

# Bilan hydrologique du bassin versant

Pour assurer la pérennité de l'eau souterraine dans une région, il est d'abord nécessaire de connaître les quantités disponibles et le taux de renouvellement. L'estimation de ces quantités peut se faire en dressant le bilan hydrologique du bassin versant.

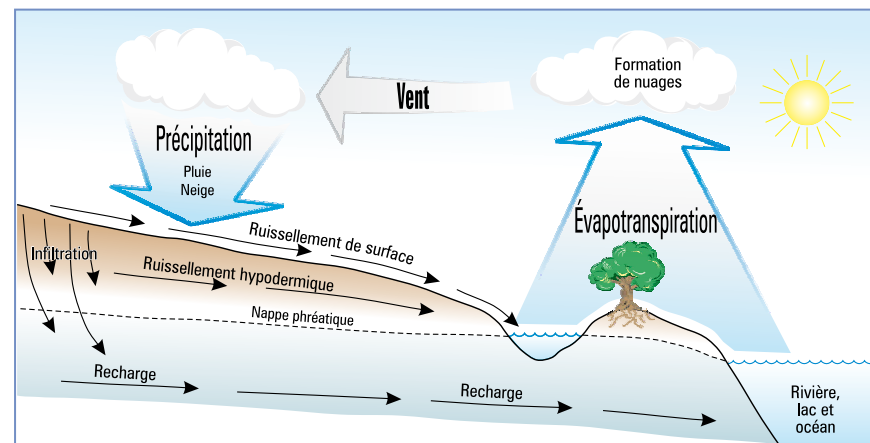
## Le bilan hydrologique

Le bilan hydrologique est une évaluation des quantités d'eau qui contribuent aux différentes étapes du cycle de l'eau : la précipitation, l'évapotranspiration, le ruissellement de surface et l'infiltration, qui se distribue entre le ruissellement hypodermique et la recharge.

## Le cycle de l'eau

- La **précipitation**, sous forme de pluie ou de neige, est la source d'apport en eau. Elle dépend principalement des conditions climatiques.
- L'**évapotranspiration** correspond à l'eau qui est transpirée par les plantes et évaporée au niveau du sol. Elle dépend du type de végétation, des propriétés physiques du sol, de la température et du taux d'humidité dans l'air.
- Le **ruissellement de surface** (ou écoulement de surface) survient lors d'un événement de précipitation durant lequel la capacité d'infiltration du sol est atteinte de sorte que l'eau ne peut plus le pénétrer et s'écoule en surface. Il dépend, entre autres, du climat, de la pente, du type, des propriétés physiques et de l'utilisation du sol.
- L'**infiltration** (qui devient l'écoulement de l'eau souterraine) se divise en deux parties :
  - Le **ruissellement hypodermique** s'effectue près de la surface et est constitué de l'eau qui s'infiltré dans le sol et qui circule horizontalement dans les couches supérieures jusqu'à ce qu'elle face résurgence à la surface, par la pente du terrain ou dans un cours d'eau, ou bien jusqu'à ce qu'elle s'infiltré plus bas vers l'aquifère.
  - La **recharge** correspond à l'eau qui atteint l'aquifère. Le partage entre le ruissellement hypodermique et la recharge dépend surtout des propriétés hydrogéologiques des formations géologiques.

Le cycle de l'eau

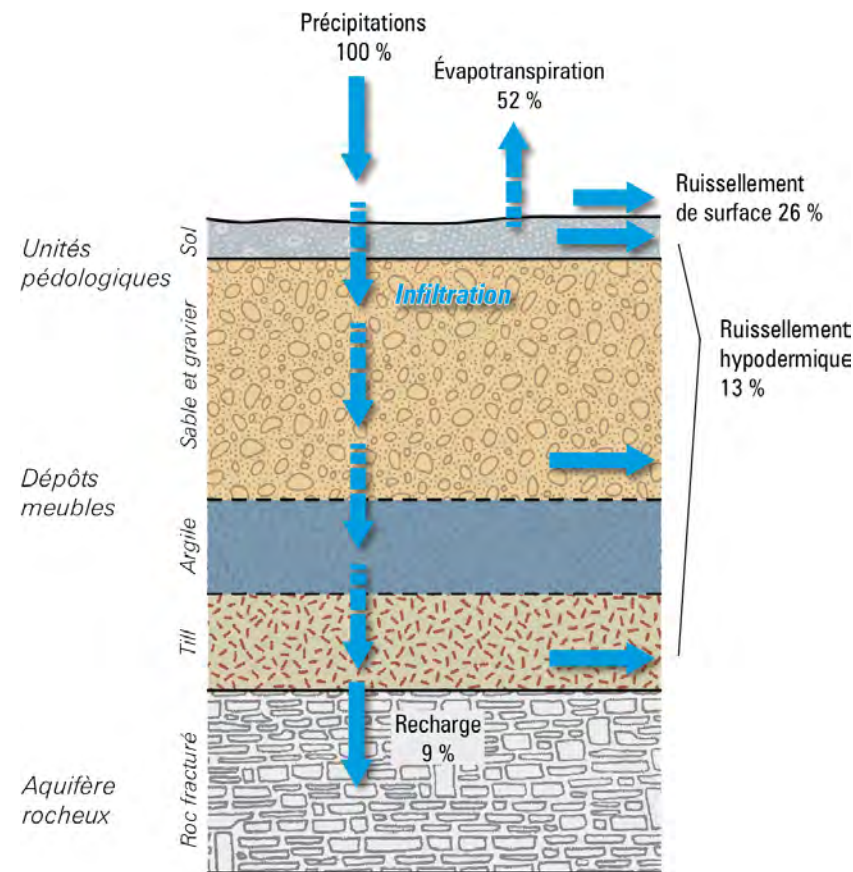


Source : MDDEP.

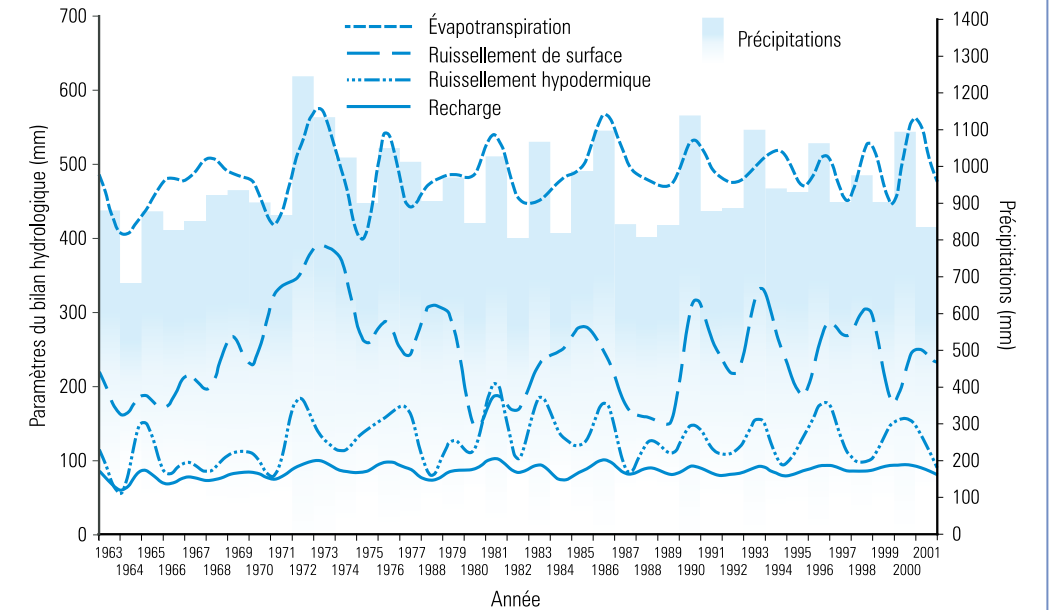
## Le bilan hydrologique en chiffres

Le bilan hydrologique annuel moyen calculé pour la période de 1963 à 2001 révèle que 52 % des précipitations annuelles sont directement retournées dans l'atmosphère par évapotranspiration, que respectivement 26 % et 13 % des précipitations sont récupérées par les ruissellements de surface et hypodermique, et que la recharge moyenne à l'aquifère régional représente seulement 9 % des précipitations annuelles, c'est-à-dire l'équivalent d'une lame d'eau de 86 mm de hauteur sur l'ensemble du bassin versant.

Bilan hydrologique annuel moyen



Bilan hydrologique annuel du bassin versant pour la période de 1963 à 2001



Le graphique du bilan hydrologique annuel du bassin versant pour la période de 1963 à 2001 permet de constater que l'aquifère agit comme un réservoir qui atténue les fluctuations annuelles, c'est-à-dire que ça prend plusieurs années de précipitations « extrêmes » (très faibles ou très élevées) pour observer une variation marquante sur la recharge. En effet, si le ruissellement de surface varie selon les précipitations, à l'opposé, la recharge semble peu affectée par les variations de précipitations. Par conséquent, la quantité d'eau souterraine disponible est moins sensible aux variations ponctuelles des précipitations que la quantité d'eau de surface.

### Les facteurs qui affectent le bilan hydrologique

Pour évaluer les quantités d'eau qui participent aux différentes étapes du bilan hydrologique, on utilise les données relatives aux principaux facteurs qui peuvent affecter le bilan.

Types de données	Exemple d'impact sur le bilan
<b>données météorologiques</b> (température, précipitations, vent, rayonnement solaire et humidité relative)	Quand le sol est gelé, l'eau ne peut pas s'infiltrer.
<b>couverture végétale</b> (profondeur des racines, densité du couvert végétal et saison de croissance des végétaux)	Plus la végétation est mature et dense, plus la transpiration est importante.
<b>pentés du terrain</b> (dérivées de la carte topographique et du modèle numérique du terrain)	Plus la pente est abrupte, plus le ruissellement de surface est important.
<b>carte pédologique</b> (type de sol de surface)	Plus le sol est fin et compact, plus le ruissellement de surface est important.
<b>image satellite d'utilisation du sol</b>	En zone urbaine le ruissellement est plus important qu'en zone cultivée.
<b>densité du drainage de surface</b> (cours d'eau et drainage agricole)	La présence de nombreux cours d'eau et systèmes de drainage agricole réduit l'infiltration efficace, donc la recharge.
<b>cartes géologiques du socle rocheux et des dépôts meubles</b> (porosité, fracturation, ordre et superposition des unités géologiques)	Si l'aquifère est recouvert d'argile ou s'il est peu poreux et non fracturé, le ruissellement hypodermique sera très important et la recharge sera très faible.

Source : Les données présentées constituent les résultats de l'estimation de la recharge à l'aquifère régional à partir d'une méthode basée sur le bilan hydrologique. Les paramètres du bilan hydrologique (évapotranspiration, ruissellement de surface, ruissellement hypodermique, recharge) sont estimés à partir du logiciel HELP, version 3.07 (développé pour le U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development). Celui-ci est relié à un système d'information géographique (SIG) afin d'intégrer la référence spatiale des variables estimées. La zone à l'étude est divisée en 48 335 mailles de 250 m x 250 m. Les données climatiques journalières, les propriétés physiques des sols, les propriétés de drainage vertical et horizontal, l'utilisation du sol et la couverture végétale sont utilisées pour caractériser chacune des mailles. Les paramètres du bilan sont calés sur le bassin versant de la rivière des Anglais à partir de la séparation d'hydrogrammes de rivières (de 1960 à 2002). Les estimations présentées utilisent les données météorologiques et les mesures de débits de rivières disponibles pour la période de 1960 à 2002 et excluent les prélèvements d'eau.

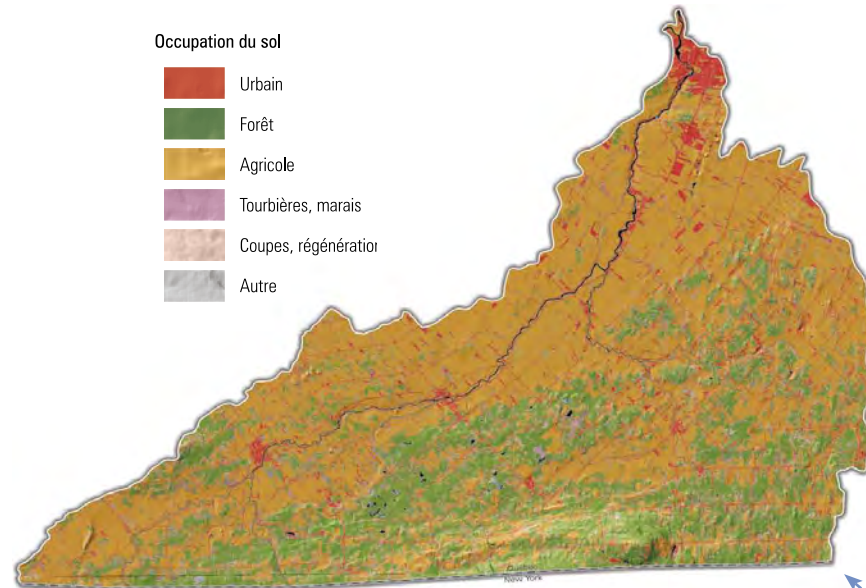
Pour en savoir plus, consulter Anne Croteau, INRS-ETE (2006).

### L'impact des activités anthropiques

Les activités anthropiques ne sont pas sans effet sur la distribution des paramètres du bilan hydrologique. L'utilisation des sols (défrichage, culture, asphaltage), par exemple, peut diminuer l'évapotranspiration et augmenter le ruissellement de surface. L'augmentation du ruissellement aura pour conséquence d'entraîner l'érosion, le détachement et le transport de particules de sols vers les cours d'eau, et ainsi d'affecter la qualité de l'eau de surface et des habitats aquatiques qui s'y trouvent.

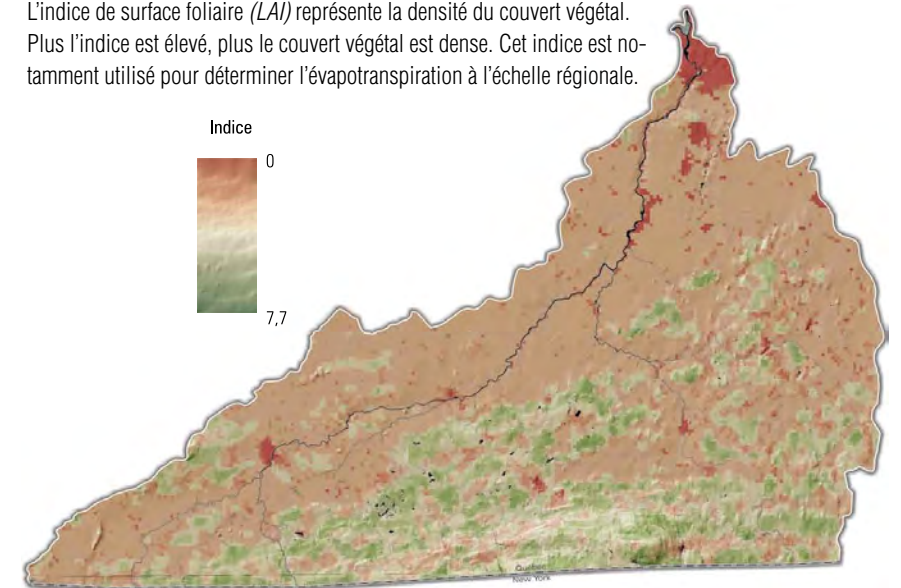
#### 1- Occupation du sol

- Occupation du sol
- Urbain
  - Forêt
  - Agricole
  - Tourbières, marais
  - Coupes, régénération
  - Autre



#### 2- Indice de surface foliaire

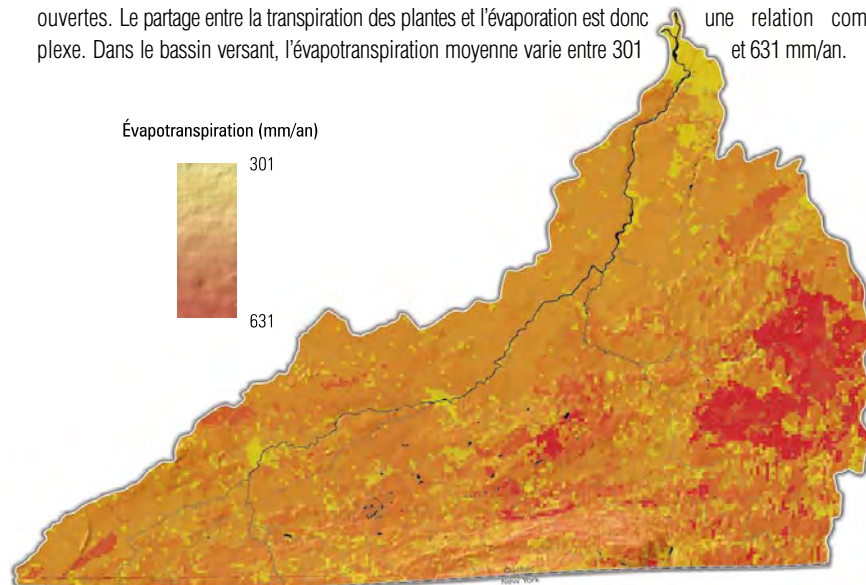
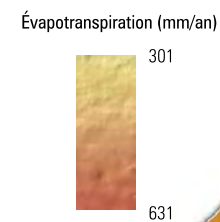
L'indice de surface foliaire (LAI) représente la densité du couvert végétal. Plus l'indice est élevé, plus le couvert végétal est dense. Cet indice est notamment utilisé pour déterminer l'évapotranspiration à l'échelle régionale.



Note : L'indice de surface foliaire a été calculé en utilisant un algorithme d'analyse d'images satellites, ce qui permettait de couvrir une grande région rapidement. La calibration a été effectuée au moyen de photographies hémisphériques prises sur le terrain à l'été 2004.

#### 3- Évapotranspiration

Plus la couverture végétale est mature et dense, plus la transpiration des plantes est importante. L'évaporation est quant à elle la plus importante sur les surfaces d'eau, les milieux humides et les surfaces ouvertes. Le partage entre la transpiration des plantes et l'évaporation est donc une relation complexe. Dans le bassin versant, l'évapotranspiration moyenne varie entre 301 et 631 mm/an.



#### 4- Distribution spatiale du ruissellement de surface

La comparaison des cartes d'occupation du sol et de la distribution spatiale du ruissellement de surface illustre bien que le ruissellement de surface moyen annuel est plus élevé dans les secteurs urbains et dans les zones agricoles que dans les secteurs boisés où la rétention et transpiration d'eau est plus importante.

Ruissellement de surface (mm/an)



0 10 km

