Hétérogénéité de la réponse hydromorphologique à l'urbanisation d'un petit cours d'eau francilien

Heterogeneity of the hydromorphological response to urbanisation of a small French river

Lucile de Milleville[a], Frédéric Gob[b], Nathalie Thommeret[c], Laurent Lespez[a], Évelyne Tales[d], Amandine Zahm[d], Mathieu Girondin[d]

[a] Université Paris Est Créteil (UPEC) et Laboratoire de Géographie physique (LGP CNRS UMR 8591), 1 place Aristide Briand, 92125 Meudon. lucile.demilleville@lgp.cnrs.fr ; laurent.lespez@lgp.cnrs.fr
[b] Université Paris 1 Sorbonne-Panthéon et Laboratoire de Géographie physique (LGP – CNRS UMR 8591). 1 place Aristide Briand, 92125 Meudon. frederic.gob@lgp.cnrs.fr
[c] École supérieure des géomètres topographes (ESGT/CNAM), 1 boulevard Pythagore, 72 000 Le Mans, France. nathalie.thommeret@lecnam.net
[d] Université Paris Saclay INRAE UR HYCAR, 1 Rue Pierre Gilles de Gennes, 92761 Antony. evelyne.tales@inrae.fr

RÉSUMÉ

L'ajustement morphologique des rivières urbaines est encore peu étudié. Cette étude propose une approche hydrogéomorphologique originale basée sur l'acquisition systématique et exhaustive de données de terrain sur le linéaire fluvial telles : (i) les sections transversales du chenal, (ii) les alternances radier-mouille et (iii) les ouvrages transversaux et rejets d'eaux pluviales. Neuf de ces variables ont permis la classification des profils (CAH/ACP) en 5 classes hydromorphologiques. Celles-ci ont été confrontées à douze variables de contrainte anthropiques afin d'expliquer la variabilité morphologique longitudinale et le lien entre les formes et les pressions. Les résultats montrent une incision moyenne d'environ 0,50 m, un élargissement moyen proche de 1 m, et une répartition hétérogène des séquences radiers-mouilles mais pas leur disparition. L'analyse systématique des formes intra-chenal a révélé une forte diversité morphologique, l'absence de relation linéaire entre taux d'urbanisation et incision/érosion, et l'absence d'évolution longitudinale d'un faciès « réponse à l'urbanisation ». Les contraintes identifiées sont communes aux bassins urbanisés, toutefois la diversité des réponses à ces contraintes complique l'appréhension de l'ensemble du système et s'oppose à l'uniformité de la restauration écologique.

ABSTRACT

Morphological adjustment of small urban rivers is rarely studied especially in France. We propose an original hydrogeomorphological approach based on a detailed study of a whole catchment using field data acquired systematically all along the river: (i) channel cross-sections; (ii) riffle-pool sequences and (iii) obstacles to flow and stormwater discharges. Nine hydromorphological variables were used as a basis to classify the profiles (CAH/ACP). The classes were compared with 12 anthropogenic constraint variables to explain longitudinal morphological variability and to link morphology to pressures on this scale. The results showed an average incision of 0.50 m, an average widening of nearly 1 m, and heterogeneous distribution of the riffle-pool sequences (although not complete disappearance). Systematic analysis of within-channel forms revealed high morphological diversity, the absence of a linear relationship between the rate of urbanisation and incision/erosion, and the absence of longitudinal changes in response to urbanisation. The constraints identified are commonly observed in urbanised basins, but the variety of responses to the constraints makes it difficult to understand the system as a whole and prevents ecological restoration's uniformity.

MOTS CLÉS / KEYWORDS

Rivière urbaine, ajustement hydromorphologique, radier-mouille, altération anthropique

Urban river, hydromorphological adjustment, pool-riffle holistic, human alteration

1 INTRODUCTION

Suite à la Directive Cadre sur l'Eau et à une volonté croissante du retour de la nature en ville, les projets de restauration des cours d'eau se sont considérablement développés au sein des grands centres urbains. La restauration écologique y est pourtant plus complexe car les enjeux liés aux risques d'inondation et l'hétérogénéité des réponses hydrosédimentaires aux forçages anthropiques y sont plus prégnants (Fitzpatrick *et al*., 2010 ; Vietz *et al*., 2016). La région francilienne est particulièrement concernée par cette problématique : d'une part, en effet, elle est parcourue par un dense réseau hydrographique essentiellement constitué de petites rivières (73 %) ; d'autre part, la croissance des espaces urbanisés y est spectaculaire et sa population a doublé depuis la Seconde Guerre Mondiale. Leur restauration soulève plusieurs questions de par la nature des projets qui concernent souvent des linéaires courts et ignorent la dynamique hydrogéomorphologique à l'échelle du système fluvial. Pour toutes ces raisons, comprendre le fonctionnement hydrogéomorphologique de ces petites rivières est nécessaire à l'amélioration de la restauration de ce type de milieux. Cette étude s'intéresse à la diversité des formes intra-chenal et à l'hétérogénéité des réponses d'un petit cours d'eau urbanisé commun en Île-de-France : le Morbras (Fig. 1A, B et C). L'approche hydrogéomorphologique proposée est originale car elle repose sur une étude fine de l'ensemble du linéaire du cours d'eau grâce à une acquisition haute fréquence spatiale des données de terrain, telles : (i) les sections transversales du chenal, (ii) les alternances radier-mouille et (iii) les ouvrages transversaux et rejets d'eau pluvial. Notre objectif est de caractériser les variations longitudinales du chenal afin d'identifier les formes d'altération géomorphologique et sédimentaire présentes, puis de les expliquer à partir des variables de contrainte anthropiques identifiées à l'échelle du bassin versant et le long du chenal.

2 ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNÉES

L'intégralité du linéaire a été parcourue et la géométrie du chenal (hauteur et largeur à plein bord) a été mesurée sur un profil en travers tous les 180 m ou au droit de chaque radier. Les 357 transects ainsi établis constituent autant de *points de mesure élémentaire* (PME) du réseau hydrographique (Fig. 1B). Sur chacun de ces PME, la longueur des radiers a été mesurée, le type de faciès d'écoulement a été noté, les berges et la nature du substrat alluvial ont été décrits qualitativement et les classes granulométriques les plus présentes ont été signalées. Tous les aménagements présents dans le lit ont par ailleurs été relevés : le diamètre des rejets d'eaux pluviales a été mesuré, leur position en rive gauche ou droite renseignée ; les ouvrages transversaux ont été décrits et la hauteur des seuils mesurée. Les données de terrain ont été réparties entre deux types de variables de synthèse : les variables hydromorphologiques et les variables de contrainte. Certaines de ces variables sont mesurées sur le terrain, d'autres sont calculées à partir de ces mesures. Elles sont déterminées : (i) à l'échelle du transect considéré ou du radier correspondant (PME), (ii) à l'échelle de tronçons longs de 15 ou 50 fois la largeur plein bord du transect considéré ou (iii) à l'échelle d'une fenêtre glissante regroupant un PME et les 9 PME amont. La fenêtre glissante permet d'intégrer la variabilité naturelle de la géométrie du chenal et des données ponctuelles et d'ainsi mieux (i) cerner les évolutions longitudinales significatives et (ii) prendre en compte les objets recensés à l'amont des PME. Les données de géométrie du chenal ont été comparées aux modèles régionaux issus de la méthode Carhyce (Gob *et al.*, 2014) et à une trentaine de profils topographiques levés entre 1964 et 1965 sur les parties médiane et aval du secteur 3 (Fig. 1B, D). L'hétérogénéité des formes du chenal, a été caractérisée par une classification des 357 PME à partir des neuf variables hydromorphologiques (Fig. 1B). Cette classification repose sur une CAH des sept premières composantes d'une ACP, le but étant de réduire le bruit des variables initiales en conservant la variabilité à expliquer. Enfin, les cinq classes obtenues ont été confrontées aux douze variables de contrainte anthropiques en vue d'expliquer les variabilités morphologiques longitudinales et de comprendre le potentiel lien entre les formes et les forçages anthropiques (Fig. 1B).

3 RÉSULTATS ET CONCLUSION

Notre étude à haute fréquence des formes fluviales du Morbras a permis de mesurer l'évolution du lit suite aux transformations de son bassin depuis les années 1960 et de spatialiser ces ajustements morphosédimentaires. Les résultats montrent une incision et un élargissement généralisés sur l'ensemble du linéaire d'en moyenne 0,50 m en profondeur (localement plus de 1 m) et près de 1 m en largeur (localement plus de 3 m). La répartition hétérogène des séquences radier-mouille et, par endroit, leur disparition montrent le poids de l'urbanisation sur les formes intra-chenal (Fig. 1D). L'analyse systématique des caractéristiques hydromorphologiques du Morbras a également révélé (i) un déficit de charge de fond quasi-généralisé dans certaines parties du bassin, (ii) l'absence de relation linéaire entre taux d'urbanisation et incision/érosion, et (iii) l'absence d'évolution longitudinale d'un faciès

« réponse à l'urbanisation » (Fig. 1B). Il existe donc une forte diversité morphologique intra-chenal en réponse aux diverses contraintes, elle est parfois très locale et la logique longitudinale attendue n'est pas respectée notamment suite aux interventions anthropiques plus ou moins anciennes opérées directement dans le lit de la rivière. Les contraintes identifiées sur le Morbras sont semblables à celles des bassins urbanisés de la littérature, nous montrons toutefois que la diversité des réponses à ces contraintes complique l'appréhension du fonctionnement de l'ensemble du système et s'oppose à l'uniformité des projets de restauration écologique. Les petits cours d'eau figurent parmi les systèmes fluviaux les plus dégradés, la conception des projets de restauration les concernant devrait toujours considérer le linéaire total pour mieux prendre en compte les spécificités de chaque site à restaurer. Ce préalable parait indispensable à une restauration écologique adaptée qui intégrerait les mutations radicales des bassins urbanisés et les contraintes anthropiques incontournables dans les fonctionnements biophysiques restaurés.

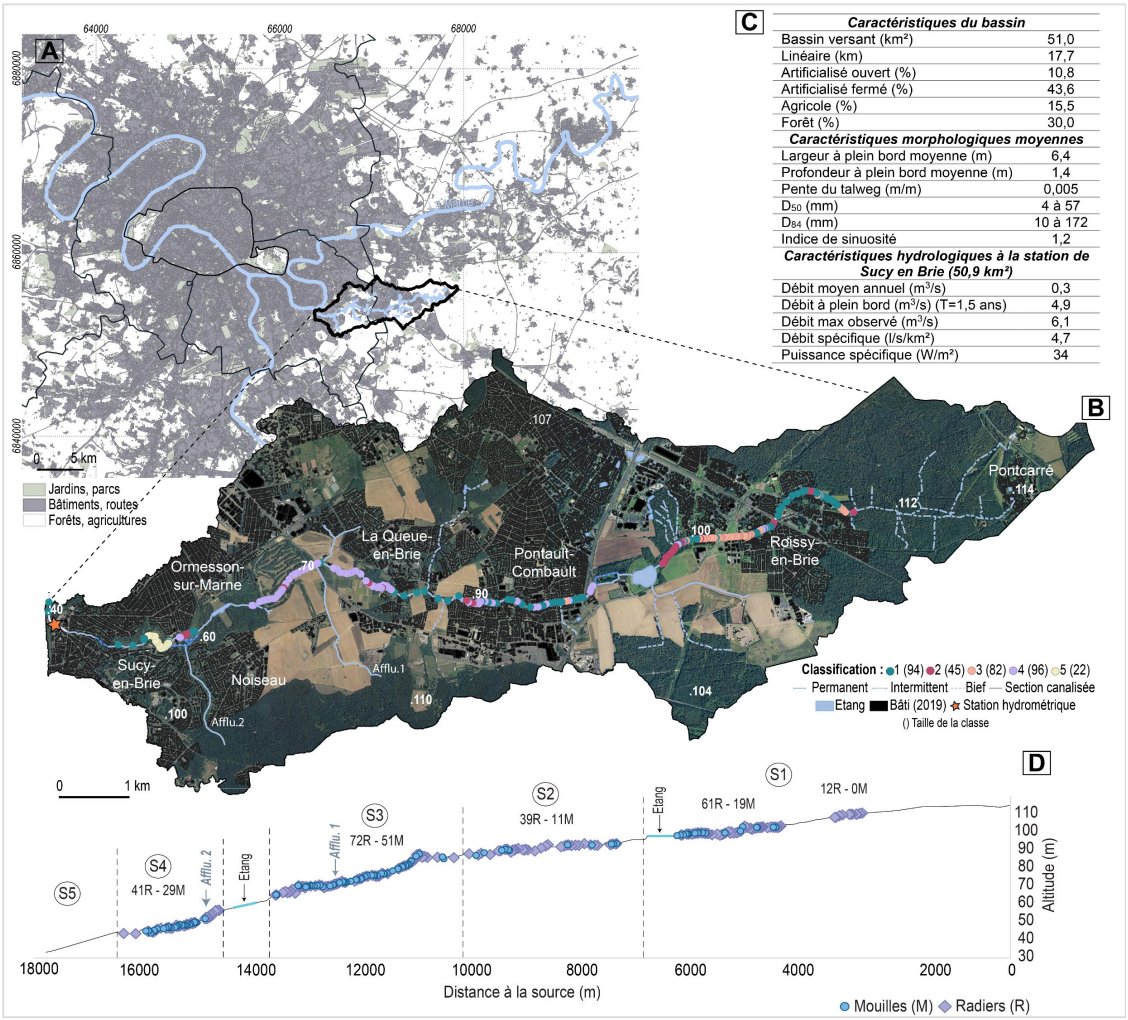

Figure 1 : Le Morbras. A. Localisation dans l'espace régional ; B. Cinq classes morphologiques ; C. Principales caractéristiques du Morbras ; D. Distribution longitudinale des alternances radier-mouille.

BIBLIOGRAPHIE

Gob, F., Bilodeau, C., Thommeret, N., Belliard, J., Albert, M.-B., Tamisier, V., Baudoin, J.-M., Kreutzenberger, K., 2014. Un outil de caractérisation hydromorphologique des cours d'eau pour l'application de la DCE en France (CARHYCE). Géomorphologie : relief, processus, environnement 20, 57–72.

Vietz, G., Rutherfurd, I., Fletcher, T., Walsh, C.J., 2016. Thinking outside the channel: Challenges and opportunities for protection and restoration of stream morphology in urbanizing catchments. Landscape and Urban Planning 145, 34–44.

Fitzpatrick, F.A., Peppler, M.C., 2010. Relation of urbanization to stream habitat and geomorphic characteristics in nine metropolitan areas of the United States, Scientific Investigations Report 2010-5056, U.S. Geological Survey, 29.