



PRÉVISIBILITÉ HYDROMÉTÉOROLOGIQUE À L'ÉCHELLE INTRA-SAISONNIÈRE : L'EXPÉRIENCE D'EDF-DTG

*Matthieu Le Lay, Joël Gailhard,
Pierre Bernard, Rémy Garçon*

Matthieu.le-lay@edf.fr

0 - EDF: une entreprise météo-sensible



◆ Aléa hydro-météorologique pour EDF

- une **opportunité** (matière première gratuite et renouvelable, source froide)
- une **contrainte** (partage de la ressource, multi-usages)
- une **menace** (sécurité, sureté)

◆ Les enjeux liés à l'hydrométéorologie

- Anticipation et surveillance de l'aléa (sureté des moyens de production)
- Respect de la réglementation (anticipation sur les contraintes)
- Optimisation de la production hydro-électrique



Division Production Ingénierie Hydraulique - DTG



0 - La prévision hydro-météorologique à EDF

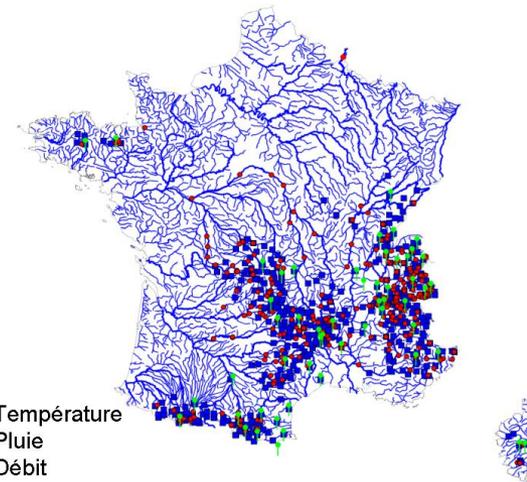


◆ Une longue tradition...

- Apports dans les retenues: modèles statistiques [Années 50]
- Précipitations: méthode des Analogues [Années 70]
- Débits: prévisions « expertes » puis par modélisation [Années 90]
- Températures d'air et d'eau: suite à canicule 2003 [Années 2000]
- Prévisions d'ensemble hydrométéorologique [Années 2010]

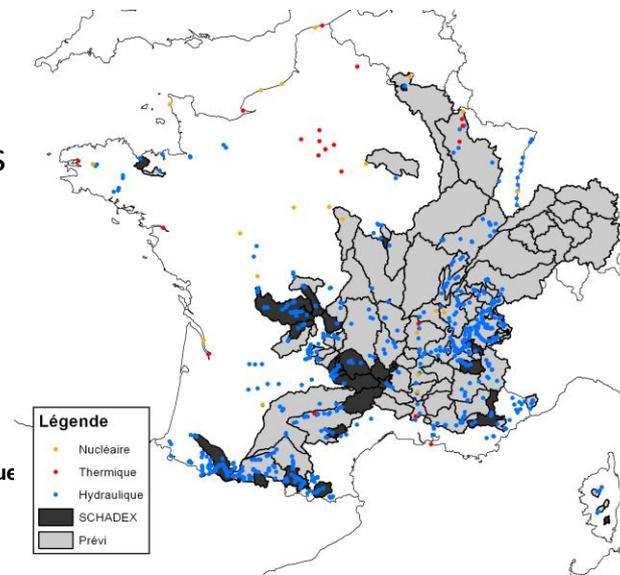
◆ Un réseau de mesure...

- ~ 1000 stations hydro-climato+ réseaux externes

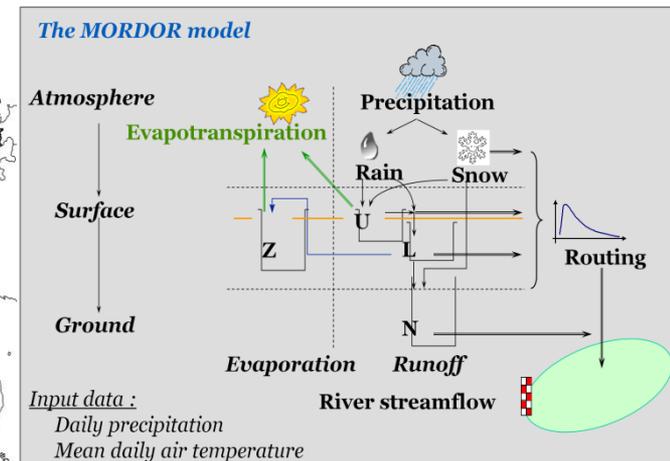


◆ Des modèles...

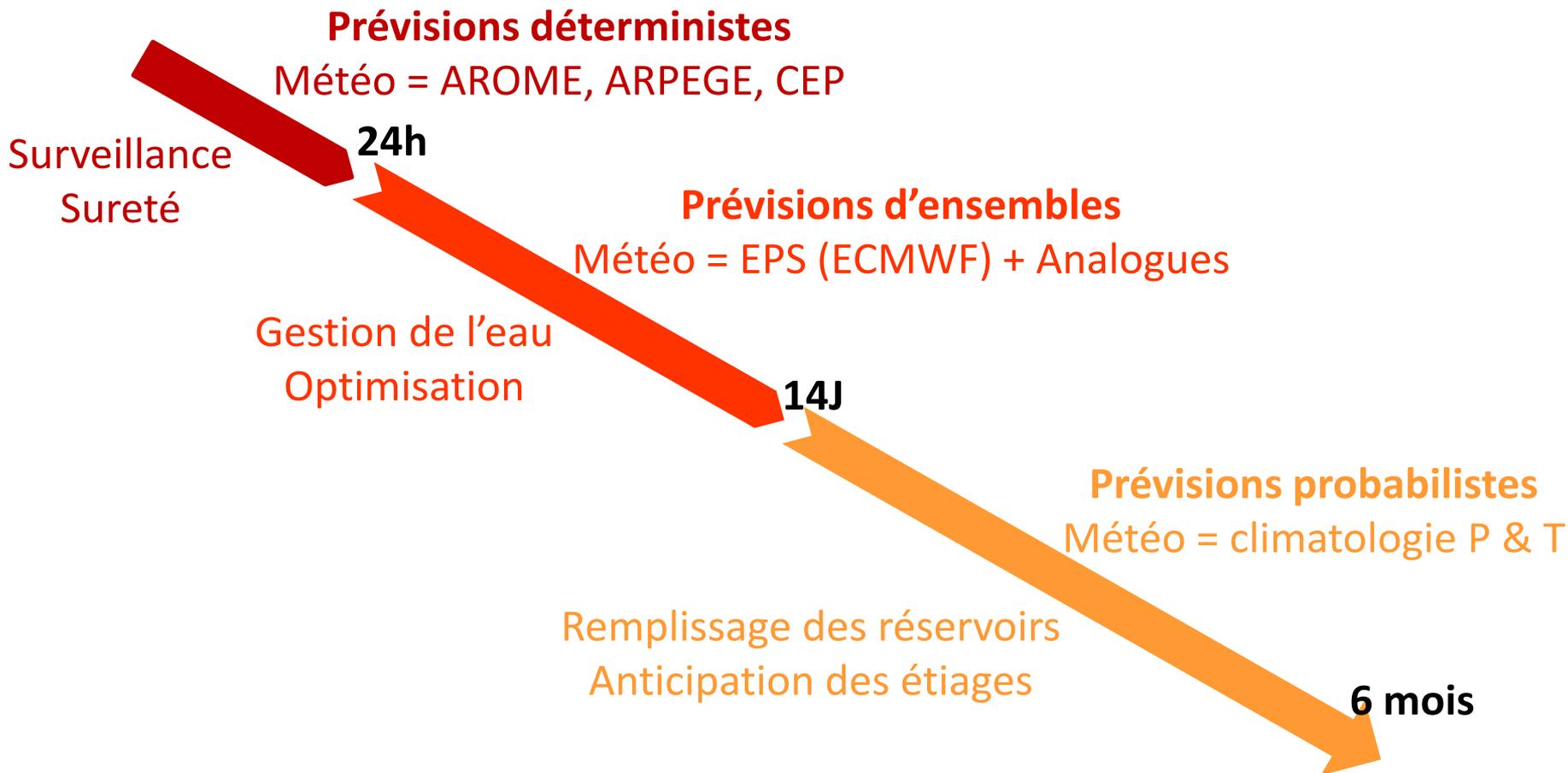
- ~ 100 bassins versants
- ~ 250000km²



Division Production Ingénierie Hydraulique



0 - Horizons de prévisions & prévisions météorologiques



Prévisibilité hydrométéorologique?



0 - La prévisibilité hydrométéorologique

- ◆ Score probabiliste de prévision: CRPS [*Continuous Ranked Probability Score – Brown 1974*]

$$CRPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \int_{-\infty}^{+\infty} (F^{prev}(x_i) - H(x_i))^2 dx_i$$

$H(x < x_{obs}) = 0$
 $H(x > x_{obs}) = 1$

- ◆ Prévisions de référence = Climatologie [P, T, Q]

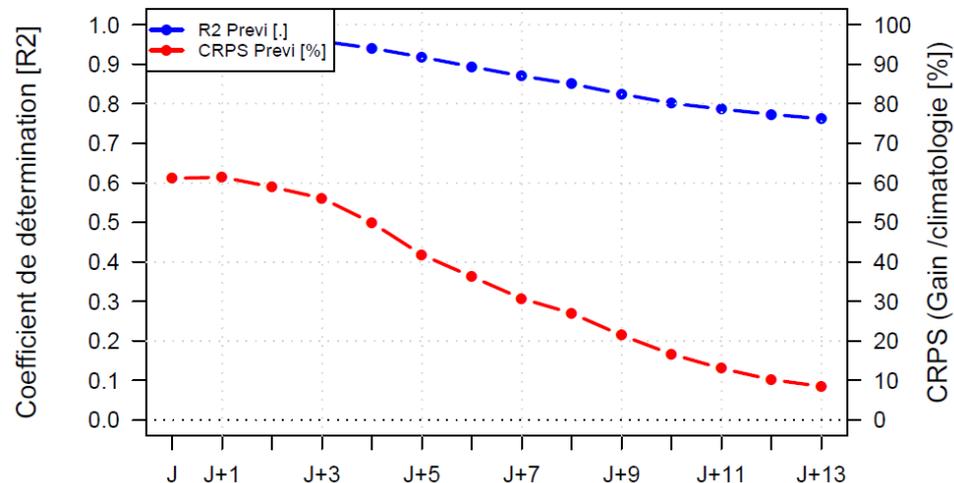
→ **Prévisibilité si :** $CRPSS = \frac{CRPS_{clim} - CRPS_{prev}}{CRPS_{clim}} > 0$ (skill score)

Score brut : fausse impression de performance si forte saisonnalité [ex: R^2]

Skill score: véritable performance de prévision [ex: $CRPSS$]

Division Production Ingénierie Hydraulique - DTG

R2 & CRPS en fonction de l'échéance

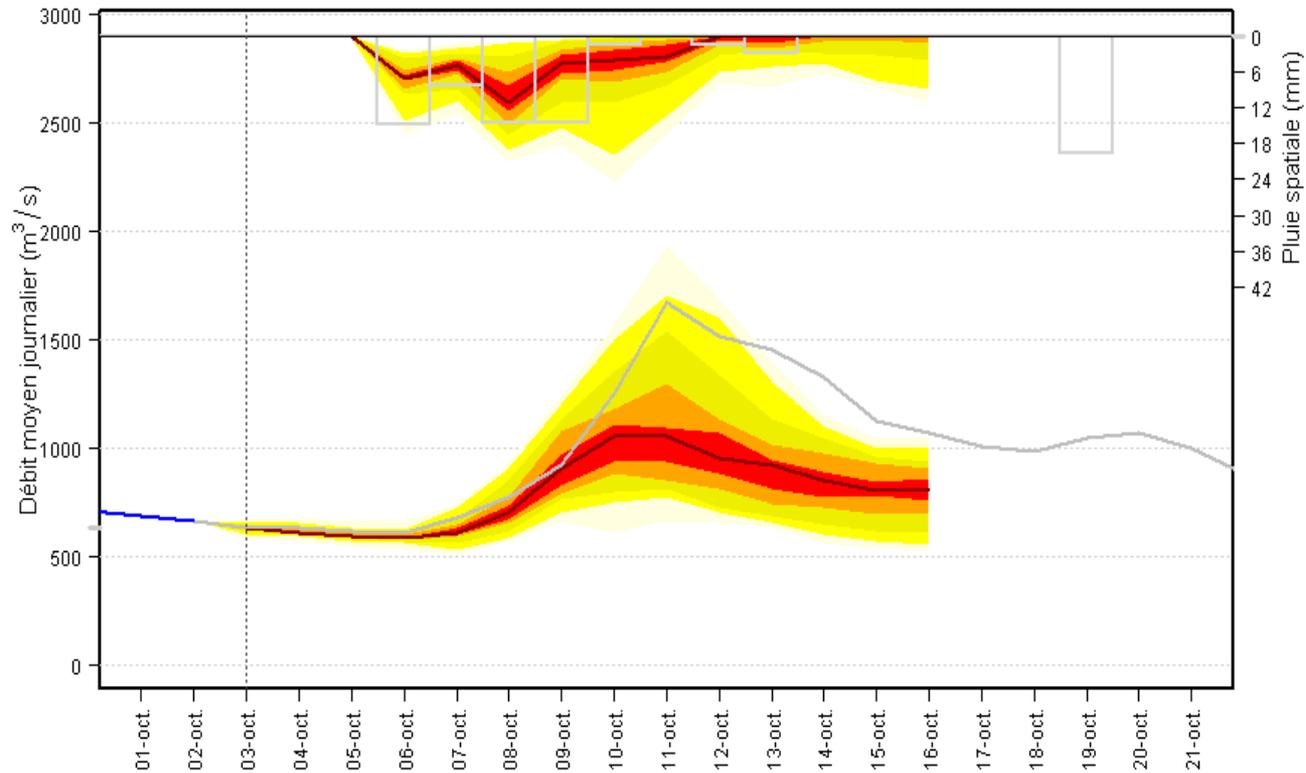


1 - Prévisions hydrologiques d'ensemble 14J



Forçages météo: Prévisions d'ensemble de pluie & Tair (ECMWF)
+ adaptation statistique

Sorties: Prévisions probabilistes de débits jusqu'à J+13

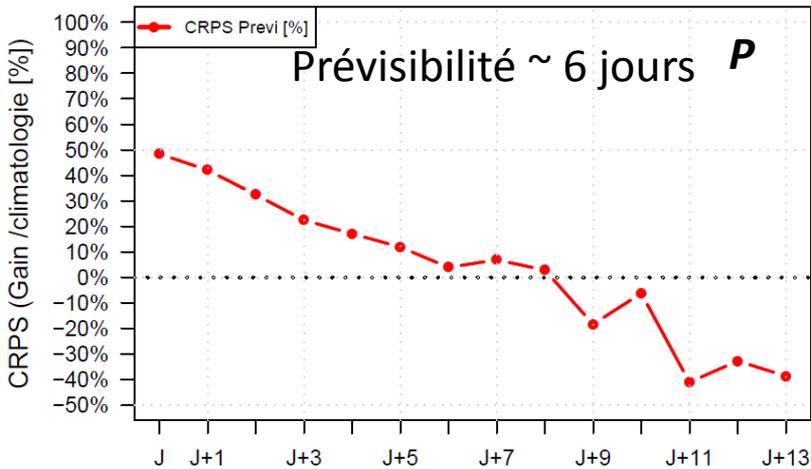


1 - Prévisions hydrologiques d'ensemble 14J

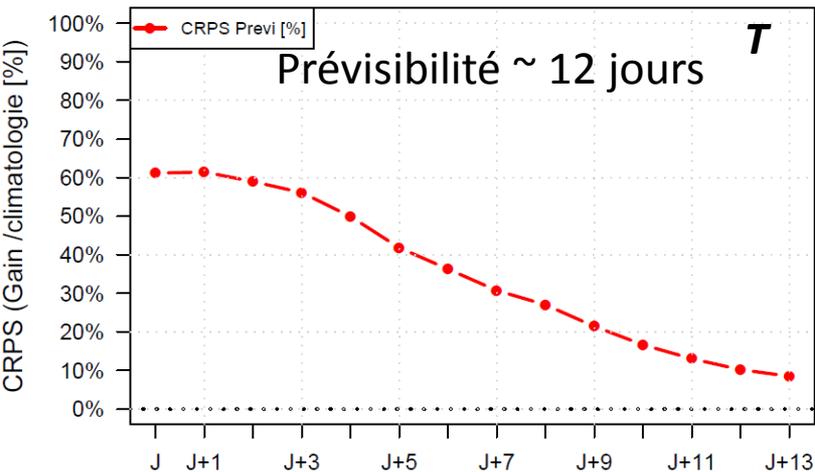
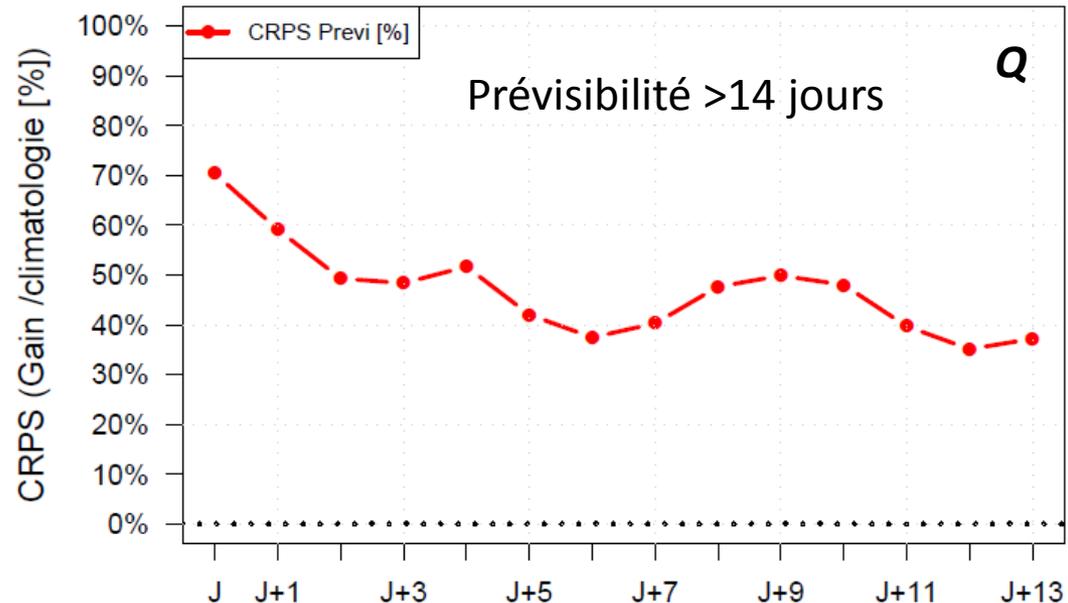


[Durance@SerrePoncon - 2011-2012]

CRPS en fonction de l'échéance



CRPS en fonction de l'échéance



Prévisibilité hydro = prévisibilité météo +
prévisibilité intrinsèque

2 - Prévisions hydrologiques saisonnières

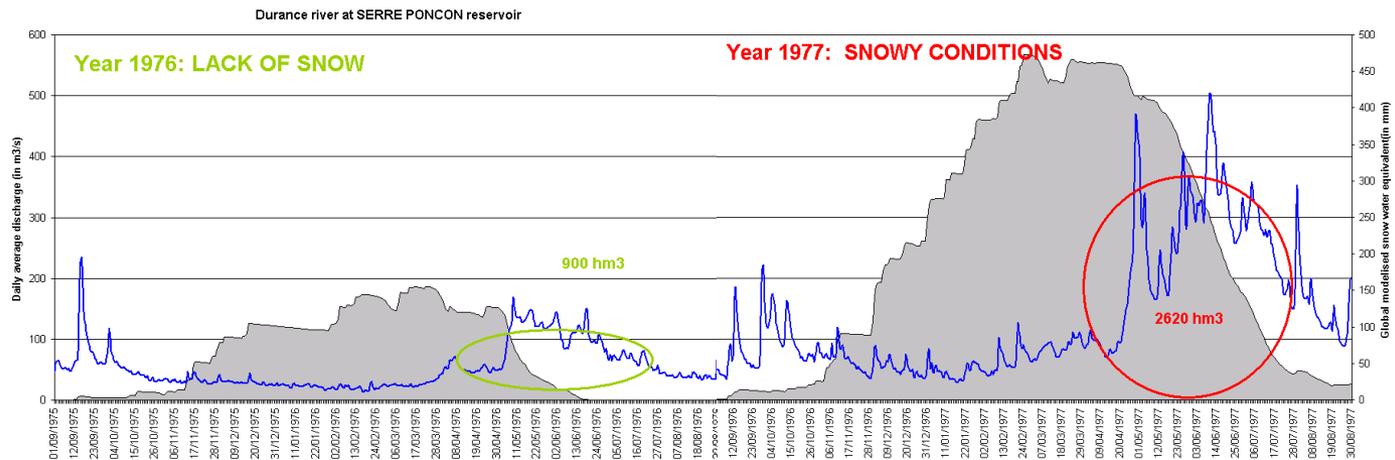


Forçages météo: climatologie P & Tair [prévisibilité météo nulle]

Sorties: prévisions probabilistes de débits et volumes écoulés jusqu'à 6 mois

- ◆ **Bassins de montagne:** exploiter la relation entre le stock de neige d'hiver et les écoulements de printemps (via le modèle hydrologique)

→ **Prévisibilité intrinsèque forte**



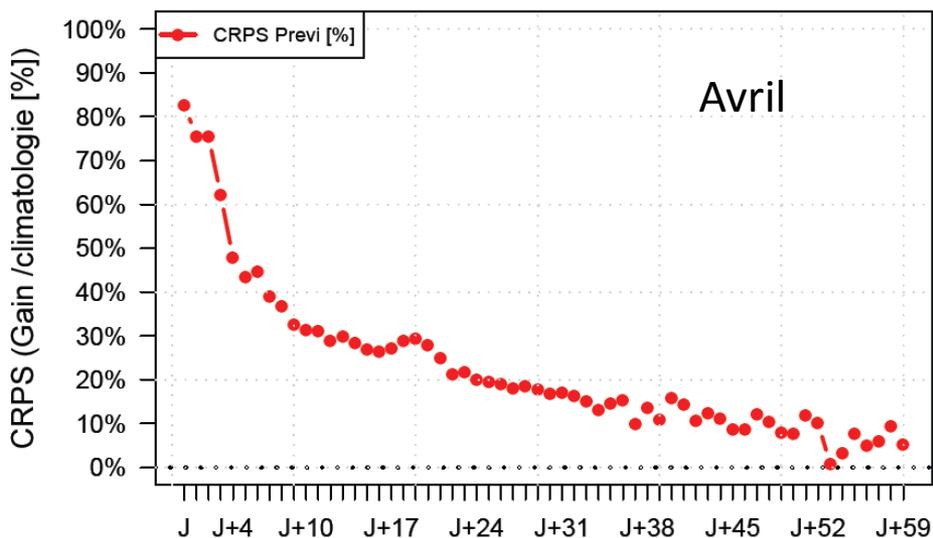
- ◆ **Bassins de plaine:** exploiter la relation entre l'état hydrique (nappe) de printemps et les écoulements d'été (via le modèle hydrologique)

→ **Prévisibilité intrinsèque plus faible**

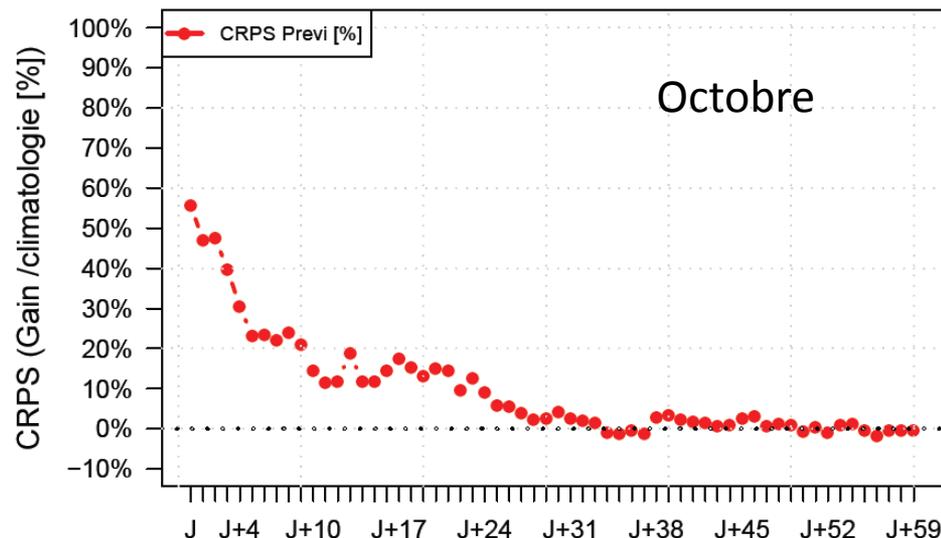
2 - Prévisions hydrologiques saisonnières



Prévisions d'étéage [Meuse@Chooz - 1990-2011]



Prévisibilité >30 jours



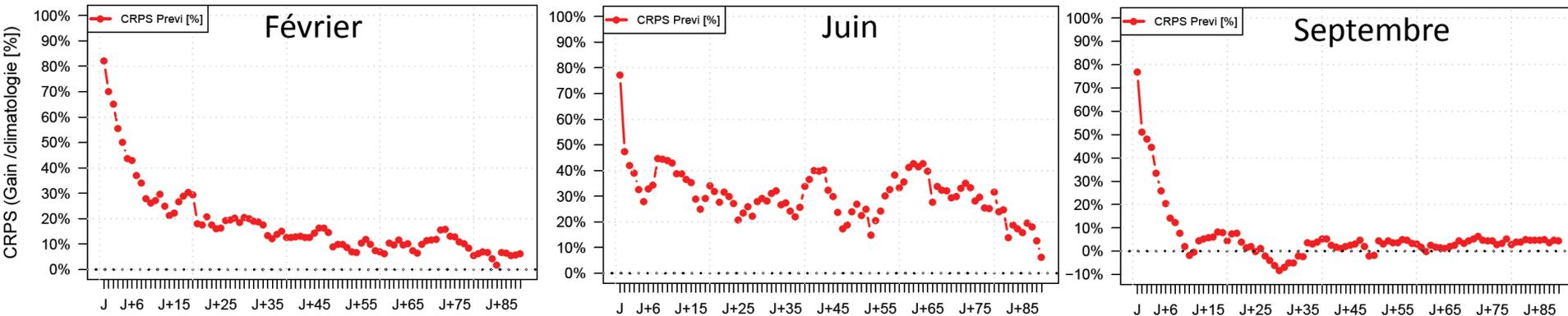
Prévisibilité ~20 jours

Prévisibilité hydrologique intrinsèque au bassin

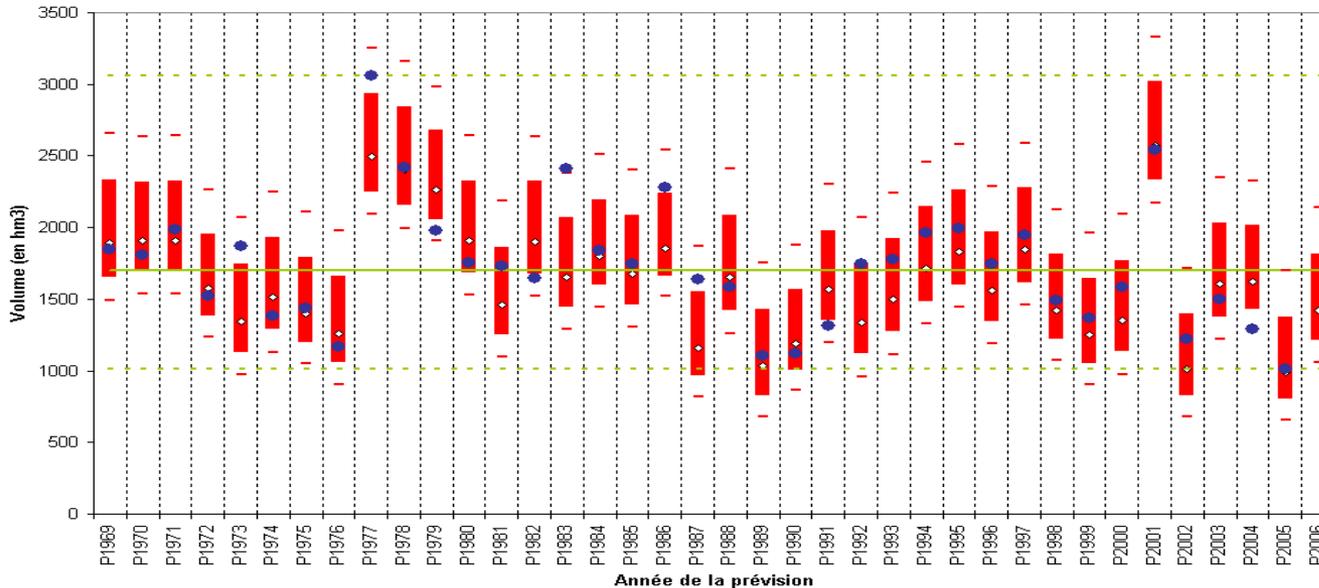
2 - Prévisions hydrologiques saisonnières



Prévisions d'apports de fonte [Durance@SerrePoncon - 1964-2005]



Contrôle des prévisions d'apports Avril à Aout à SERRE PONCON



Prévisibilité hydrologique intrinsèque au bassin

3 - Prévisions mensuelles



- Peut-on valoriser les prévisions météo au-delà de 14J pour la prévision hydrologique?
- Quel est le gain de la prévisibilité météo sur la seule prévisibilité intrinsèque du bassin?

Forçages météo: Prévisions P & Tair par analogues basées sur prévisions mensuelles ECMWF [*Berthelot et al. 2010*]

Sorties: Prévisions probabilistes de débits jusqu'à 30 jours

→Prévisibilité analysée en gain par rapport à prévision de référence qui valorise uniquement la prévisibilité intrinsèque du bassin (forçage climatologique P & Tair)

[A Météo-France, cf. thèse Singla 2012]

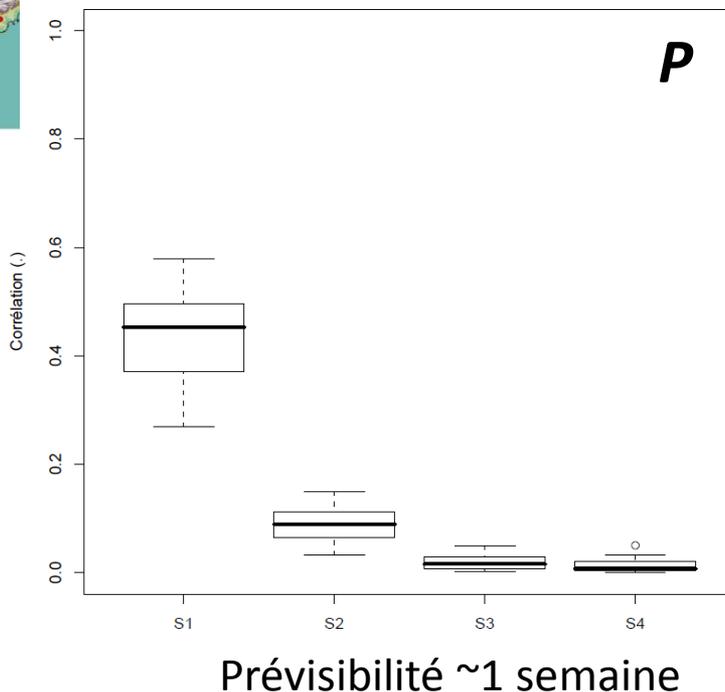
3 - Prévisions mensuelles: Pluie & Température



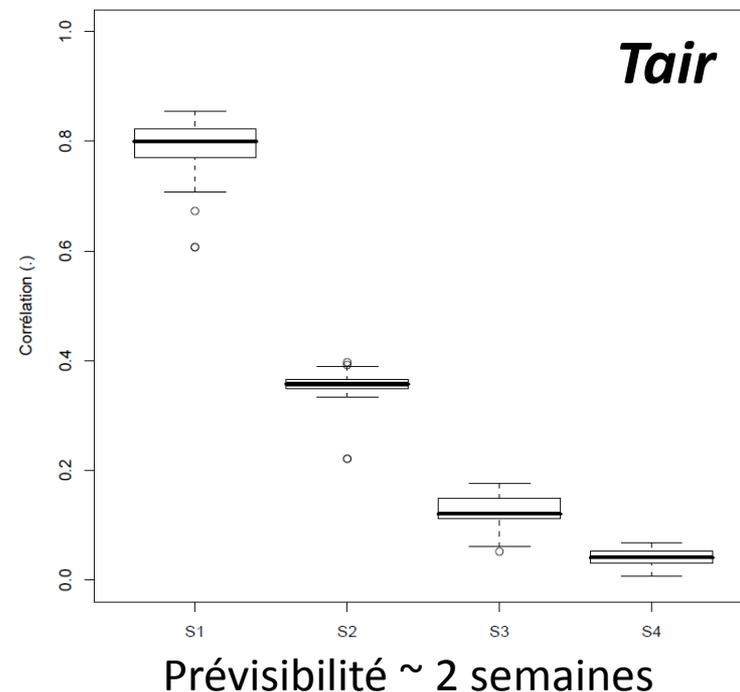
43 bassins versants
[2004-2010]

Corrélation en anomalie par rapport à climatologie

Performance de prévision : Pluie



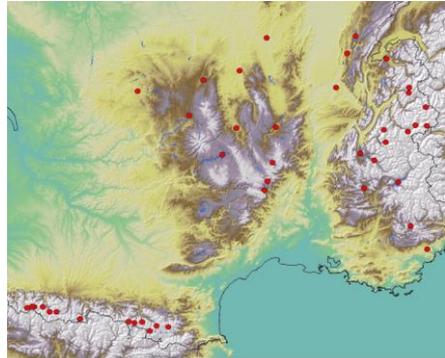
Performance de prévision : Tair



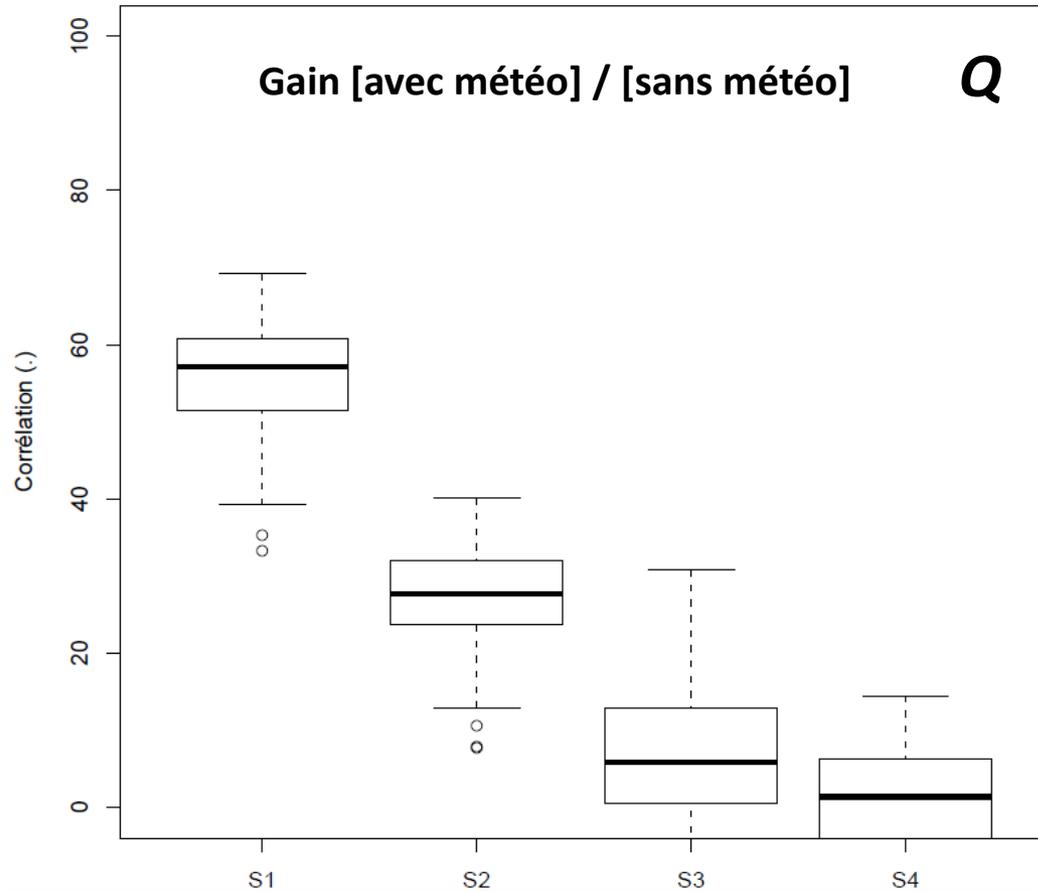
3 - Prévisions mensuelles: Débits



43 bassins versants
[2004-2010]



Performance de prévision : Debit



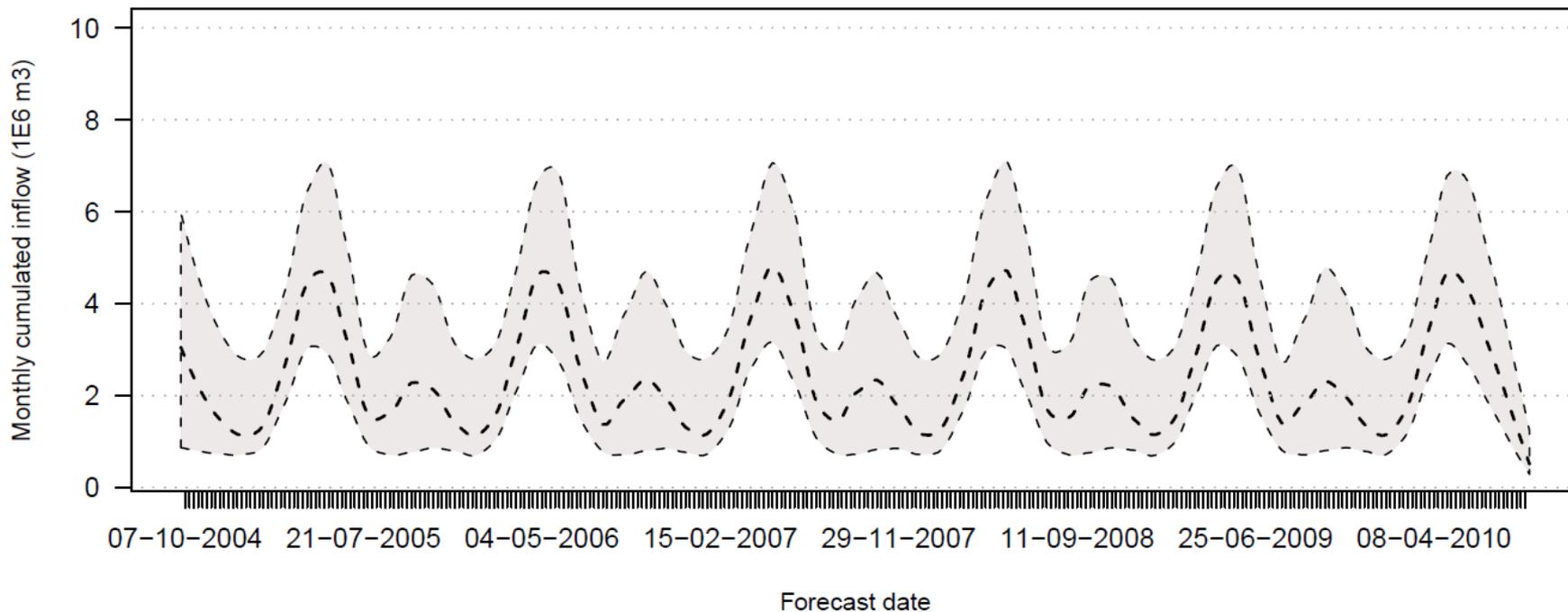
Gain **moyen** associé aux prévisions météo ~ 15-20 jours

3 - Prévisions mensuelles: Débits



Volume mensuel [Drac@Sautet – 2004-2010]

Climatologie des débits [CLIM]

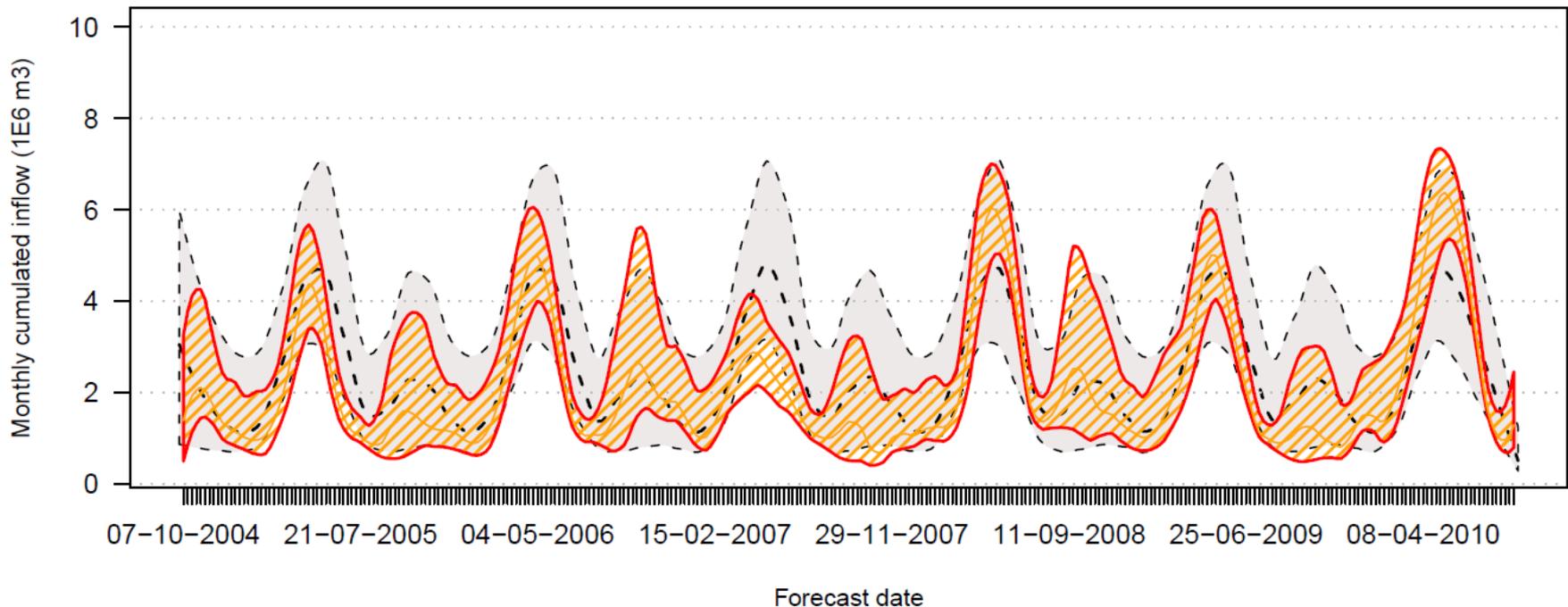


3 - Prévisions mensuelles: Débits



Volume mensuel [Drac@Sautet – 2004-2010]

Prévisions hydrologiques sans prévision météo (climatologie P & Tair) [REF]

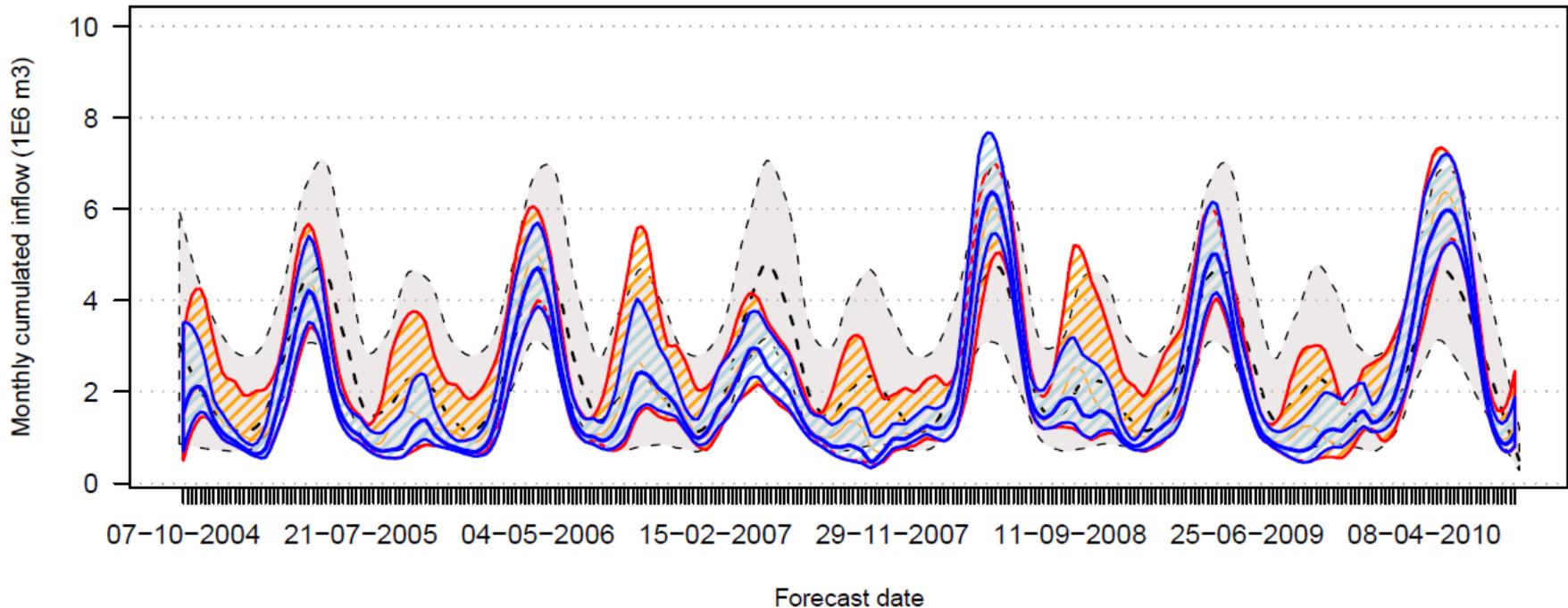


3 - Prévisions mensuelles: Débits



Volume mensuel [Drac@Sautet – 2004-2010]

Prévisions hydrologiques avec prévisions météo
(Prévisions P & Tair par analogues basées sur prévisions mensuelles ECMWF)
[ANA] - [Berthelot et al. 2010]

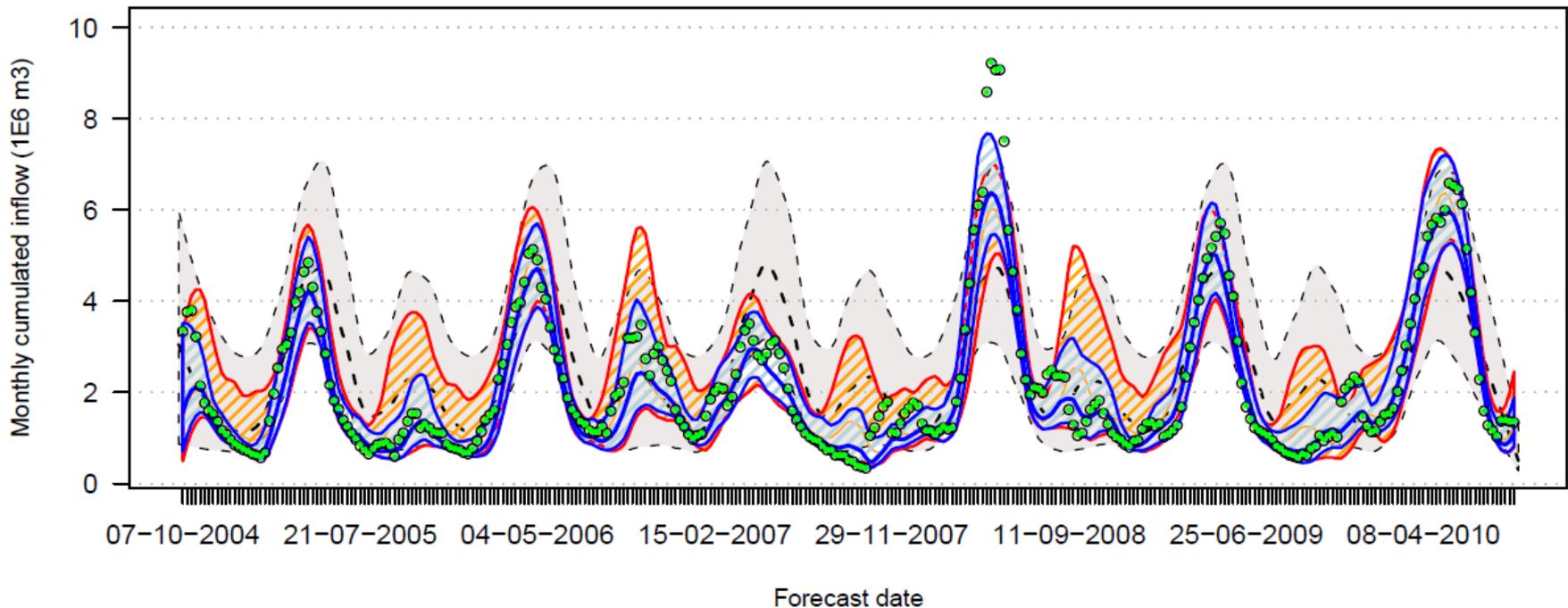


3 - Prévisions mensuelles: Débits



Volume mensuel [Drac@Sautet – 2004-2010]

Débits observés [OBS]

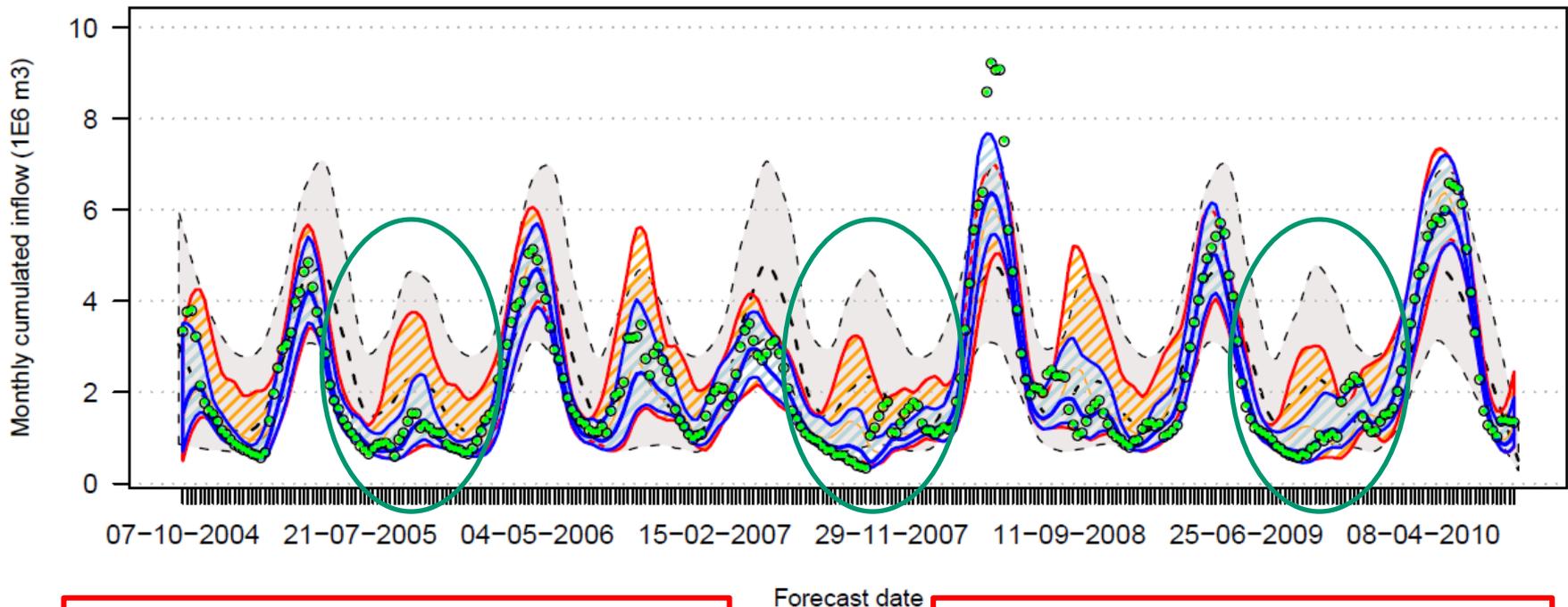


3 - Prévisions mensuelles: Débits



Volume mensuel [Drac@Sautet – 2004-2010]

Débits observés [OBS]



Printemps: forte prévisibilité hydrologique intrinsèque mais pas d'apports de la prévision météo

Automne: faible prévisibilité hydrologique intrinsèque mais apports de la prévision météo

4 – Conclusions



- ◆ A l'échelle saisonnière, la **prévisibilité hydrologique** est la somme:
 - d'une **prévisibilité météorologique**
 - en progression constante, aujourd'hui souvent voisine de 1-2 semaines
 - et d'une **prévisibilité intrinsèque au bassin** (temps de concentration & mémoire hydrologique)
 - importante au printemps sur les bassins de montagne (neige) & exploitée depuis 40 ans à EDF
 - significative au printemps sur les bassins de plaine (nappe) & exploitée depuis 10 ans à EDF

- ◆ Valorisation de la prévision météorologique mensuelle, mais pas encore de la prévision météorologique saisonnière. Pour bientôt?

- ◆ L'hydrologie est un bon filtre pour détecter de la prévisibilité météo à l'échelle intra-saisonnière (rôle agrégateur du bassin versant)



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**