

Contribution hydrologique aux observables géodésiques :

Confrontation aux données inclinométriques expérimentales du site de Sainte Croix aux Mines

Laurent Longuevergne¹, Frédéric Boudin², Nicolas Florsch¹, Jean-Paul Boy³

Thierry Vincent⁴, Michel Kammenthaler⁴

¹ UMR Sisyphe

² IPG Paris

³ EOST Strasbourg

⁴ Éminents bénévoles

Plan de l'exposé

Généralités sur les surcharges environnementales

Présentation du suivi hydrologique et inclinométrique du site de Sainte Croix aux Mines

Contribution de l'échelle hydrologique locale

Contribution de l'échelle hydrologique régionale

Nécessité de la modélisation physique

Échelles spatiales pertinentes

- Échelles spatiales pertinentes (surcharge environnementale)

	Gravimétrie	Inclinométrie	GPS	SAR
Locale	X [50 nm.s ⁻²]	X		X
Régionale		X		X
Globale	X [50 nm.s ⁻²]	x	X	

de Llubes et al., 2004

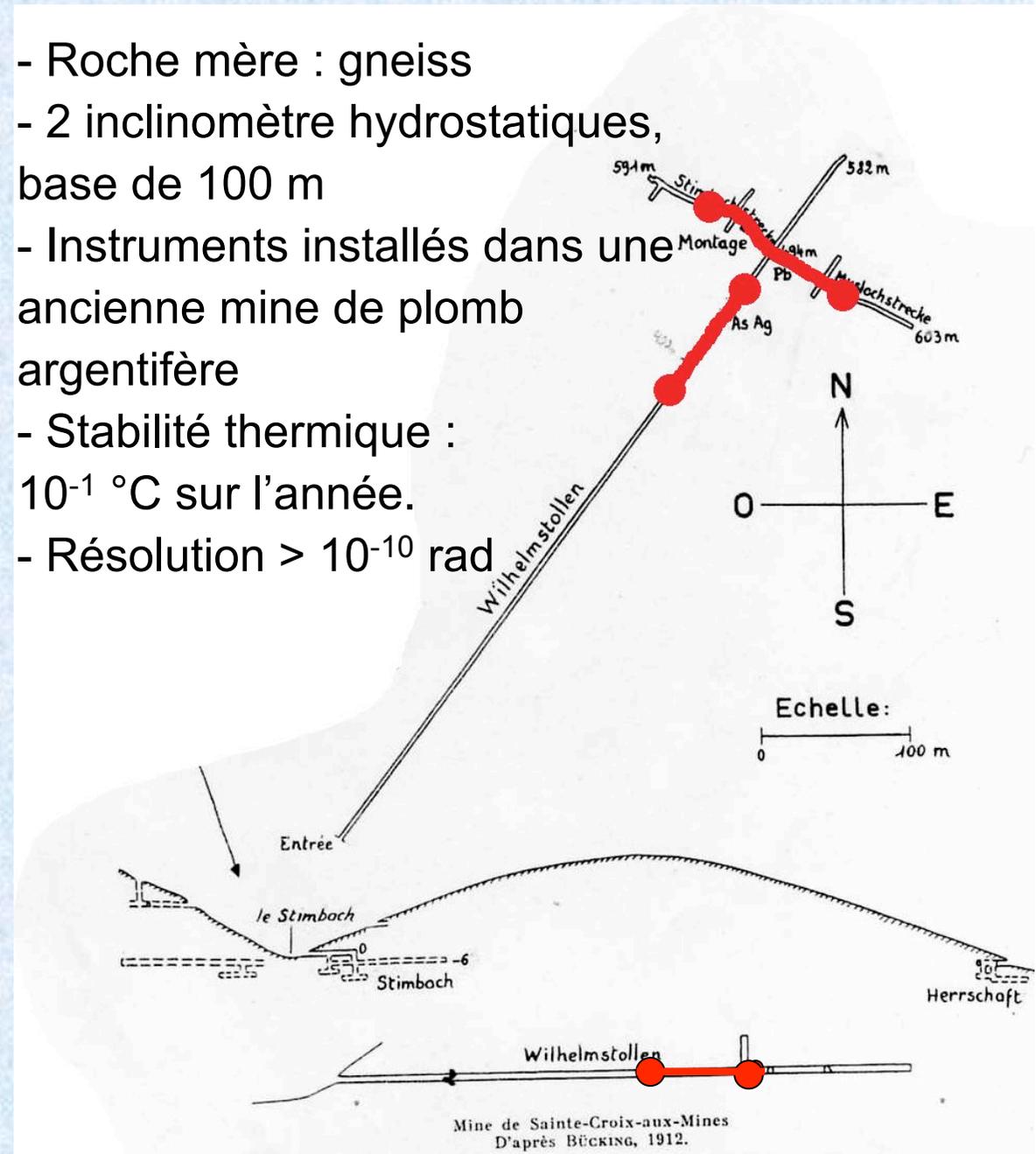
- Pour l'inclinomètre en particulier

	Globale	Régionale	Locale
Pression	Champs ECMWF / NCEP [30 nrad]		Effet topo [5 nrad]
Hydrologie	GLDAS / LaD [6 nrad]	Modèle BV [50 nrad]	Filon [300 nrad]

Site de Sainte Croix aux Mines (1)

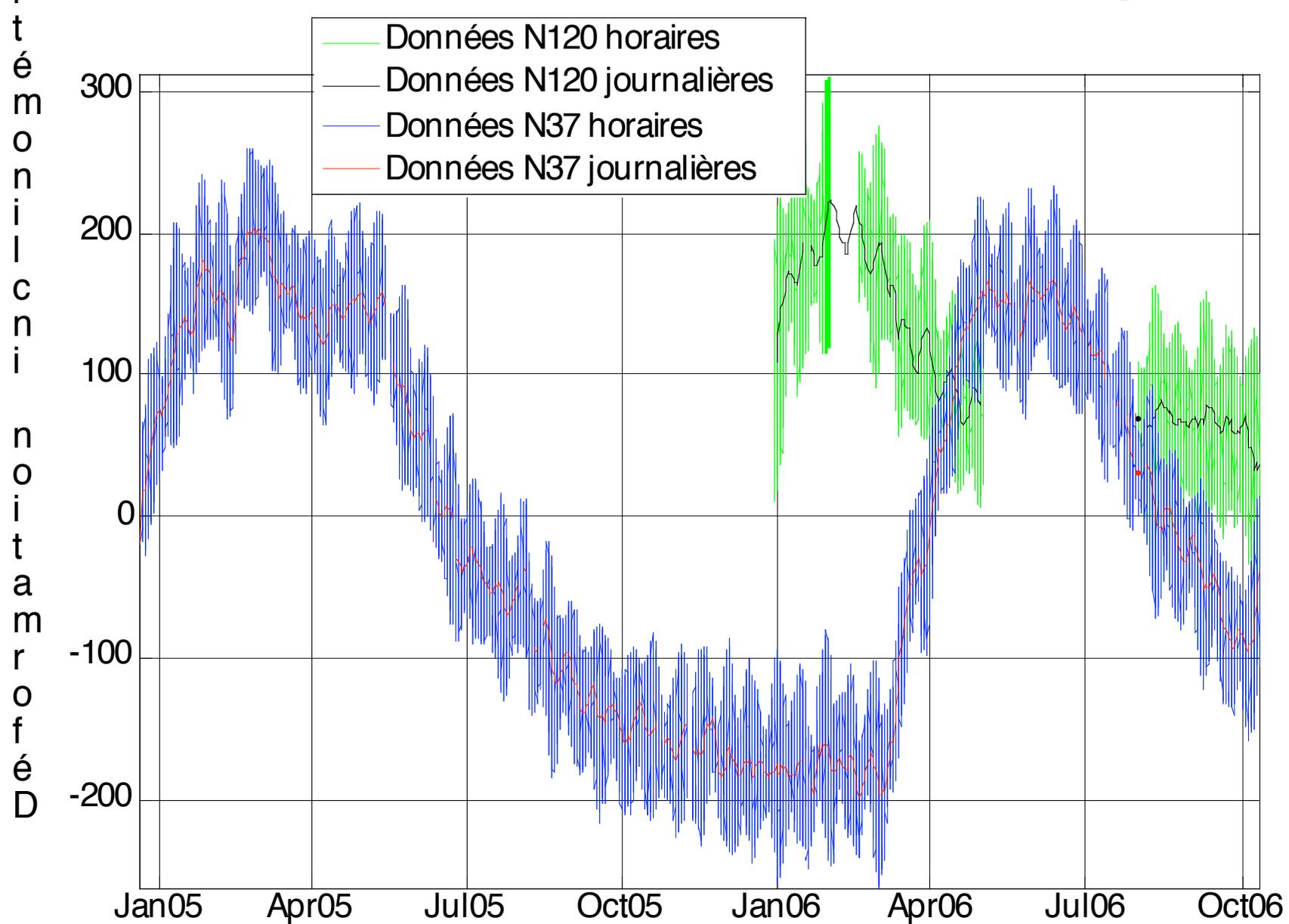


- Roche mère : gneiss
- 2 inclinomètre hydrostatiques, base de 100 m
- Instruments installés dans une ancienne mine de plomb argentifère
- Stabilité thermique : 10^{-1} °C sur l'année.
- Résolution $> 10^{-10}$ rad

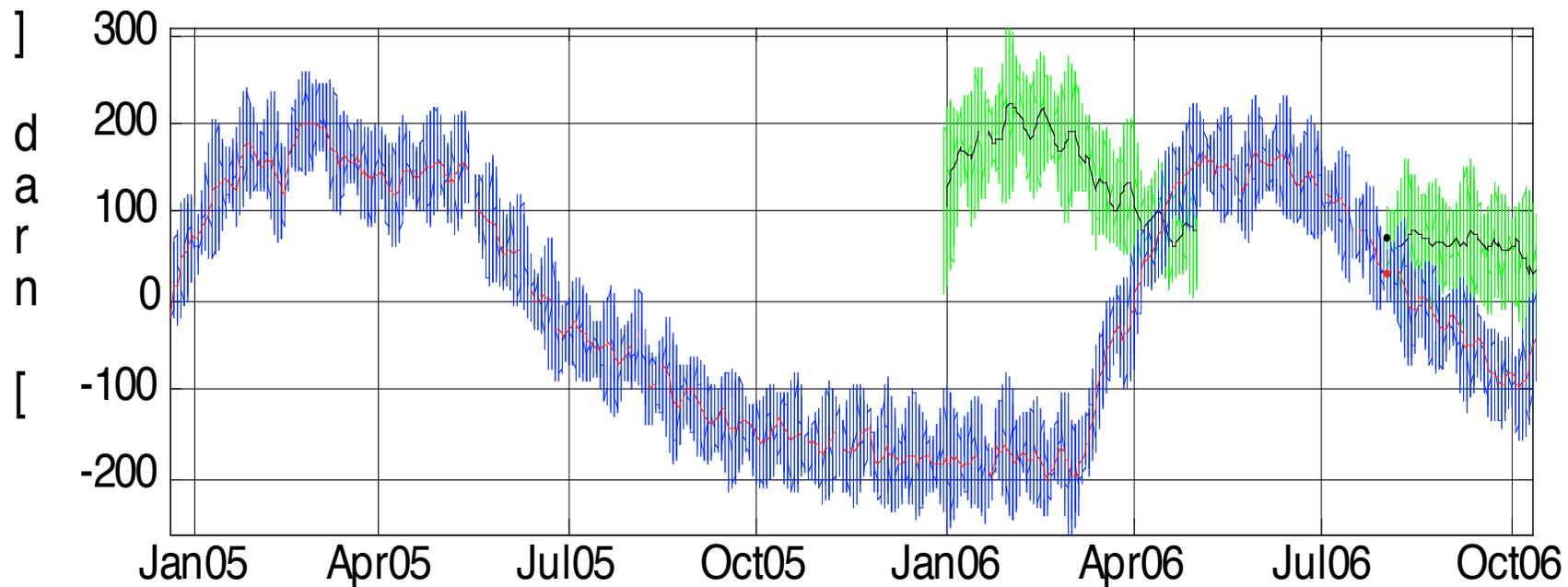
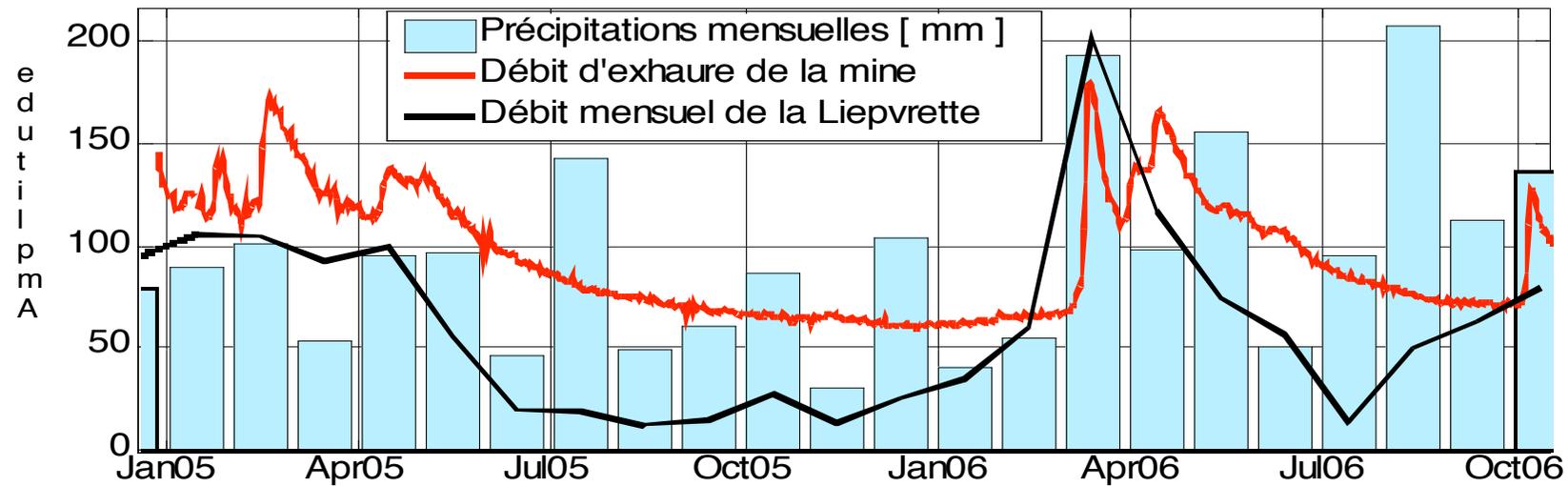




Données brutes inclinométriques

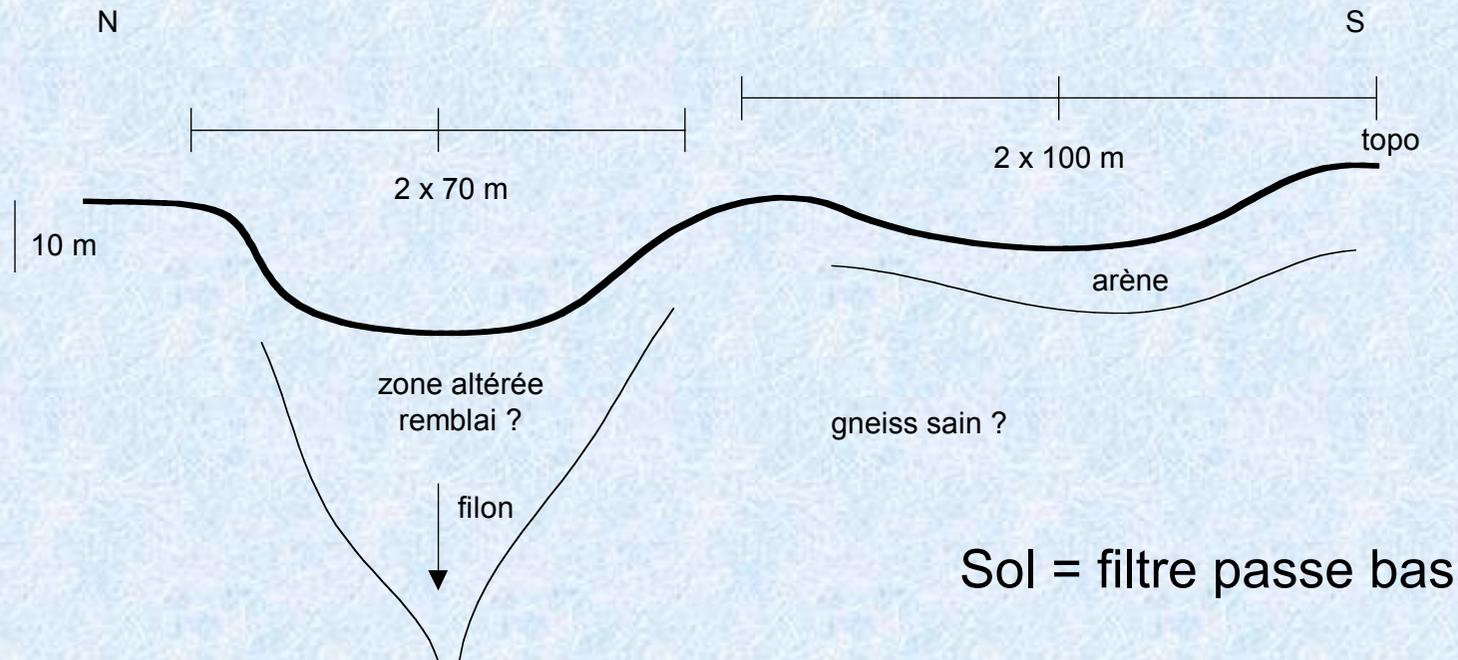


Écoulement dans le filon (1)



Écoulements dans le filon (2)

- Réservoir capacitif qui alimente le filon

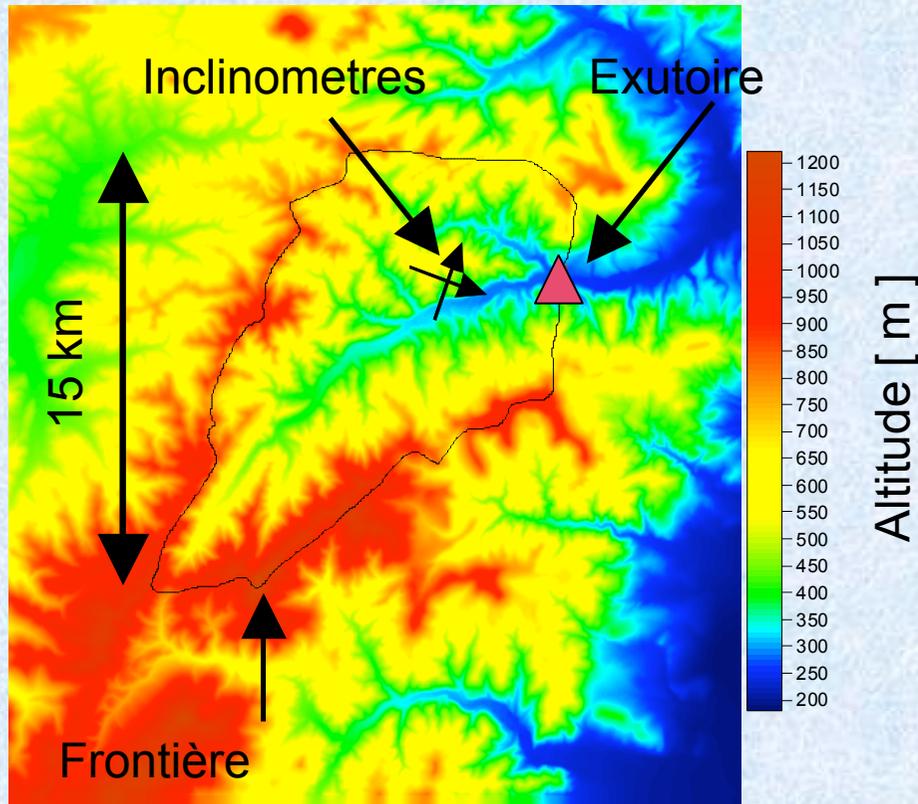


- Prise en charge de cette déformation hydromécanique

- *Déformation* \propto *Hauteur d'eau dans le filon* \propto *Log(débit)*
- Modélisation par éléments finis nécessaire
- Difficulté : le débit d'exhaure contient une composante qui ne vient pas du filon

Échelle régionale : système hydrologique

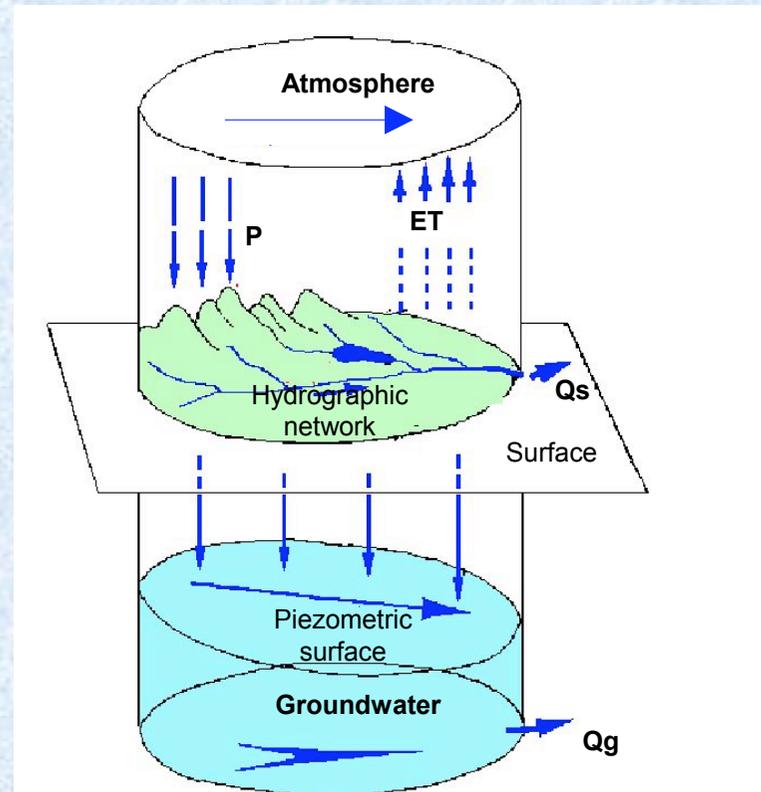
• Bassin versant topographique :



- Surface : 108 km²
- Précipitations orographiques
- Couvert neigeux : 1 mois par an
- Temps de concentration

▲ Station de jaugeage

• Equation du bilan de masse :



$$\Delta W_T = P - ET - Q_s - Q_g$$

$$\Delta W_T = \Delta h \cdot S_{catchment}$$

Le stock d'eau total est distribué sur la surface du bassin, exprimé en [mm] ou [kg . m⁻²]

Échelle régionale : suivi environnemental

● Suivi environnemental :

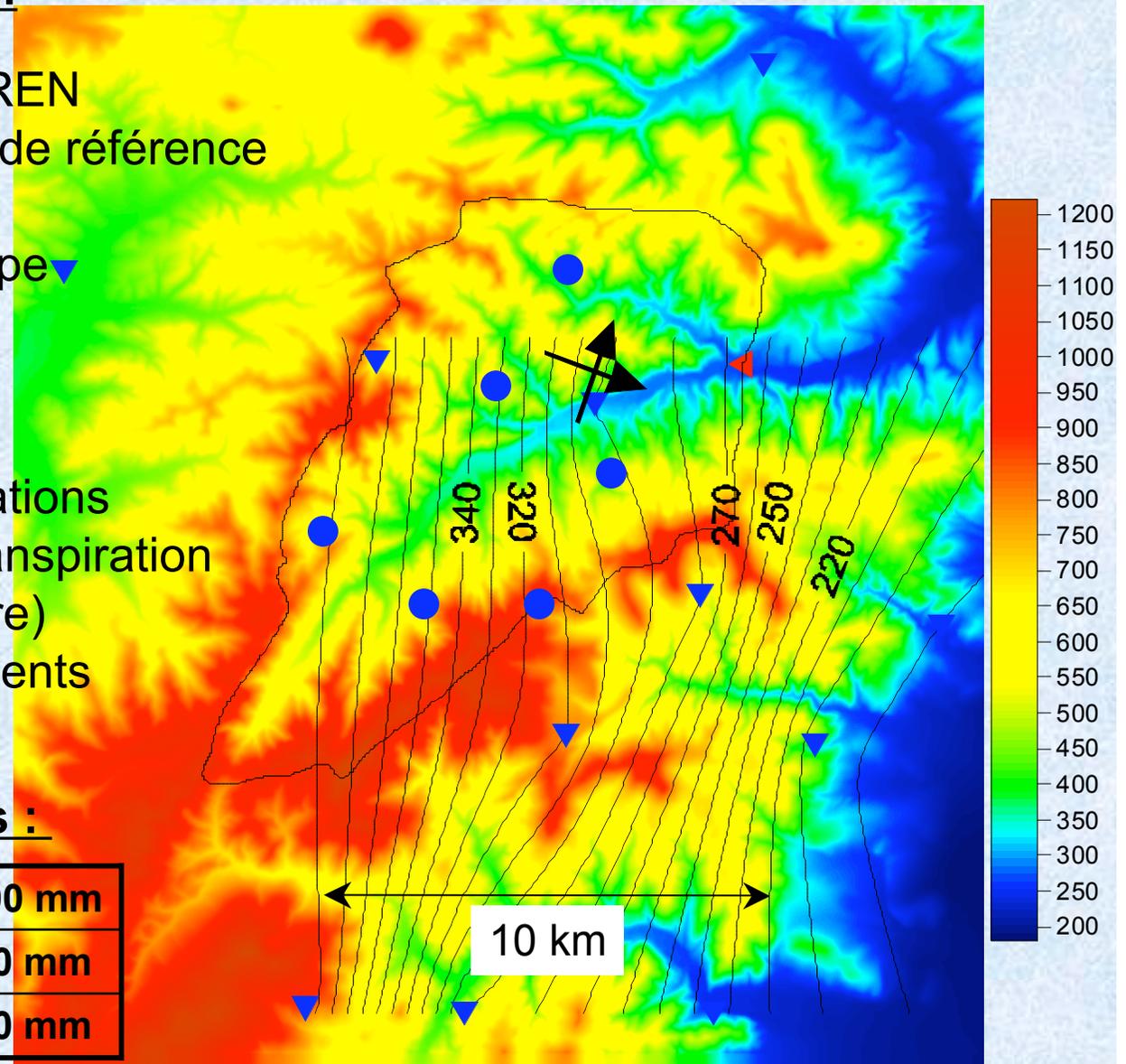
- Station de jaugeage DIREN
- Station météorologique de référence
- Réseau de pluviomètre
- Piézomètre dans la nappe d'accompagnement ▼

● Difficultés

- Répartition des précipitations
- Estimation de l'évapotranspiration réelle (non linéaire)
- Estimation des écoulements souterrains

● Bilans annuels moyens :

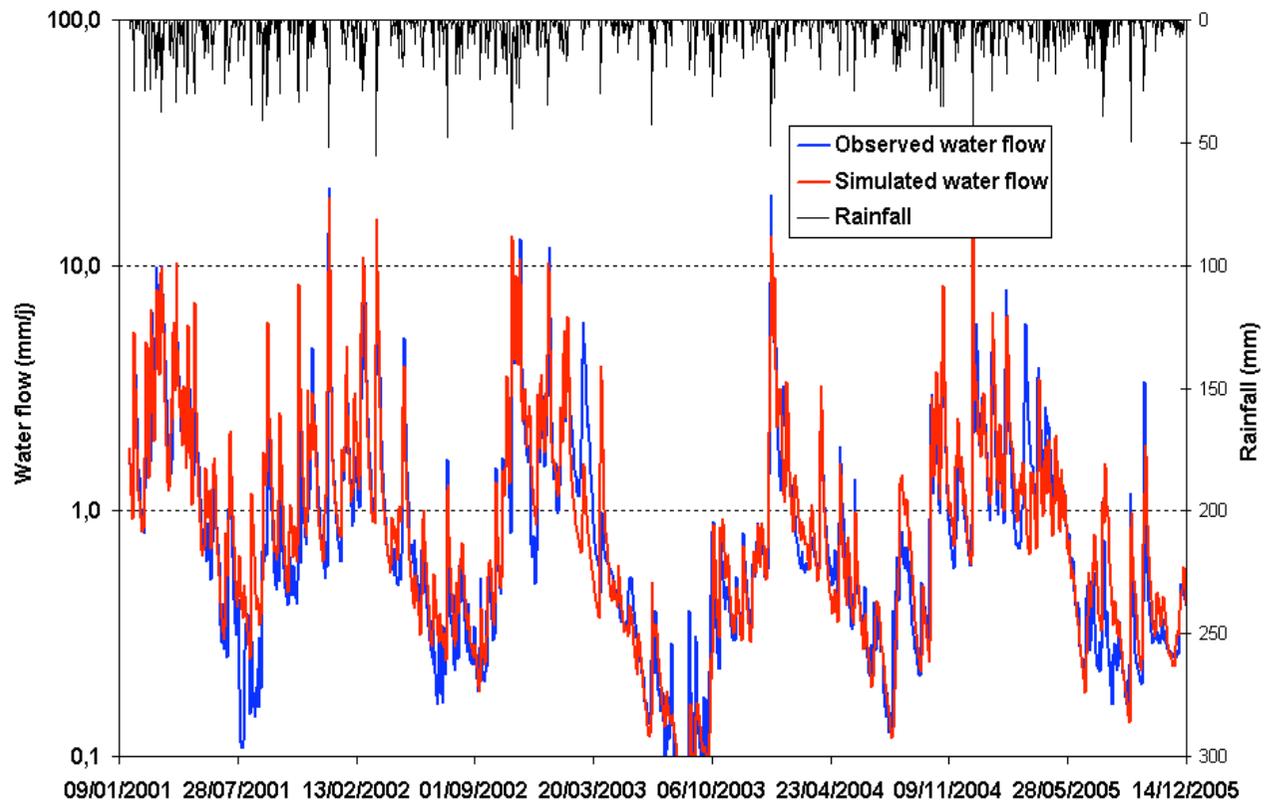
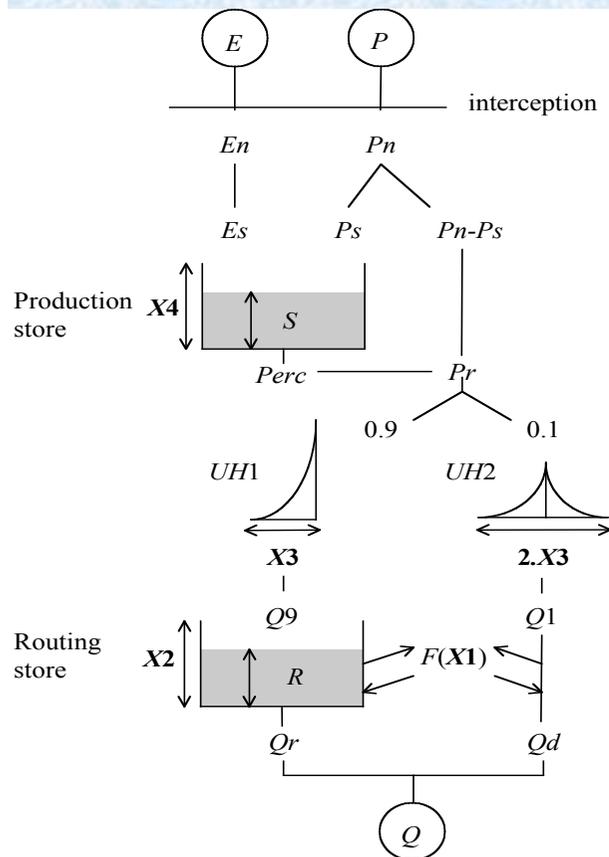
Pluies annuelles	1100 mm
ETP annuelle	700 mm
Écoulement annuel	500 mm



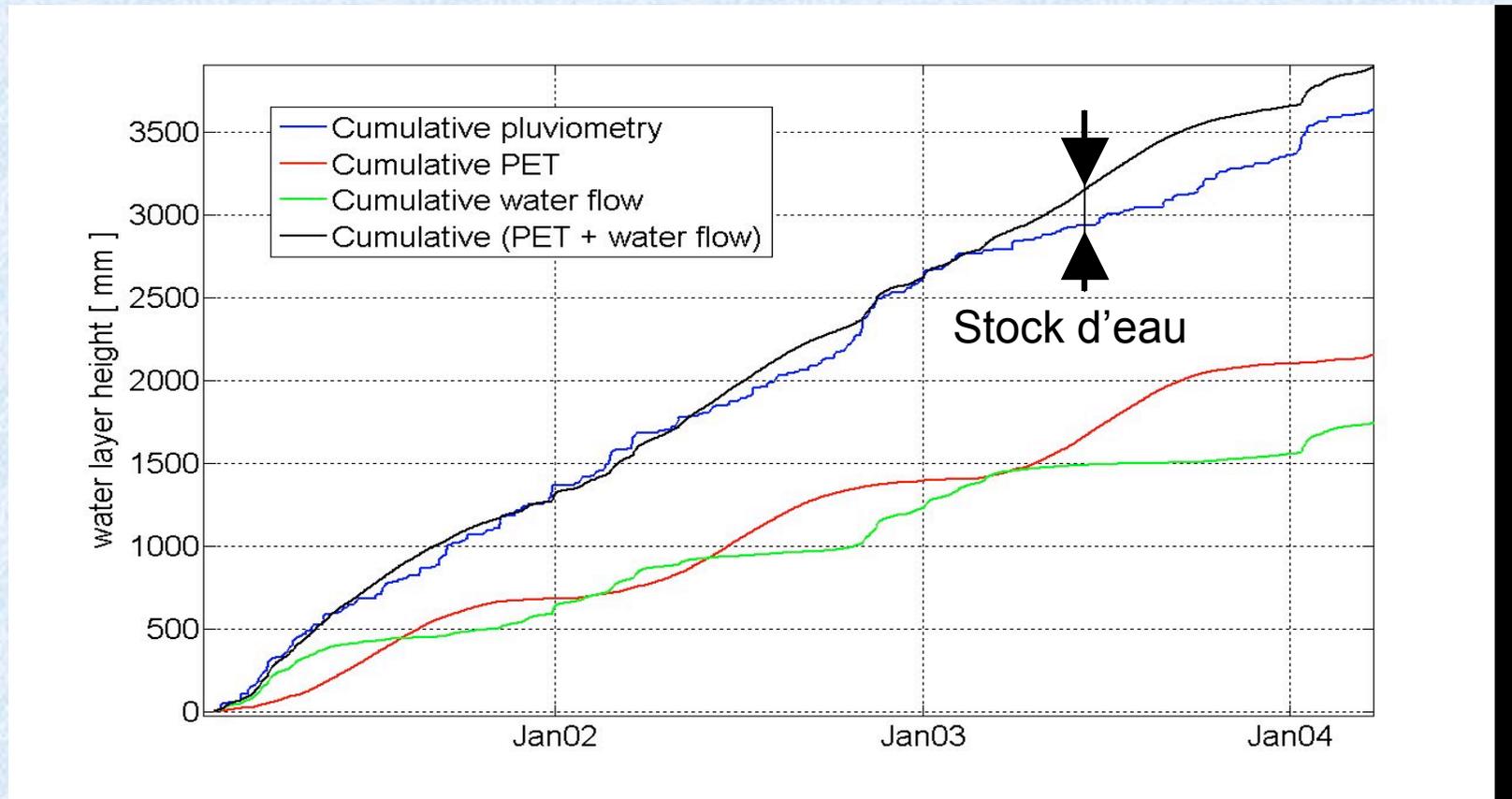
Échelle régionale : modèle hydrologique

- Utilisation du modèle pluie-débit GR4J (Perrin et al. 2003)

- Modèle hydrologique, calés sur le débit à l'exutoire
- Estimation de l'ETR et des échanges avec l'extérieur du bassin
- Quelle confiance accorder au bilan calculé par ce modèle ?



Contributions et échelles temporelles



- Périodes inférieures à la journée (temps de concentration)
 - > **Précipitations**
- Périodes inférieures à la semaine
 - > **Précipitations + flux sortants du système hydrologique**
- Sinon ... **tout est à modéliser !**
- Raisonnement transposable à l'échelle locale

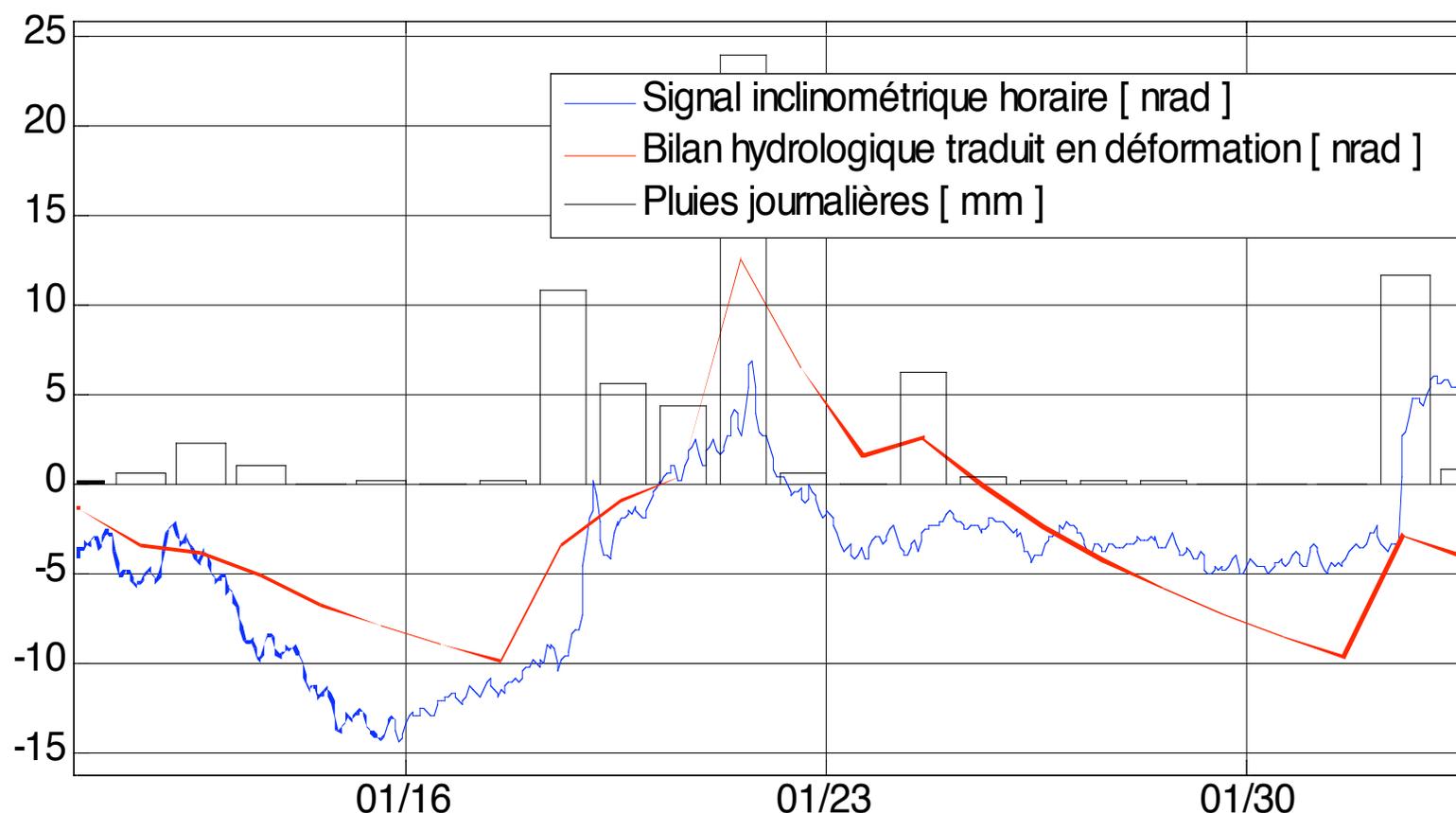
Contribution hydrologique régionale

- Calcul de l'effet inclinométrique

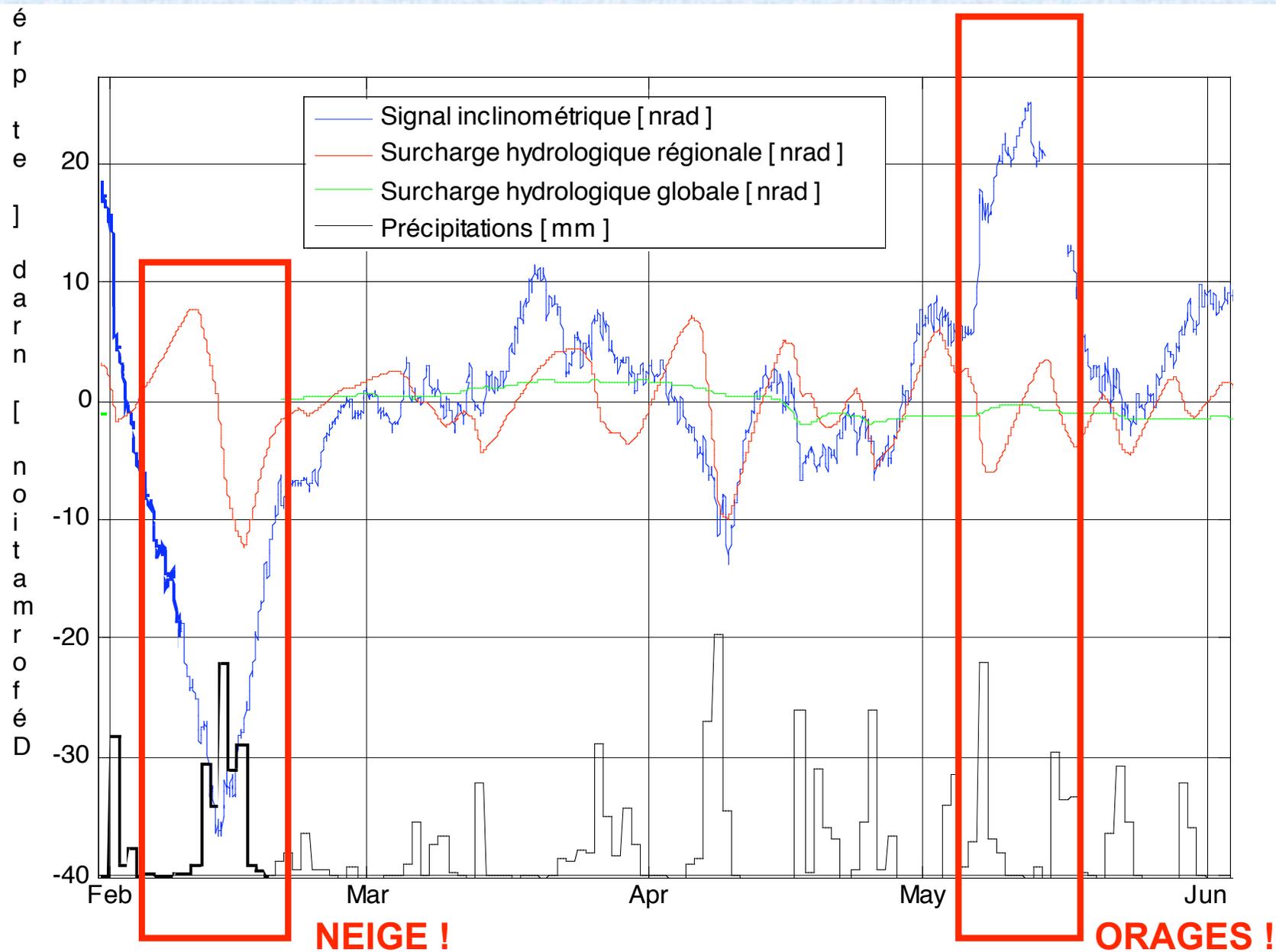
Basé sur l'évaluation de l'ETR et des écoulements souterrains de GR4J
Pas de temps journalier.

Masses d'eau positionnées en fond de vallée (convolution par f.g. de Pagiatakis)

- Confrontation



Contribution hydrologique régionale



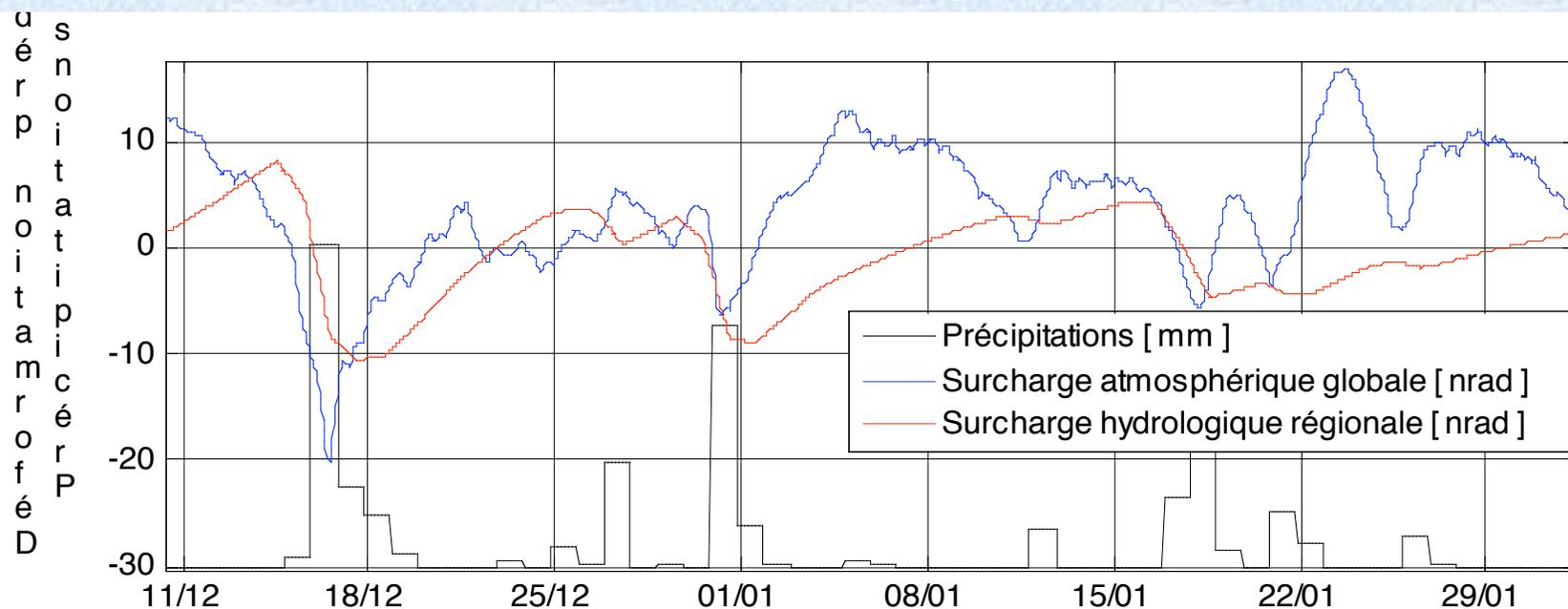
Modélisation physique : une nécessité

- Contributions hydrologiques en phase ou hors phase !

Échelles	Globale	Régionale	Locale
Globale	1	- 0.35	0.4
Régionale	- 0.45	1	- 0.8
Locale	0.35	- 0.6	1

Ensemble du signal
Périodes supérieures
à 1 mois

- Les dépressions apportent les précipitations !



Conclusions et perspectives

- Nécessité de la modélisation physique

- Séparer les échelles spatiales et les traiter individuellement
- Compensations partielles des différentes échelles spatiales

- Quelle est la quantité d'eau dans le système hydrologique ?

- Comment améliorer la qualité des forçages hydrométéorologiques ?
Pendre en compte la neige dans la modélisation hydrologique
- Peut-on diminuer l'incertitude liée au modèle utilisé ?
- Peut-on passer à une échelle de temps plus fine ? (Échelle régionale)

- Où se situe cette eau ?

- Mieux spatialiser les forçages hydrométéorologiques
Pluie (orage, neige...) ETP (bassin de montagne)
- Spatialiser la lame d'eau déterminée
Utilisation d'un modèle semi-distribué



Merci !

