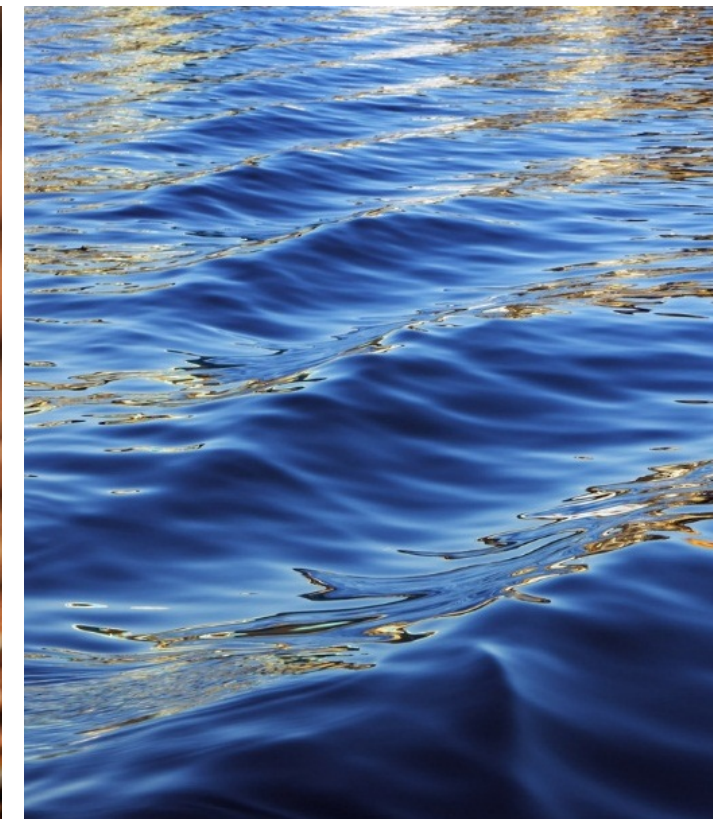




LES DONNÉES HYDROLOGIQUES ASSOCIÉES AU SUIVI DE LA QUALITÉ DES COURS D'EAU

Le contexte hydrologique pour interpréter les observations de la qualité des cours d'eau en fonction des conditions hydro-climatologiques dans le bassin Rhin-Meuse



Céline Conan (Agence de l'eau Rhin-Meuse)

Gilles Drogue, Wiem Ben Khediri, Didier François (Université de Lorraine / LOTERR)

Philippe Battaglia, Philippe Birchen, Jean-Pierre Wagner (DREAL Lorraine)

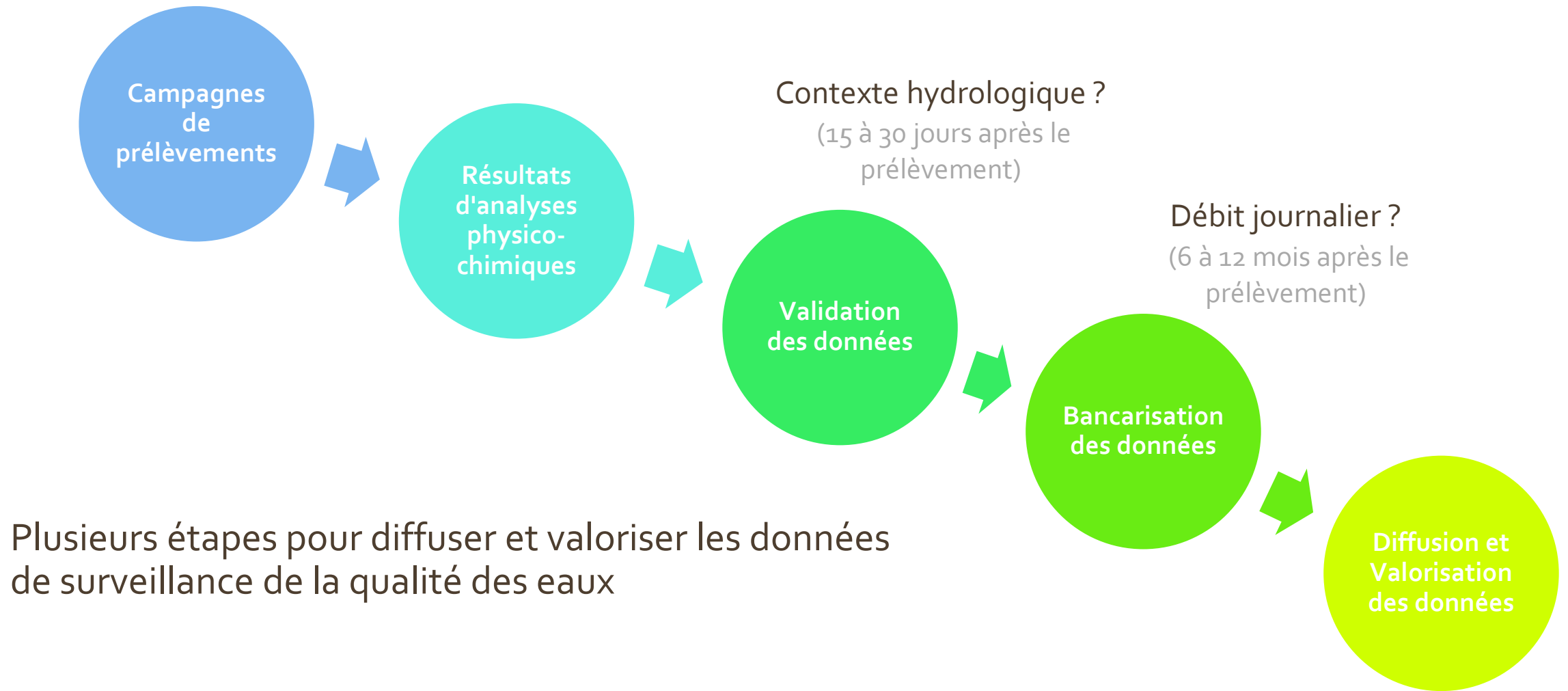
Mars 2015

Contexte

L'agence de l'eau est en charge de la **surveillance de la qualité des eaux** dans le contexte des réseaux de surveillance imposés par la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE.

Les campagnes de prélèvements, les résultats d'analyses physico-chimiques, leur bancarisation, leur validation et leur valorisation sont sous maîtrise d'ouvrage agence.

La surveillance de la qualité des eaux



Deux besoins

- **À court terme** (délai de 15 à 30 jours suivant le prélèvement d'eau)

la connaissance du **débit instantané** et de la **tendance hydrologique** qui le précède est primordiale pour interpréter les observations en fonction des conditions hydro-climatologiques (phase de montée de crue, de décrue ou de tarissement) et permettre ainsi d'expliquer et dans certains cas de valider (ou non) une valeur de concentration mesurée

- **À moyen terme** (6 à 12 mois après le prélèvement),

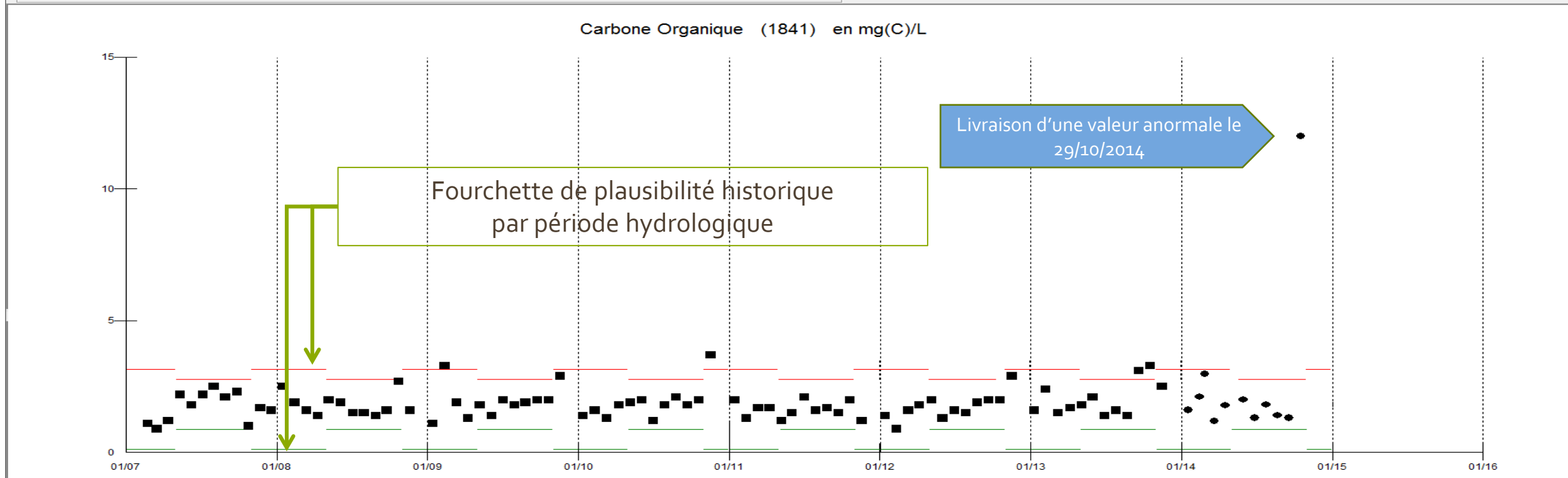
la connaissance du **débit journalier** correspondant aux mesures de concentration validées est nécessaire pour pouvoir calculer les flux de polluants au niveau de chacun des cours d'eau surveillés et de mieux caractériser les tendances éventuelles en matière de qualité des eaux courantes

Exemple de besoin d'expertise à court terme

Critères		Type : <input type="text" value="Phys-chim-µbio-µp QSUP"/>		Réseau de mesure : <input type="text" value=""/>	17/10/2014 12 mg(C)/L CODVAL = N CODREM = 1 CODVALSC = 1
Domaine	<input type="radio"/> Eaux souterraines <input checked="" type="radio"/> Eaux superficielles	Station : <input type="text" value="02005700 LA DOLLER À REININGUE"/>			
Année début : <input type="text" value="2000"/>		Point : <input type="text" value="QSUP - Mesures phy-chi-mbio (3) dans la DOLLER à REININGUE (25388)"/>			
Année fin : <input type="text" value="2015"/>		Paramètre			
<input checked="" type="checkbox"/> Rafraîchir le graphique ?		Paramètre : <input type="text" value="Carbone Organique (1841)"/>	<input type="checkbox"/> Saisie du code Sandre		
		Support : <input type="text" value="Eau"/>	Fraction analysée : <input type="text" value="Eau brute"/>		
				Taille des symboles : <input type="text" value="+"/> <input type="text" value="-"/>	Imprimer

Date prélèvement : 17/10/2014
Valeur : 12 mg(C)/L
Statut : Non validée

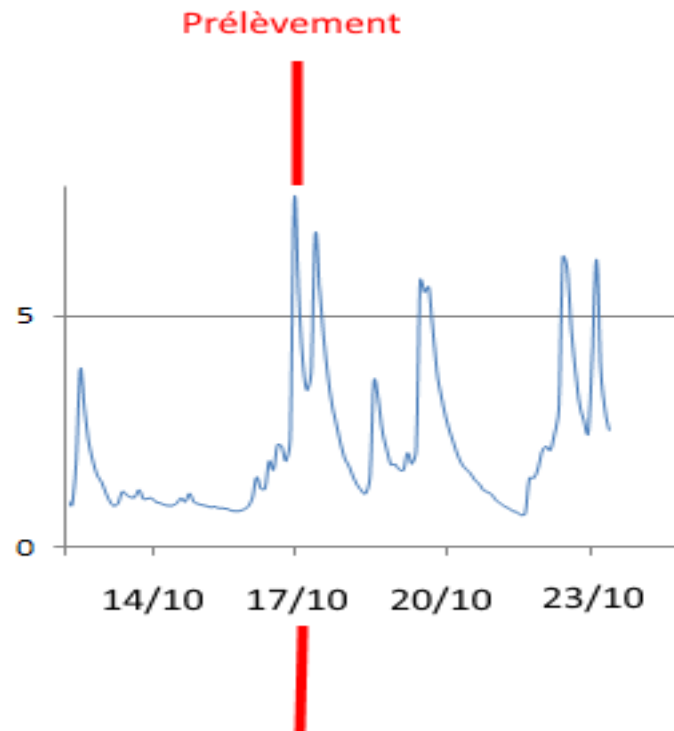
Examen expert demandé



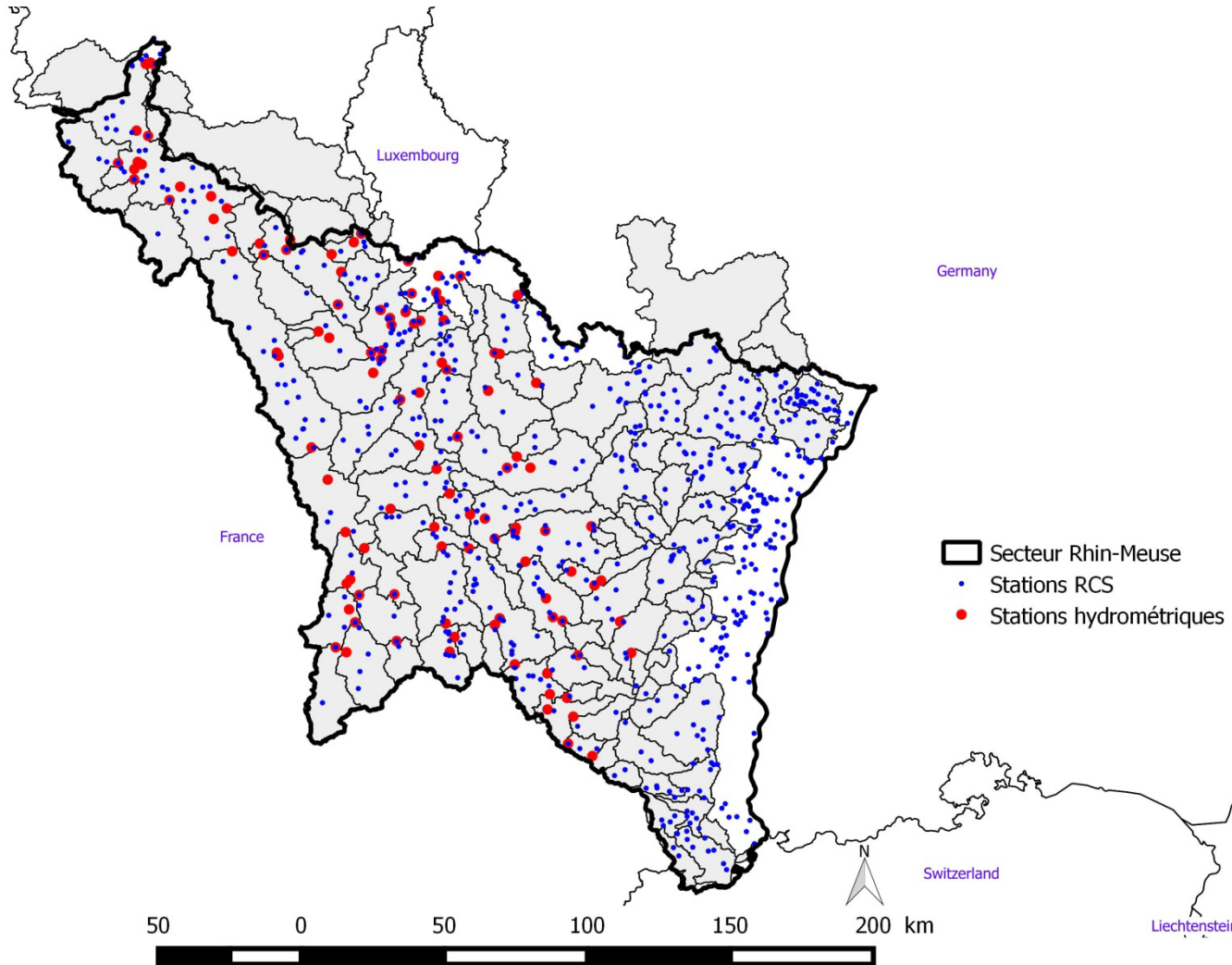
Exemple de besoin d'expertise à court terme

Expertise :

- Examen de cohérence avec les autres analyses réalisées sur le prélèvement
- Examen (si possible) de la cohérence amont-aval
- Examen des conditions de prélèvement
- Recherche de causes accidentelles
- Examen de la situation hydrologique



Réseaux de mesures du bassin Rhin-Meuse (surveillance et hydrométrie opérationnelle Moselle-Meuse)



Les stations de surveillance de la qualité des eaux de surface et les stations hydrométriques ne sont pas toujours concordantes



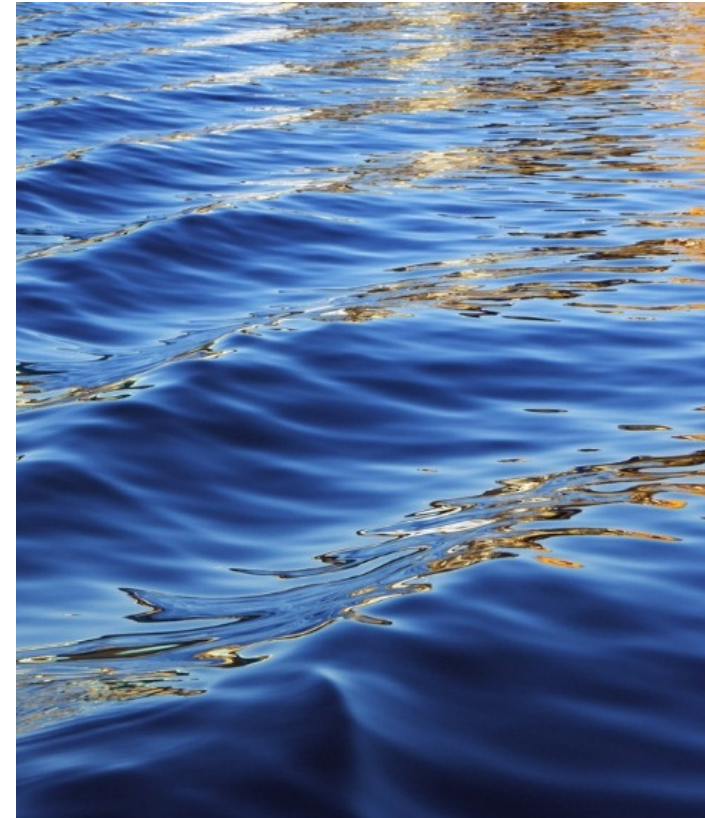
Reconstitution de l'information hydrologique

*sources : BAREME/SIERM/BHYDRO



La reconstitution des hydrogrammes journaliers à moyen terme

Action R&D confiée au LOTERR (Université de Lorraine)



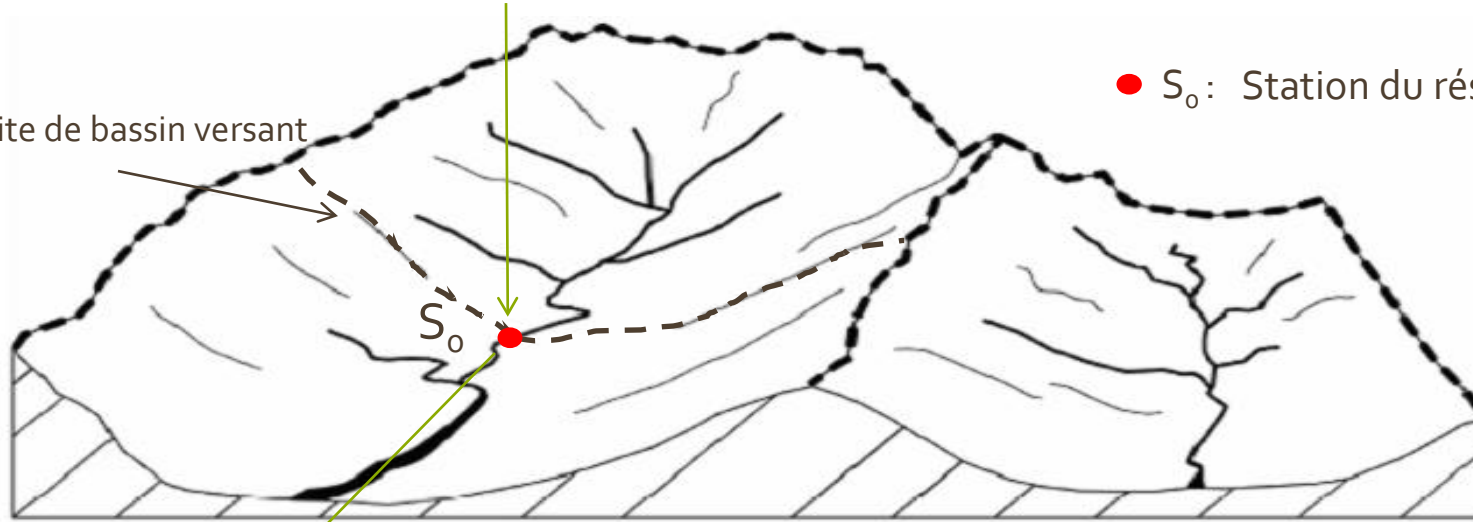
Objectifs du projet de recherche

NC

Entrée : Développement et application d'un Noyau de Calcul (NC) au point-cible

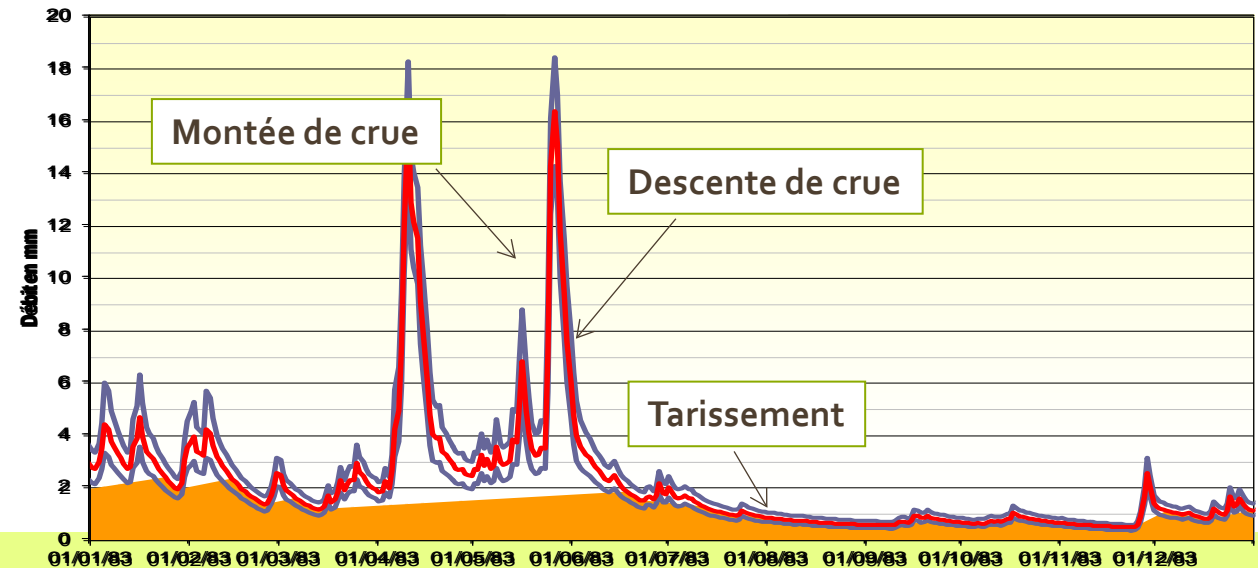
Limite de bassin versant

• S_0 : Station du réseau de surveillance



Sorties :

- Chronique de débit moyen journalier reconstituée (hydrogramme)
- Marge d'erreur
- Phases hydrologiques

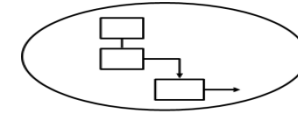


Méthodologie

Définition d'un réseau de mesure



Définition d'une stratégie de reconstitution



Définition d'un patrimoine de données



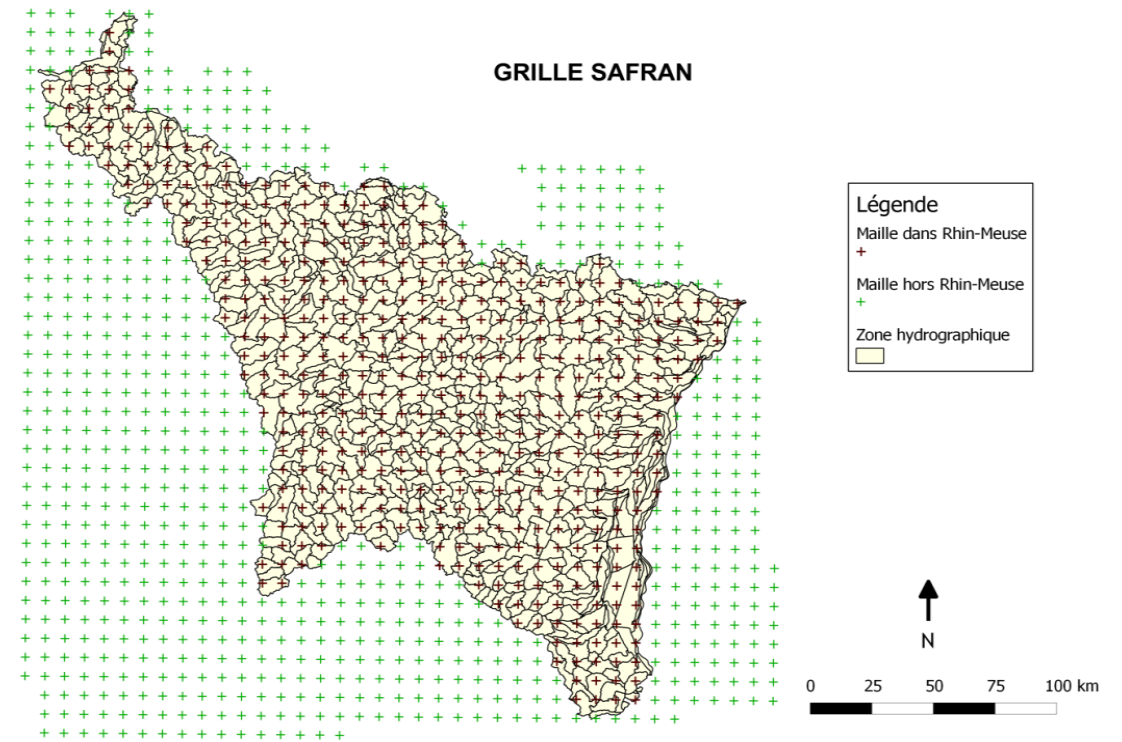
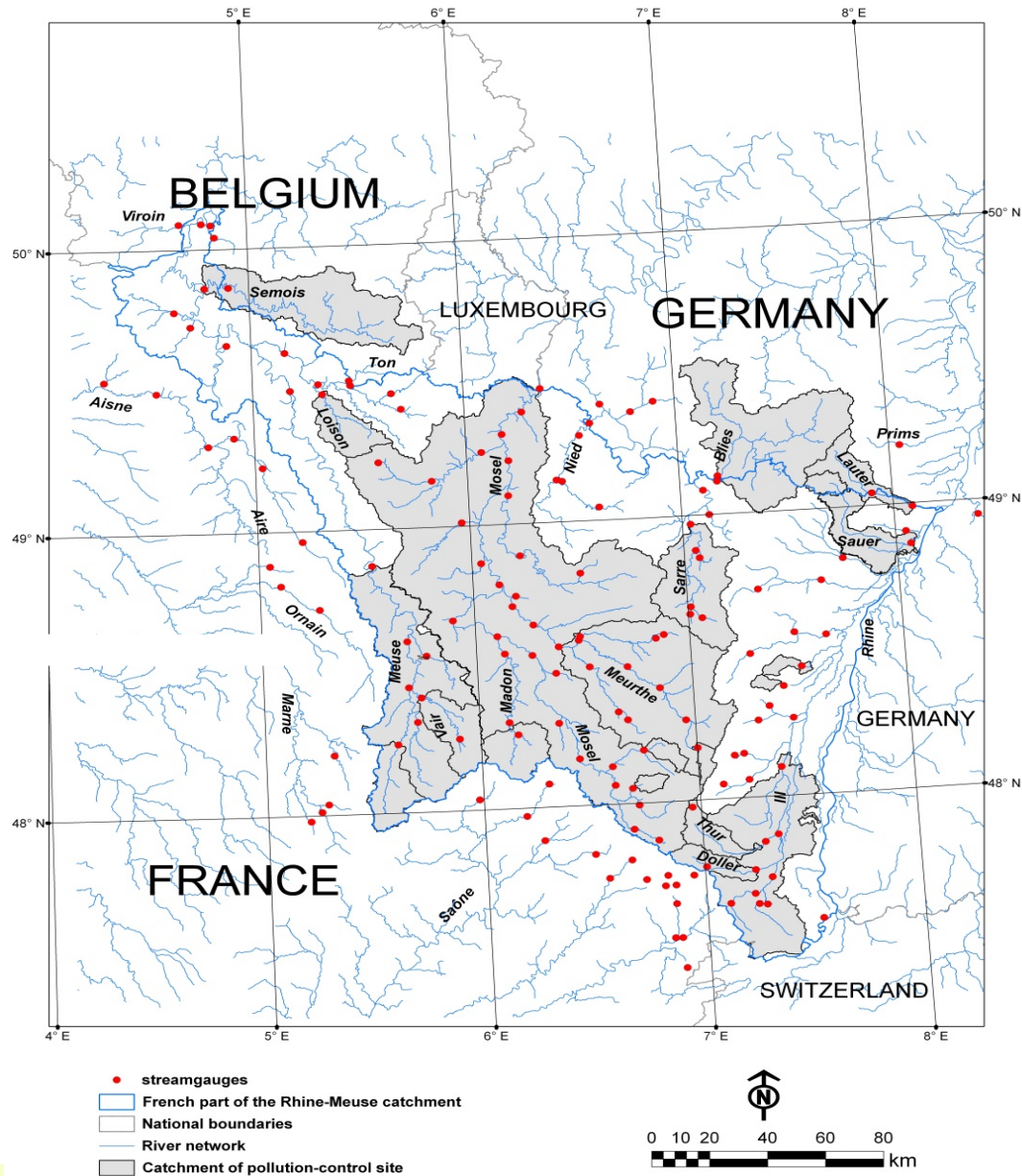
Définition d'une stratégie d'évaluation



Limites et recommandations



Echantillon de bassins (période 1990-2009)



- 78 sites RCS \cap hydrométrie ponctuelle*
- 21 sites RCS \cap hydrométrie continue*
- 149 stations hydrométriques non ou peu influencées (≈ 270 km²/station hydro.)
- Grilles SAFRAN (Météo-France)

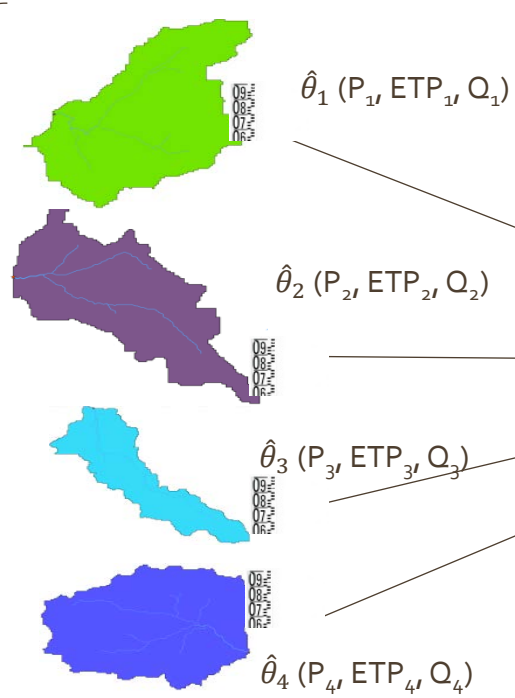
*sources : BAREME/SIERM/BHYDRO

Quelle stratégie de reconstitution des hydrogrammes journaliers ?

Modélisation
hydrologique
(empirique globale)

Bassins « donneurs »

Information régionale



Transfert
de paramètres

$$\hat{Q}_{k,j} = f(\theta_i, f_k)$$

(Information
hydro-météo.
locale)

$$f_k(P_k, ETP_k)$$

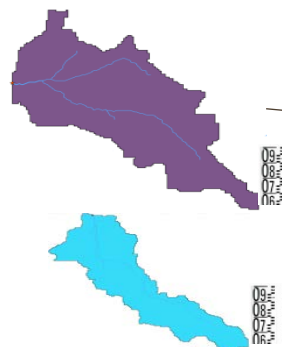
Bassin « receveur » k



Transfert
de l'erreur liée au modèle

Information régionale

Bassins « donneurs »



Transfert
d'hydrogrammes

$$\hat{Q}_{k,j} = f(Q_{i,j})$$

(Information
hydrométrique
locale)

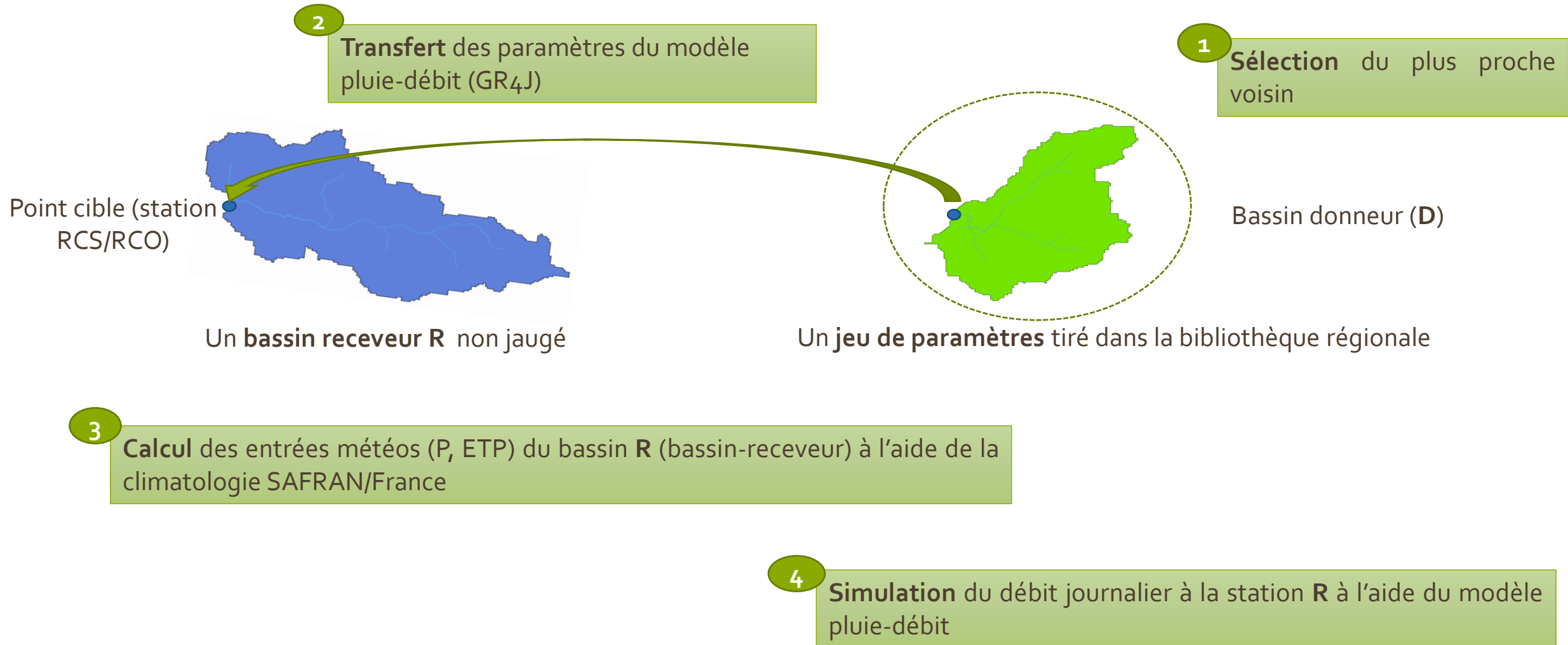


Bassin « receveur » k



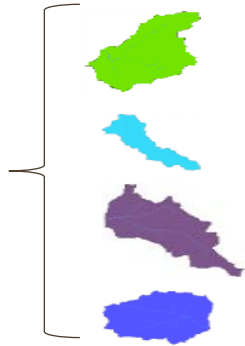
Transfert
de l'erreur liée au forçage météo

La méthode de régionalisation par voisinage géographique (1)



La méthode de régionalisation par voisinage géographique (2)

Avec **quatre** bassins-donneurs (configuration optimale)



1

Choix des 4 voisins les plus proches (distance entre centroïdes de bassin)

2

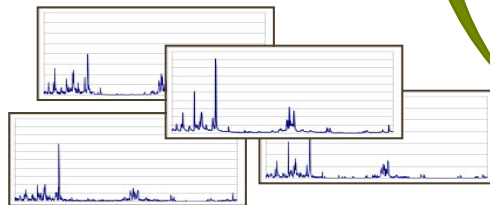
Transfert des paramètres du modèle sur le bassin-receveur **R**

3

Calcul des entrées climatique (P, ETP) du bassin receveur

4

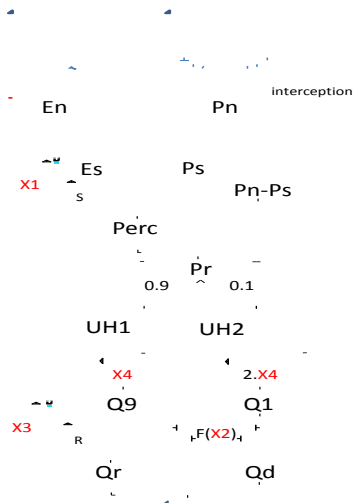
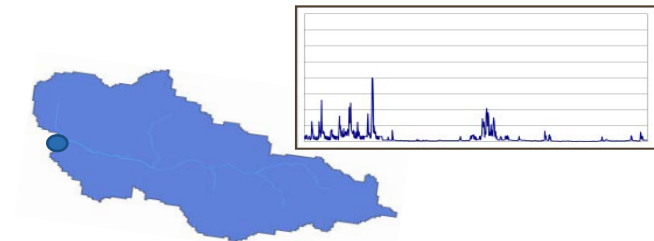
Simulation des 4 chroniques de débits journaliers à l'aide du modèle pluie-débit



5

L'hydrogramme à la station du bassin **R** est égale à la **moyenne** des quatre hydrogrammes simulés

Point-cible



Diagnostic sur la reconstitution des hydrogrammes journaliers par simulation pluie-débit (avec ou sans hydrométrie ponctuelle)

- La connaissance quantitative du débit en rivière même très réduite (seulement quelques débits ponctuels de crue), s'avère **très informative** pour la reconstitution des chroniques de débits journaliers par simulation pluie-débit
- C'est moins le cas pour les phases hydrologiques (difficulté à reconstituer la durée des phases de montée de crue)
- Grâce à la haute densité du réseau de mesure hydrologique les méthodes de reconstitution atteignent un niveau de performance proche de l'optimal **avec seulement 4 bassins donneurs**
- Le suivi hydrométrique des cours d'eau **devrait davantage refléter « l'hydro-diversité »** des bassins versants (idée : jauger les bassins atypiques)
- Aux stations des Réseaux de Contrôle de Surveillance : nécessité de définir **une stratégie de mesure quantitative de l'écoulement** (e.g. implantation de **stations de jaugeages volantes** afin de disposer de quelques mois de chroniques de débits auto-corrélés)

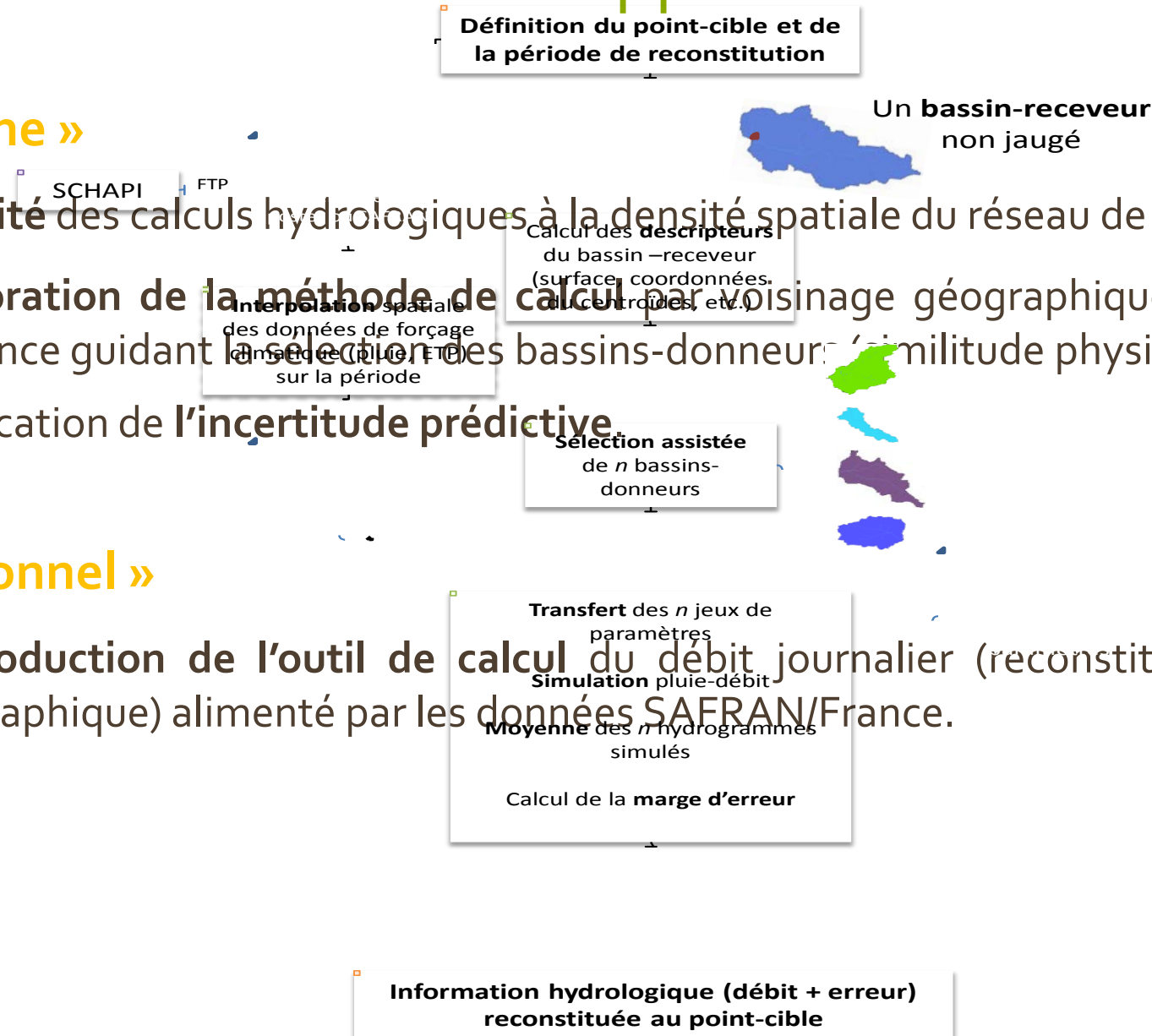
Le projet en cours de développement : DEPHY phase 2

Volet « recherche »

- ✓ **Axe 1 : Sensibilité** des calculs hydrologiques à la densité spatiale du réseau de mesure météorologique.
- ✓ **Axe 2 : Amélioration de la méthode de calcul** par voisinage géographique par la construction d'un indice de confiance guidant la sélection des bassins-donneur (similitude physique et proximité spatiale).
- ✓ **Axe 3 : Quantification de l'incertitude prédictive**

Volet « opérationnel »

- ✓ **L'entrée en production de l'outil de calcul du débit journalier** (reconstitution par la méthode du voisinage géographique) alimenté par les données SAFRAN/France.



Publications scientifiques



Hydrométrie 2013

Mesures et incertitudes

35^e journées de l'hydraulique

Paris, 15-16 mai 2013

Centre de recherche ESTP

28 avenue du Président Wilson 94234 CACHAN

<http://www.shf-hydro.org/149-1-manifestations-16.html>



Plasse J., Droque G., François D., Battaglia P., Conan C., 2014. Apport des jaugeages ponctuels à la reconstitution des chroniques de débits moyens journaliers par simulation pluie-débit : l'exemple du bassin Rhin-Meuse. 10 p. ***La Houille Blanche-Revue Internationale de l'Eau***, (1), 45-52.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/lhb/2014007>



Droque G., Plasse J., 2014. How can a few streamflow measurements help to predict daily hydrographs at almost ungauged sites?

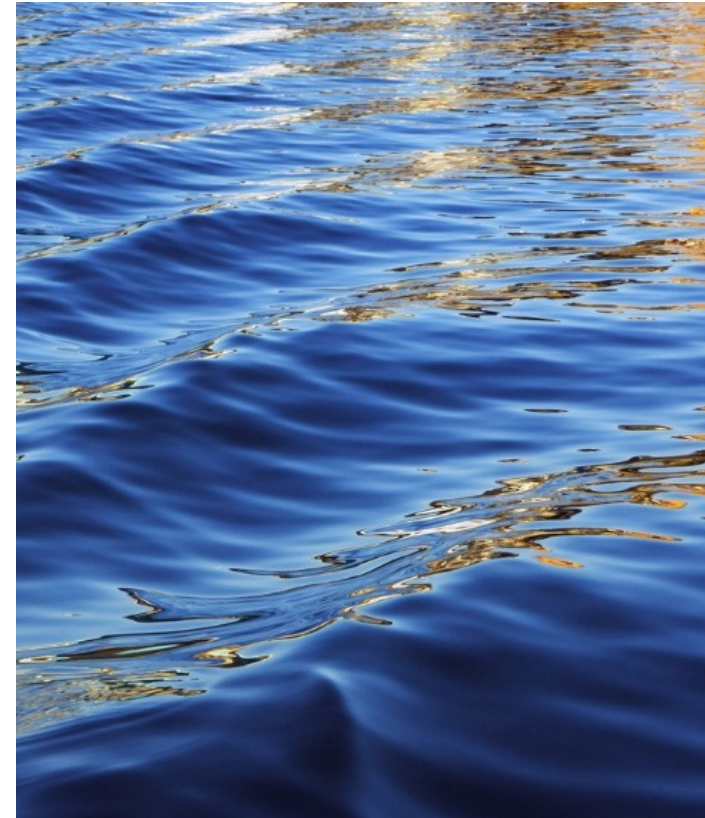
Hydrological Sciences Journal 59, 12.

DOI : <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2013.86503>



La reconstitution des hydrogrammes journaliers à court terme

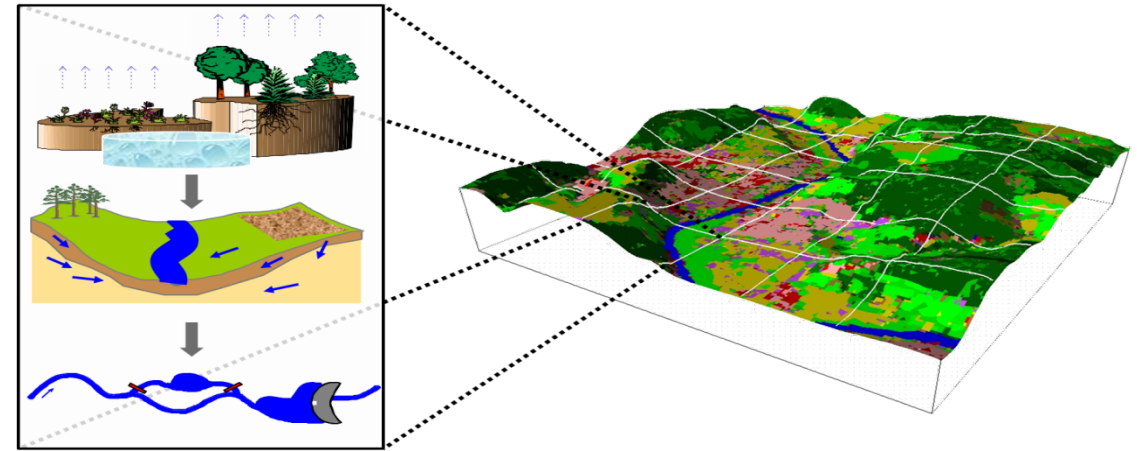
Un lien avec LARSIM



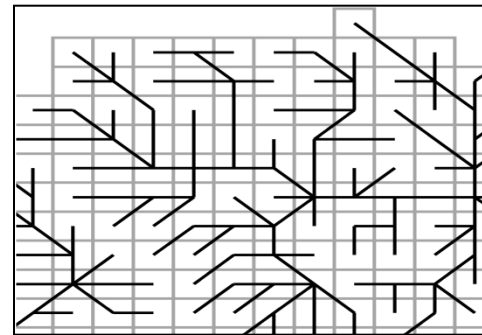
L'utilisation du modèle LARSIM

Le modèle LARSIM à pas de temps horaire utilisé pour la prévision des crues sur la partie française du bassin du Rhin et bientôt de la Meuse

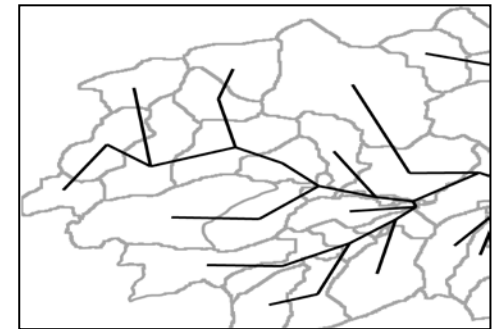
→ fournir des **débits instantanés** et **hydrogrammes** précédant la date du prélèvement



Test de faisabilité réalisé par le SPC Meuse-Moselle sur quelques points de sorties supplémentaires sur des cours d'eau du bassin versant du Madon (mai-juin 2014)



Maille carrée
(Moselle et Sarre)



Bassin versant
(Affluents du Rhin et Meuse)

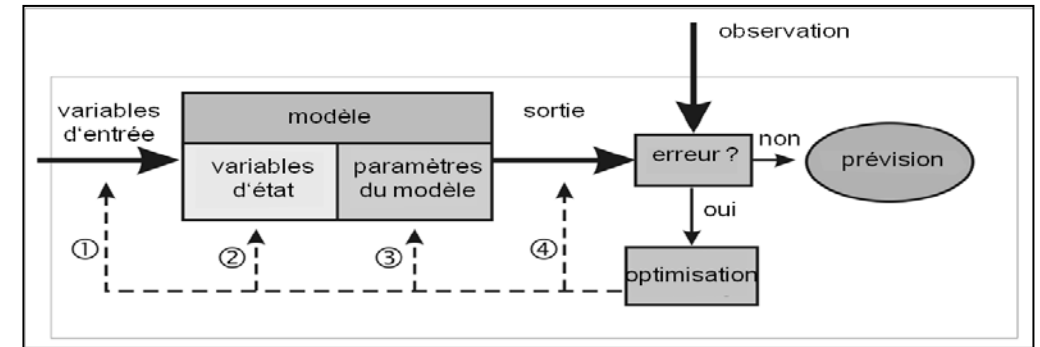
Bilan du test de faisabilité réalisé

- L'utilisation des résultats de calculs faits en automatique pour la prévision des crues ne garantit pas une qualité optimale dans la reconstitution des débits aux points non jaugés

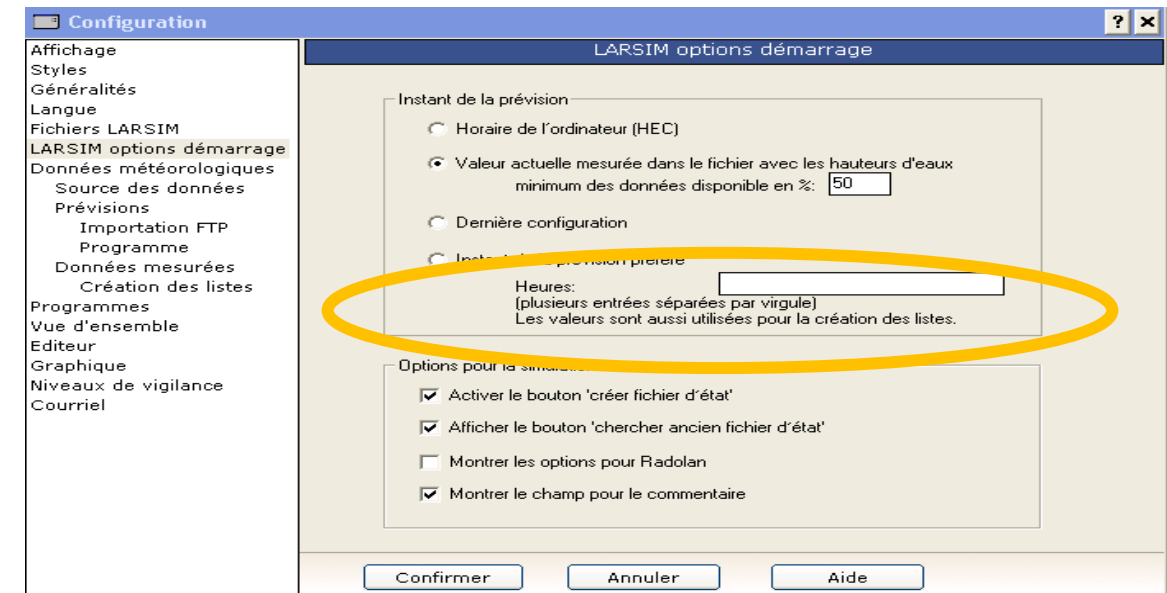
→ Besoin de **pouvoir rejouer les simulations avec 5 jours de données mesurées** précédant la date du prélèvement physico-chimique (cf. processus d'assimilation et procédure ARIMA)

- Difficulté rencontrée : en mode opérationnel pour la prévision des crues, il n'est possible de modifier dans le script de commande que l'heure du début de prévision et pas la date de début de calcul

→ Besoin de pouvoir automatiser des rejoues en modifiant les paramètres de la **date de début de calcul**

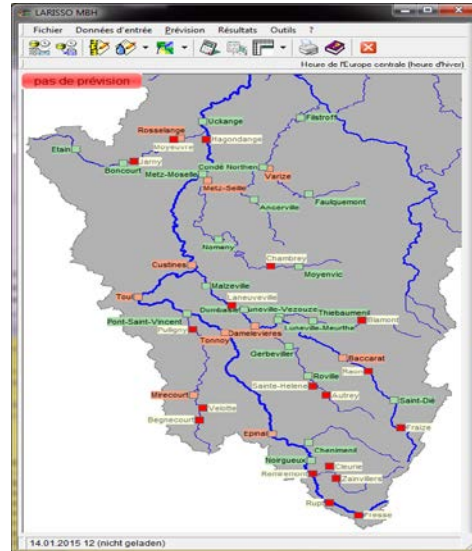


- 1 : Correction des données d'entrée (LARSIM : apports spécifiques)
- 2 : Correction de l'état du système (LARSIM : contenu des réservoirs)
- 3 : Correction des paramètres
- 4 : Correction des résultats (LARSIM : correction ARIMA)

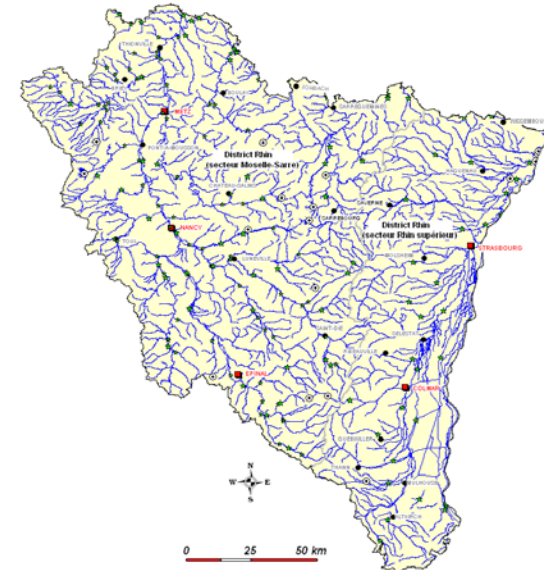


Autre besoin à satisfaire

→ Localisation et nombre des points de sortie du modèle à adapter pour correspondre aux stations de suivi de la qualité



Points de sortie prévision
des crues Moselle



Stations du réseau de contrôle de
surveillance de la DCE

Une fois ces difficultés techniques résolues, les résultats de simulations de LARSSIM pourraient être envoyés à l'agence de l'eau via un transfert automatique quotidien et permanent sur un serveur ftp