

ANNEXE IV : PRINCIPES DES RECONSTITUTIONS DE DEBITS NATURELS, MODELES PLUIE-DEBIT GR et MODULE CEMANEIGE

1 RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS EN 10 POINTS DU BASSIN : PRINCIPES

1.1 La reconstitution algébrique

La démarche classique s'appuie sur les données suivantes :

- l'hydrologie mesurée sur les stations hydrométriques de référence ;
- l'inventaire des usages consommateurs d'eau ainsi que des compensations effectuées par les réservoirs.

Cet inventaire est réalisé à l'échelle des sous bassins versants hydrologiques. La reconstitution du débit « naturel » (CN) est alors effectuée à partir de la chronique des débits mesurés (CM) et de l'inventaire, sur cette même période, des influences humaines (usages consommateurs d'eau : C) et soutien d'étiage (SE) affectant la totalité des sous-bassins versants situés en amont. On obtient alors la formule simple suivante :

$$CN = CM + C - SE$$

Les consommations prises en compte dans le calcul des débits naturels sont généralement : la consommation pour l'eau potable, la consommation de l'irrigation alimentée par un prélèvement en rivière, la consommation de l'irrigation alimentée par un prélèvement en nappe d'accompagnement et la consommation industrielle, et les prélèvements par les canaux.

Il est alors nécessaire que les débits mesurés soient fiables et assez complets et que l'on puisse connaître les influences avec une bonne approximation (prélèvements, dérivations, lâchers de barrage,...). Dans la réalité, il est souvent très difficile d'avoir une bonne connaissance des différents termes sur l'ensemble de la chronique à un pas de temps adapté.

1.2 Méthodes de régionalisation

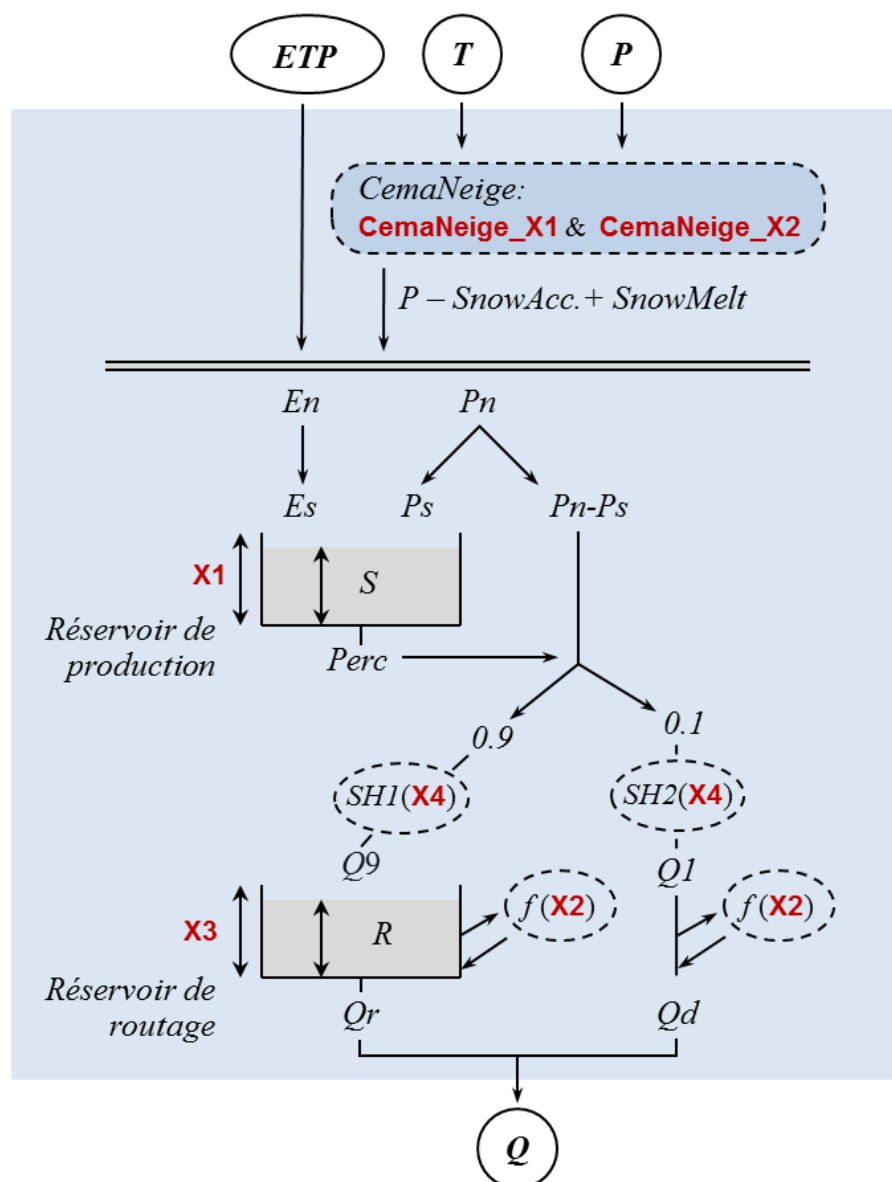
Il existe d'autres moyens de reconstituer des débits naturels et notamment en utilisant des méthodes de régionalisation. L'idée est d'utiliser les corrélations avec les débits naturels d'autres stations de mesure pour produire une chronique de débits naturels à l'exutoire ciblé (jaugé ou pas).

Il existe plusieurs méthodes de régionalisation mais la plus courante est la régionalisation basée sur la proximité spatiale. Elle fait l'hypothèse que plus un bassin versant naturel est spatialement proche du bassin influencé (où l'on cherche à disposer d'une chronique naturelle), plus il a de chances de correspondre à l'état naturel du bassin influencé.

La méthode de régionalisation spatiale est classiquement basée sur l'utilisation d'un modèle hydrologique dont les paramètres sont estimés à partir d'un bassin voisin naturel ou présentant une chronique de débits désinfluencés (dit bassin versant donneur) géographiquement proche. Le jeu de paramètres obtenu par calage est alors transféré vers le bassin versant cible où l'on souhaite disposer d'une chronique de débits naturels (dit bassin versant receveur). Il est couramment proposé ensuite de considérer l'information des 5 plus proches bassins versants voisins naturels (Oudin et al 2008) pour obtenir une information la plus fiable possible au niveau du bassin receveur. Le débit naturalisé est obtenu en moyennant les débits naturels provenant des 5 chroniques de débits simulés sur le bassin receveur à partir des 5 jeux de paramètres transférés provenant du calage du modèle au niveau des 5 bassins versants donneurs.

2 MODELE PLUIE-DEBIT GR4J ET MODULE CEMANEIGE

2.1 Schéma de la structure et des paramètres du modèle pluie-débit GR4J et du module neige CemaNeige, inspiré de Coron et al. (2014).

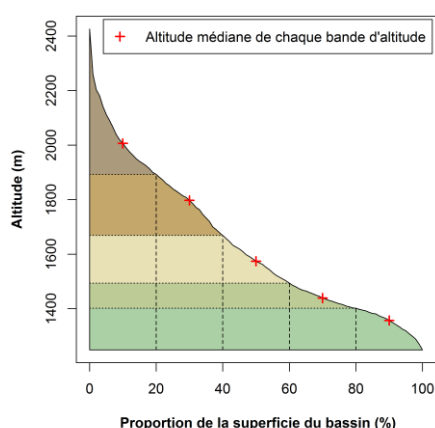


Paramètres

X1	Taille du réservoir de production	[mm]
X2	Coefficient d'échange souterrain	[mm/j]
X3	Taille du réservoir de routage	[mm]
X4	Temps de base de l'hydrogramme unitaire	[j]
CemaNeige_X1	Coefficient de pondération de l'état thermique du manteau	[-]
CemaNeige_X2	Facteur de fonte	[mm/j/°C]

2.2 Fonctionnement de CemaNeige sur un pas de temps - © 2018 Equipe hydrologie IRSTEA Antony

Dans un premier temps, une discrétisation du bassin en cinq **zones altitudinales** d'égales surfaces est réalisée. Cela permet de tenir compte des gradients orographiques et permet une évolution différenciée du manteau neigeux en fonction de l'altitude.



Courbe hypsométrique et discrétisation spatiale en 5 bandes d'altitude. Exemple du bassin de la Bourne aux Jarrands (Source: Nicolle).

Ensuite, les **données d'entrée** sont extrapolées à chaque bande d'altitude notée z . Le module neige n'utilise comme données d'entrée que les précipitations et la température. Une transformation de la précipitation de bassin est effectuée, selon une formule faisant intervenir un facteur de correction altitudinal constant. Les températures moyennes du bassin sont également extrapolées en s'appuyant sur un gradient altitudinal qui peut varier selon le jour j considéré.

Le module neige procède ensuite à la différenciation des **précipitations liquides et solides**, suivant l'altitude médiane du bassin versant considéré pour chaque bande d'altitude.

Dans chaque bande d'altitude, la neige est stockée au sein d'un **réservoir conceptuel qui représente le manteau neigeux** de la bande d'altitude. Ce réservoir est alimenté uniquement par la fraction solide des précipitations. Le manteau neigeux présente un état thermique qui permet de retarder le déclenchement de la fonte.

Une **fonction de transfert** permet de calculer la lame de fonte écoulee, issue du stock de neige, qui va être intégrée au modèle hydrologique, en plus de la fraction liquide des précipitations. Le module commence par calculer une lame de fonte potentielle (quantité maximale de neige susceptible de fondre) selon la méthode degrés-jour, à partir de l'état thermique du manteau et de la température. La fonte effective (la quantité réelle de neige qui fond) dépend de plusieurs facteurs : la fonte potentielle calculée précédemment, la surface enneigée et la vitesse de fonte minimum quand le stock est très faible. La quantité de neige fondue est ensuite soustraite au réservoir de neige pour l'actualiser.

Enfin, la **lame d'eau transmise au modèle hydrologique** comprend la fraction liquide déterminée précédemment, à laquelle est ajoutée la lame de fonte.

Cemaneige a deux paramètres libres à caler :

- CTG, le coefficient de pondération (adimensionnel) de l'état thermique du manteau, compris entre 0 et 1,
- Kf, le facteur degré-jour (en mm.°C-1), généralement compris entre 2 et 6 mm.°C-1.