

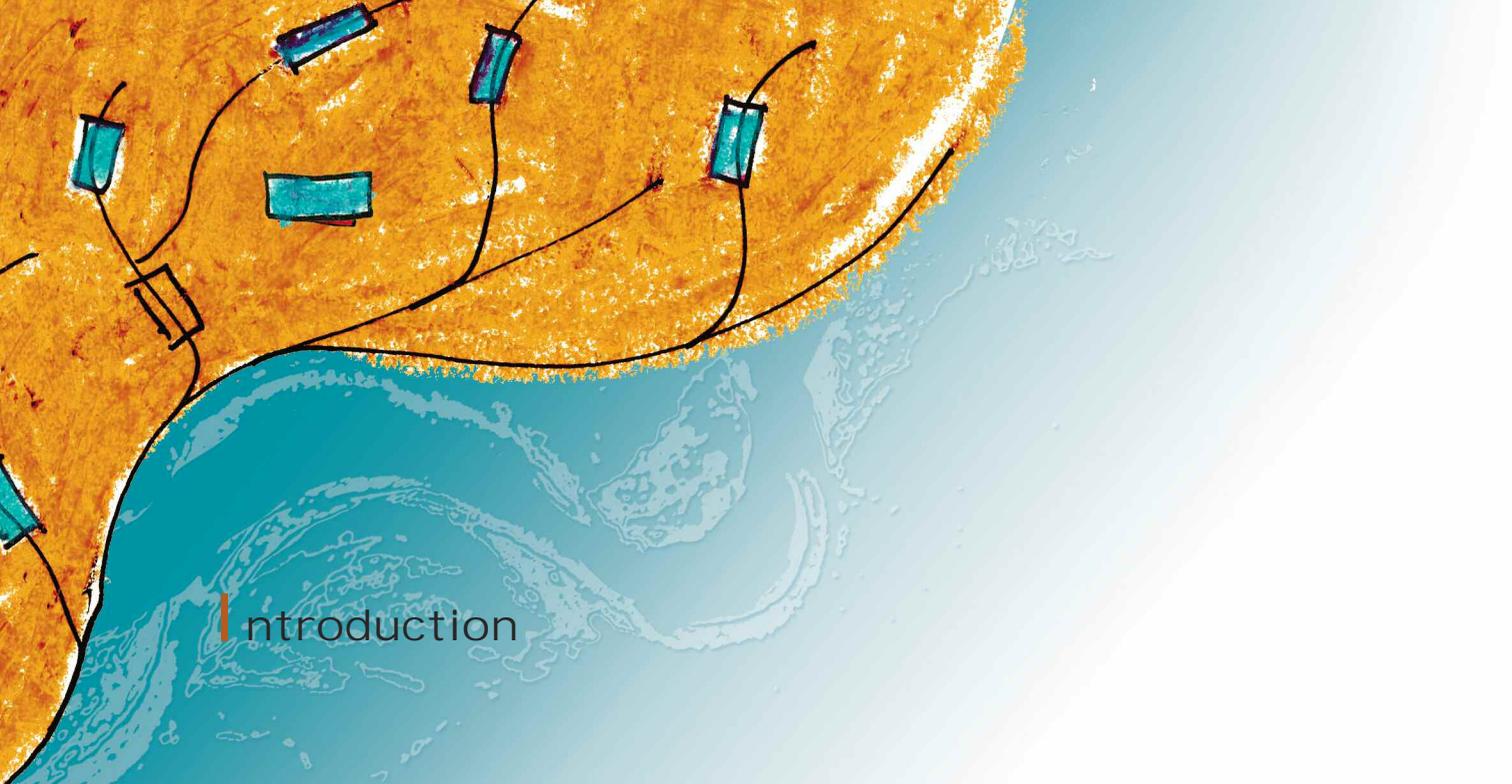


© Béatrice Leblanc - Irstea

2

Méthodes d'évaluation des effets cumulés

- 36 ■ Introduction
- 37 ■ Définitions et concepts utilisés pour l'évaluation des effets cumulés
- 39 ■ Méthodes existantes



Introduction

Il a paru intéressant, avant d'aborder plus spécifiquement l'effet cumulé des retenues sur le milieu aquatique, d'interroger la littérature internationale sur les méthodes d'évaluation d'effets cumulés dans un contexte plus large, afin d'identifier de façon générale les concepts en jeu, les aspects qu'il est souhaitable de prendre en compte dans une telle démarche, et de déterminer si elle pouvait fournir des éléments de « cahier des charges » pour élaborer une méthode adaptée au cas des effets cumulés des retenues. La littérature traitant de l'évaluation des effets cumulés d'actions de l'homme sur l'environnement est essentiellement nord-américaine, notamment canadienne, et prend sa source dans les années 1980. Les articles issus de pays européens sont plus récents, liés probablement à la transcription dans les pays membres de la directive sur les études d'impact (85/337/EEC).

Le constat est qu'au contraire des méthodes d'évaluation d'impact environnemental « simples », **les évaluations d'effets cumulés (CEA pour Cumulative Effects Assessment)** sont majoritairement reportées dans des sources non publiées, et n'ont que peu diffusé dans la littérature académique, car elles sont le plus souvent menées par des acteurs évoluant dans le secteur opérationnel, et non scientifique. Par ailleurs, la littérature accessible traite le plus souvent de façon théorique d'évaluation d'effets cumulés, ou dans le cadre d'études générales de planification, abordant alors souvent de larges régions ; elle n'aborde quasiment jamais des CEA menées dans le cadre d'études d'impact environnemental relatives à un projet donné. Cette limite dans le champ couvert par la littérature académique est susceptible d'entraîner un biais dans l'analyse qui en est faite, qu'il conviendra de garder à l'esprit. Une solution proposée pour infléchir cette tendance consiste à utiliser des forums pour porter ces études à connaissance et faire progresser la pratique du CEA.

L'évaluation des effets cumulés dans un contexte donné mobilise des définitions et concepts dont il est nécessaire qu'ils soient partagés par les différentes parties prenantes pour assurer que les résultats de l'évaluation soient acceptés. .



Définitions et concepts utilisés pour l'évaluation des effets cumulés

Différents types d'effets cumulés

Le terme utilisé en général dans la littérature est plutôt celui d'**effets cumulés** que d'**impacts cumulés**, sans que la nuance entre les deux termes soit clairement explicitée. Dans notre texte nous utiliserons indistinctement ces deux termes pour exprimer les conséquences de la mise en œuvre d'aménagements ou de projets. Tout d'abord, les effets cumulés peuvent être **homotypiques** ou **hétérotypiques**, selon respectivement qu'ils résultent de multiples développements du même type ou qu'ils soient causés par la combinaison de deux ou plusieurs projets ou aménagements différents. On peut aussi les distinguer selon qu'ils se développent selon un processus **additif ou incrémental**, un processus supra-additif (l'effet cumulé est plus important que la somme des effets), ou au contraire infra-additif (l'effet cumulé est moindre que la somme des effets). L'impact total est alors égal à la somme des impacts des aménagements et des effets d'interaction (négatifs ou positifs selon que les effets soient infra ou supra additifs). Enfin, les effets cumulés peuvent aussi être classés comme **directs, indirects ou multivariés** : les effets directs correspondent au cas d'une réponse simple (c.-à-d. de 1^{er} ordre comme indiqué en Figure 3, page 32) de l'environnement aux modifications induites par la mise en œuvre des projets (stimuli) ; les effets indirects au cas où les réponses sont des relations de deuxième ordre ou plus élevé ; les effets multivariés correspondent à des réponses à des stimuli multiples, avec des inter-relations. Les réponses indirectes et multivariées sont plus complexes, moins bien comprises et plus difficiles à quantifier. Une évaluation d'impacts cumulés doit aborder ces trois types de réponses (directes, indirectes et multivariées).

Ces définitions reflètent la diversité des types d'effets cumulés que peut subir un système, et la difficulté à définir le champ de ce que doit effectivement recouvrir une évaluation d'effets cumulés. On constate ainsi que les définitions associées aux « effets cumulés » ou « impacts cumulés » varient selon les textes réglementaires ou les articles abordant la question, les auteurs allant parfois jusqu'à proposer leur propre définition pour qu'elle soit cohérente avec la perception qu'ils ont de ce que doit être une CEA. Les nuances entre les différentes définitions portent notamment sur les projets qui doivent être considérés dans l'évaluation : certaines conduisent à une notion d'impacts cumulés liée à l'accumulation d'effets en lien avec des développements et aménagements divers, alors que d'autres conduisent plutôt à une notion d'effets qui s'accumulent à travers le temps du fait d'un aménagement donné. Une autre définition courante, qui est celle utilisée aux États Unis, considère l'impact cumulé comme l'impact sur l'environnement qui résulte de l'effet incrémental d'une action, quand celle-ci s'ajoute aux autres actions passées, présentes et raisonnablement prévisibles, sans tenir compte de quel organisme ou personne entreprend ces autres actions (*Council on Environmental Quality (CEQ) regulations*. Section 1508.7). La définition de ce qu'on peut considérer comme « action raisonnablement prévisible » est elle-même assez délicate, et dépend de la gamme des scénarios d'évolution que l'on considère. Il semble donc nécessaire que

les parties prenantes s'entendent sur ce qui est entendu par « impacts cumulés » et décident notamment, dans le cas d'une action concrète donnée si :

- les impacts cumulés sont relatifs aux impacts intégrés dans le temps de l'action proposée sur la ressource environnementale d'intérêt ;
- les impacts cumulés se réfèrent à l'intégration dans le temps des impacts de l'action proposée sur toutes les ressources d'environnementales d'intérêt en un point donné ;
- les impacts cumulés incluent tous les aménagements existants ou les facteurs susceptibles de provoquer des impacts dans les environs de l'action proposée, y compris tous les aménagements passés, mêmes ceux qui ne sont plus en cours, mais dont les effets sont encore perceptibles ;
- les relations synergiques et antagonistes liées aux effets environnementaux doivent être considérées.

On voit que la réponse conditionne l'échelle de temps et d'espace à considérer pour la CEA, ainsi que le nombre et la nature des projets ou aménagements à intégrer dans l'analyse. La présente expertise relève plutôt du troisième cas, mais en considérant ensemble plusieurs effets environnementaux, parfois synergiques, parfois antagonistes, elle peut de fait alimenter aussi la dernière définition du cumul.

État initial, état de référence, métriques et seuils

L'évaluation des impacts cumulés consiste à estimer l'impact d'une action planifiée sur un récepteur, en combinaison avec d'autres actions. Un récepteur environnemental est défini comme n'importe quelle caractéristique écologique qui est sensible à une action : **l'identification des récepteurs à risque** pour une action proposée est donc essentielle, de même que la définition de métriques adaptées pour quantifier leur évolution. Ces récepteurs à risque sont souvent associés à la notion de composante environnementale d'intérêt, *Valued Environmental Component (VEC)* en anglais. Dans le cas où l'on considère par exemple l'effet d'une action sur la biologie, cela suppose d'identifier les espèces et les stades de développement qui seront considérés. Des métriques sont nécessaires pour caractériser l'état du système (via les VEC considérées) et son évolution potentielle. Les métriques utilisées sont souvent des **indicateurs ou indices** composites, construits à partir de l'agrégation de variables renseignant sur l'état du système, de telle façon que l'information résultante soit utile aux décisionnaires et aux parties prenantes. Pour être pertinentes, ces métriques doivent pouvoir être confrontées à des gammes de valeur et/ou des seuils permettant de caractériser l'état du système et son écart par rapport à sa référence, et d'identifier les composantes de l'environnement les plus susceptibles d'être impactées, ou de constater que certaines de ces composantes sont déjà affectées. Là aussi, il semble important que des métriques communes puissent être utilisées par plusieurs CEA, ce qui suppose **de développer ou adapter des référentiels communs, pertinents sur une zone ou dans un contexte donné. La définition de seuils permettant de décider que des effets sont acceptables et/ou insupportables pour l'écosystème doit également être explicitée.**

La caractérisation **de l'état initial** de l'environnement au moment du CEA passe par la confrontation à un **état de référence**. Celui-ci est défini comme l'état d'un site où les conditions sont telles que le biote y est le produit de processus évolutifs naturels et biogéographiques, en l'absence relative d'effets de l'activité humaine moderne. Il peut advenir qu'il n'existe pas de mesure de référence pour un récepteur, et que son état au moment des évaluations individuelles soit pris comme référence. La non intégration des données historiques est connue comme le **syndrome de la référence glissante** (*shifting baseline syndrome*) et peut conduire au fil du temps à une dégradation du récepteur. La comparaison entre états de référence et initial est une étape essentielle du CEA, qui dans certains cas (cf les méthodes, page suivante) constitue même l'essentiel de l'évaluation. Elle permet en effet d'identifier les tendances issues du passé, ainsi que les activités humaines passées ou en cours et leur résultantes, de mieux cerner les enjeux pour les différentes VEC, et le cas échéant de définir des objectifs réalistes. Enfin, une bonne connaissance des actions passées et de leurs effets cumulés, qui suppose une définition pertinente de l'état initial, pourrait être mise à profit pour atténuer les effets cumulés : atténuer les effets des développements présents et passés, quand c'est possible, pourrait parfois permettre d'améliorer l'état du milieu et ainsi d'envisager de nouveaux projets, sinon non acceptables compte tenu de leurs effets cumulés attendus avec les développements passés.



Méthodes existantes

Différentes classifications existent pour les méthodes de CEA, qui diffèrent par l'angle d'entrée adopté : objectifs visés, type d'outils utilisés, données mobilisées. Une méthode doit être capable de rendre compte des trois composantes causales suivantes :

- les sources des changements environnementaux cumulés (**Cumulative Environmental Change** en anglais : CEC), pouvant émaner d'activités simples ou multiples, de nature similaire ou non ;
- les trajectoires ou processus d'accumulation, avec des CEC qui s'accumulent dans le temps et l'espace de façon additive ou interactive ;
- les différents types d'effets cumulés.

On retiendra essentiellement deux classifications, dont on verra qu'elles ne sont pas indépendantes.

Approches basées sur les facteurs de stress (*Stressor-based*) versus approches basées sur les effets (*Effect-based*)

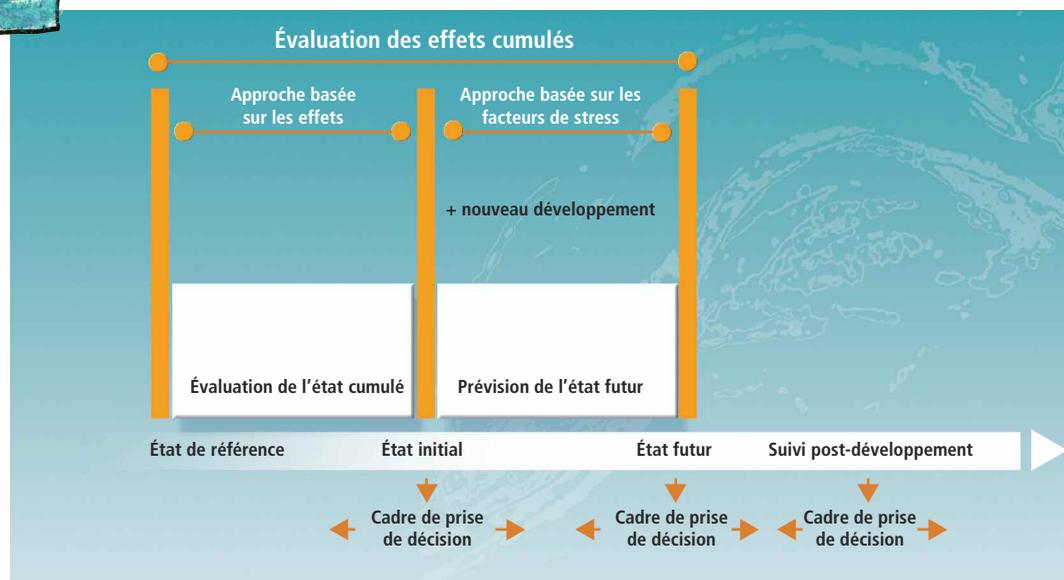
On peut distinguer les méthodes basées sur les stress ou perturbations (*stressor-based* en anglais) et les méthodes basées sur les effets (*effect-based*).

Les approches **stressor-based** consistent à décrire le projet considéré, identifier les facteurs de stress potentiels associés aux différentes phases du projet, identifier les récepteurs environnementaux ou les composantes de l'écosystème auxquelles on attribue de la valeur (*Valued Environmental Component* : VEC), et identifier enfin les trajectoires d'effet induites par l'interaction entre facteurs de stress et VEC. Cette dernière étape suppose la compilation de données disponibles. Les effets résiduels sont alors déterminés après la prise en compte des éventuelles mesures de compensation, et leur importance comparée à des seuils, le plus souvent définis en fonction d'objectifs d'aménagement du territoire. Cette approche est considérée comme efficace pour identifier les impacts locaux potentiels de projets spécifiques sur les composantes de l'environnement ; elle est toutefois limitée en ce que son application suppose que tous les facteurs de stress associés à un projet spécifique soient connus, et les interactions entre facteurs de stress et composantes de l'écosystème caractérisées pour le contexte considéré, ce qui n'est pas toujours le cas.

Les approches *effect-based* ont été développées plus récemment au Canada et visent une échelle plus large que les précédentes (plusieurs centaines de milliers de km² dans les exemples), en considérant l'état actuel de l'environnement comme résultant de perturbations antérieures (encore en cours ou passées) et en essayant d'identifier les sources non connues de stress et leurs interactions à une échelle plus large. Une des limites majeures de cette approche est qu'elle ne permet pas de démarche prédictive : une source de stress n'est identifiable qu'après qu'un effet induit ait été mesuré. Elle suppose de plus de disposer d'un large ensemble de données, couvrant une longue période. Son apport principal est l'identification des seuils qui ont déjà été franchis, l'évaluation de la capacité de l'environnement récepteur à être soumis à des stress anthropiques supplémentaires, et l'identification des facteurs de stress sur lesquels porter l'attention.

Les auteurs adoptant cette classification concluent que ces deux approches sont en fait complémentaires, l'approche basée sur les effets devrait précéder celle basée sur les facteurs de perturbation, et celle-ci devrait être suivie, dans le cas où un projet est effectivement mis en œuvre, par une campagne de suivi permettant d'évaluer si les effets constatés sont conformes aux prédictions, pour permettre d'améliorer la connaissance d'une part, et adapter les mesures de gestion le cas échéant d'autre part (Figure 4).

Figure 4



Une proposition pour l'évaluation d'effets cumulés intégrant des évaluations effect-based et stressor-based, des cadres de prise de décision (DMF = Decision Making Framework) et un suivi post-développement (Dube and Munkittrick 2001). « Reference condition » désigne ici l'état de référence abordé dans le paragraphe sur la définition des états initial et de référence, et Existing condition l'état initial c.-à-d. actuel. Future condition est l'état résultant du projet, prédit par l'approche basée sur les effets, puis observé par le suivi post-projet.

Approches analytiques versus approches de planification

Une autre classification peut être proposée, qui distingue **approches analytiques** et **approches de planification**. Pour les premières, l'évaluation des effets cumulés est une activité qui génère essentiellement de l'information, en se basant sur une analyse et une démarche scientifiques, pour générer un flux d'information vers les décideurs, afin qu'ils puissent prendre des décisions fondées. Pour les deuxièmes, les principes de la planification sont utilisés pour déterminer une hiérarchie dans un choix d'allocation de ressources. Le choix final est dans ce cas basé sur des normes sociales explicites, qui fondent les règles de décision pour comparer et hiérarchiser des scénarios alternatifs, et aboutir à un compromis entre objectifs environnementaux, économiques et sociaux. Ici l'évaluation des impacts cumulés est vue comme un corollaire de la planification globale : elle va donc plus loin que la fonction analytique de collecte d'information, analyse et interprétation, pour inclure également une évaluation quantitative des critères considérés, une orientation multi-objectifs et une prise de décision participative. Pour rendre compte correctement des trois points énoncés plus haut (sources multiples de changements ; processus d'accumulation additifs ou interactifs ; effets cumulés de natures diverses), une méthode doit idéalement pouvoir représenter :

- **l'accumulation temporelle** des effets, qui advient quand l'intervalle entre une perturbation et les suivantes est trop court pour que le système, une de ses composantes ou un processus en jeu, puisse récupérer de cette perturbation. Le respect de ce critère suppose donc que la méthode d'évaluation puisse considérer à la fois la durée et la fréquence des perturbations. Elle doit aussi pouvoir intégrer un horizon de temps long pour détecter les changements induits à long terme, ou les effets retard ;
- **l'accumulation spatiale** des effets, qui se produit quand la distance spatiale entre perturbations est plus petite que la distance requise pour supprimer ou disperser les perturbations. Une méthode d'évaluation doit

pouvoir rendre compte de l'échelle géographique à laquelle se manifestent les perturbations, permettre de définir les limites spatiales de l'étude en cohérence, et permettre de représenter la façon dont les perturbations et leurs effets sont différenciés dans l'espace. Elle doit aussi pouvoir prendre en compte à la fois les flux/mouvements à travers les frontières à la même échelle (par exemple intrarégionale) tout comme entre les différentes échelles (locale à régionale puis globale). La capacité à considérer la distribution spatiale, notamment surfacique est particulièrement importante, parce que l'évaluation des effets cumulés est souvent menée dans un contexte régional ;

- les différents **types de perturbation** qui proviennent de sources multiples, ou de perturbations provenant de la même source, mais répétée dans le temps ou l'espace ;

- **les processus d'accumulation** qui résultent des relations qui lient cause et effet. Une méthode doit pouvoir rendre compte de la façon dont le système évolue ;

- **les effets fonctionnels**, c'est-à-dire l'altération des processus (flux d'énergie, cycle de nutriments, succession) ou les modifications des propriétés fonctionnelles (par ex. : capacité d'assimilation, de transport, dépassement de seuil modifiant le fonctionnement du système). Ceci implique de pouvoir prendre en compte des changements évolutifs dans le temps, d'accumulation dans le temps, des effets retard ou des effets liés à des seuils de déclenchement ;

- **les effets structurels** qui incluent les changements de populations, la modification d'habitat, et les altérations des ressources géophysiques (air, eau, sol). Comme pour les effets fonctionnels, une méthode doit être capable d'identifier, d'analyser et d'évaluer les changements structurels dans le système environnemental, une de ses composantes ou processus. Ce type de changement est perçu comme essentiellement spatial ; il suppose de pouvoir prendre en compte l'accumulation spatiale, les effets de fragmentation ou les flux entre frontières.

Ces critères permettent surtout d'évaluer la composante analytique, plus que de planification de ces méthodes. En général, les méthodes appréhendent mieux la dimension spatiale que la dimension temporelle. Ceci est en partie lié à la disponibilité limitée de données antérieures, mais reflète surtout une **difficulté inhérente à prendre en compte des processus variant dans le temps**. Par ailleurs, la nature variable et aléatoire des processus complique leur intégration dans nombre de méthodes. Ceci suggère que les **développements futurs soient plutôt orientés vers des méthodes capables d'analyser et évaluer les trajectoires d'accumulation**. Les méthodes basées sur la **modélisation**, par exemple via des modèles de simulation numériques, et s'appuyant sur des **systèmes d'information géographiques semblent actuellement celles qui permettent d'appréhender la problématique de l'évaluation des effets cumulés et ses multiples facettes de la façon la plus satisfaisante**. D'autres méthodes, *a priori* moins complexes, comme par exemple les matrices interactives ou les méthodes d'analyse de réseau peuvent également apporter des réponses intéressantes ; le recours à des outils d'information géographiques paraît par contre relativement incontournable. Différentes classes de méthodes peuvent être combinées pour chaque cas particulier, en fonction de la nature du problème considéré, de l'objectif de l'évaluation, de l'accès aux données et de leur qualité, des ressources disponibles. Il semble en effet nécessaire, pour dérouler une évaluation de l'impact cumulé complète, d'articuler plusieurs méthodes pour à la fois analyser et évaluer les causes, trajectoires et effets.

■ Cas particulier des milieux aquatiques

De par la structure propre aux bassins versants et au rôle de transfert du vecteur eau, les effets environnementaux sur les systèmes rivière sont cumulatifs par nature dans le temps et l'espace. Presque toutes les activités se déroulant sur le bassin versant altèrent directement les paramètres environnementaux, qu'il s'agisse du sol, de la topographie ou de la végétation. Ceci modifie en retour les transferts d'eau, de sédiments, de matière organique et de polluants jusqu'au cours d'eau : l'état de celui-ci est largement fonction des types d'interaction et des processus qui adviennent dans l'ensemble du territoire délimité par le bassin versant. Pourtant, malgré les spécificités qu'ils énoncent, les articles qui traitent du CEA sur un bassin versant, peut-être parce qu'ils abordent le cas de grands bassins versants (plusieurs centaines de milliers de km²), ne prennent pas en compte de façon explicite la connectivité des processus de transferts sur les bassins, qui sont considérés comme des juxtapositions de surfaces, sauf pour ce qui concerne le réseau hydrographique *sensu-stricto* (c.-à-d. que les flux provenant de l'amont du cours d'eau sont intégrés).

Échelle et gouvernance, des notions très liées

L'échelle, tant spatiale que temporelle, à laquelle mener le CEA doit permettre d'englober l'ensemble des effets induits. Pourtant, assez fréquemment, l'évaluation d'effet cumulé est menée à l'échelle spatiale du projet individuel, à l'instar des évaluations d'impact environnemental basées sur des projets. Or ceci n'est souvent pas pertinent pour les évaluations d'effets cumulés, dans la mesure où les projets individuels peuvent ne contribuer que pour une faible part aux effets cumulés sur les ressources considérées, induits par l'interaction de perturbations multiples. À l'inverse, une autre difficulté est liée au fait que quand l'échelle considérée croît, des problèmes locaux (c.-à-d. projet-spécifiques) peuvent s'estomper et d'autres devenir plus importants (perturbations à l'échelle du paysage). Dans le cas particulier des rivières, l'ensemble des processus du bassin versant ne s'expriment pas à la même échelle spatiale.

Une solution peut être d'adopter une **approche multi-échelle**, qui permet un focus sur les zones les plus affectées, avec une résolution plus fine, et à l'inverse une attention moindre aux composantes de l'environnement non affectées. Une telle méthode articulant différentes résolutions spatiales / degrés de précision permettrait une analyse extensive des impacts cumulés de l'ensemble des projets, développements ou pratiques en cours, mais aussi une analyse plus intensive sur un site ou pour un projet spécifique. Mener l'étude à une telle échelle donne par ailleurs accès à une plus grande gamme de mesures de gestion autour du ou des projets envisagés, au niveau du(es) type(s) de mesures à mettre en œuvre. On conçoit toutefois qu'une telle démarche soit plus du ressort d'une instance stratégique que du pétitionnaire pour un projet spécifique. **Le choix de l'échelle est en effet étroitement lié à celui de gouvernance** : mener une évaluation d'effets cumulés à une échelle qui dépasse celle d'un projet individuel et englobe d'autres projets est plus facilement envisageable pour une organisation exerçant à cette échelle que pour un pétitionnaire.

Un point qui ressort avec force de l'analyse est la nécessité, exprimée par quasiment tous les auteurs¹⁶, que **les évaluations d'effets cumulés soient pilotées par une agence ou organisation dédiée, à une échelle régionale** ou une échelle qui englobe l'aire de plusieurs projets pouvant potentiellement conduire à la nécessité d'évaluer des effets cumulés. Les arguments portent à la fois sur la disponibilité et l'accessibilité des données, sur la définition de métriques et d'échelles de valeurs définies de façon transparente et partagées, sur l'objectivité de l'évaluation, nécessaire pour assurer son acceptabilité par la société civile.

Dans une optique de planification, le fait de travailler à une échelle supra permet également d'optimiser le choix des projets à développer ou non, ainsi que la réduction ou la compensation plus efficaces des effets induits. Cela permet aussi un suivi de ces effets. Ce suivi assurera en retour, d'une part le cas échéant de mieux gérer l'après-projet, d'autre part **d'alimenter les connaissances sur les relations cause-effet, qui restent une nécessité incontournable pour toute évaluation pertinente**. Seule une telle organisation peut disposer des moyens (financiers, en compétences et en temps) et de la volonté suffisante sur le long terme pour mener à bien **une telle démarche, considérée comme une démarche récursive et qui s'inscrit dans le temps long**. Les pétitionnaires des projets « englobés » par cette démarche peuvent participer au processus d'acquisition de données, en s'appuyant notamment sur un cahier des charges commun, permettant de capitaliser et valoriser au mieux les données et de développer au mieux les connaissances sur les relations cause-effet, ainsi que d'abonder le financement de l'ensemble de la démarche d'évaluation.

La démarche d'évaluation des effets cumulés est dans la littérature plutôt vue comme relevant d'une démarche de planification mais, comme cela a été souligné au début de cette partie, les articles scientifiques abordant les CEA portent rarement sur des études projet-spécifiques et traitent souvent essentiellement de méthodologie, ce qui est susceptible d'induire un biais dans l'analyse. Pour autant, le fait que les évaluations projet-spécifiques soient le plus souvent sévèrement évaluées met également en lumière la difficulté à mener de façon pleinement satisfaisante les CEA projet-spécifiques.

Conclusions

Si l'étude d'effets cumulés doit s'appuyer sur une démarche et des connaissances scientifiques, en revanche de nombreux aspects ne sont pas du strict ressort de la science, et doivent être abordés de façon explicite pour assurer que l'évaluation soit pertinente.

¹⁶ - *Et jamais contredite* : quand la question de la gouvernance est abordée, c'est toujours pour noter la nécessité d'une organisation au niveau régional.

■ En premier lieu, il est essentiel que soit **défini ce que l'on entend par effet ou impact cumulé, tant au niveau des projets/processus pris en compte que des échelles spatiales et temporelles considérées.** Cette définition ne va pas nécessairement de soi, peut varier avec le contexte, et doit être explicitée par les parties prenantes avant de pouvoir réellement aborder l'évaluation des effets cumulés dans un contexte donné.

■ Par ailleurs, **les composantes de l'environnement** que l'on considère pour évaluer l'importance des effets (VEC, *Valued Environmental Component*) doivent être identifiées, et **des échelles de valeur et/ou des seuils doivent être définis** pour permettre de juger **de façon partagée** que les effets cumulés sont (trop) importants ou non. Il est ainsi également nécessaire de définir les **métriques d'évaluation**. Là aussi, ces décisions ne relèvent pas nécessairement des seuls scientifiques, et il est essentiel qu'elles interviennent assez tôt dans le processus d'évaluation, une fois les états de référence du système caractérisés. **La caractérisation de l'état de référence et de l'état initial** est importante. Correctement réalisée, elle permet d'acquérir une première connaissance du fonctionnement du système considéré, des composantes de l'environnement les plus sensibles, ainsi que parfois d'identifier les facteurs de perturbation les plus importants.

■ **Le suivi du système dans le temps**, une fois le ou le(s) projet(s) réalisé(s) est essentiel. Il permet de vérifier la validité de l'évaluation effectuée *ex-ante*, **d'accroître la connaissance sur les relations cause-effet**, et le cas échéant d'adapter les mesures de gestion relatives au(x) projet(s).

La science peut apporter des éléments pour aborder ces différents points, mais ne peut répondre seule à l'ensemble de ces questions, qui supposent d'une part des prises de décision et d'autre part l'allocation de moyens sur le long terme. Des échanges entre scientifiques, gestionnaires, « pratiquants » des évaluations d'effets cumulés sont donc nécessaires. L'implication du public est par ailleurs souhaitable, notamment pour légitimer les décisions prises. Par ailleurs, quelle que soit la ou les méthodes employées, **la disponibilité des données, l'identification des déterminants du système et la compréhension des relations cause-effet sont essentielles.** Ainsi, en parallèle à l'amélioration des méthodes et de la pratique des CEA, il est nécessaire de continuer à étudier et documenter les relations cause-effets pour la multitude d'effets induits par l'homme sur les systèmes naturel et les VEC, ce qui suppose à la fois des recherches de terrain et des programmes de suivis rigoureux.

Ce chapitre a présenté les concepts généraux et les principales classes de méthodes mobilisées dans l'évaluation des effets cumulés des actions de l'homme, sans se focaliser sur les seules retenues. Il a aussi tenté de mettre en évidence les éléments qui semblent nécessaires pour le succès d'une telle démarche, de façon indépendante du type de projet considéré. Le reste du rapport se concentre sur les retenues. Les notions mobilisées recoupent en partie les concepts qui ont été présentés ci-dessus, mais en se limitant à une thématique (hydrologie, transport solide, physico-chimie, écologie des milieux aquatiques) et avec un vocabulaire qui lui est propre : la conclusion reviendra sur le croisement entre ces différentes classes d'effets.