

## **L'hydrosystème fluvial : Genèse et devenir théorique et opérationnel d'un concept**

Le concept interdisciplinaire d'« hydrosystème en 4 dimensions » a été élaboré en France, en particulier à Lyon entre 1978 et 1993 ; il a suivi de peu celui de « fluvial system » de Schumm, de nature géomorphologique ; il fait aujourd'hui partie du vocabulaire courant chez les scientifiques et les gestionnaires. Questions : dans quel contexte et comment a-t-il émergé ? Comment le situer dans le contexte international ? Quelle a été sa descendance ?

### **1) La genèse du concept**

#### **- *Les premières approches fonctionnelles spatialisées (1965-78)***

- La lutte anti-culicidienne sur le littoral du Languedoc en lien avec la création des stations touristiques. Influence du CEPE Montpellier : carto des biotopes pour moustiques
- La base cartographique dérive des pratiques de la cartographie écologique grenobloise. Conceptions de Paul Ozenda, Documents de Cartographie écologique. Colloques de cartographie de P. Ozenda à Grenoble (proche des géographes)
- Les recherches grenobloises : fin des années 60, les marais du haut Rhône et la démoustication ; crues et moustiques vulnérants (cartes des unités écologiques, paramètres de la mise en eau, la MO, les supports végétaux). La lutte anticulicidienne ciblée sur des unités spatiales et des moments clés pour les espèces (stade larvaire) au lieu des épandages aériens visant les imagos. Phytoécologie de terrain de l'équipe Ozenda = Pautou et Girel.
- Puis les milieux fluviaux : milieux des années 70, carto qui doit compléter celle des marais sur d'autres bases fonctionnelles, prise de conscience de la dynamique des formes fluviales, schémas dynamiques à l'échelle des bancs. Influence alsacienne et danubienne (autrichienne) sur Pautou
- Les bases multiples des recherches des biologistes aquatiques de Lyon 1 sur les milieux fluviaux et périfluviaux du haut-Rhône : milieu années 70,
  - Les travaux sur le chenal (Roux)
  - Les travaux sur les îles ou annexes fluviales. nature des eaux (entre nappe et inondations, renouvellement, espèces représentatives). Amoros.
  - Les travaux en milieu souterrain karstique (Ginet) > passage au milieu hyporhéique (Gibert). Cf espèces communes (genre *niphargus*)

#### **- *La dynamique scientifique du PIREN-Rhône (1978-93)***

- PIREN = recherche interdisciplinaire sur les grands cours d'eau : Rhône, Garonne, ried élo-rhéna (Seine en 1985, Loire = échec). CNRS et Ministère de l'Environnement pour le financement.
- A Lyon : 1978 : Rapprochement des biologies aquatique et terrestre, intégration de la morphodynamique fluviale. Carto à l'échelle des unités

dans la lône, Approche de l'âge des lônes et de l'effet de leur ancienneté sur les paramètres du fonctionnement hydrochimique et sur les spectres faunistiques. Carto à l'échelle des unités dans la lône,

- bloc-diagramme fonctionnel, utilisation du concept de style fluvial : « lônes » issues du tressage et « mortes » issues du méandrage. Livre CNRS 1982.
- Elaboration du concept d'hydrosystème fluvial (1982) puis articles sur les concepts dérivés :
  - Les descripteurs de fonctionnement
  - L'hydrosystème en 3 dimensions
  - successions végétales (1985),
  - intégration du temps dans les unités abandonnées pour faire de la prévision (1985), l'hydrosystème en 4 dimensions
  - réversibilité (1987),
  - Manuel de base *Hydrosystèmes fluviaux* (1993)

## 2) Un concept sous influences extérieures multiples

- ***Exploration des théories de la thermodynamique par des biologistes du PIREN.*** Prigogine...
- ***La dynamique fluviale du PIREN-Rhône directement dérivée des concepts américains de la morphodynamique fluviale :***
  - Leopold & Wolman,
  - Schumm (The fluvial system)

### ***... et d'approches géographiques françaises spatialisées***

- \* La carte géomorphologique (F. Joly, J. Tricart)
- \* La cartographie de l'environnement (Journaux)
- \* L'écogéographie (J. Tricart)
- \* Le géosystème (G. Bertrand)

### **L'intégration des échelles de temps :**

- Le concept de métamorphose fluviale (Schumm, 1968) = changement d'état sous contrôle externe (échelle du tronçon, rôle des variables Qs et Ql). Causalité naturelle (changements climatiques 19<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> siècles aux USA) et causalité anthropique (barrages...)
- L. Starkel et les variations de Qs et Ql depuis le Tardiglaciaire (1983) = descendance directe de Schumm mais allonge le pas de temps
- Ex : l'Ain : métamorphoses 19-20<sup>e</sup>, le Rhône : modèle européen
- La métamorphose suppose la réversibilité si elle est conçue selon le principe des cycles de Starkel ; sinon, on a une métamorphose unique et irréversible ; un état morphodynamique nouveau, des séquences biologiques « innovantes » (Pautou), des dérives univoques

### 3) Un concept inséré dans une dynamique internationale ; des concepts « cousins »... et évolutifs de la fin des années 1970 aux années 2000

- Le concept de « flux spiralés » (**nutrients spiraling**). Cf Wallace et al., 1977 ; Newbold et al., 1979) Les molécules de carbone sont présentes à l'état libre dans le flux d'eau, dans les êtres vivants, et enfouis dans la plaine. Les crues provoquent reprise et dépôt selon des boucles (loops) plus ou moins nombreuses. Indicateurs de l'activité biologique.
- **Le concept de « continuum fluvial »** (Vannote, 1980), incorporant **autogénie** et **allogénie**, transformation amont-aval des spectres biologiques avec détritivores, filtreurs. Basé sur les travaux de R. Patrick (biologie) et de L. Leopold (géomorphologie)
- **Le concept de « serial discontinuity »** (Ward & Stanford, 1983) qui incorpore les perturbations liées aux barrages (congestion = rupture des continuités amont-aval des ressources données aux communautés benthiques). En 1995, dans la revue *Regulated Rivers* ; les mêmes étendent le concept de « Serial discontinuity » aux plaines alluviales en distinguant 3 styles fluviaux : rivières resserrées, en tresses et à méandres. Proposent que la plaine adjacente soit considérée comme une partie du système.
- L'ouvrage de **Welcome (FAO)** sur les fleuves tropicaux, leurs lits majeurs et annexes
- Le « **flood pulse concept** » (Junk et al., 1989 ; Bailey, 1990 ; Tockner, 2000) incorpore les flux de carbone et nutriments liés aux inondations ; principe d'un littoral mouvant sur la plaine en fonction de la géographie de l'inondation.
- L'hydrosystème fluvial, redéfini aux USA dans la 2<sup>e</sup> moitié des années 80. La question des publications et de la propriété intellectuelle. Cf Ward, 1989 : The four dimensional **nature** of lotic ecosystems. *J.N. Am. Benth. Soc.*
- En 1993, Ward & Stanford proposent l' « **hyporeic corridor concept** » qui prend en compte les dimensions verticales dans la largeur du chenal (déjà étudié depuis plus de 10 ans à Lyon, à Vienne).

Cl : les labos américains ont travaillé sur les concepts, la longue durée, la biologie fondamentale. L'hydrosystème fluvial n'est pas pour eux un concept : « the 4 dimensional nature of hydrosystems ». Ont vu plus tard qu'à Lyon la capacité intégrative de l'HF : styles fluviaux, la plaine, la dimension verticale ; n'ont pas pris le temps en compte. Les chercheurs français sont très vite passés à la gestion, aux applications et ont quitté le champ de l'approfondissement des concepts. Voir aussi l'arrivée de B. Statzner qui prend la tête de l'équipe, la réoriente en 1992 vers le fonctionnement à grande échelle du fond du chenal : matériaux, faune d'invertébrés, micro-habitats, mobilité des particules liées à la faune ; ceci n'empêche pas des synthèses larges.

#### **Un certain succès international**

- sur le Danube notamment (cf mission de 1985, contacts, La Haye...)

- moins sur le Rhin car école Carbiener en place
- échec d'une possible intégration européenne du concept car le PIREN-Rhône s'arrête en 1993 alors que la sectorisation d'échelle européenne était mûre à Lyon
- Sont restés des liens scientifiques entre Lyon et Vienne dans le domaine de la biologie aquatique et de la restauration

#### 4) Un concept qui passe de la théorie à l'opérationnel au tournant des années 90

##### ... un concept qui arrive à son heure en France

- cf évolution des conceptions et pratiques au Ministère
- militantismes ligérien alimenté par le biais des associations (SOS Loire vivante et FRAPNA)
- ***Intégration des concepts sur le fonctionnement des « lônes » dans les pratiques de la CNR.*** Approche plus écologique de la question,
- ***Rôle du service des études et de la recherche de l'Agence de l'eau RMC*** (P. Balland et Ph. Dupont) : étude interdisciplinaire Ain pour le CG01 en 1990, participation aux assises de l'eau en 1990, préparation de la loi sur l'eau (1992), plan de restauration hydraulique et écologique du Rhône, préparation du SDAGE RMC 1995, des SAGE (Drôme) ... et ***intégration des chercheurs du Piren*** dans les structures du comité de bassin RMC (Roux, Bravard, Amoros, Coulet, Pautou) = renouvellement profond des pratiques de la gestion fluviale
- ***Les autres modes de mise en valeur des concepts sur la base des préconisations en matière de gestion sur le Rhône***
  - o définition de **l'espace de liberté** (Malavoi et al., 1998), devenu un concept national
  - o mais des contraintes externes qui réorientent les relations gestion-recherche : l'étude globale Rhône (entre 1995 et 2000-2002), La DCE eau (2000), les crues de 2002-2003 et la préparation du Plan Rhône (2006).
- ***Une faible percolation vers la gestion des autres bassins français***
  - Le PIREN-Seine (1985) a développé et développe ses propres approches (pollution surtout)
  - Le PIREN Garonne et la gestion de la rareté de l'eau
  - La Loire et la problématique des crues
  - De toute façon les PIREN ne se sont pas rapprochés et le ZA créées en 2001 non plus

#### 5) Le concept d'hydrosystème fluvial primitif est devenu implicite. Il n'est plus porteur d'innovations internes mais il se décline en produits de recherche-action ciblés, dérivés de la matrice conceptuelle des origines

- La ZABR et les gestionnaires du bassin (création CNRS 2001) : programmes opérationnels (cf nappes et ressource en eau, thermie du Rhône, suivi du P10...

- La DREAL et les inondations
- La réactivation des marges du Rhône (CNR puis Plan Rhône)
- L'OSR

**Conclusion : pas de nouveau concept mais une recherche très appliquée, basée sur des savoirs très internationaux ; en parallèle, une recherche fondamentale active (cf lônes, chenal à Lyon 1) qui creuse toujours davantage les compartiments de l'hydrosystème.**