

1.1 – Écologie aquatique et mésocosmes : notions préliminaires

Source : Gérard Lacroix, CNRS, Le Croisic 2009

De nombreuses questions relevant de l'écologie scientifique ont bénéficié de l'apport des mésocosmes. Plusieurs décennies d'utilisation de ces outils ont permis d'en éprouver la pertinence et les avantages, mais aussi de leur opposer de nombreuses interrogations et critiques. Le tableau ci-dessous propose une vue synthétique des avantages et limites classiquement prêtés à ce type d'approche.

À la lecture de ce tableau, il

est intéressant de constater que ce qui apparaît dans certains cas comme une limitation des mésocosmes peut être perçu dans d'autres comme une qualité. Ces appréciations contradictoires témoignent du caractère largement subjectif de la perception de l'outil par la communauté scientifique : les avantages et limites des mésocosmes dépendent d'abord du problème étudié. Le constat conduit à formuler plusieurs réflexions de portée

Tableau 1 : Avantages et inconvénients classiquement prêtés aux mésocosmes.

| Avantages | Inconvénients/limites |
|--|---|
| – Capacité à simuler des conditions environnementales assez réalistes | – Caractère artificiel |
| – Prise en compte simultanée de différents niveaux trophiques | – Taille trop réduite |
| – Complexité suffisante pour assurer le maintien à terme de communautés fonctionnelles | – Importance des effets parois |
| – Capacité à mettre en évidence des mécanismes assez fins | – Importance des processus de sédimentation |
| – Gestion de plans factoriels complexes et analyse d'effets multifactoriels | – Manque de réalisme écologique |
| – Réplicabilité des traitements | – Faible représentativité |
| – Possibilité d'échantillonner les mêmes populations au cours du temps | – Prise en compte de fractions d'écosystèmes uniquement |
| – Facilité de mise en place des systèmes expérimentaux | – Faible rapport signal/bruit |
| – Rapidité d'acquisition des résultats | – Faible durée des expériences |
| – Facilité de publication des résultats | |

générale sur l'utilisation de ces outils en écologie aquatique.

Réalisme et répliquabilité

La question récurrente du réalisme et de la répliquabilité des mésocosmes doit être abordée sous l'angle d'un nécessaire compromis entre l'ambition de reproduire au mieux la complexité du monde réel et la capacité à analyser les processus en jeu, c'est-à-dire à révéler un effet.

Dans cette optique, les études en mésocosme pâtissent surtout de la forte variabilité intra-traitement et du faible niveau de répliquabilité des expériences (Eberhardt & Thomas 1991, Caquet *et al.* 2001). Pour résoudre cette difficulté, on peut :

- augmenter l'amplitude de l'effet par des manipulations dépassant la gamme naturelle de variation du facteur étudié, ce qui rend l'exploitation des résultats davantage sujette à caution ;
- tenter de réduire la variabilité intra-traitement – mais cet effort de standardisation des répliquats atteint rapidement ses limites.

L'autre solution, la plus raisonnable du point de vue

statistique, consiste à augmenter le nombre de répliquats. Elle est aussi la plus coûteuse en moyens financiers et matériels.

Biais liés aux enceintes

Les effets liés aux enceintes, tels que le développement de périphyton sur les parois, l'impact sur la distribution spatiale des organismes, ou une sédimentation accrue de la matière particulaire, constituent un point faible fréquemment souligné des mésocosmes (Bloesch *et al.* 1988, Carpenter 1996). Cette critique doit être relativisée en rappelant que le but des expérimentateurs est rarement de simuler un écosystème naturel donné, mais plutôt de comprendre les processus en jeu dans les écosystèmes manipulés. Un mésocosme est, en lui-même, un écosystème : pour s'affranchir des biais liés aux enceintes, il est possible de considérer la sédimentation ou le développement du périphyton comme des propriétés de cet écosystème. Par ailleurs, certains mésocosmes disposent de systèmes de brassage permettant de limiter ces effets. Enfin, l'augmentation de la taille du cosme permet de réduire efficacement l'effet « enceinte ».

Taille des mésocosmes

Il n'y a pas de taille idéale pour un mésocosme : tout dépend de la question posée, et le mieux n'est pas nécessairement le plus grand. Un mésocosme doit cependant être suffisamment grand pour fonctionner sur la durée sans apports extérieurs (autres que naturels) et présenter une diversité d'organismes suffisante pour que s'amorcent rapidement les processus écologiques fondamentaux. En pratique, il existe fréquemment un compromis, à moyens égaux, entre le nombre des mésocosmes mis en place et leur taille.

Une méta-analyse conduite sur plus de 150 modèles expérimentaux d'écosystèmes lotiques (Belanger 1997) a conclu que la taille du mésocosme n'avait de manière générale pas d'effet significatif sur la diversité, l'abondance et la richesse des communautés d'algues ou d'invertébrés. Dans la plupart des cas, des enceintes de quelques mètres cubes à quelques dizaines de mètres cubes ont permis des progrès considérables des connaissances. En revanche, l'analyse de certains processus, tels que les mouvements des masses d'eau ou la régulation des communautés piscicoles, est

peu compatible avec de petites échelles spatiales et des pas de temps courts. Pour ces questions, l'emploi de très grands systèmes expérimentaux (plusieurs milliers de mètres cubes) doit être encouragé – le facteur limitant étant ici le coût de leur mise en œuvre.

Effets de l'isolement et durée des expériences

Les mésocosmes sont par définition des systèmes clos, ce qui peut constituer en soi une limite à leur utilisation dans la durée. C'est le cas en particulier pour les rivières artificielles, le plus souvent dépourvues de tout apport provenant de l'amont et/ou de l'aval ou bien encore des berges : en l'absence d'apports exogènes réguliers, ces systèmes voient leur productivité et la diversité de leurs communautés décroître rapidement, ce qui limite la durée des études. Dans les mares expérimentales, une baisse progressive de la diversité et de la productivité biologique, ainsi qu'un accroissement de la consanguinité chez certaines espèces peut également se produire. Enfin, dans le cas des enceintes, les phénomènes de turbulence

réduite et l'isolement par rapport au reste de l'écosystème conduisent à un déficit en nutriments et à une baisse de l'abondance et de la diversité des différentes communautés, planctoniques en particulier : l'évolution de la portion isolée diverge alors de celle du milieu environnant.

Des mésocosmes aux écosystèmes naturels

La poursuite de ce raisonnement sur l'intégration de la complexité et du réalisme écologique conduit à envisager la manipulation

des écosystèmes naturels. D'un intérêt scientifique évident, de telles manipulations sont heureusement extrêmement encadrées – surtout si elles sont susceptibles de conduire à une dégradation de l'écosystème. Une autre démarche pourrait s'avérer particulièrement pertinente : la mise en œuvre d'approches d'ingénierie écologique sur des écosystèmes très dégradés, qui permettraient de mettre les théories à l'épreuve du monde réel, dans une perspective directe d'amélioration des systèmes.



© INRA Rennes