Etude du risque d'inondation

par remontées de nappes sur le bassin de la Maine

Etablissement Public LOIRE

Juin 2008

Dans le cadre du Plan de Prévention des Inondations du Bassin de La Maine, la présente étude, initiée en janvier 2006, a été confiée au Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) au titre de sa mission de service public. Elle fait l'objet d'une convention de recherche et développement partagé entre l'Établissement Public Loire et le BRGM.

Le BRGM est l'établissement public de référence dans le domaine des Sciences de la Terre, pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol. L'Établissement public Loire est un Établissement Public Territorial de Bassin, il intervient dans la mise en œuvre de politique de réduction de la vulnérabilité aux inondations, la préservation des milieux, la valorisation du patrimoine ligérien et le soutien à la recherche dans ces domaines.

Le coût de l'étude, réalisée entre janvier 2006 et septembre 2007, s'est élevé à 93 463 € TTC. Son financement a été assuré par l'État, l'Établissement public Loire, l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et le BRGM.

Partenaires

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

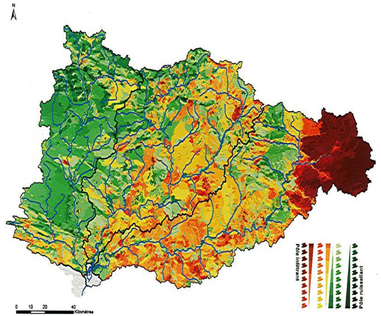
Géosciences pour une Terre durable
brgm

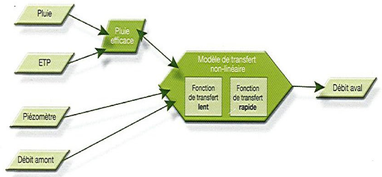
agence de l'eau Loire-Bretagne
Établissement public du ministère chargé du développement durable

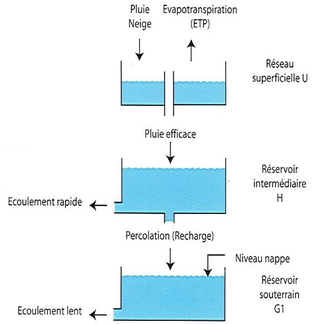
Etablissement Public LOIRE

© Creation : Peggy Chopin - (02 54 68 82 90 - www.design-peggy.com - Crédits photos : Fotolia - Juin 2008

Une méthodologie innovante







Approche qualitative : IDPR

Elle permet de qualifier l'aptitude des terrains naturels à laisser s'infiltrer ou ruisseler les eaux de pluie et se fonde sur une approche indirecte de la perméabilité du sous-sol décrite par l'indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR). Cet indice, développé par le BGRM, compare le réseau de talwegs théorique où, par hypothèse, seules la pente et la morphologie des reliefs seraient guides de la mise en place des cours d'eau et le réseau hydrographique naturel qui reflète les caractéristiques des formations géologiques et des réservoirs souterrains (perméabilité, porosité) qui altèrent cette hypothèse initiale...

Approche quantitative

Le logiciel TEMPO :

Modèle global de traitement du signal, développé par le BRGM. Il permet de modéliser les débits aux différentes stations hydrométriques du bassin de la Maine, en simulant des écoulements dits "rapides" (ruissellement de surface ou dans une nappe, écoulements préférentiels via un système de macropores, de fissures interconnectées, de conduits karstiques) et des écoulements "lents" (processus d'infiltration et circulations dans l'aquifère).

Le logiciel GARDENIA (modèle Global A Réservoirs pour la simulation des DÉbits et des NIveaux Aquifères) :

Modèle hydrologique global, développé par le BRGM. Il permet de simuler par une succession de réservoirs, les principaux mécanismes du cycle de l'eau dans un bassin versant (pluie, évapo-transpiration, infiltration, écoulement).

Comparaison des approches et résultats

Les résultats obtenus par chacune des méthodes présentant de fortes similitudes, le couplage de l'approche qualitative réalisée à l'échelle de bassin de la Maine avec les modélisations par sous-bassin a permis une valorisation à l'échelle du bassin entier des résultats obtenus.

Contribution des eaux souterraines sur le bassin de la Maine

Le bassin de la Maine

Une surface de plus de 22.000 km² et trois rivières principales : la Mayenne, la Sarthe et le Loir, qui convergent à l'amont d'Angers pour former la Maine, un des affluents les plus importants de la Loire.

Les crues qui se produisent le plus souvent durant l'hiver sont dues à des phénomènes de circulation océanique depuis l'Océan Atlantique.

A la suite de la crue de janvier 1995, qui toucha fortement le bassin de la Maine, une réflexion globale a été engagée entre les collectivités et l'Etat afin de proposer des actions pour réduire le risque d'inondation.

L'étude du risque d'inondation par remontées de nappes s'inscrit dans le Plan de Prévention des Inondations du bassin de la Maine. La compréhension et l'estimation de la contribution des nappes aux débits de crue des cours d'eau a permis de hiérarchiser les secteurs hydrogéologiques les plus contributifs du bassin.

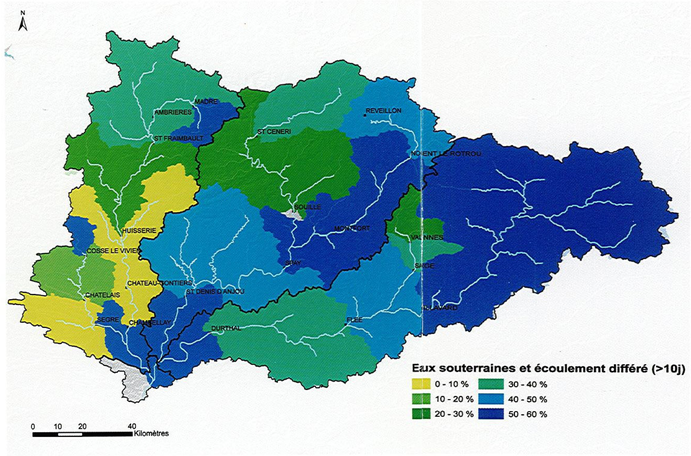
Géologie et hydrogéologie

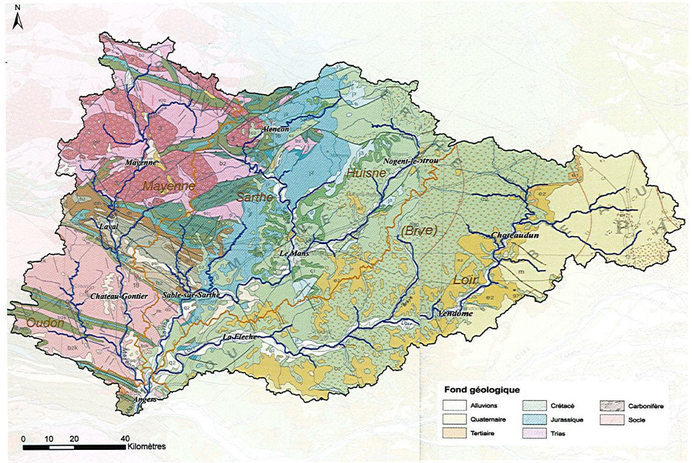
D'Ouest en Est, la géologie du bassin de la Maine est la suivante :

La Mayenne et l'Oudon drainent la partie orientale du massif armoricain principalement constitué de granite au centre, la Sarthe draine les calcaires du Jurassique Moyen de la partie occidentale du bassin parisien, alors que l'Huisne, le Loir et son affluent la Braye traversent les formations sédimentaires du bassin parisien, argiles à silex et calcaires de l'Eocène supérieur et du Miocène. À l'extrémité Est du bassin du Loir se distinguent les calcaires de Beauce.

Les différents types de nappes dépendent de la nature de la roche réservoir et de sa position géologique dans le sous-sol. Les nappes qu'aucune couche imperméable ne sépare du sol, sont alimentées par la pluie. La recharge survient quand les précipitations sont les plus importantes (pour le bassin de la Maine, le niveau des nappes s'élève rapidement en automne et en hiver, jusqu'au milieu du printemps et décroît en été pour atteindre son minimum «l'étiage» au début de l'automne.

La variation du niveau des nappes au cours de l'année est appelée «battement de la nappe». Lorsque la recharge naturelle annuelle de la nappe devient plus importante que sa vidange annuelle vers ses exutoires naturels (succession d'années pluvieuses), si des éléments pluvieux exceptionnels surviennent, le niveau de la nappe peut alors atteindre la surface du sol. C'est l'inondation par remontée de nappe.





Résultats sur le bassin de la Maine

■ **Une contribution moyenne des eaux souterraines aux débits de la rivière variable :**

Négligeable sur les sous-bassins aval de la Mayenne, elle peut dépasser 50% sur certains sous-bassins de la Sarthe et du Loir.

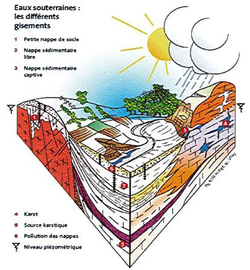
■ **Un rôle non aggravant des phénomènes de crue :**

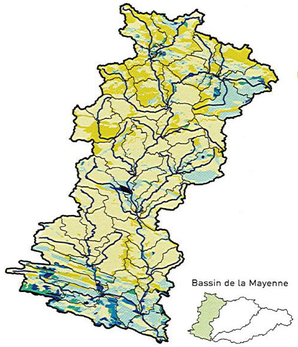
Les réservoirs souterrains du bassin de la Maine jouent un rôle régulateur des phénomènes de crue et les eaux souterraines n'amplifient pas ces phénomènes sauf localement, et pour une faible part, (exemple de Montfort sur l'Huisne : 20% des écoulements de la crue de 2001 provenaient des eaux souterraines). De plus, au nord du bassin du Loir, une partie des écoulements souterrains s'échappent vers la Loire et ne contribuent donc pas ou très peu aux débits de crue du Loir.

■ **Des inondations par remontées de nappe existent :**

L'inondation par remontées de nappe se produit lorsque le sol est saturé d'eau, et que la nappe affleure. Ce phénomène saisonnier et non exceptionnel, se traduisant le plus souvent par les inondations de caves, reste localisé sur le bassin de la Maine aux formations sableuses du Perche.

Le bassin de la Maine contient trois grands types de gisements d'eau souterraine : des nappes de socles, des nappes sédimentaires libres et des nappes sédimentaires captives.





Résultats par sous-bassins

Bassin de la Mayenne

Les phénomènes de propagation des crues sont rapides ; le ruissellement est prépondérant par rapport à l'infiltration (indice IDPR faible). Situé sur des formations du socle armoricain, ce bassin ne contient pas de réservoir aquifère de grande extension. Quelques formations carbonatées du primaire présentent un fonctionnement karstique (synclinal des Coëvrons et de Laval). Elles permettent lors de crues des circulations d'eau superficielle avec des temps de transit rapide dans le sous sol avant restitution dans les rivières et peuvent être également la cause d'un transfert des eaux infiltrées vers le bassin versant de la Sarthe (participation à l'écrêtement des crues). Sur l'ensemble de cette rivière, les phénomènes de crue et leur impact ne sont donc pas ou très peu tributaires des eaux souterraines.

Bassin de la Sarthe

Il comprend trois réservoirs aquifères distincts, où la contribution des eaux souterraines aux phénomènes de crue est inégale.

1. L'aquifère des sables et grès du Perche, que draine l'Huisne jusqu'à la confluence avec la Sarthe au Mans,

2. Les formations jurassiques, aquifère de faible capacité mais à circulation rapide des eaux souterraines,

3. Les formations du socle : elles ne présentent pas d'aquifère de grande extension mais peuvent être le lieu de transferts rapides des eaux souterraines (synclinal de Laval, karst de Saulge).

La nappe des sables et grès cénomanien du Perche, participe au soutien d'étiage de l'Huisne. Les eaux souterraines participent pour une part non négligeable (8 à 12 %) aux phénomènes de crues qui peuvent être importants. Aucun cycle pluriannuel remarquable n'étant observé[1], des phénomènes catastrophiques résultant de la succession d'années humides ne peuvent pas être engendrés.

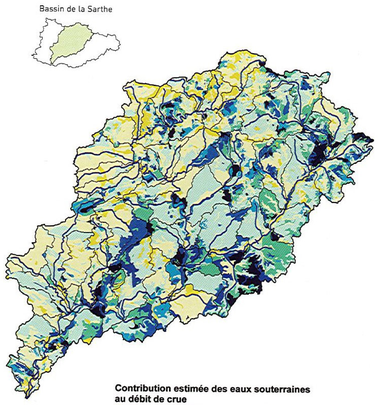
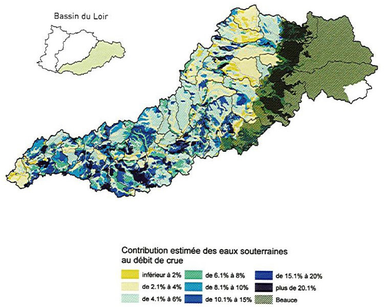
Elles sont donc liées au ruissellement.

[1] voir paragraphe sur la géologie et l'hydrogéologie

Bassin du Loir

Trois aquifères sont présents : le calcaire de Beauce, la craie cénomanienne et sénoturonnienne et les sables du Perche.

Une partie de la lame d'eau reçue, infiltrée dans le bassin du Loir par les calcaires de Beauce, s'échappe vers le fleuve Loire.

L'aquifère crayeux, de perméabilité faible à moyenne au droit des rivières et de faible capacité, a peu d'influence sur le Loir. Ces terrains, en rive droite du Loir amont, favorisent le ruissellement des eaux : exemple des crues soudaines provoquées par l'Ozanne (affluent du Loir). Cet aquifère peut être le siège de phénomènes de remontées de nappe par superposition d'un battement moyen sur un cycle pluriannuel de la nappe. Les débits sont supposés rester faibles compte tenu de la porosité et de la perméabilité de la nappe. Des circulations karstiques peuvent apparaître dans la formation crayeuse et entre le Loir et la Loire.

L'aquifère des Sables et grès du Perche affleure dans les vallées qui entaillent la craie cénomanienne et sur le reste de bassin, il est recouvert par un horizon marneux quasi-imperméable. Cet aquifère ne possède pas de variations pluriannuelles d'amplitude importante, mais sa perméabilité et sa porosité lui donnent un rôle important dans le soutien d'étiage lorsqu'il affleure : cas du sous bassin amont de la Braye. Sur le bassin de la Braye, la contribution des eaux souterraines aux crues est de l'ordre de 10% alors qu'elle est de 40% pour le soutien d'étiage.