

Substitution du milieu naturel comme partie prenante - approche par les services écosystémiques

1 Problématique du milieu naturel comme client

A la fin du Chapitre 1, les déséquilibres entre les différents types d'acteurs dans les processus d'autorisation de projets ayant potentiellement un impact sur l'environnement ont été évoqués. En particulier, il apparaît que les milieux naturels sont des acteurs absents, de par leur nature, et représentés par des acteurs « faibles », c'est-à-dire ne possédant pas de pouvoir décisionnaire. Nous revenons dans les paragraphes suivants sur la notion de partie prenante, largement répandue dans les systèmes de management en milieu industriel, qui rejoint la notion plus générale d' « acteur » utilisée en sciences humaines et sociales. Ceci afin de mettre en évidence la légitimité et la problématique engendrées par la proposition faite dans le paragraphe précédent de prendre en compte les milieux naturels comme des clients. En particulier, nous avons cherché à spécifier la notion de besoin pour un écosystème. Nous avons par la suite déterminé les éléments existants ayant tenté de répondre à cette question, en particulier au travers de la tentative de modélisation des écosystèmes aquatiques. Cependant, nous verrons que l'état de maturité de ces outils ne permet pas aujourd'hui de répondre de manière satisfaisante à la problématique de prise en compte des écosystèmes aquatiques comme clients. Ce constat nous a amenés à nous intéresser à la notion de services écosystémiques.

a Retour sur la position des milieux naturels : acteurs absents des processus décisionnels

D'ordinaire, le terme d'acteur, désigne une personne humaine ou un groupe d'humains, c'est à dire des entités capables d'exprimer et de défendre leur point de vue. Les milieux naturels n'ayant pas la faculté de s'exprimer, ils peuvent être considérés comme des acteurs « non-humains », encore appelés des « actants » (Barbier & Trepos, 2007), (Ruffier, 2006). Dans la littérature sur l'action dans le milieu industriel, le statut de l'objet a d'ailleurs été revu pour être considéré comme un acteur à part entière formant avec l'acteur humain un « collectif hybride » (Barbier & Trepos, 2007).

Dans le cadre de l'ISO 9000, les acteurs impliqués dans le management de la qualité sont appelés « Parties prenantes ». Il s'agit plus précisément de « personne ou groupe de

personnes ayant un intérêt commun dans les résultats de l'organisme fournisseur et dans l'environnement dans lequel il agit. » Le Tableau 6 montre les différentes parties prenantes considérées pour un fournisseur dans la norme ISO 9000 :

Tableau 6 : Parties prenantes considérées dans la norme ISO 9000 et leurs besoins ou attentes (ISO, 2005)

Parties prenantes du fournisseur	Attentes ou besoins caractéristiques
Clients	Qualité du produit
Employés	Satisfaction dans le travail/carrière
Propriétaires	Résultat des investissements
Sous-contractants	Opportunité permanente d'affaires
Société	Intendance responsable

Ainsi, dans la norme ISO 9000 (norme de management de la qualité en entreprise), l'environnement n'est pas considéré comme un acteur, il n'est d'ailleurs pas défini dans le cadre du système de management de la qualité (ISO, 2005).

La famille des normes ISO 14000 concerne le management environnemental. Les définitions des termes « environnement » et « partie intéressée » sont proposées dans la norme ISO 14001 :

*« **Environnement** : milieu dans lequel un organisme fonctionne, incluant l'air, l'eau, le sol, les ressources naturelles, la flore, la faune, les êtres humains et leurs interrelations. Dans ce contexte, le milieu s'étend de l'intérieur de l'organisme au système global.*

***Partie intéressée** : individu ou groupe concerné ou affecté par la performance environnementale d'un organisme. »*

Là encore, l'environnement est considéré à part des parties intéressées. Pourtant, l'environnement peut potentiellement être « affecté par la performance environnementale » à travers les rejets d'une installation industrielle.

La difficulté de prendre en compte un écosystème comme client ou de manière plus générale comme partie prenante est liée à son incapacité à exprimer un besoin. Quels sont alors les besoins d'un écosystème et comment les évaluer ? Les paragraphes suivants ont pour objectif de répondre à cette question, plus particulièrement en ce qui concerne les écosystèmes aquatiques.

b Notion de besoin

S'il paraît ainsi légitime de considérer le milieu récepteur naturel comme client du produit : effluent aqueux. Il est alors indispensable de pouvoir évaluer et quantifier ses besoins vis-à-vis de ce produit.

Le besoin est défini comme une « *exigence née d'un sentiment de manque, de privation de quelque chose qui est nécessaire à la vie organique* », autrement dit, comme une « *chose nécessaire à l'existence* » (Larousse, 2014). D'un point de vue scientifique, les besoins d'un être humain ont été hiérarchisés par Maslow (1943) selon plusieurs catégories : les besoins physiologiques viennent en premier, suivent le besoin de sécurité, d'appartenance, d'estime de soi et d'auto-réalisation (Maslow, 1943).

Les besoins que nous allons tenter d'appréhender dans cette partie sont les besoins primaires des milieux récepteurs. Pour un organisme vivant, ils sont par définition les besoins élémentaires et biophysiques (Maslow, 1943). Ces besoins sont résumés par le concept d'homéostasie, développé par Bradford Cannon en 1932. L'homéostasie est un équilibre dynamique obtenu grâce à un ensemble de processus de régulation qui permettent la pérennité d'un système quelconque (vivant ou non, fermé ou ouvert) en dépit des contraintes extérieures (Cannon, 1932) (Larousse). Notons que cette notion est étendue au domaine du non vivant. Ainsi les besoins d'un milieu naturel se définissent aussi bien en termes d'état (qualité de l'eau, biodiversité, morphologie et hydraulique) que de mécanismes de régulation internes à l'écosystème qui lui permettent de conserver un état quasi stationnaire. La notion de besoin est ainsi appréhendée au travers de l'homéostasie de l'écosystème, c'est-à-dire de la composition de l'eau et des mécanismes de régulation, couramment appelés mécanismes d'autoépuration.

c Appréhension des besoins d'un écosystème aquatique par l'autoépuration

L'autoépuration est un ensemble de mécanismes visant à restaurer le milieu dans son état initial suite à une modification physique, chimique, et/ou biologique du milieu (Vagnetti et al. 2003). Ce processus a été mis en évidence et étudié dès les années 1970 (Knowles & Wakeford, 1978).

La dynamique d'autoépuration est propre à chaque milieu. Elle est constituée d'un ensemble de processus physiques, chimiques, photochimiques et biologiques tels que la dilution, l'adsorption, la sédimentation, la volatilisation, l'ensemble des réactions d'oxydo-

réduction, acido-basiques, de précipitation, coagulation/floculation, dégradation, assimilation... Elle se produit au niveau de la colonne d'eau ainsi que dans les sédiments.

En ce qui concerne la partie biologique, ce phénomène ne concerne que les nutriments nécessaires à la vie des organismes vivants de l'écosystème, qu'ils soient présents dans le milieu de manière naturelle ou artificielle (rejet, apport anthropique) :

- matière organique,
- composés azotés et phosphorés,
- sels minéraux,
- certains métaux (en quantité limitée), oligo-éléments.

L'évaluation de l'autoépuration dans un cours d'eau peut se faire de deux manières : expérimentale ou théorique. L'approche expérimentale repose sur l'acquisition d'un important jeu de données sur le milieu étudié qu'il s'agira d'interpréter par la suite. L'approche théorique repose sur une modélisation de l'écosystème.

Un modèle expérimental permet d'évaluer de façon précise sur un tronçon de rivière donné, la capacité d'autoépuration de manière empirique, par exemple la quantité de tel composé dégradé par unité de longueur du cours d'eau en question. Cependant, ce type de modèle (expérimental) ne permet pas de faire de la prévision à long terme (Cox, 2003) car le fonctionnement d'un cours d'eau peut varier dans le temps. C'est ce que montrent Vagnetti et al. dans leur étude d'un canal en 2002 (Vagnetti et al., 2003). Ils ont également montré la difficulté d'interprétation des données pour certains paramètres.

Des modèles existent pour représenter le fonctionnement des écosystèmes : SIMCAT et TOMCAT tous deux utilisés par les autorités environnementales au Royaume-Uni, QUAL2E développé par l'USEPA et utilisé aux Etats-Unis, QUASAR, parmi d'autres (Whitehead et al., 1997), (Piper et al., 1988). Ces logiciels modélisent le fonctionnement hydraulique du cours d'eau (équations de Saint-Venant), le phénomène de dilution et de transport et les procédés (équations) de transformation de certains composés. Ces modèles ne prennent pas tous en compte les mêmes paramètres pour la mise en équation des procédés de transformation, ni les mêmes procédés (ex : photosynthèse pas toujours prise en compte), mais dans l'ensemble, ils ne tiennent compte que des nutriments nécessaires à la croissance bactérienne et algale (oxygène dissous, azote, phosphore, DBO). Dans l'ensemble, il n'y a pas de prise en compte des composés chimiques, métaux...

Des modèles spécifiques existent pour modéliser le devenir de composés spécifiques dans les écosystèmes (POLMOD.PEST pour les pesticides par exemple) (Pykh & Malkina-Pykh, 1997).

Le modèle RIVE utilisé par l'agence de l'eau Seine-Normandie permet d'évaluer l'autoépuration à l'échelle d'un cours d'eau lorsqu'il est couplé avec d'autres modèles (hydraulique, transport, sédimentation...). Cette opération a été réalisée par le Groupement d'Intérêt Public Seine Aval qui dispose à l'heure actuelle d'un logiciel SENEQUE qui permet de modéliser le fonctionnement et d'évaluer la qualité de l'eau sur l'ensemble du bassin versant en fonction des rejets enregistrés et de faire de la prévision d'impact sur l'ensemble du réseau hydrographique. Le logiciel possède un outil de visualisation SIG. Il utilise l'ensemble des bases de données sur la qualité de l'eau, le suivi des débits, le suivi des rejets (répertoriés comme prescrit dans la DCE et géolocalisés), le fond géochimique et la pollution des sols (INRA)... Les résultats de cette modélisation ne sont pas parfaits mais les écarts entre les valeurs mesurées et le résultat de la modélisation restent relativement réduits (<20%) compte tenu de la simplicité du modèle.

Par ailleurs, malgré les études réalisées dans l'objectif de répondre à cette question de l'évaluation de la capacité d'autoépuration, certains auteurs comme Narodoslowsky et Krottscheck pensent que le phénomène est trop complexe pour pouvoir y apporter une réponse (Narodoslowsky & Krottscheck, 1995).

Ces logiciels de modélisation sont aujourd'hui utilisés à l'échelle des bassins hydrographiques pour modéliser la qualité de l'eau et son évolution dans le cadre de la DCE. En France, c'est le cas pour les bassins Rhin-Meuse, Seine-Normandie, Loire-Bretagne et Adour-Garonne. Ces outils commencent à servir d'aide à la décision pour la détermination de seuils de rejets préalablement à la construction ou la rénovation de stations d'épuration urbaines (Tabuchi et al., 2012). Ceci montre bien une volonté croissante d'une meilleure prise en compte du milieu récepteur dans l'élaboration de procédés de traitement d'eaux usées.

Finalement, la complexité de l'évaluation et la modélisation de l'autoépuration met en évidence l'impossibilité actuelle d'évaluer les besoins d'un écosystème aquatique.

d Identification d'un nouveau client : l'Homme

Face à l'impossibilité de pouvoir évaluer les besoins des écosystèmes aquatiques, nous avons cherché à appréhender le problème de manière plus systémique. En effet, il existe des échanges entre le milieu récepteur direct (écosystème aquatique de type cours d'eau) d'une part et d'autre part les écosystèmes voisins ainsi que différentes composantes anthropiques (villes...). Une étude systémique permet dès lors d'identifier les composantes et de déterminer les frontières du système « milieu récepteur » (Lemoigne, 1977). Ainsi, à travers les échanges avec les composantes anthropiques, nous avons identifié un nouveau client de l'effluent émis par l'industriel : l'Homme. En effet, la composition de l'eau utilisée par l'Homme pour divers usages à partir des écosystèmes dépend en partie de la qualité du rejet.

La représentation systémique du milieu récepteur, et l'identification des services rendus par ces milieux permet d'identifier les processus anthropiques clients : ce sont les bénéficiaires de ces services. Ainsi, la Figure 19 reprend les éléments de la Figure 16 (pour des raisons de lisibilité, les relations processus fournisseur / processus client n'ont pas été reproduits). Sur la Figure 19 sont représentés les échanges entre les processus écosystémiques (du système « milieu récepteur ») et les processus anthropiques bénéficiaires des services écosystémiques.

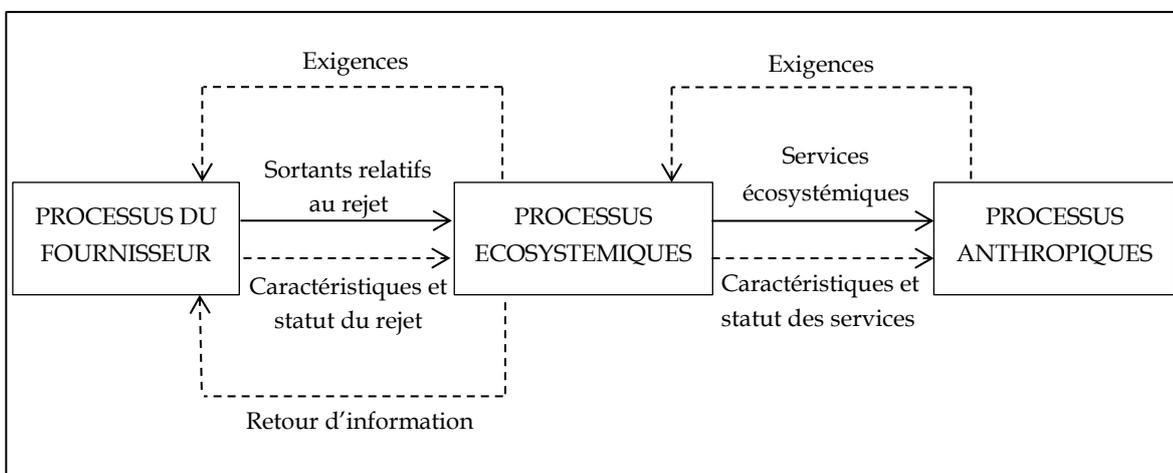


Figure 19 : Schéma conceptuel- élargissement du concept de qualité défini par l'ISO 9000 (2005) aux échanges entre l'environnement et les processus anthropiques bénéficiaires des services écosystémiques produits par les milieux récepteurs

Ainsi les exigences des processus anthropiques vis-à-vis des services écosystémiques produits par les processus écosystémiques du milieu récepteur peuvent être évaluées sur la

base de paramètres de qualité de l'eau. Sur la base des paramètres choisis pour la réponse à ces besoins, pourront être déterminées les caractéristiques du milieu récepteur pour la satisfaction de ces besoins. Ces caractéristiques du milieu pourront ensuite être utilisées en tant que besoin des écosystèmes constitutifs du milieu récepteur, en particulier pour l'écosystème aquatique récepteur de l'effluent.

Dans le paragraphe suivant, nous nous intéresserons donc aux services écosystémiques, qui sont à l'interface entre l'Homme et les écosystèmes.

2 Introduction à la notion de services écosystémiques

Dans les années 1990, le besoin exprimé par les décideurs et les scientifiques d'un outil d'évaluation des écosystèmes pour l'élaboration de conventions internationales sur le climat, la biodiversité, la désertification, la forêt, dans l'objectif de lutter contre la pauvreté amène des groupes de travail tels que le World Resources Institut (WRI) à réfléchir à ce sujet. C'est en 1998 lors d'une réunion du WRI que l'idée apparaît de réaliser le Millenium Ecosystem Assessment (MEA) (Millenium Ecosystem Assesment, 2005a). Il est donc lancé en 2001 par les Nations Unies et a pour objectif une évaluation de l'ampleur des conséquences des modifications subies par les écosystèmes impliquant 50 pays et plus de 1360 experts. L'approche adoptée dans le projet est alors anthropocentrée, axée sur le bien-être des populations. Les réflexions se tournent alors vers la notion de services écosystémiques, qui sont l'ensemble des services rendus par les écosystèmes contribuant au bien-être social et économique de l'Homme.

Le recueil récapitulatif du second évènement « Water science meets policy » (organisé à Bruxelles en septembre 2011), intitulé « Implémentation de la Directive Cadre sur l'Eau – Quand les services écosystémiques entrent en jeu » (Wallis et al., 2011), rappelle que ces services sont le résultat de structures écosystémiques et de processus, qui déterminent la fonction des écosystèmes et leur potentielle capacité à fournir des services, comme représenté sur la Figure 20.

Cette représentation met en évidence le lien entre qualité des écosystèmes (structures, processus) et la capacité à fournir des services. En outre, nous verrons dans les chapitres suivants que dépendamment du type d'écosystème, les différentes structures et processus amènent les écosystèmes à fournir différents types de services.

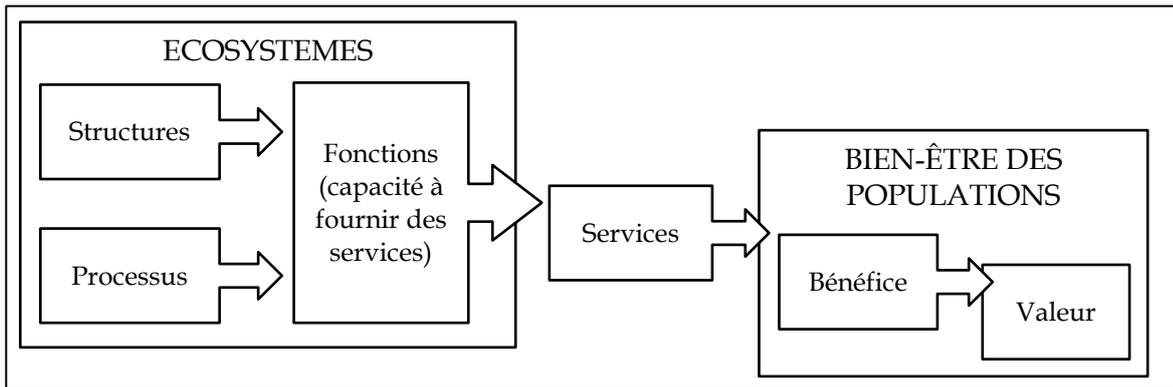


Figure 20 : Représentation en cascade des services écosystémiques pour le bien-être des populations (Wallis et al., 2011)

D'autre part, la Figure 21 montre de même que la Figure 20 les liens entre les structures et processus écosystémiques et les services écosystémiques produits. De plus, Barbault (2005) met en évidence (à gauche de la Figure 21) l'influence des activités anthropiques sur les écosystèmes et donc sur les services écosystémiques produits.

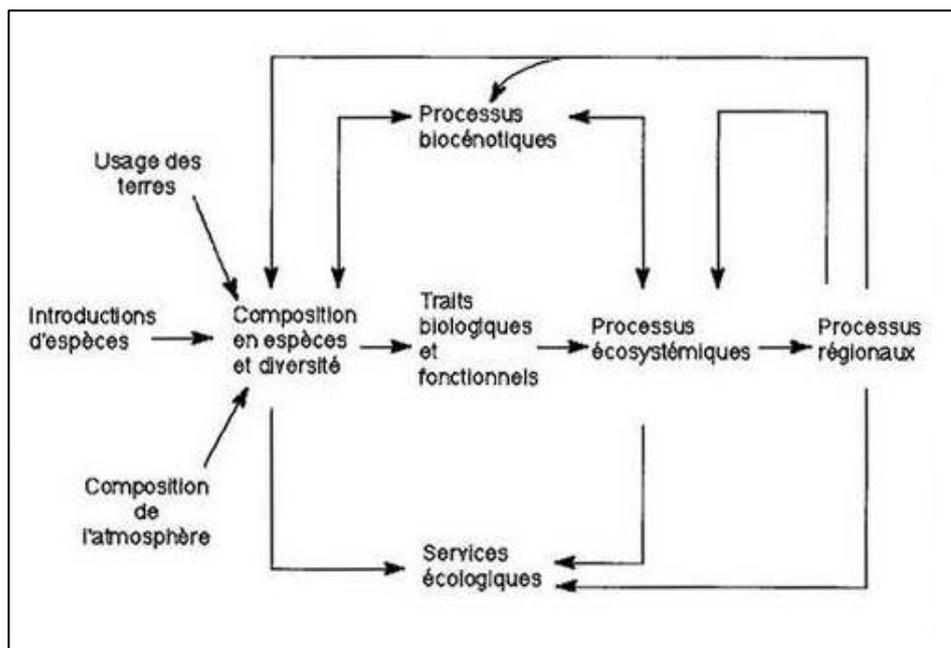


Figure 21 : Relations entre diversité du vivant, processus écosystémiques, services écologiques et facteurs de changement liés aux activités humaines (à gauche) « Ressources biologiques et services écologiques sont l'une des bases essentielles du développement des sociétés humaines qui, mal conduit, pourrait les mener à leur propre déclin. Par processus biocénétiques on regroupe toutes les interactions entre espèces - compétition, prédation, parasitisme, mutualisme. » (Barbault, 2005)

Le MEA inventorie et catégorise les différents services rendus par les écosystèmes (Tableau 7). Ceux-ci se divisent en quatre groupes (Millenium Ecosystem Assesment, 2005a) :

- **Les services support** « *nécessaires à tous les autres services écosystémiques* » : formation du sol, cycle des nutriments, production primaire. Ces services sont également appelés « *intégrité de l'écosystème* » par certaines communautés (Burkhard et al., 2009) ;
- **Les services de régulation** qui sont les « *bénéfices engendrés par la régulation des processus écosystémiques* » : la régulation du climat, des maladies, de l'eau, la purification de l'eau, la pollinisation ;
- **Les services d'approvisionnement** de « *produits fournis par les écosystèmes* » : nourriture, eau pure, bois de chauffage, fibres, biochimie, ressources génétiques ;
- **Les services culturels** constituent les « *bénéfices immatériels apportés par les écosystèmes* » : spirituels et religieux, les loisirs et l'écotourisme, l'esthétique, l'inspiration, l'éducation, sentiment d'appartenance, héritage culturel.

Cependant, suivant la source bibliographique, certains services ne se trouvent pas toujours dans la même catégorie, par exemple, les cycles nutritifs sont cités comme services de support par le Millenium Ecosystem Assessment, par Burkhard et al (2009), ainsi que par Baker et al (2012), mais sont classés comme service de régulation dans le rapport de l'ONEMA (Wallis et al., 2011). Les différents services écosystémiques peuvent également être différents dans le détail suivant les auteurs.

Les services évoqués dans les différents travaux divergent également de par leur nature. En effet, l'objectif initial du concept de service est d'évaluer la contribution des écosystèmes au bien être de l'homme. Le bien-être se mesure dans la capacité à répondre à des besoins (Maslow, 1943).

Pour rappel, les besoins de l'Homme sont d'abord physiologiques (manger, boire, respirer, être en bonne santé), puis viennent les besoins liés à la sécurité physique (avoir un abri, des ressources), puis les besoins sociaux (appartenir à un groupe, s'intégrer à la collectivité, aimer, être aimé). Viennent ensuite les besoins liés à l'estime de soi (le respect de soi et des autres, se sentir respecté par la collectivité, la reconnaissance de l'autre, l'autonomie).

A ce niveau-là il apparaît que certains des services cités dans la littérature ne proposent pas une réponse directe à ces besoins. Cependant, l'ensemble des services étant interconnectés et interdépendants, ils n'en sont pas moins importants. Mais ils ne sont pas nécessairement pertinents, ni facilement utilisables, en termes d'aide à la décision.

Exemples de ces services difficilement appréhendables : les cycles nutritifs, la photosynthèse, la capture de l'exergie...

D'autre part il est important de remarquer que sans l'intervention de l'homme, le bien être tel que nous le représentons aujourd'hui n'existerait pas : l'homme cultive, transforme, transporte, distribue les ressources que fournissent potentiellement les écosystèmes. Il y a très peu de services qui contribuent de manière directe au bien-être de l'homme et qui ne nécessitent aucune intervention humaine.

Tableau 7 : Les des différents services écosystémiques du Millenium Ecosystem Assessment (Millenium Ecosystem Assesment, 2005a)

Services de support	Services de régulation	Services d'approvisionnement	Services culturels
Habitat	Climat global	Eau douce	Culture, religion, spiritualisme, esthétique, éducation, inspiration, sentiment d'appartenance...
Formation et rétention des sols	Climat local	Air	Loisirs (sports d'extérieur, écotourisme...)
Cycles nutritifs	Qualité de l'air	Nourriture	
Photosynthèse	Qualité de l'eau	Matériaux et fibres	
Production primaire de biomasse	Régulation des maladies	Agro carburants	
Cycle de l'eau	Pollinisation	Ressources ornementales	
	Dégradation et détoxification des déchets	Ressources génétiques	
	Régulation des risques naturels	Composés médicinaux et pharmaceutiques	

En conclusion, les services écosystémiques constituent l'interface entre les écosystèmes et l'Homme. Leur dépendance vis-à-vis des structures et processus des écosystèmes permet une appréhension directe des impacts anthropiques sur les écosystèmes par la modification des services rendus et donc les impacts sur le bien-être de l'Homme. Ceci nous amène à poser notre troisième hypothèse :

Hypothèse 3 : La modélisation du territoire du point de vue des services écosystémiques permet une visualisation des impacts potentiels des activités anthropiques et donc la prise en compte des besoins de l'ensemble des parties prenantes.

IV Conclusion

Les hypothèses 2 et 3 établies dans ce chapitre ont pour objectif d'apporter un point de vue nouveau sur la problématique évoquée dans le Chapitre 1 : malgré une réglementation forte des entreprises du point de vue de la prise en compte de l'environnement, l'atteinte des objectifs de la DCE reste incertaine. L'analyse des processus décisionnels nous a menés à l'hypothèse 1 établissant l'existence de verrous « humains » pour l'atteinte des objectifs de la DCE concernant particulièrement la compréhension des enjeux environnementaux, la communication entre les acteurs et la structure des processus décisionnels. Le manque de prise en considération des acteurs « environnementaux » nous a poussés à placer les écosystèmes dans une position privilégiée de client des effluents. Ainsi, dans ce chapitre, nous avons montré la possibilité d'utiliser les principes de management de la qualité définie dans l'ISO 9000 (2005) à la gestion des effluents aqueux (Hypothèse 2). Nous avons déterminé dans une première phase les trois clients potentiels pour les effluents aqueux :

- les processus industriels (processus fournisseur ou extérieur),
- les stations d'épuration,
- les écosystèmes (rivières).

Cependant, l'impossibilité de considérer les écosystèmes aquatiques comme clients nous a amenés à élargir l'étude du milieu récepteur afin d'identifier un nouveau client apte à exprimer ses besoins : l'Homme. En effet, l'Homme, par son rejet s'impacte lui-même en impactant les écosystèmes sur lesquels il repose en tant que bénéficiaire des services écosystémiques. A ce stade, il est attendu la possibilité d'identifier des clients spécifiques pour chaque écosystème du milieu récepteur afin de pouvoir évaluer leurs besoins vis-à-vis des services écosystémiques sous la forme de composition du milieu afin de pouvoir en déduire des seuils de rejet pour une entreprise sur un territoire donné (Hypothèse 3)

Ces trois hypothèses nous permettent de définir plus précisément notre question de recherche. Le chapitre suivant portera sur l'étude des différents outils et méthodes permettant de déterminer si oui ou non il est possible d'utiliser l'identification des services écosystémiques produits sur un territoire pour dimensionner des rejets aqueux industriels en milieu naturel répondant aux besoins de l'ensemble des parties prenantes dans l'objectif

du maintien ou de l'atteinte du bon état des cours d'eau? L'ensemble des éléments de travail de la thèse sont représentés sur la Figure 22.

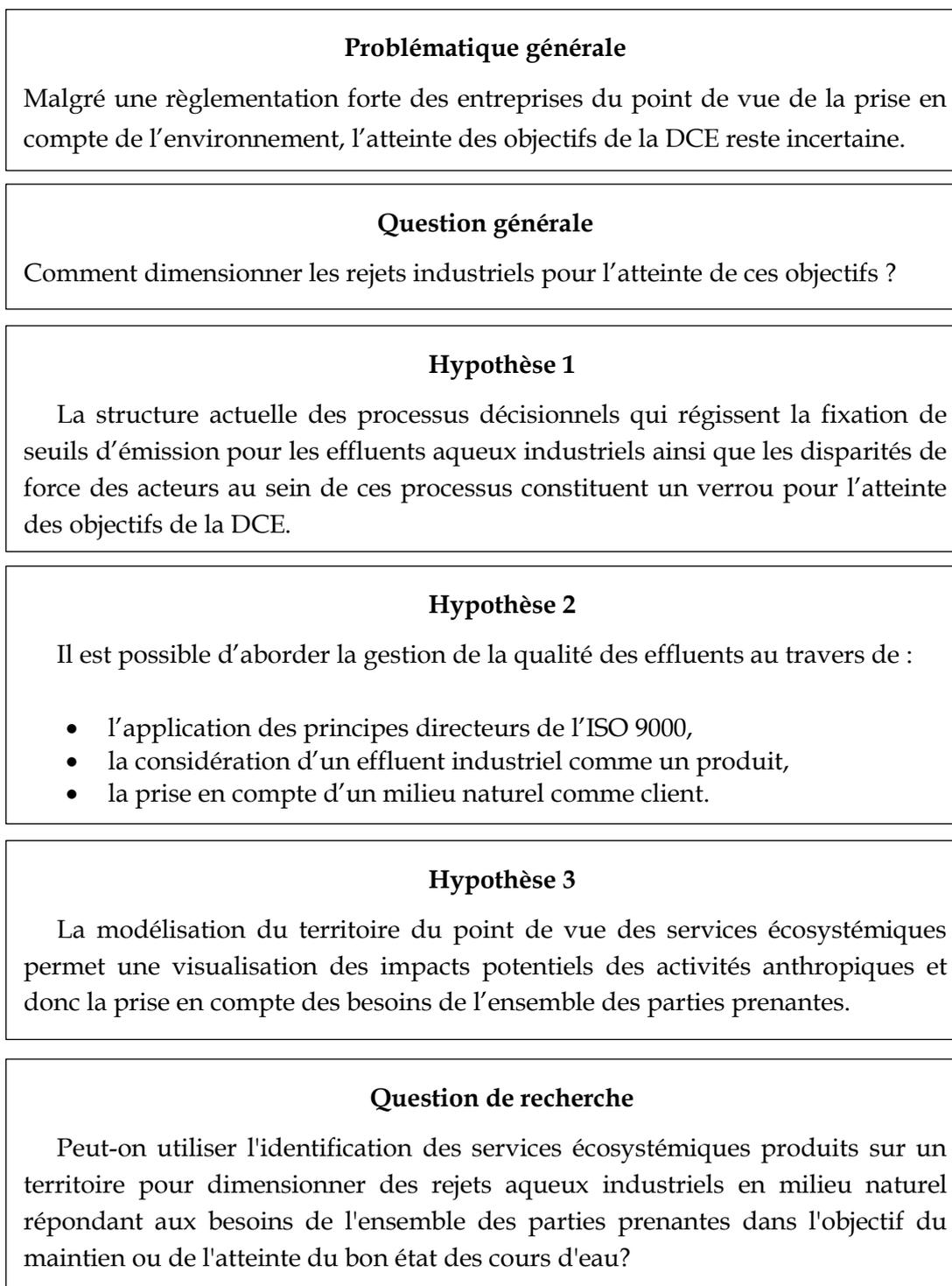


Figure 22 : Eléments de travail de la thèse