

PIREN-Seine phase 8, axe 1

Réponses hydrologiques à des scénarisations climatiques sur le bassin de la Seine:

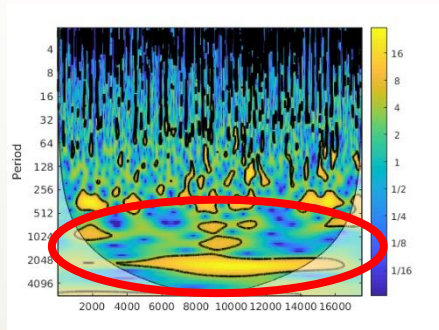
Une approche par modification du contenu spectral des pluies sur le bassin versant en fonction des caractéristiques spectrales de la variabilité climatique à grande échelle

Manuel Fossa, Nicolas Massei, Matthieu Fournier, Nicolas Flipo, Nicolas Gallois, Julien Boé, Bastien Dieppois, Agnès Ducharne et Agnès Rivière

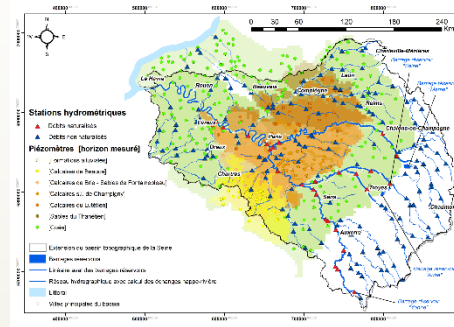
CLIMHYS: Scénarisations de réponse hydrologique du BV à la variabilité climatique basse fréquence

Manuel Fossa, Nicolas Massei, Matthieu Fournier, Nicolas Flipo, Nicolas Gallois, Julien Boé, Bastien Dieppois, Agnès Ducharne, Agnès

Contexte Climatique ~2100 :
Changements variabilité climatique
basse fréquence sur le BV Seine



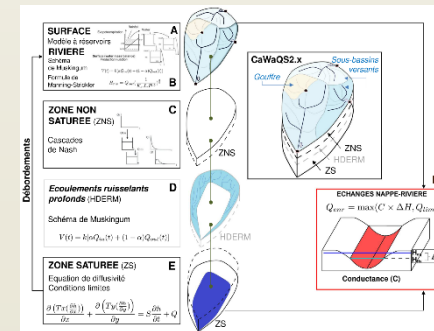
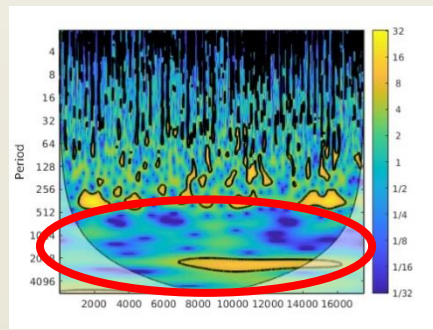
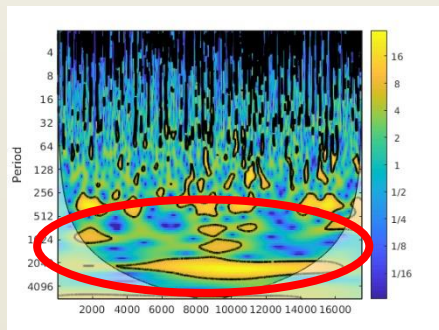
Rivière
Contexte Morphodynamique:
Hétérogénéité géologique +
occupation des sols



Modifications débits:
Interactions climat ⇔ BV

1/ Modifications BF pluies BV Seine:

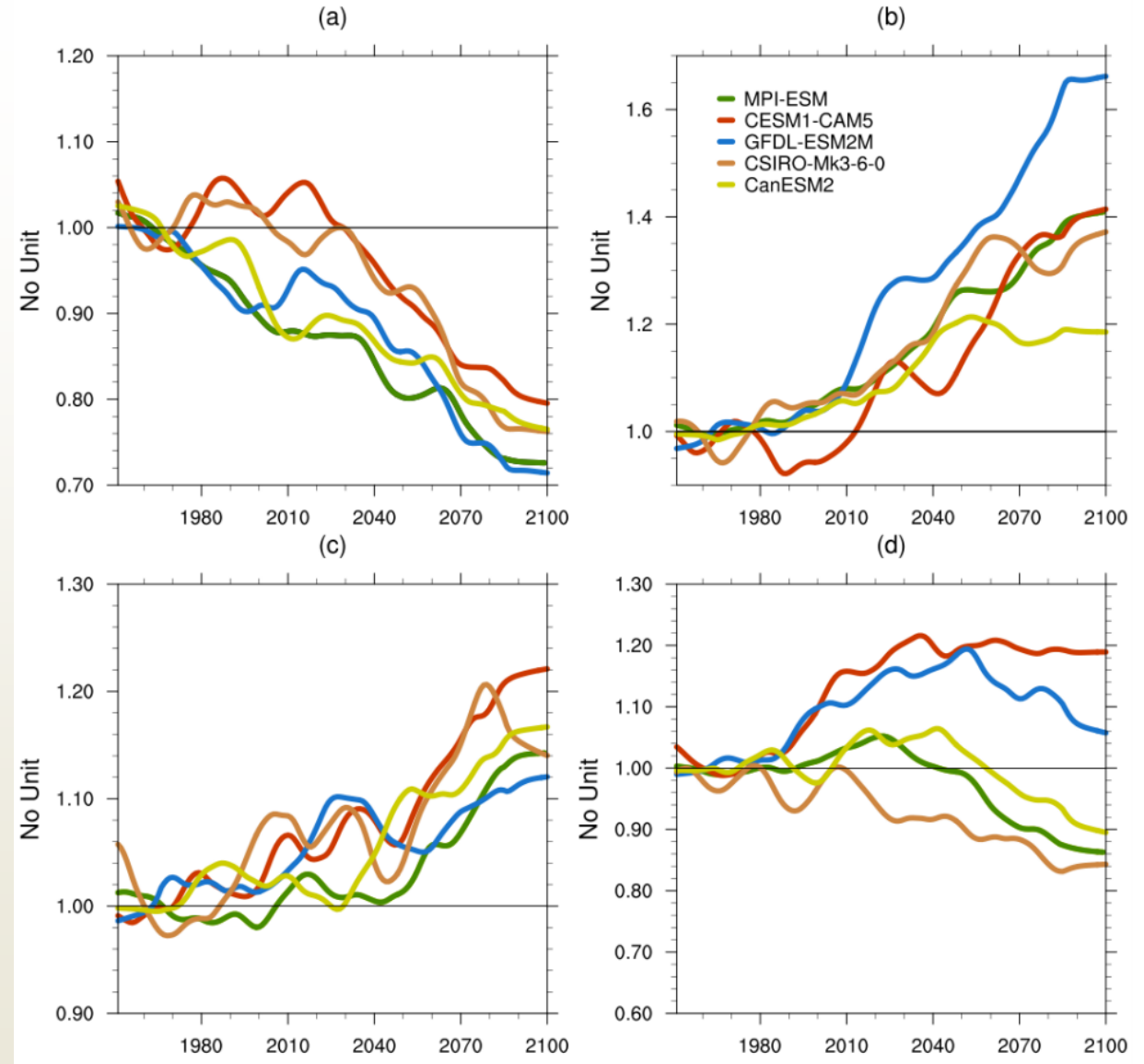
- Phase/amplitude
- Littérature/Interactions d'échelles



Contexte

Changement Climatique:

- Modification de la circulation atmosphérique **basse fréquence** (e.g. interannuelle à multi-décennale) sur la zone Euro-Atlantique =>
- Changements dans la variabilité climatique sur le BV Seine.
- Ex: évolution de la variabilité climatique interannuelle sur le BV Seine à l'horizon 2100 (Boé, 2020)

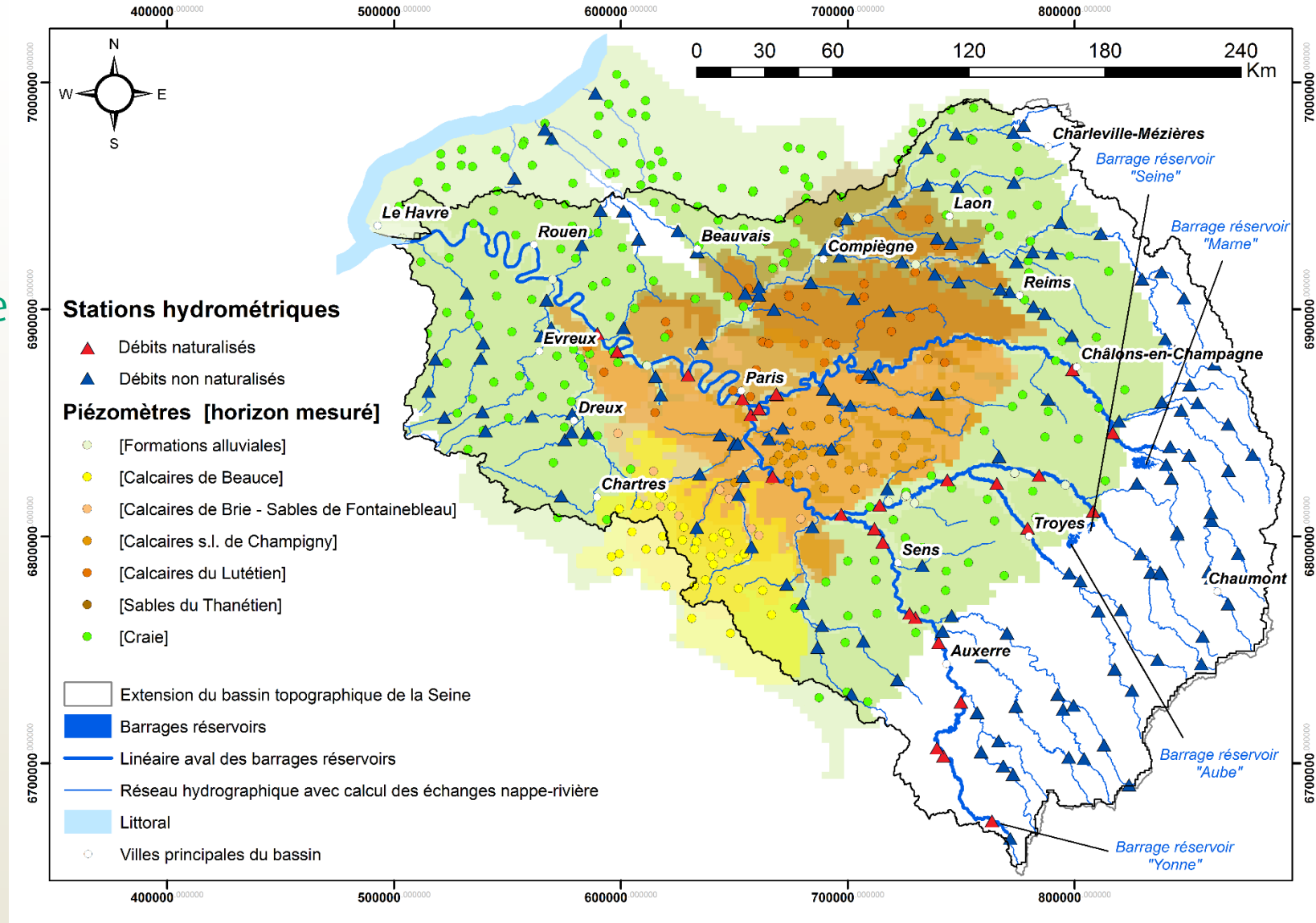


Contexte

BV Seine:

- Hétérogénéité géologique
- Large impact anthropique
 - Utilisation de sols
 - Barrages

(Gallois et al. 2020)



Question scientifique

$$F_{CC}(s, t, \mathbf{x}) + F_{BV}(s, t, \mathbf{x}) + F_{CC}F_{BV}(s, t, \mathbf{x}) = F_Q(s, t, \mathbf{x})$$

La variabilité des débits (F_Q), fonction des échelles de temps s et des coordonnées $\mathbf{x}$ dépend de la variabilité climatique (F_{CC}), des caractéristiques du BV Seine (F_{BV}), et des interactions entre ces deux systèmes ($F_{CC}F_{BV}$).

Si F_{CC} est modifiée $\Rightarrow F_Q$?

Verrous scientifiques: Comment modifier F_{CC} ?

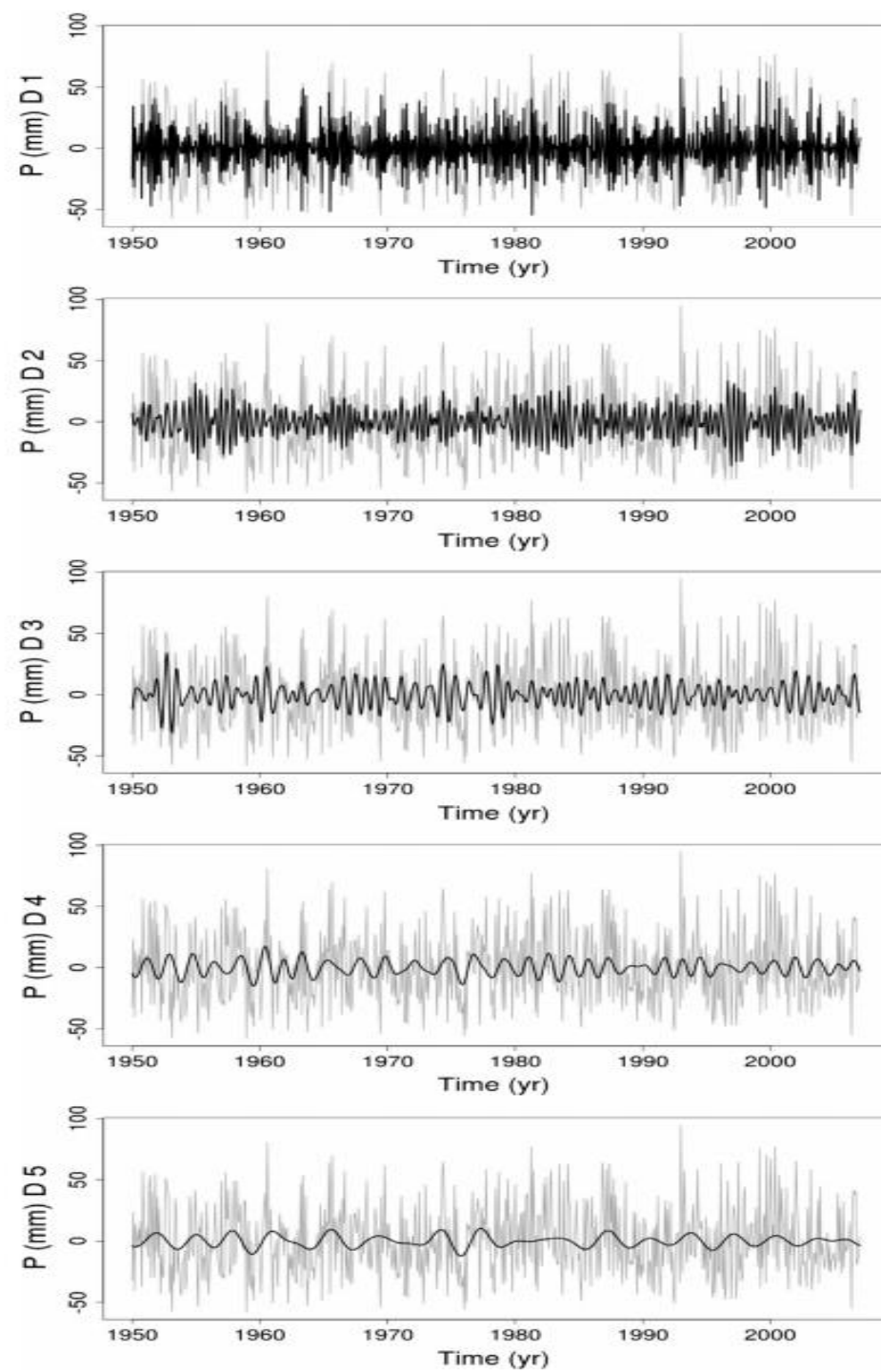
$$F_{CC}(s, t, \mathbf{x}) = \sum F_{CC_i}(s, t, \mathbf{x}) + \prod F_{CC_i}(s, t, \mathbf{x})$$

La variabilité climatique est la somme des divers processus à diverses échelles de temps et localisations **et de leurs interactions**.

=> Dynamique climatique non-linéaire et non-stationnaire.

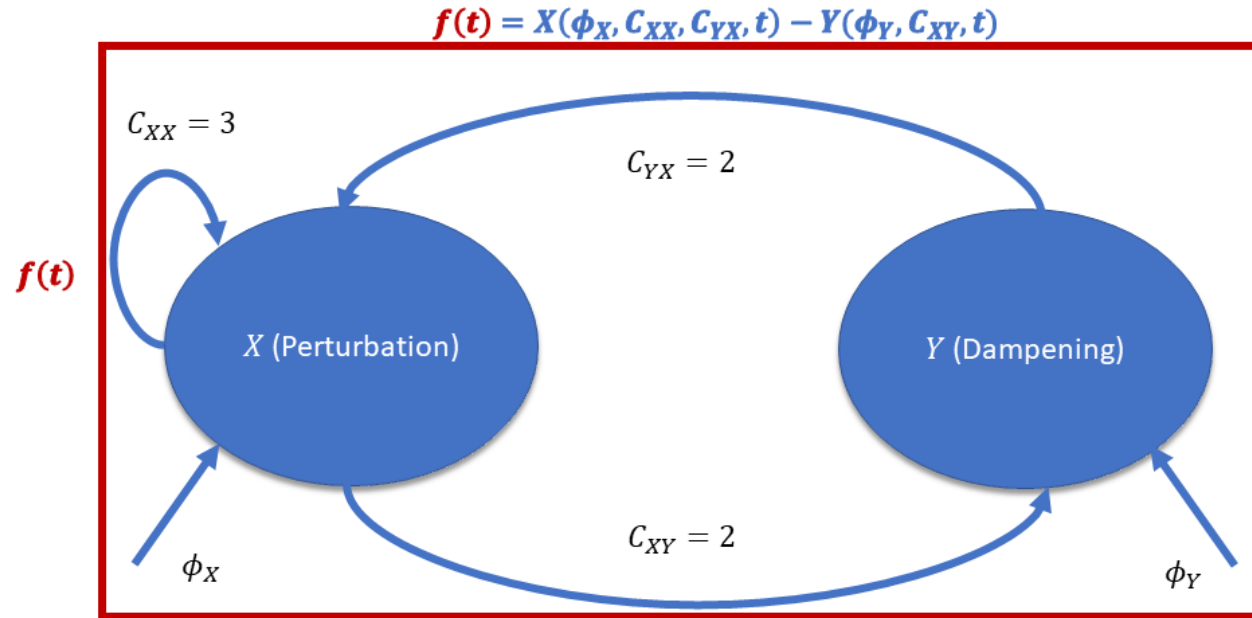
F_{CC} doit être modifiée en tenant compte des diverses échelles de temps auxquelles les processus climatiques s'expriment, mais aussi en tenant compte des interactions entre ces processus

=> Les modifications doivent être faites en fonction du **contenu spectral** de F_{CC}

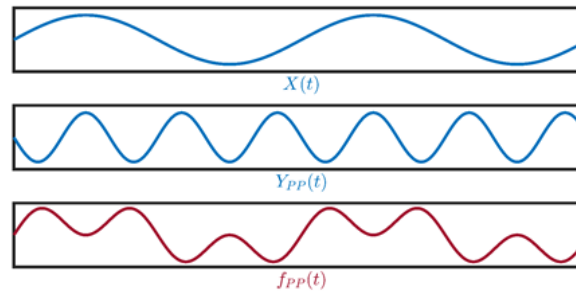


Interactions entre processus: interactions d'échelles

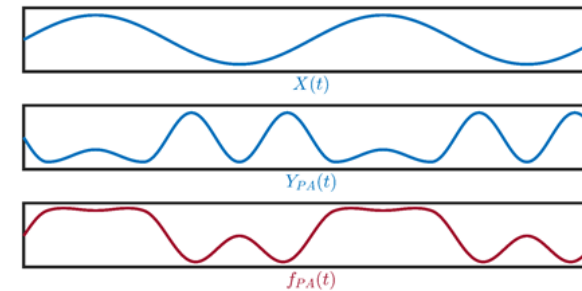
a)



b)



c)



Étapes

Objectif: Dans le BV Seine, analyser la modification de la variabilité des débits F_Q lorsque le contenu spectral de F_{CC} est modifié => Scénarisation climatique des réponses hydrologiques sur le BV Seine

1. Caractériser le contenu spectral

1. Variabilité spatiale du contenu spectral
2. Échelles de temps caractéristiques et non-stationnarité
3. Interactions d'échelles intra et inter F_{CC}

2. Modifier des chroniques F_{CC}

1. Cibler les échelles à modifier
 1. Échelles identifiées dans la littérature comme d'origine climatique Euro-Atlantique ('raw').
 2. Échelles identifiées comme étant en interaction entre elles ('cmi').
2. Modification du contenu spectral:
 1. Modification d'amplitude ('coef').
 2. Modification des phases ('phase').

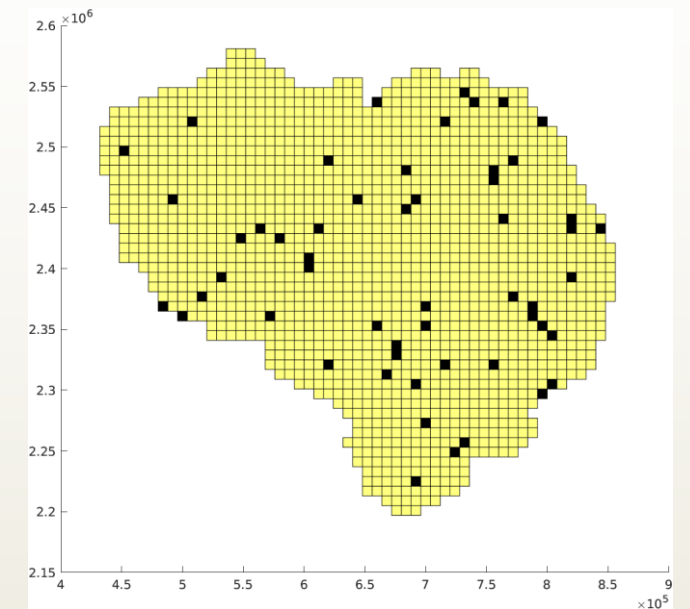
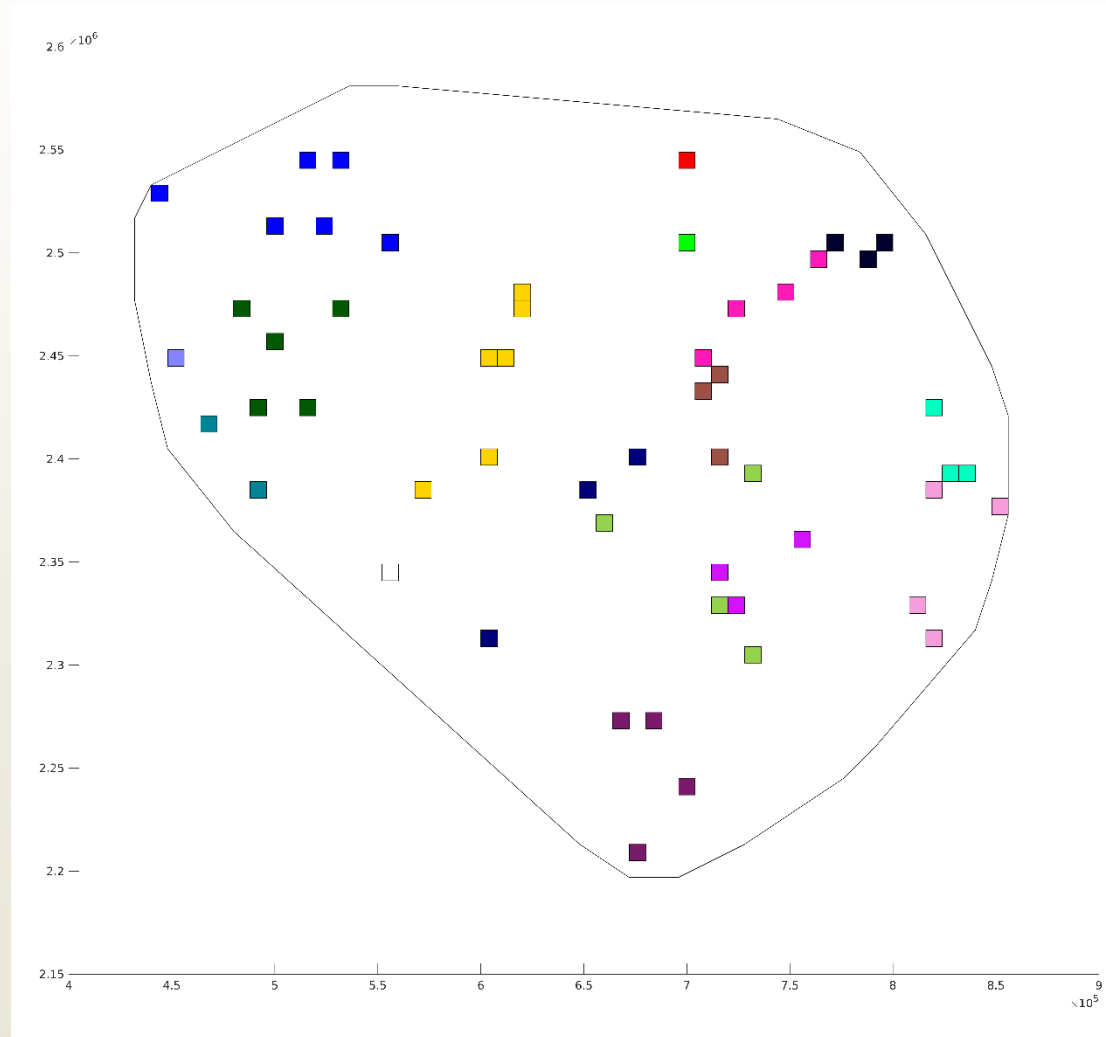
3. Simulation des débits modifié F_Q^* , avec le modèle hydro-hydrogéologique CaWaQS

1. Chaque scénario de modification F_{CC}^* est représenté par un ensemble de modifications 'coef' ou 'phase' des échelles identifiées selon la méthode 'raw' ou 'cmi'.

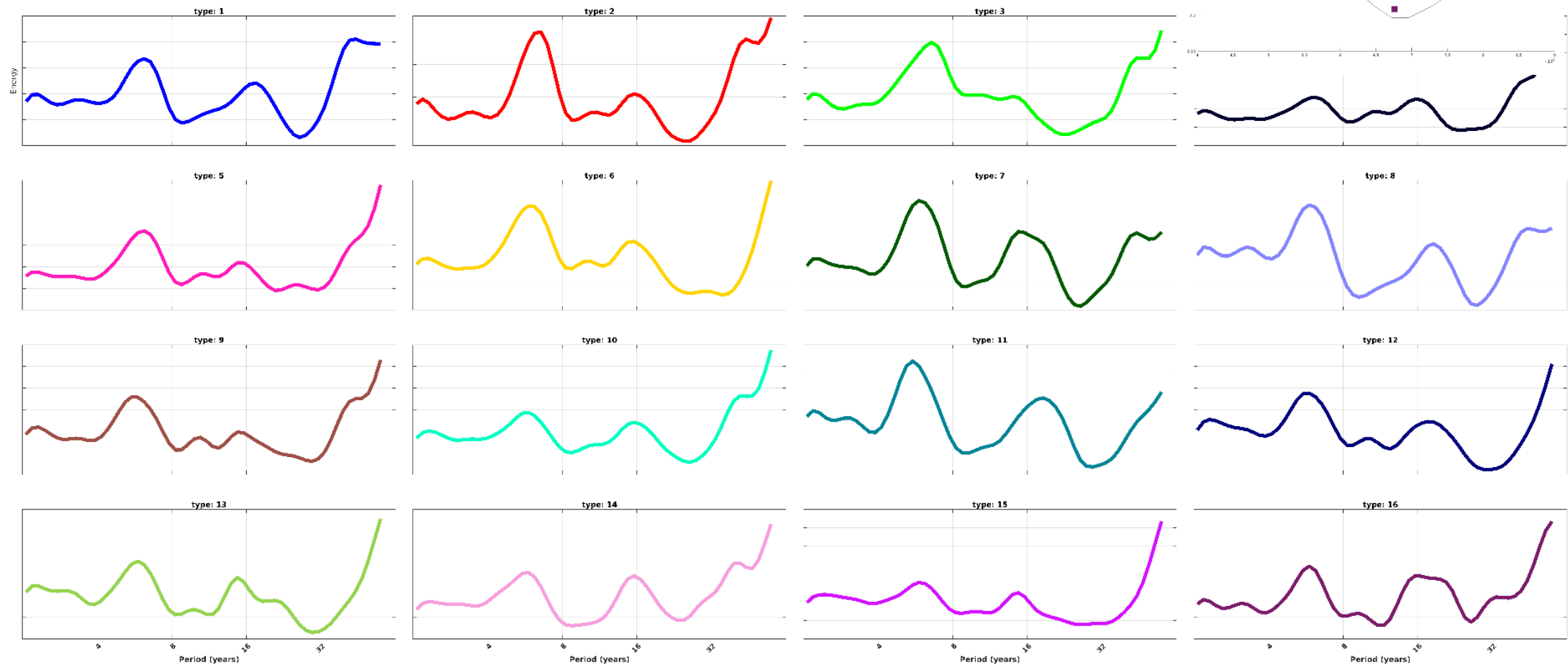
4. Caractérisation du contenu spectral des débits modifiés F_Q^*

5. Régionalisation des caractéristiques des sous-BV de la Seine F_{BV_i} en fonction de leur réponse hydrologique

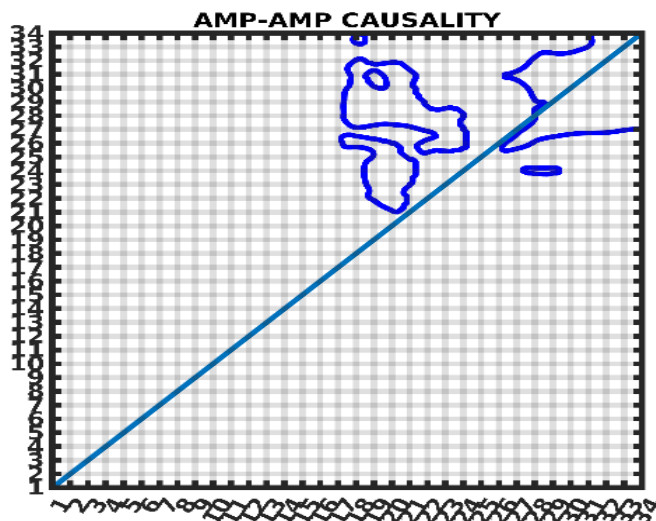
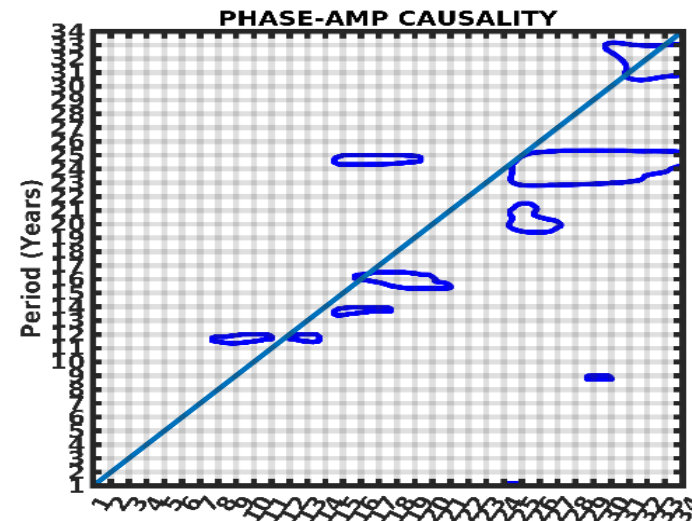
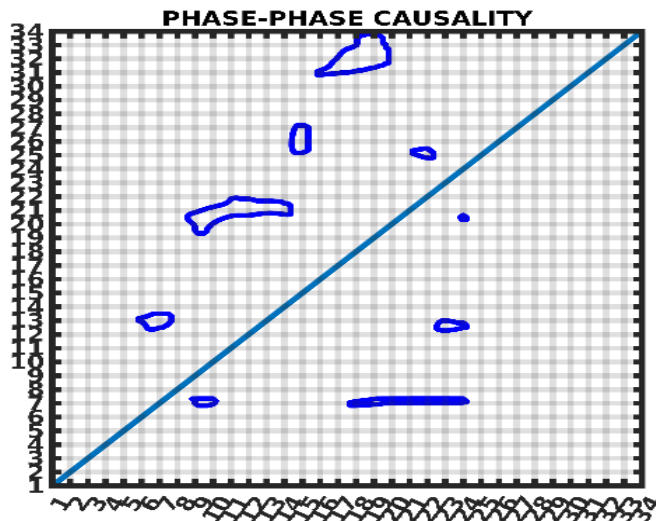
Variabilité spatiale du contenu spectral



Échelles de temps caractéristiques



Interactions d'échelles intra F_{CC_i} : Précipitations



Modification des chroniques de précipitation

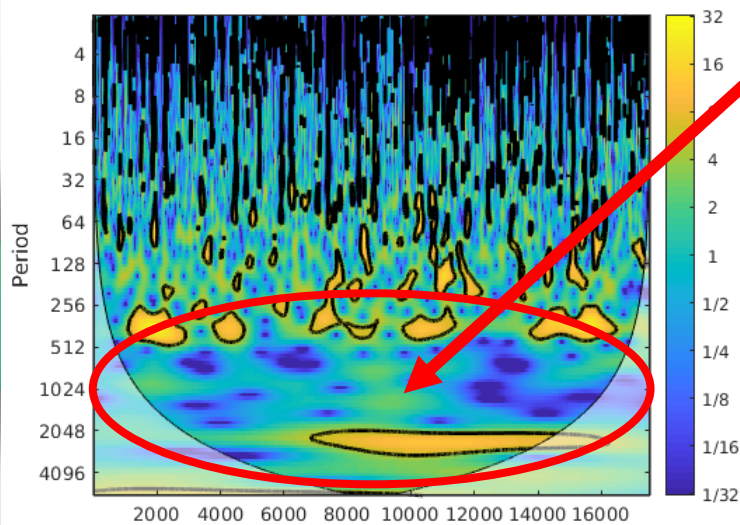
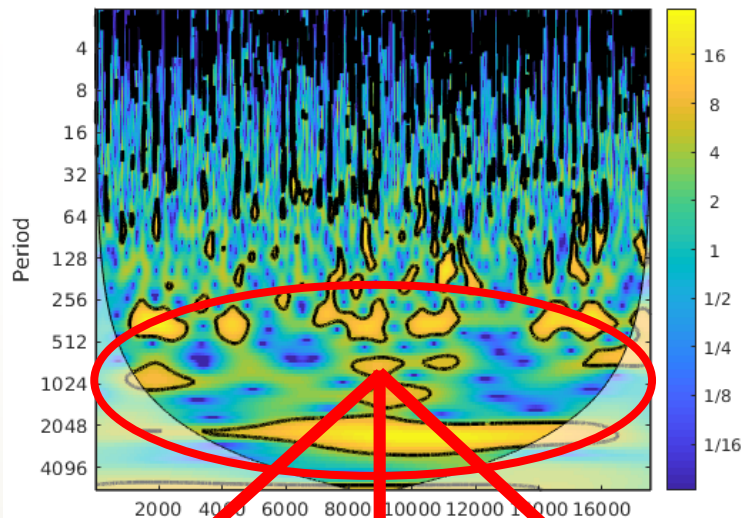
Échelles ciblées par la littérature:

- Annuel, 2-4 ans, 5-8 ans, 11-17 ans et 22 ans
- Modifications:
 - Amplitude: 150, 125, 75, 50 et 0% de la valeur observée
 - Phase: décalage de -1, -0,5, 0,5 et 1 pas de temps à l'échelle observée

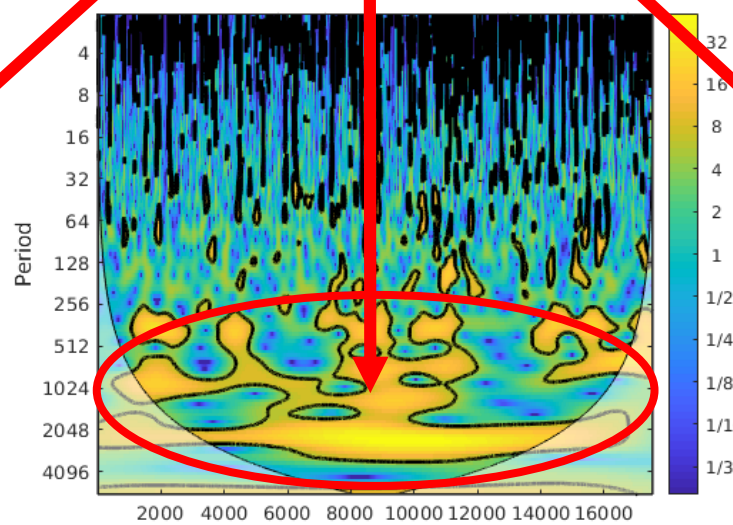
Échelles détectées comme étant en interaction:

- Modification:
 - Interactions phase-phase: Décalage de la phase de l'échelle modulée.
 - Interactions phase-amplitude: Modification de l'amplitude basée sur la moyenne conditionnelle de l'échelle modulée.

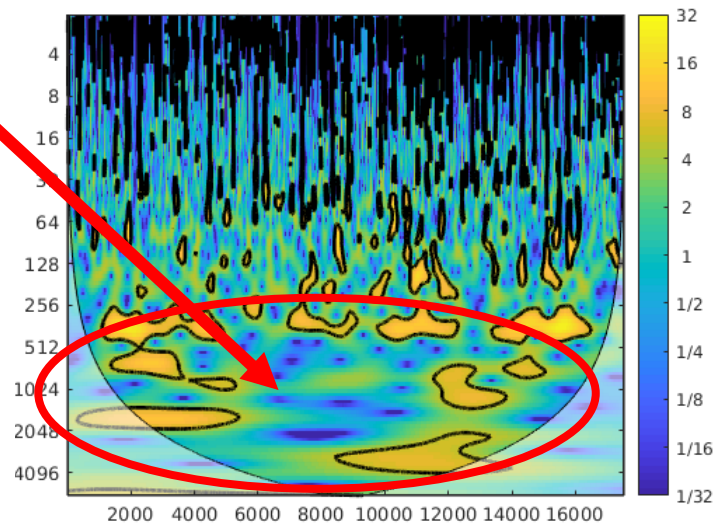
Modification Litt.



0,5Amp



1,5Amp



$t - \tau(s)$