

# Présentation de la méthode SHYPRE

La méthode SHYPRE, développée par l'IRSTEA centre d'Aix-en-Provence, associe

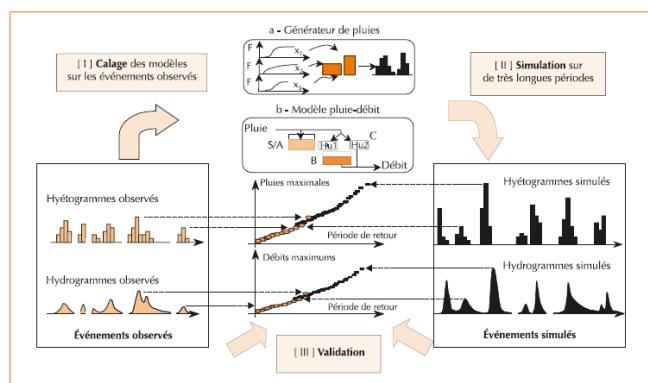
- un générateur stochastique de pluies horaires,
- une transformation de la pluie en débit.

Ces techniques de simulation permettent de générer de très longues chroniques de pluies horaires (de 100 000 années, par exemple) et d'hydrogrammes de crue.

Un simple classement des pluies et des débits simulés permet alors de tracer les distributions de fréquence « empiriques » des pluies et des débits de différentes durées (jusqu'à 72h) et d'en déduire les quantiles pour une large gamme de période de retour (de 2 à 10 000 ans).

Une version infra-horaire permet d'obtenir également les quantiles pour les durées 5 minutes à 60 minutes par désagrégation des pluies horaires.

Une version « barrage » permet le laminage des hydrogrammes simulés dans un barrage (à partir des lois cote-débit et cote-volume de celui-ci) et d'obtenir la distribution de fréquence des cotes de l'eau dans la retenue jusqu'à la période de retour de 100 000ans.



**Principe de la méthode SHYPRE**

SHYPRE travaille suivant deux saisons, l'été (mois de juin à novembre) et l'hiver (mois de décembre à mai), ou suivant deux typologies d'événements.

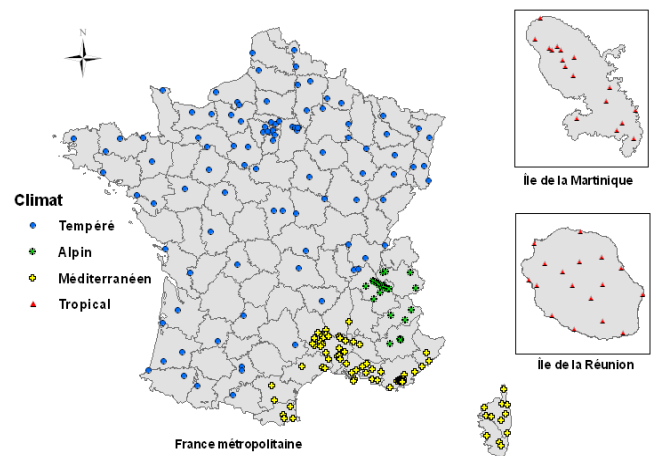
## Le modèle de génération stochastique des pluies horaires

Le modèle de génération de la pluie s'appuie sur une description géométrique du signal temporel de pluie. La génération du signal temporel de pluie est réalisée en deux étapes :

**La première étape** est l'étude descriptive du phénomène. Elle est basée sur l'analyse de la structure temporelle interne des événements pluvieux observés au pas de temps horaire. Un événement pluvieux est défini comme une succession de pluies journalières supérieures à 4 mm et dont au moins une est supérieure à 20 mm. Huit variables, identifiées par leur loi de probabilité, sont utilisées pour décrire le signal.

**La seconde étape** consiste alors en la génération des hyétoigrammes horaires à partir des variables descriptives qui sont générées, de manière indépendante, par tirage aléatoire dans leur loi de probabilité suivant une méthode de Monté-Carlo. La dépendance entre certaines variables a été mise en évidence et modélisée. De multiples scénarios de pluies horaires générées sur de très longues périodes de simulation sont ainsi obtenus.

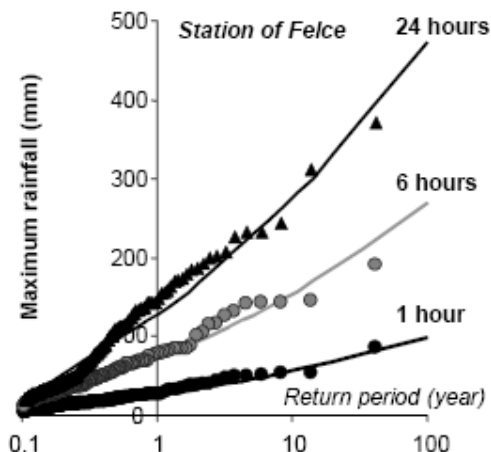
Le calage du modèle a été réalisé sur 250 postes horaires de référence localisés en France métropolitaine (217), sur l'île de la Réunion et en Martinique (33 postes tropicaux).



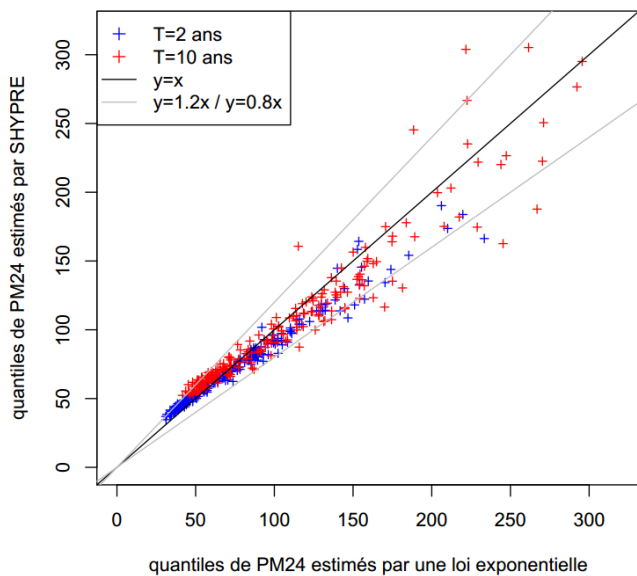
**Localisation des postes pluviographiques étudiés**

Cette analyse a montré que le modèle est applicable en tout point du territoire métropolitain français et des îles de la Réunion et de la Martinique. La pertinence de sa paramétrisation permet de travailler sur une gamme de pluviométrie extrêmement variée.

On dispose ainsi d'un outil intéressant par sa robustesse et ses performances.



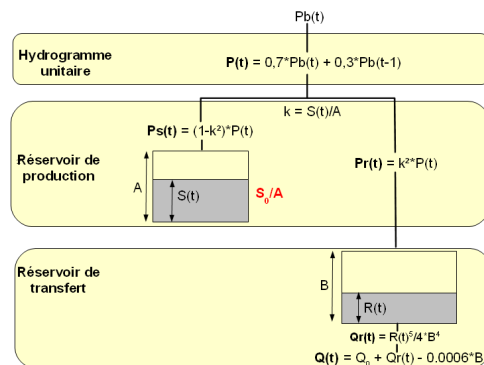
Distributions de fréquence des pluies de la station de Felce



Pluies maximales en 24 heures observées et simulées sur les 217 postes horaires en métropole + Corse

## Le modèle pluie-débit

Dans sa version actuelle, SHYPRE utilise une version simplifiée du modèle GR au pas de temps horaire développé par l'IRSTEA. Son architecture est la suivante :



### Architecture du modèle GR simple

C'est un modèle comportant 2 réservoirs : A et B.

**Le réservoir A** assure le rôle de **fonction de production non linéaire**.

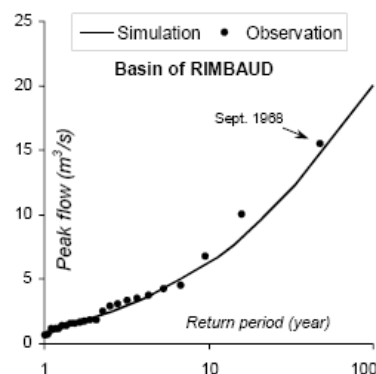
**Le réservoir B** assure le rôle de **fonction de transfert non linéaire**.

En amont du réservoir A, la pluie passe par un hydrogramme unitaire (HU) très simple qui la répartie sur 2 heures : 70% de la pluie sont utilisés pendant le pas de temps  $t$  et 30% sont reportés au pas de temps suivant  $t+1$ .

La proportion de pluie qui entre dans A est inversement proportionnelle au niveau  $S$  de A, l'autre partie « ruisselle » vers le réservoir B.

Le débit qui sort de B est proportionnel au niveau  $R$  de B.

La visualisation des distributions de fréquence des débits simulés permet de valider les résultats :



Distribution de fréquence des débits de pointe de la station Rimbaud

## Présentation de la méthode SHYREG

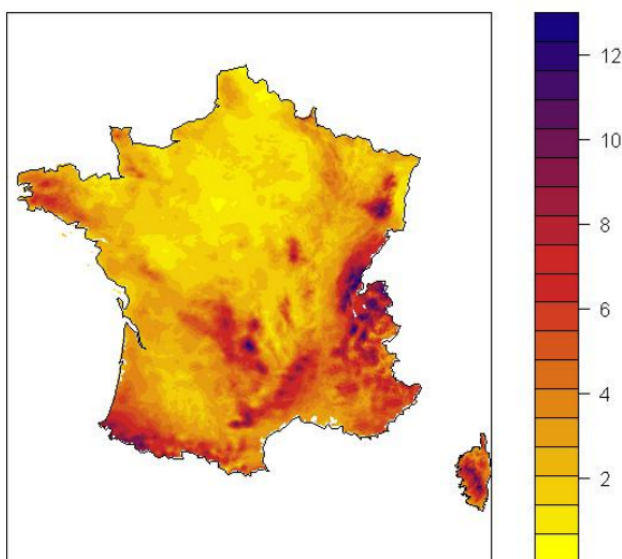
SHYREG est la version régionalisée de SHYPRE, son but est de fournir des quantiles de pluie et de débit pour une large gamme de durées et de périodes de retour en chaque km<sup>2</sup> de la région étudiée.

Pour cela, les 8 paramètres de SHYPRE sont « journalisés », ce qui permet de les déterminer à partir de 3 paramètres journaliers :

- **NE = le nombre moyen d'événements pluvieux de la saison (en jours).**
- **PJmax = la moyenne des hauteurs des pluies journalières maximales des événements de la saison (en 1/10 mm).**
- **DTOT = la moyenne de la durée des événements de la saison (en jours).**

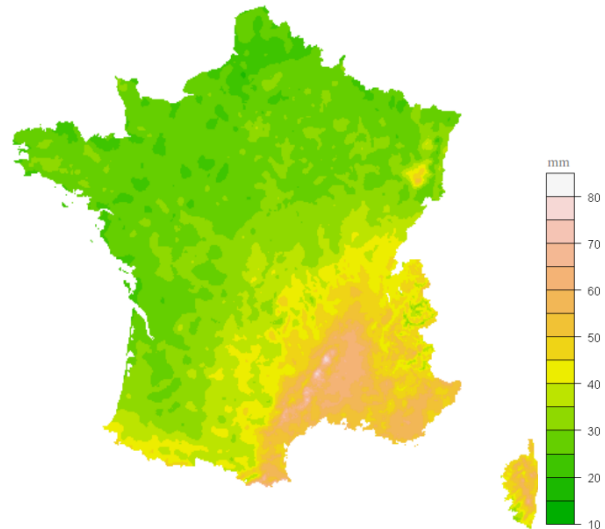
Les données d'une station pluviométrique journalière suffisent alors pour appliquer SHYPRE. En utilisant les données d'un ensemble de stations pluviométriques journalières représentatif de la région étudiée, ces 3 paramètres sont régionalisés via des variables géographiques (altitude, distance à la mer, distance à une crête,...), ce qui permet de les déterminer et d'appliquer SHYPRE en chaque km<sup>2</sup> de la région étudiée.

**NE en hiver**

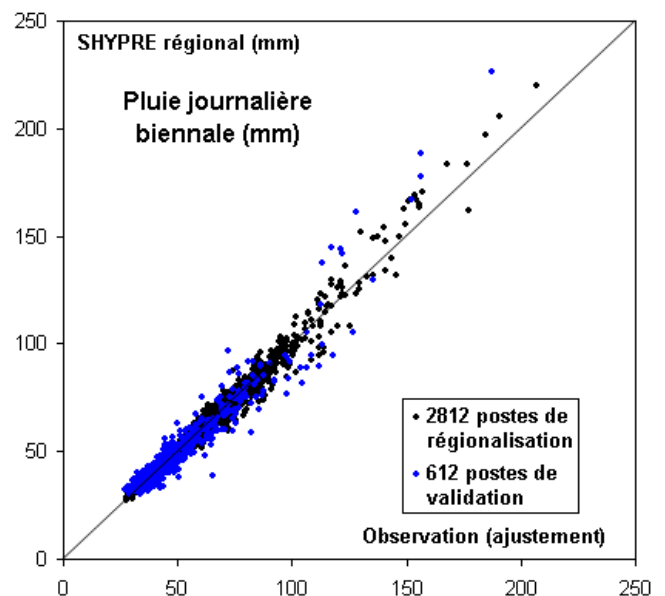


*Cartographie du paramètre NE saison hiver*

Une grille de quantile de pluie recouvrant la zone étudiée au pas de 1 km<sup>2</sup> est ainsi obtenue pour chaque durée et chaque de période de retour :

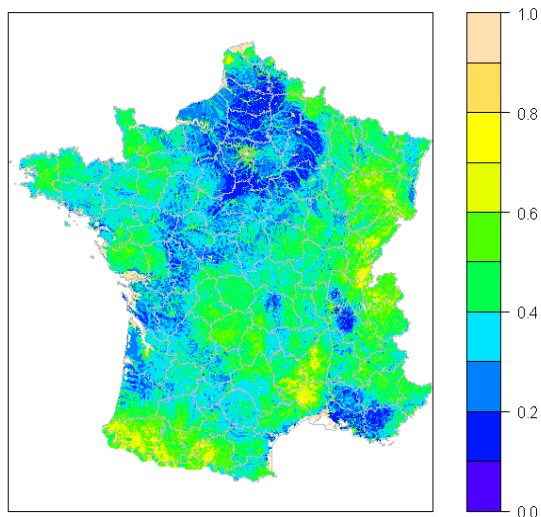


*Cartographie des quantiles décennaux de pluie de durée 1h*

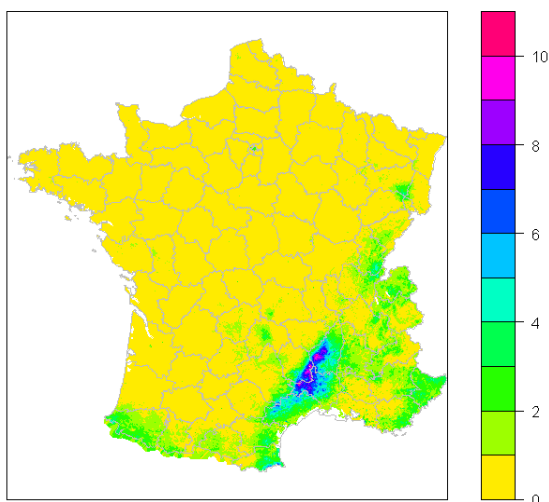


*Pluies journalières biennales observées et simulées, France métropolitaine*

La régionalisation du paramètre  $S_0/A$  du modèle pluie-débit à l'aide des données aux stations hydrométriques et de données géographiques (MNT, géologie, occupation du sol, grilles de pluie résultantes de SHYREG,...) permet alors de passer des pluies aux débits pour obtenir une grille de quantile de débit recouvrant la zone étudiée au pas de  $1 \text{ km}^2$  pour chaque durée et chaque de période de retour.

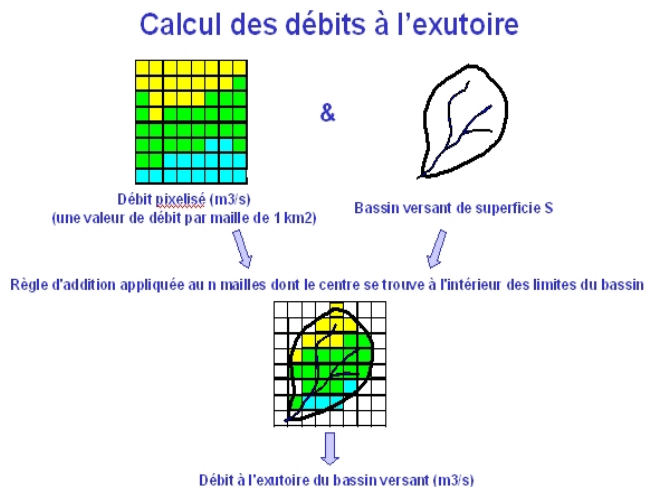


**Cartographie du paramètre  $S_0/A$ , saison « été »**

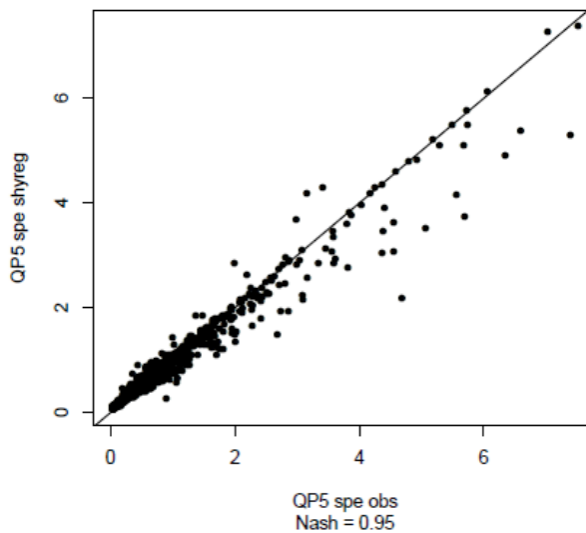


**Cartographie des quantiles décennaux de débit de pointe au  $\text{km}^2$**

Pour obtenir le **quantile de débit à l'exutoire d'un bassin versant**, l'information est agglomérée à l'échelle du bassin versant.



Cette agglomération des débits pixelisés est assurée par la FTS (Fonction de Transfert Statistique) en fonction de la surface et de la durée. Elle permet de prendre en compte à la fois l'abattement des pluies avec la surface, mais aussi un abattement des débits dans le réseau hydrographique.



**Débits de pointe pseudo-spécifique ( $\text{m}^3/\text{s}/(\text{km}^2)^{0.8}$ ) de période de retour 5 ans observées et simulées**