Analyse de l'article "connectivité et biocomplexité des masses d'eau des plaines d'inondation fluviales", Claude AMOROS, Gudrune BORNETTE, 2002; Freshwater Biology

S. Vanpeene

▶ **To cite this version:**

S. Vanpeene. Analyse de l'article "connectivité et biocomplexité des masses d'eau des plaines d'inondation fluviales", Claude AMOROS, Gudrune BORNETTE, 2002; Freshwater Biology. France. 2013, pp.5. hal-02606053

HAL Id: hal-02606053
https://hal.inrae.fr/hal-02606053

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Les connectivités longitudinale et latérale des cours d'eau sont souvent évoquées comme élément important de la fonctionnalité des cours d'eau. Par contre la connectivité verticale avec la nappe d'eau souterraine et les arrivées d'eau souterraines depuis les versants sont moins prises en compte. De plus tous ces aspects de la connectivité des cours d'eau sont variables dans le temps (à l'échelle de l'année jusqu'à celle de la centaine d'années) !

Analyse de l'article « Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains »
C. AMOROS et G. BORNETTE
Freshwater Biology, 2002, 47) : 761-776.
Lien: www.researchgate.net/...and.../79e4150f947707790f.pdf

Intérêt de cet article pour la Trame Verte et Bleue :
La Trame Verte et Bleue vise à améliorer la connectivité des cours d'eau et le bon état des masses d'eau. Cet article montre la complexité du fonctionnement d'un fleuve à différentes échelles spatiales et temporelles. Il rappelle que les différents organismes aquatiques (poissons, invertébrés, végétaux et amphibiens) ne réagissent pas forcément dans le même sens quand des milieux sont connectés ou déconnectés. Il met en avant le rôle important des crues comme modificateur des conditions abiotiques du cours d'eau (température, richesse en éléments nutritifs, transparence de l'eau, vitesse de l'eau, conditions du fond du cours d'eau …) et biotiques (apport de propagules ou d'individus…) qui influent sur la biodiversité.
Sa conclusion souligne que vu la complexité des processus en œuvre, toute gestion ou restauration de cours d'eau ne peut pas s'analyser du point de vue d'un seul groupe d'espèces ni d'un seul type de connectivité mais que les stratégies doivent être orientées sur les processus avec une vision très globale et à différentes échelles de temps et d'espace.

Synthèse de l'article :

La connectivité hydrologique opère selon les 4 dimensions de l'hydrosystème fluvial :

- Connectivité longitudinale : axe amont-aval qui permet les déplacements des espèces notamment des têtes de bassin versant vers la mer (et retour) : exemple les anguilles ou les saumons.
- Connectivité latérale : qui traduit les liens permanents ou épisodiques entre le cours principal du cours d'eau et un certain nombre d'annexes hydrauliques de la plaine alluviale. Elle permet par exemple que des espèces se réfugient dans des bras morts en cas de crue et que les brochets puissent aller pondre dans les prairies inondées.
- Connectivité verticale : qui inclut les échanges entre la surface et la nappe par des infiltrations dans l'aquifère alluvial mais aussi les arrivées d'eau par les aquifères des versants : ces échanges d'eau peuvent entrainer le transport de microorganismes et d'organismes vivant dans les sédiments.
- Dimension temporelle : les conditions du cours d'eau varient au sein de l'année (basses et hautes eaux, crues…) mais aussi à l'échelle historique, de la décennie au siècle (changement du tracé du cours d'eau, influence anthropique…).

L'hydrosystème fluvial a un fonctionnement complexe car il met en jeu deux processus importants mais s'influant mutuellement : la connectivité hydrologique responsable des échanges entre le cours d'eau et le reste du paysage et l'énergie de l'eau responsable de la dynamique fluviale.

L'article met l'accent sur la dimension latérale en explorant ses causes et ses effets, notamment sur l'hétérogénéité des milieux et la biodiversité, dans la partie centrale des cours d'eau.

La relation entre la connectivité hydrologique et la biocomplexité dépend des échanges d'individus et de gènes au travers des processus d'extinction et de colonisation, de la composition des communautés et des dynamiques résultant des perturbations naturelles, de la succession écologique, de la modification

des conditions d'habitats et des apports en nourriture.

Connectivité et hétérogénéité spatiale :

Dans le paysage fluvial, la dynamique fluviale produit une mosaïque de milieux à deux échelles spatiales : celle de la plaine d'inondation et celle de chaque plan d'eau (annexe hydraulique).
A l'échelle de la plaine d'inondation la mosaïque d'habitats est constituée des annexes telles les bras morts, les chenaux coupés, les mares et marais créés par l'érosion latérale et verticale du cours d'eau modifiant les chenaux. A cette échelle, la diversité des conditions d'habitats dépend de la distance au chenal principal, de l'existence de connections permanentes ou temporaires à ce chenal et des caractéristiques de l'annexe (longueur, largeur, profondeur et sinuosité).

A l'échelle de chaque annexe, la dynamique fluviale peut créer des mosaïques locales résultant de l'arrachement de végétation, de l'érosion de substrats ou de zone de dépôts récents.

La diversité des habitats produite par les dynamiques fluviales est influencée par le degré de connectivité et notamment par l'origine de l'eau dans l'annexe :

- Eau provenant de la rivière : connexion permanente ou temporaire liée à des fortes eaux ou des crues ;
- Eau souterraine provenant de l'infiltration de la rivière ;
- Eau souterraine provenant des aquifères des versants.

La combinaison de ces origines va conditionner 4 facteurs influençant la biodiversité : température de l'eau, turbidité (teneur en matières en suspension), teneur en éléments nutritifs et composition du substrat (fonds du chenal).

La température de l'eau peut varier beaucoup tant en température moyenne qu'en marges de fluctuation. La présence de poches d'eau froide issue d'un approvisionnement par de l'eau souterraine peut servir de zone refuge à certaines espèces en été et permettre que certaines espèces montagnardes soient présentes dans la plaine d'inondation.
Ainsi les températures moyennes annuelles suivantes dont été relevées sur le Rhône :
12,3 °C (± 0,6°C) dans un bras mort alimenté par de l'eau souterraine,
15,3 °C (± 5,1°C) dans le chenal principal,
19,4 °C (± 8,6°C) dans un bras mort alimenté par le fleuve.

La turbidité et les matières en suspension
Elles dépendent aussi de l'origine de l'eau : les eaux souterraines ont un très faible taux de matières en suspension à l'opposé des eaux du chenal principal.
Dans les bras déconnectés, la turbidité dépend du développement du phytoplancton donc également de la présence d'éléments nutritifs dans l'eau.

Le contenu en éléments nutritifs
Il augmente généralement avec la connectivité à la rivière qui est souvent plus riche en nutriments que les aquifères de versant. Cependant ces éléments dépendent du contexte d'usage du sol en bordure du cours d'eau et du rythme des inondations ainsi que du temps de rétention de l'eau dans les annexes. Il peut y avoir des processus d'auto-épuration dans des bras morts (notamment pour l'ammoniaque et le phosphate).

Le substrat
La taille des sédiments et leur composition chimique jouent un rôle important dans les conditions d'installation et de survie des plantes aquatiques enracinées, pour la fourniture d'habitats favorables aux macro-invertébrés et poissons (notamment pour leur reproduction). La taille et la composition

du substrat dépendent de la connectivité de l'annexe hydraulique, de la distance à la rivière et des conditions de dépôt. Dans les annexes connectées par leurs deux extrémités (amont et aval), les sédiments sont généralement de granulométrie moyenne à grossière. Les annexes connectées uniquement en aval sont caractérisés par des sédiments fins (argile, limon). Les annexes déconnectées ont un substrat composé de matières organiques produites sur place.

Connectivité et biodiversité :

Rappel des 3 niveaux de biodiversité : α, β et ɣ
La biodiversité α est la diversité au sein d'une communauté (le nombre d'espèces présent sur un site).
La biodiversité β traduit la diversité entre les communautés et s'exprime généralement par un pourcentage de ressemblance. Elle vaut 0 quand toutes les communautés sont semblables et 100 quand les communautés sont totalement dissemblables (aucune espèce n'est en commun sur deux sites).
La biodiversité ɣ est la diversité à l'échelle du paysage fluvial dans sa globalité. Elle est donc fonction des biodiversités α et β mais aussi de l'hétérogénéité spatiale du paysage (du nombre de communautés présentes).

La connectivité et les échanges entres annexes hydraulique peut faire baisser la biodiversité β en homogénéisant les communautés. L'hétérogénéité spatiale des habitats peut faire augmenter cette biodiversité.

L'article montre que la liaison de la connectivité avec la biodiversité est très complexe et peu généralisable. Elle dépend à la fois des groupes d'espèces auxquelles on s'intéresse mais aussi des caractéristiques du cours d'eau étudié.

Pour les poissons : des annexes connectées ont un nombre d'espèces différent mais des compositions en espèces proches alors que c'est l'inverse pour des annexes isolées pour lesquelles la composition en espèces dépend des conditions locales.

Pour les amphibiens, en raison de leur capacité de déplacement hors d'eau et de la prédation forte exercée sur eux par les poissons, la biodiversité α est plus élevée quand les annexes de la plaine d'inondation sont déconnectées. Par contre si les annexes sont connectées la biodiversité β est forte en raison du grand nombre d'habitats pauvres en espèces (peu d'espèces présentes mais différentes de celles de l'annexe voisine).

Pour les communautés de macroinvertébrés : la biodiversité α est plus élevée dans les systèmes à forte dynamique fluviale (annexes fortement connectées et niveau de perturbation intermédiaire) et la biodiversité β est plus élevée dans un paysage fluvial où beaucoup d'annexes sont déconnectées.

Pour les communautés de plantes aquatiques : des facteurs importants sur la biodiversité sont les degrés de perturbation (par des crues) et la concentration en nutriments de l'eau mais ces effets sont complexes et antagonistes au regard de la connectivité.

En conclusion sur cette analyse, les auteurs concluent que les biodiversités α, β et ɣ ne sont pas influencées dans le même sens par la connectivité et que même en ne s'intéressant qu'à la biodiversité α, les différents groupes d'espèces ne présentent pas du tout la même forme de courbe entre la connectivité du milieu et la biodiversité α. Ceci est lié aux besoins écologiques différents des espèces, à la largeur de leur niche écologique et à leurs traits d'histoire de vie[1].

[1] Les traits d'histoire de vie décrivent le contrôle des adaptations anatomiques, physiologiques et comportementales, c'est-à-dire comment les individus investissent en reproduction et en auto-maintenance en réponse à leurs conditions environnementales.

La connectivité joue un rôle important pour les espèces qui ont besoin de conditions d'habitat différentes au cours de leur cycle de vie par exemple pour les poissons en raison de leur changement de capacité de nage, de besoins en nourriture…

En ce qui concerne les poissons, les mouvements entre habitats complémentaires du paysage fluvial sont cruciaux pour atteindre les zones de reproduction et de nurserie et donc permettre la pérennité de l'espèce. De manière plus occasionnelle, quelques annexes peuvent servir de refuge en cas de perturbation naturelle (crue) ou anthropique (pollution accidentelle) du chenal principal et donc contribuer ensuite à la recolonisation du chenal principal.

Les effets de la connectivité hydraulique ne peuvent pas être réduits à un simple gradient d'où les apparentes contradictions mises en évidence plus haut.
Quand une annexe hydraulique est connectée au chenal principal lors d'une crue rapide, la vitesse du flux d'eau augmente mais de manière très variable selon les caractéristiques locales de chaque annexe (pente, sinuosité, morphologie..) engendrant de ce fait des perturbations d'ampleur différente (érosion, arrachage des plantes..).
De la même manière, un enrichissement en nutriments d'une annexe par une crue va faciliter le développement des plantes mais va aussi à terme, provoquer un déclin de la biodiversité si le taux de nutriment élevé produit un développement trop abondant de phytoplancton et de plantes types lentille d'eau.

Dynamiques de la connectivité :

Une dynamique à court terme peut être décrite en lien avec l'élévation de la digue ou levée naturelle séparant l'annexe du chenal principal. En effet, en fonction de la différence de niveau, les annexes ne seront pas toutes connectées au fleuve, cela dépendra du niveau de la crue. En outre, la variation du niveau d'eau dans le chenal va aussi modifier l'aquifère alluvial et donc modifier les apports latéraux par les nappes de versant vers l'annexe. Ces deux effets vont modifier le rapport entre d'arrivée d'eau dans l'annexe provenant de l'eau de nappe et l'eau de la rivière. Les auteurs proposent le terme de connectivité « pulsée » pour évoquer la création temporaire de connexions liée au régime et importance des crues. La crue n'amène pas que de l'eau ou des sédiments dans les annexes inondées, elle transporte aussi des individus et des propagules de plantes et d'animaux. Le rythme et le moment de l'année où interviennent les crues peuvent avoir un effet majeur sur la reproduction de certains poissons.

La dynamique à long terme s'exprime à l'échelle de décennies voire de siècles en lien avec la dynamique fluviale (coupure de méandre) et les successions écologiques qui se produisent alors. La succession écologique est source d'hétérogénéité spatiale et de déconnexion en créant une mosaïque de milieux à différents stades d'évolution (notamment vers le comblement en raison de la diminution de la vitesse de l'eau, du dépôt de sédiments et de leur colonisation par des plantes).
La succession écologique tend notamment à réduire la connectivité verticale par le dépôt accru de matière organique et de sédiments fins qui vont diminuer la porosité du substrat et donc réduire les infiltrations d'eau (et de microorganismes) vers la nappe souterraine.
A long terme un autre phénomène est important, c'est l'incision du lit du cours d'eau qui résulte de nombreuses causes naturelles ou anthropiques. L'incision se produit quand la capacité de transport de charge de la rivière est supérieure aux apports de matériaux. La rivière creuse alors son chenal ce qui provoque un abaissement de la nappe. Des annexes peuvent donc avoir une différence de niveau plus importante ce qui se traduit par une déconnexion en surface. Cependant les matériaux enlevés au fond du lit pourront se déposer plus loin dans des zones de dépôt et augmenter plus loin la

connectivité de surface et verticale.

Conclusion :

Le paysage fluvial inclut toutes les annexes hydrauliques de la plaine d'inondation qui sont plus ou moins connectées à la rivière, aux aquifères alluviaux ou de versant par des circulations d'eau de surface ou de sub-surface. Il est le résultat d'une combinaison de gradients complexes de conditions d'habitats et de connectivité hydraulique produits par des processus opérant à différentes échelles spatiales et temporelles.
Chaque annexe a ses conditions modifiées par la succession écologique à l'échelle de la décennie au siècle. A l'échelle du paysage fluvial, la succession crée une mosaïque de taches à différents stades de succession.
La dynamique de la rivière via l'érosion latérale et les migrations du chenal à long terme détruit et crée des habitats hétérogènes.
La position de chaque annexe par rapport à la rivière (en distance mais aussi en différence de niveau) et par rapport à d'éventuel aquifère de versant influence les connectivités de surface et de sub-surface.
La connectivité liée aux crues contrôle les entrées de nutriments et l'alternance de phases de transports et de production. La durée et la période de ces phases sont importantes pour la productivité de l'écosystème et la colonisation par les espèces.
Les impacts anthropiques réduisent généralement l'hétérogénéité spatiale et les dynamiques hydrologiques.

La diversité de chaque groupe taxonomique est décalée par rapport au gradient de connectivité. C'est pourquoi la gestion du paysage fluvial et des stratégies de restauration ne doivent pas se fonder sur un seul groupe d'espèces, un seul niveau hiérarchique de biodiversité (α, β ou γ) ou un seul type de connectivité. Ils doivent au contraire, s'attacher à restaurer la dynamique hydro-géomorphologique afin d'augmenter l'hétérogénéité spatiale et temporelle. La gestion et la restauration doivent être orientées vers les processus pour permettre de prendre en compte la complexité des interactions intervenant à différentes échelles de temps et d'espace.