

Intérêt des zones humides pour la prévention des inondations par ruissellement

Les inondations par ruissellement sont peu prises en compte dans la gestion des territoires, et en particulier par la nouvelle compétence GEMAPI. Or, le ruissellement intense peut contribuer de manière significative à des inondations en versant et à la hausse des débits d'eau lors des épisodes d'inondation et au transfert des polluants stockés dans les sols des versants. Dans cet article, l'auteur propose d'évaluer le potentiel d'interception du ruissellement par les zones humides de tête de bassin versant (TBV), qu'elles soient fonctionnelles ou potentielles.

Les inondations par ruissellement intense

Dans une question des parlementaires sur l'exercice de la compétence « eau et assainissement », il a été répondu en mars 2018¹ que « [...] la mission de maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement, telle que mentionnée au 4° du I. de l'article L. 211-7 du code de l'environnement concerne la partie de l'écoulement des eaux de pluie qui n'est pas gérée par les dispositifs dédiés mentionnés à l'article R. 2226-1 du CGCT [...] que les opérations répondant à la finalité de prévention des inondations en assurant la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement doivent être considérées comme relevant de la compétence GEMAPI. ».

Les inondations par ruissellement intense sont actuellement peu prises en compte dans la gestion des territoires. Or, la caisse centrale de réassurance (CCR), qui complète les assurances lors des catastrophes naturelles, leur attribue sur les vingt dernières années un coût global pratiquement équivalent à celui des inondations par débordements des cours d'eau (D. Moncoulon *et al.*, 2014) qui elles représentent déjà 50 % du coût total. La difficulté à prédire, et donc à prévenir, vient du manque de mesures pour quantifier les processus de genèse qui se produisent hors du réseau hydrographique. En effet, il s'agit souvent de phénomènes orageux localisés qui, combinés à un environnement propice du sol, peuvent générer des débits liquides et solides importants. On

note deux aléas majeurs associés à ce type d'inondation : l'érosion des sols accompagnée d'incision et déstabilisation d'ouvrages, et l'accumulation de l'eau et des matériaux transportés qui peuvent couper des axes de circulation (routes, voies ferrées), mais aussi s'agréger derrière des habitations qui barrent les chemins du ruissellement intense en versant. Le ruissellement intense peut aussi rejoindre des cours d'eau et passer inaperçu bien qu'il transfère des volumes solides importants ainsi que des pollutions stockées dans les sols depuis les versants.

Les cours d'eau de tête de bassin versant

Le linéaire des cours d'eau de tête de bassin versant (TBV) représente plus de 60 % du réseau en linéaire d'un bassin hydrographique². Ces cours d'eau font aujourd'hui l'objet d'une attention particulière de la part de l'Agence française pour la biodiversité et des agences de l'eau en général³. En effet, la qualité des TBV, jusque-là non intégrés dans les masses d'eau de la directive cadre européenne sur l'eau, conditionne l'efficacité des actions entreprises sur les masses d'eau de l'aval pour répondre aux objectifs d'un bon état écologique. Par ailleurs, les TBV sont souvent associées à des zones humides (ZH) dont les fonctions en termes de régulation hydrologique, d'autoépuration et de biodiversité sont maintenant largement reconnues. Leur modification est aujourd'hui réglementée par les articles L214-1 à 6 et R214-1 du code de

1. <http://www.senat.fr/questions/base/2018/qSEQ180202986.html>

2. http://www.gesteau.fr/sites/default/files/temoignage_tbv_syloa_012017.pdf

3. <http://www.trameverteetbleue.fr/outils-methodes/donnees-mobilisables/cours-eau-tete-bassins-versants>



© SMBF



❶ Cours d'eau de tête de bassin versant (TBV) en prairie humide à droite, et en zone agricole à gauche.

l'environnement avec nécessité de déclaration ou encore de demande d'autorisation selon que la surface de la ZH est supérieure à 0,1 hectare ou 1 hectare. Cependant, depuis le remembrement agricole, on observe une réduction drastique des ZH. L'évaluation des pertes en surfaces de ZH a été faite par exemple à partir de la cartographie des milieux humides potentiels, c'est-à-dire les milieux humides aujourd'hui non fonctionnels (comblés, drainés, plus alimentés) mais qui sont prédits par un modèle⁴ (MEDDE, GIS Sol, 2014), lui-même validé sur les zones humides existantes.

En contexte agricole, les TBV ont souvent été rectifiés, élargis et approfondis pour drainer des terres humides et faciliter les pratiques agricoles. Ainsi modifiés, ces cours d'eau évacuent rapidement le ruissellement intense vers l'aval, et constituent par là même un facteur d'aggravation des inondations en contribuant à la mise en concomitance des pics de crues au niveau des confluences.

Les aléas associés au ruissellement intense sur les terres agricoles contribuent au transfert de fertilisants, de pesticides et de sédiments vers les zones humides ou directement dans les cours d'eaux. C'est la triple peine de l'altération morphologique, hydrologique et de qualité de l'eau.

La photo ❶ illustre deux cours d'eau de tête : celui de droite circule dans une prairie humide et fait l'objet d'une protection contre le piétinement par le bétail. Il présente des courbes et un substrat hétérométrique. Celui de gauche, en zone de culture, a été rectifié et élargi. Il montre un fond vaseux et uniforme, un écoulement faible avec peu d'ombrage, ce qui augmente la température de l'eau.

Les zones humides fonctionnelles⁵ font aujourd'hui l'objet d'une gestion, voire d'une protection compte tenu des services écosystémiques (réservoir de biodiversité, production de biomasse, épuration) qu'elles apportent et dans lesquels il faut inclure la régulation des extrêmes hydrologiques que sont les crues et les étiages, mais aussi un rôle d'épuration des substances chimiques liées à l'activité agricole comme les fertilisants et les pesticides.

La gestion des TBV implique de toute évidence celle des zones humides.

C'est en considérant tous ces aspects que nous nous intéressons ici tout particulièrement aux cours d'eau de têtes de bassins versants (TBV). En contexte d'urbanisation rapide, les enjeux dans les TBV évoluent ainsi que les aléas de ruissellement. Le rôle des zones humides fonctionnelles ou potentielles des TBV peut alors être réinterrogé à des fins bénéfiques à la fois pour les milieux aquatiques et la prévention des inondations. Cet article illustre, à partir d'un cas concret développé dans la couronne périurbaine de Rennes métropole, la démarche suivie pour mettre en évidence la possibilité d'une telle gestion.

Cas des cours d'eau de Champalaune et du Quincampoix (Ille-et-Vilaine)

Les bassins versants du Champalaune et du Quincampoix font respectivement 12 et 23 km². Leur frontière commune, située à l'amont des deux bassins, connaît un développement d'habitations et d'entreprises qui se propagent le long d'un axe routier structurant pour l'économie de Rennes avec le port de Saint-Malo. L'imperméabilisation des sols implique la gestion du ruissellement urbain. Suite à l'observation d'inondations plus fréquentes et de montées rapides des eaux dans les secteurs urbanisés de l'aval, la question de l'influence du développement urbain et de l'agriculture sur les TBV a été posée par les syndicats des bassins du Champalaune et du Quincampoix. Il est connu que les types d'occupation du sol et leurs distributions spatiales influencent la production et la dynamique du ruissellement, cela de manière sensible dans les petits bassins versants.

4. <http://geowww.agrocampus-ouest.fr/web/?p=1538>

5. Une zone humide fonctionnelle est une zone marquée par la présence de végétation hygrophile et assurant une ou des fonctions spécifiques à ces milieux (régulation hydraulique, biogéochimique et/ou écologiques).

► Dans la figure ❶, qui décrit l'occupation du sol (voir légende associée), il est observé l'importance des cultures et des zones urbaines, favorables au ruissellement, au détriment des forêts et des prairies, favorables à l'infiltration. La position des zones urbaines sur des TBV constitue aussi un facteur d'aggravation des pics de crues par effet de concomitance des crues urbaines et rurales. Par ailleurs, les cultures sont ici développées sur des sols battants, connus pour être propices au ruissellement, et sont drainées par des ruisseaux profilés qui peuvent contribuer à l'accélération des écoulements lors des pluies intenses. Les zones urbaines riveraines situées en aval sont alors particulièrement exposées aux débordements.

À partir de cette analyse qualitative et spatiale des facteurs d'aggravation du ruissellement en versant et des crues dans les petits cours d'eau, il est possible de s'interroger sur le rôle que pourraient jouer à nouveau des zones humides potentielles réhabilitées, car elles occupent de fait des positions stratégiques dans l'interception des ruissellements de versant.

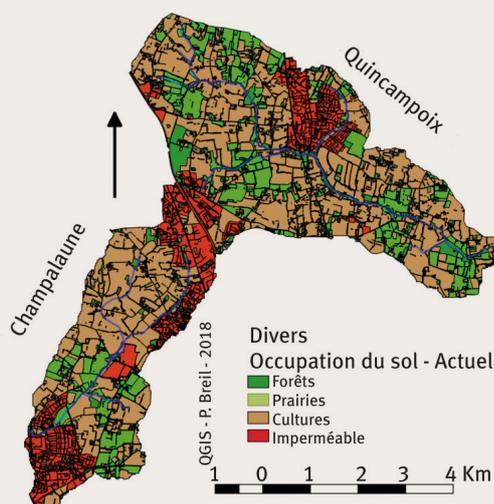
Cartographie des zones humides

La figure ❷ (à gauche) présente l'organisation spatiale des ZH référencées (ZHR) et des milieux humides potentiels (MHP). Selon le recensement réalisé par la Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM) d'Ille et Vilaine, il existe 242 ZHR sur les bassins du Champalaune et du Quincampoix. Pour estimer les pertes en ZHR liées aux activités anthropiques, il est utile de comparer les pourcentages de surfaces observées (ZHR) et théoriques (MHP). Dans la zone d'étude, nous obtenons 2,5% en ZHR pour 29% en MHP, soit une réduction de 91%. C'est un premier indicateur de l'écart entre l'état actuel et passé. Il est noté que les MHP intègrent les ZHR et se propagent dans les versants amont parfois à la limite des bassins versants.

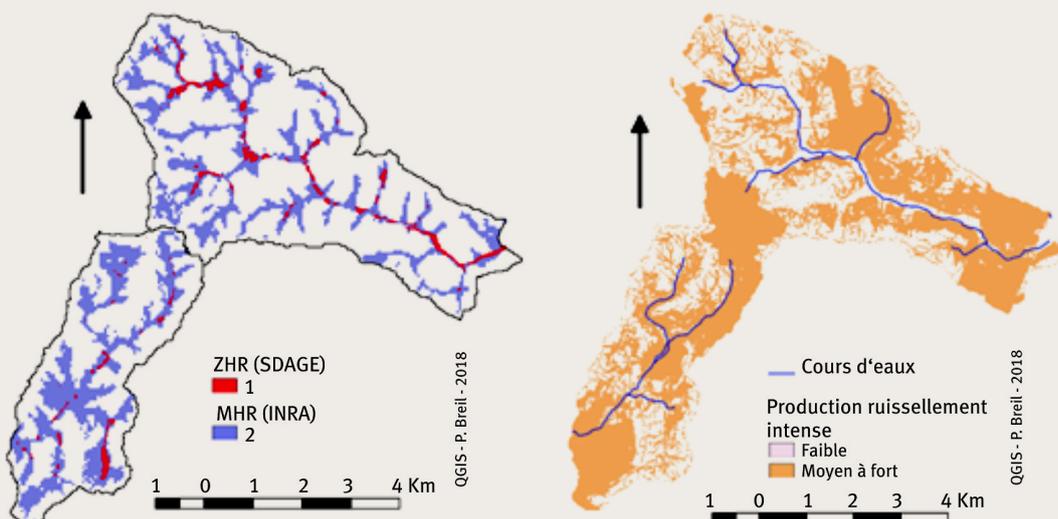
Cartographie des zones de production du ruissellement intense

La cartographie du ruissellement intense (figure ❷, à droite) a été réalisée à l'aide de la méthode IRIP⁶ (Indicateurs du ruissellement intense pluvial). Il est utilisé ici la carte de production qui indique où les facteurs qui contribuent favorablement au ruissellement se retrouvent associés. Ces facteurs sont l'occupation du sol plus ou moins perméable, une topographie qui ne doit pas être trop prononcée pour permettre la formation d'une nappe qui se met alors à ruisseler, une faible profondeur du sol qui permet une saturation rapide en cas d'infiltration, tout comme une faible conductivité hydraulique, et la battance du sol lui-même qui peut bloquer l'infiltration de la pluie.

❶ Occupation du sol des bassins versants du Champalaune et du Quincampoix (le réseau hydrographique est en bleu).



❷ À gauche : représentation des zones humides référencées (ZHR) en rouge et des milieux humides potentiels (MHP) en bleu. À droite : zones de production du ruissellement intense.



6. <https://fr.wikipedia.org/wiki/IRIP>

La comparaison des figures 1 et 2 (à droite) montre que les zones urbaines produisent du ruissellement car elles sont peu perméables. Il est aussi notable que les zones de production du ruissellement sont de manière générale en amont des zones humides qui sont des zones d'accumulation du ruissellement. La méthode IRIP détecte d'autres zones tout aussi propices mais hors urbanisation.

Potentiel d'interception du ruissellement intense par les MHP

Une métrique pour évaluer de manière semi-quantitative la faisabilité d'une gestion basée sur l'interception du ruissellement intense par les milieux humides potentiels (MHP) est de calculer le rapport des surfaces productrices de ruissellement aux surfaces de MHP qui sont à même d'intercepter ce ruissellement. Ce calcul est généré pour chacune des TBV (figure 3) afin de disposer d'une estimation spatialisée des sous-bassins les plus propices. Il est ici considéré comme très propice les rapports inférieurs à 1 (vert foncé), ce qui signifie que la surface d'interception du ruissellement est au moins égale à celle de la production. Les rapports compris entre 1 et 2 (vert clair) sont considérés propices moyennant des aménagements visant à augmenter la capacité de rétention des MHP, comme par exemple des bourrelets de terre végétalisés. Au-delà de 2 (rose et rouge), les rapports sont considérés défavorables car il faut alors créer des capacités de stockage spécifiques (bassins d'orage).

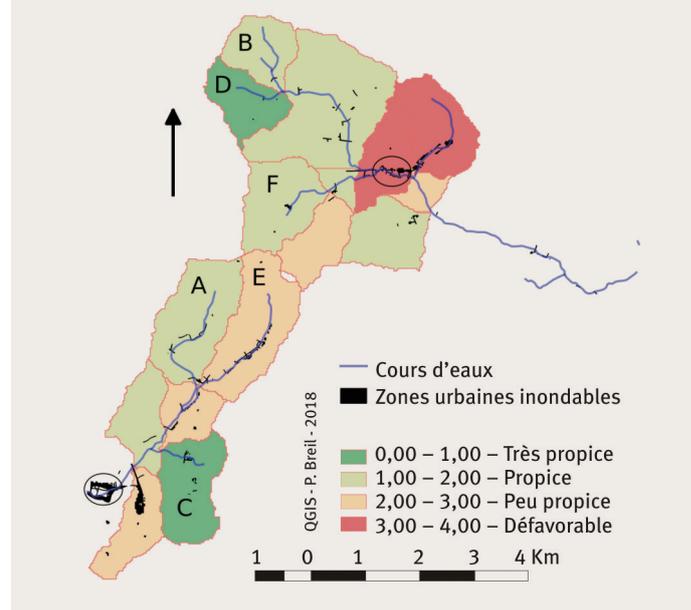
Les zones urbaines inondables par débordement sont figurées en noir. À titre d'exemple d'application de la GEMAPI, on observera qu'une stratégie de gestion des TBV propices à l'interception du ruissellement intense consiste à déphaser les pics de crues au niveau des confluences. Ainsi pour le bassin du Champalaune, l'action sur la TBV « A » déphase la crue avec celle du bassin « E » plus urbain. En complément, l'interception sur la TBV « C » réduit le volume de l'inondation. Ces deux actions combinées de restauration des MHP contribuent à protéger la zone urbaine inondable située en aval (cercle noir). Sur le bassin versant du Quincampoix, l'action sur les TBV « B » et « D » réduit la crue qui déborde dans la zone urbaine inondable située en aval (cercle noir). Cela permet à l'onde de crue de la TBV « F » de passer avant.

Cet article propose une métrique de l'efficacité des sous-bassins versants de tête pour réduire l'effet du ruissellement intense sur l'érosion, le transfert de pollution et les inondations en aval. Cet objectif de réduction des flux d'eau en amont implique aussi l'adaptation des pratiques agricoles dans les versants et fonds de vallées comme par exemple le maintien d'un couvert végétal en intercultures, des directions de labours en travers des plus fortes pentes, le maintien de bandes enherbées, de haies, et la restauration de zones humides en des points clés des exploitations. De même, le milieu urbain doit « se perméabiliser » le plus possible pour réduire le ruissellement urbain par des techniques de gestion dites alternatives⁷ au tout tuyau. On se reportera utilement aux documents techniques de l'Association Rivière Rhône-Alpes Auvergne⁸ pour avoir une idée des possibilités d'aménagement en versants pour lutter contre le ruissellement intense. ■

7. http://www.graie.org/graie/TA_FreinsAvantages.html

8. <https://www.arraa.org/documents-techniques/bonne-pratiques-pour-la-gestion-du-risque-de-ruissellement-en-zone-rurale>

3 Cartographie du potentiel d'interception du ruissellement par les MHP.



EN SAVOIR PLUS...

MONCOULON, D., LABAT, D., ARDON, J., LEBLOIS, E., ONFROY, T., POULARD, C., AJI, S., RÉMY, A., QUANTIN, A., 2014, Analysis of the French insurance market exposure to floods: a stochastic model combining river overflow and surface runoff, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, European Geosciences Union, n° 14, p. 2469-2485, disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01070525>

MEDDE, GIS SOL, 2014, *Enveloppes des milieux potentiellement humides de la France métropolitaine. Notice d'accompagnement. Programme de modélisation des milieux potentiellement humides de France*, 50 p., disponible sur : http://geowww.agrocampus-ouest.fr/metadata/pdf/Notice_MPH_France-1.pdf

PATRICE, P., BREIL, P., POULARD, C., 2015, *Évaluation de la méthode IRIP : application de la méthode IRIP sur le bassin versant de la Lézarde (TRI du Havre)*, 46 p., disponible sur : <https://irsteadooc.irstea.fr/cemoa/PUB00043980>

L'auteur

Pascal BREIL

Irstea, UR RIVERLY,
centre de Lyon-Villeurbanne,
5 Rue de la Doua, CS 20244,
F-69625 Villeurbanne Cedex, France.

pascal.breil@irstea.fr

Remerciements

Les éléments de cet article ont été construits à partir d'une étude hydrologique des débits de plein-bord des TBV réalisée pour le Syndicat mixte du bassin de la Flume (SMBF) et le Syndicat intercommunal du bassin versant de l'Ille et de l'Illet (<http://www.bvii.fr/>), avec le soutien financier de l'Agence de l'eau Loire Bretagne.