, car dans les cas **insaturés**, prend en compte *l'effet refroidissant lié à l'évaporation partielle des précipitations*
 - Bon proxy de la LPN en stratification stable à faiblement instable

Abattement de la neige au SPC ME



- **En l'absence de terme de fonte** (pas de couplage avec modèle de neige),
 - l'abattement ne concerne que la phase de prévision
 - A l'analyse, à t_0 , pas d'abattement, pour ne pas assécher les réservoirs de production du modèle hydrologique

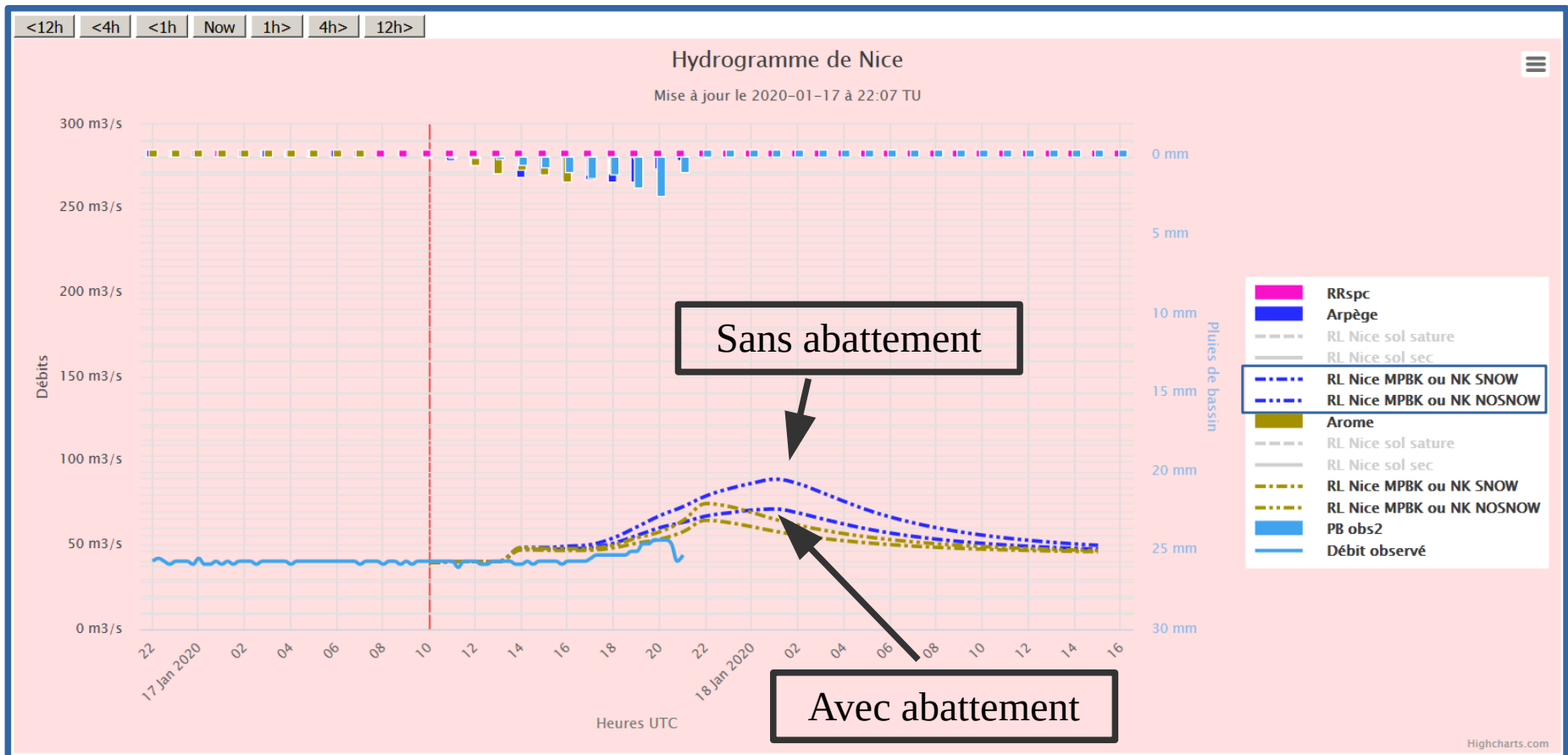
- **Situations défavorables :**
 - Mauvaise prévision des modèles
 - Cas instables (convectifs) avec une LPN surestimée (plusieurs centaine de m)

Mais possibilité d'intégrer, à la volée, un scénario de LPN

Abattement de la neige au SPC ME



- Exemple Prédiction débit à Nice sur Var aval (modélisation RL)
 - LPN ~1300 à 1400 m
 - Abattement ~ 45 %





VIGICRUES



3. Estimation de la fonte : nécessité d'une modélisation du manteau neigeux



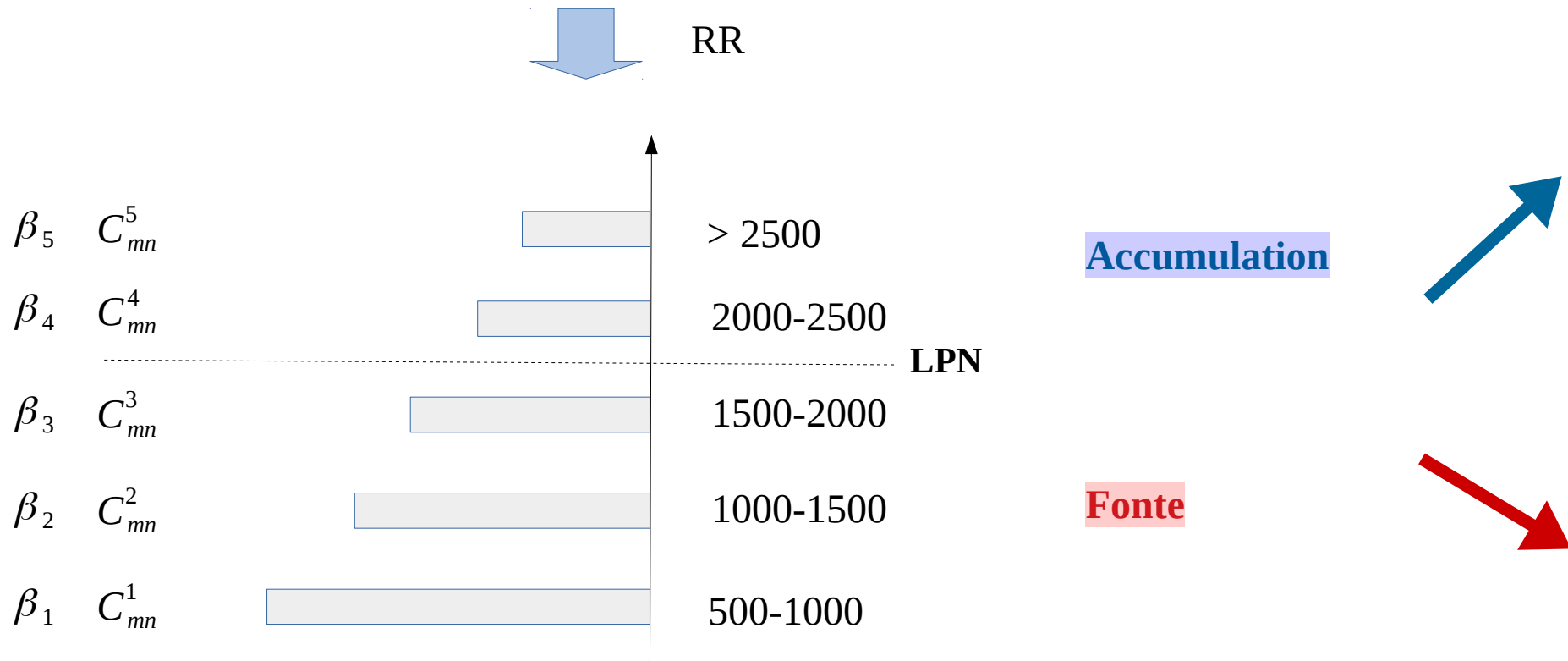
Estimation de la fonte : nécessité d'une modélisation du manteau neigeux

- **MOTIVATION (rappel) :**
 - La fonte du manteau peut dans quelques cas représenter une lame d'eau additionnelle substantielle : quelques dizaines de mm ; en Corse en particulier.
- **BUT**
 - Fourniture d'une **composante de fonte** aux modèles hydrologiques



Le SEMN ME

- Schéma d'Evolution du Manteau Neigeux



- Mise en équation...

$$C_{mn}^j(t+\Delta t) = C_{mn}^j(t) + RR_{solide}^j + Fonte^j$$

$$C_{mn}(t+\Delta t) = \sum_{j=1}^5 \beta_j \times C_{mn}^j(t+\Delta t)$$



Le SEMN ME

- Traitement de la fonte
 - Calage saisonnier de la fonte en s'appuyant sur SIM
 - Paramètre explicatif de la fonte « globale » : **contenu en eau du manteau neigeux exposée à la fonte**, $C_{\text{fonte}} = \sum_{j=1}^{j=LPN} \beta_j \times C_{mn}^j(t)$
 - $\text{Fonte}_{\text{tot}} = A_{\text{saison}} + B_{\text{saison}} \times C_{\text{fonte}}$

Lois de fonte à Entrevaux (Var amont)

	A	B	Ji	Mi	Jf	Mf
1	-1,76E-05	-0,4304	10	Déc	29	Fév
2	-5,77E-05	-1,0514	1	Mar	30	Avr
3	-1,55E-04	-0,3231	1	Mai	30	Juin
4	-7,39E-05	-0,0986	1	Jui	31	Oct
5	-4,03E-05	-0,2075	1	Nov	9	Déc



Le SEMN ME

- Traitement de la fonte
 - Règles de répartition verticale de la fonte :
 - Pour chaque tranche sous la LPN, calcul d'un potentiel de fonte dépendant de la température T (via LPN) et de la quantité de pluie liquide, PP (Humbert, 1986) :

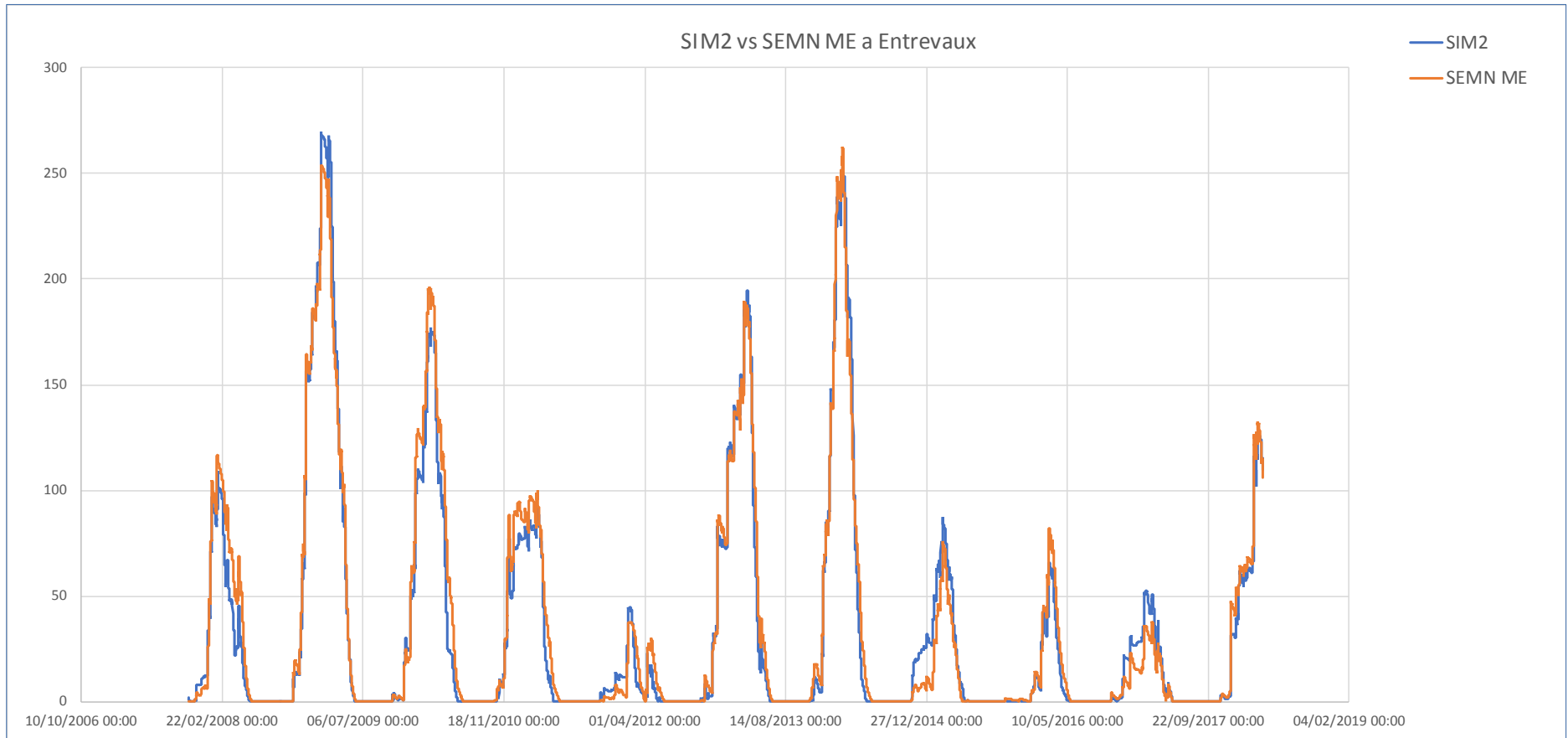
$$FN = 4 (T - 0,5) + \frac{PP \cdot T}{80} \quad (\text{mm/j})$$

NB : Usage climatologie du gradient thermique selon pluie/non pluie, heure, mois.

$$Fonte^j = Fonte_{tot} \times \left(FN_j / \sum_{j=1}^{j=LPN} FN_j \right)$$



Le SEMN ME sur Entrevaux : vs SIM

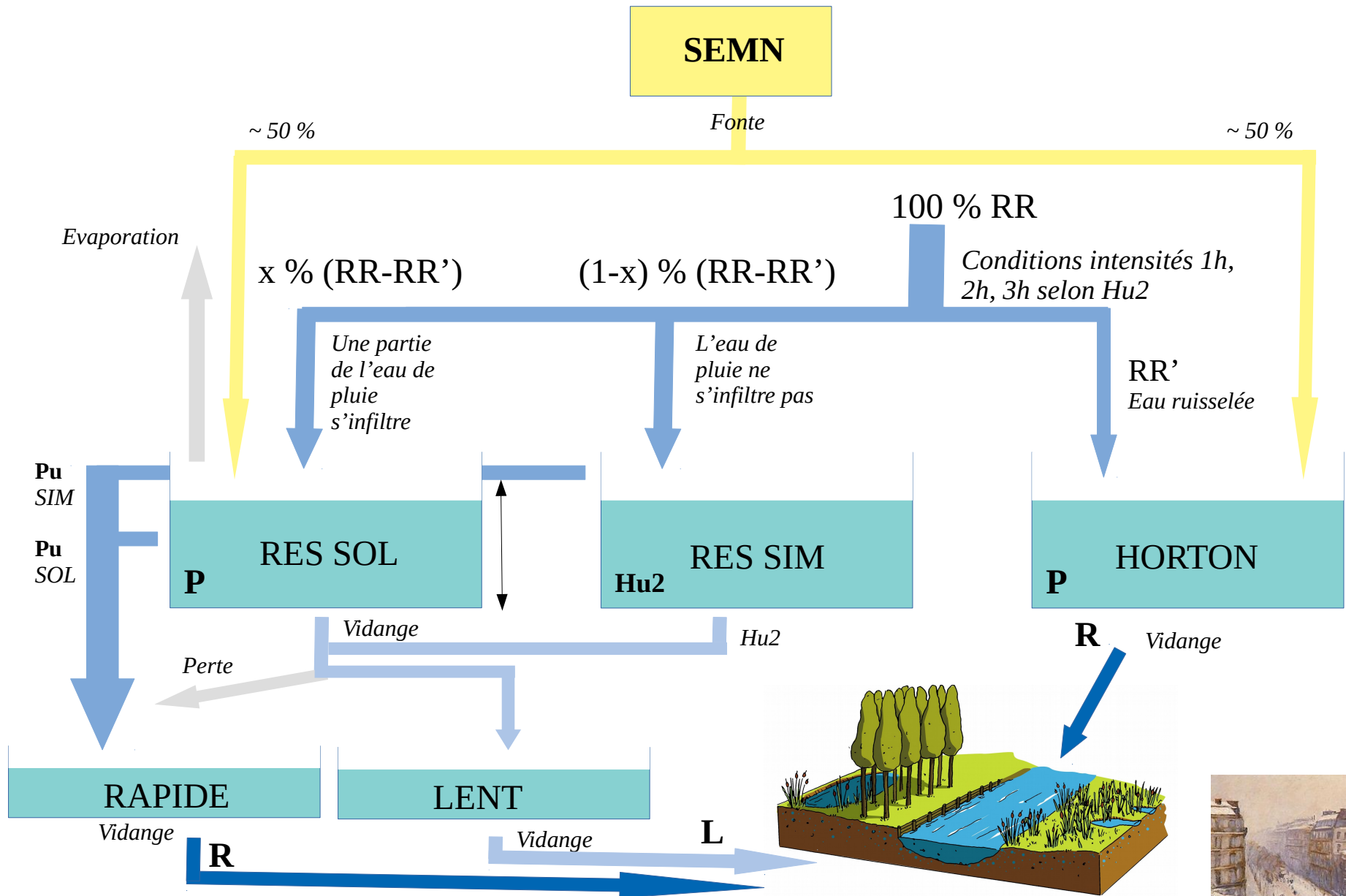


Le SEMN ME

- Traitement de la fonte en « mode prévision »
 - Constats : fonte n'excédant pas 10 à 15 mm / j alors que 20-40 mm suspectés (Corse)
 - Application d'un facteur « sigma » pour approcher la trentaine de mm / jour dans les cas extrêmes...
 - **C'est cette fonte majorée qui alimente les modèles hydrologiques**



SEM N ME : alimentation du MPBNK



Le SEMN ME

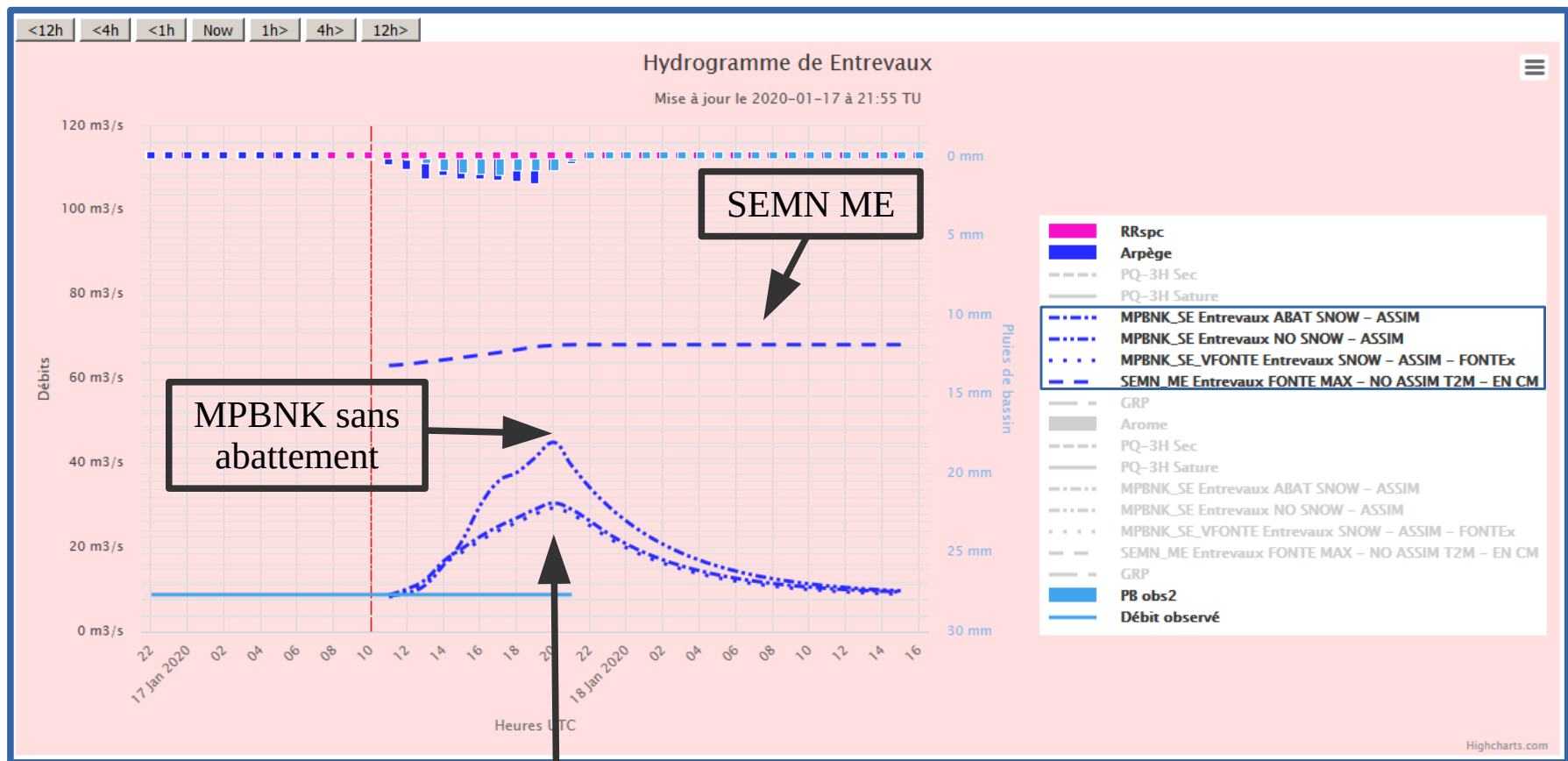
- **Versions**

- Calé sur Entrevaux (Var amont), Tournefort (Tinée), Cros d'Utelle (Vésubie), Peri (Gravona) et Morosaglia (Asco)
- Opérationnel sur Entrevaux et Peri
 - Au pas de temps horaire
 - A l'analyse : assimile les pluies Antilope, la LPN moyenne analysée par ARPEGE et AROME
 - En prévision : prend en compte les précipitations et la LPN prévues par ARPEGE et AROME
- Sur Entrevaux, version avec assimilation des T2m observées (à l'analyse)



Le SEMN ME

- Illustration : prévision sur Entrevaux



MPBnk avec abattement, avec ou sans fonte





VIGICRUES



4. Assimilation de la T2m : correction de la LPN et intégration dans le SEMN ME



Assimilation de la T2m

- T2m au pas de temps horaire issues du réseau Météo France, sur Sud Alpes et Corse
- Etapes de l'assimilation
 - LPN « brute » à partir des T2m : altitude de l'isotherme $+1^{\circ}\text{C}$
 - LPN corrigée :
 - mixte entre LPN analysée par les modèles ARPEGE/AROME et la LPN brute, selon type de temps (précipitations ou pas) et l'heure (jour/nuit)
 - On privilégie LPN Brute, seule, en cas de précipitations et la nuit
 - Sinon, on procède à une moyenne



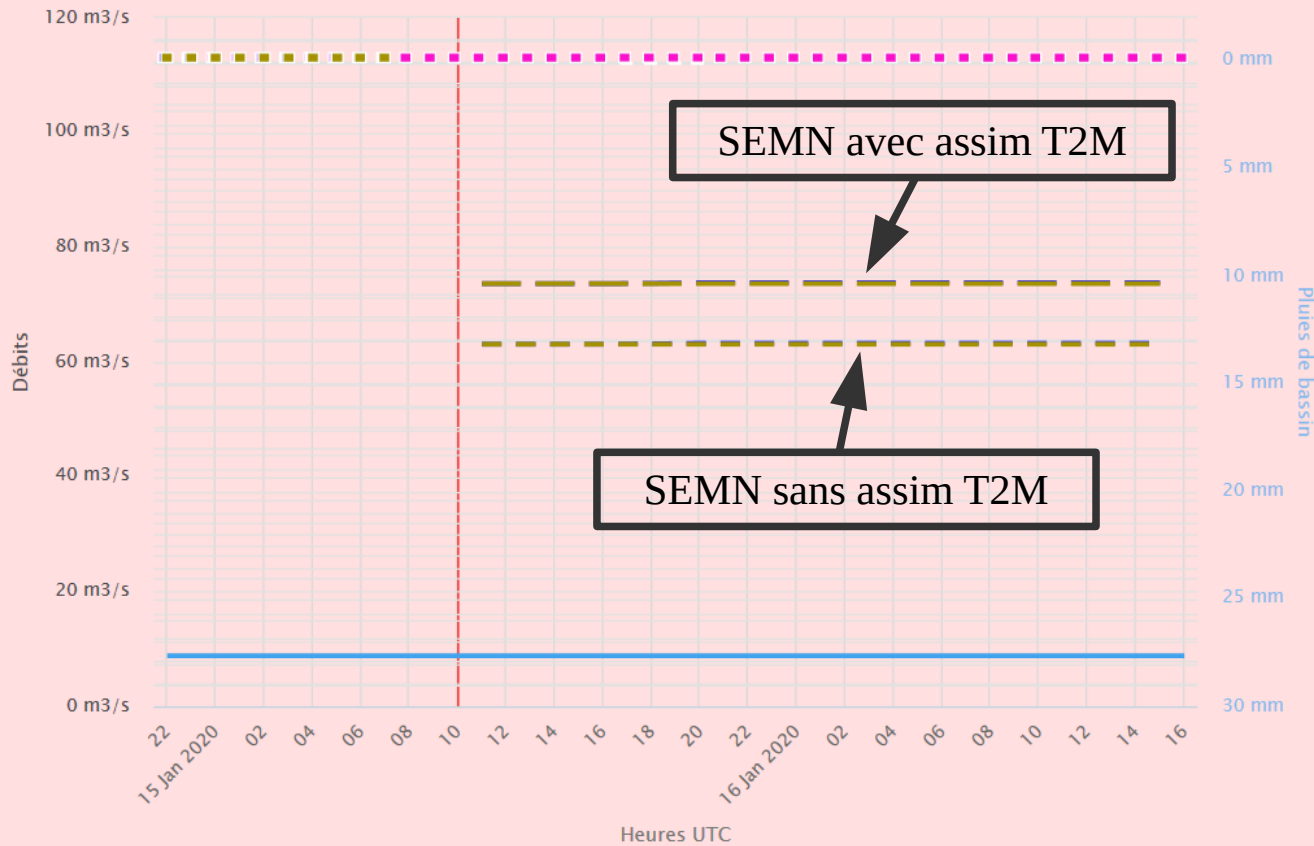
Assimilation de la T2m

- Illustration : prévision sur Entrevaux

<12h <4h <1h Now 1h> 4h> 12h>

Hydrogramme de Entrevaux

Mise à jour le 2020-01-17 à 22:05 TU



- RRspc
- Arpège
- PQ-3H Sec
- PQ-3H Saturé
- MPBnk_SE Entrevaux ABAT SNOW - ASSIM
- MPBnk_SE Entrevaux NO SNOW - ASSIM
- MPBnk_SE_VFONTE Entrevaux SNOW - ASSIM - FONTEx
- SEMN_ME Entrevaux FONTE MAX - NO ASSIM T2M - EN CM
- SEMN_MIXTE_ME Entrevaux FONTE MAX - ASSIM T2M - EN CM
- GRP
- Arome
- PQ-3H Sec
- PQ-3H Saturé
- MPBnk_SE Entrevaux ABAT SNOW - ASSIM
- MPBnk_SE Entrevaux NO SNOW - ASSIM
- MPBnk_SE_VFONTE Entrevaux SNOW - ASSIM - FONTEx
- SEMN_ME Entrevaux FONTE MAX - NO ASSIM T2M - EN CM
- SEMN_MIXTE_ME Entrevaux FONTE MAX - ASSIM T2M - EN CM
- GRP
- PB obs2
- Débit observé

Highcharts.com





VIGICRUES



5. Conclusion, perspectives



Conclusion, perspectives

- Abattement : A prouvé son efficacité
- Le SEMN
 - Doit être évalué, peu de situations
 - Inter-comparaison avec d'autres approches (cema neige, s2m)
 - Evolution envisagée en intégrant les données de vent, en s'appuyant sur un autre paramètre explicatif

