



**HAL**  
open science

**Méthodologie d'aide à la décision pour la qualité des effluents industriels - Une approche territoriale orientée sur les besoins vis-à-vis des services écosystémiques produits par les milieux récepteurs**

Sophie Grazilhon

► **To cite this version:**

Sophie Grazilhon. Méthodologie d'aide à la décision pour la qualité des effluents industriels - Une approche territoriale orientée sur les besoins vis-à-vis des services écosystémiques produits par les milieux récepteurs. Autre. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2015. Français. NNT : 2015EMSE0787 . tel-01258041

**HAL Id: tel-01258041**

**<https://theses.hal.science/tel-01258041>**

Submitted on 18 Jan 2016

**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.



NNT : 2015 EMSE 0787

## THÈSE

présentée par

Sophie GRAZILHON

pour obtenir le grade de

Docteur de l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne

Spécialité : Sciences et génie de l'environnement

**METHODE D'AIDE A LA DECISION POUR LA QUALITE DES  
EFFLUENTS INDUSTRIELS**

**Une approche territoriale orientée sur les besoins vis-à-vis des services  
écosystémiques produits par les milieux récepteurs**

soutenue à Saint-Etienne, le 20 juillet 2015

### Membres du jury

Président :	Anne RIVIERE - HONEGGER	Directrice de recherche, CNRS, Lyon
Rapporteurs :	Sylvie GUITTONNEAU	Professeur, Université de Savoie, Le Bourget du Lac
	Nicolas PERRY	Professeur, ENSAM, Bordeaux
Directeur(s) de thèse :	Valérie LAFOREST	Maître de recherche, ENSM-SE
	Robert HAUSLER	Professeur, ETS, Montréal
	Eric PIATYSZEK	Chargé de recherche, ENSM-SE
Invité(s) éventuel(s):	Alexis RAOUX	Responsable management environnement, Castel Frères, Blanquefort



*« Rien n'est jamais perdu tant qu'il reste quelque chose à trouver. »*

Pierre Dac



# Remerciements

Merci à ceux qui ont proposé et encadré ce travail de thèse : Valérie, Eric et un an plus tard Robert. Votre présence, votre soutien, votre écoute, votre compréhension, votre confiance en moi, a permis à ce travail d'être ce qu'il est aujourd'hui, malgré les aléas de la vie. Malgré les absences ou les difficultés vous m'avez toujours soutenue, alors mes principaux remerciements vont vers vous. Vous m'avez permis de découvrir le monde de la recherche en me laissant libre d'évoluer dans le sujet que vous avez proposé initialement et au-delà d'une expérience de travail, c'est une expérience de vie que vous m'avez apportée. MERCI à vous trois.

Merci à Anne Honegger, Nicolas Perry et Sylvie Guittonneau d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Merci pour vos remarques et questions enrichissantes, merci pour vos encouragements.

Merci à toutes les personnes sans qui rien ne serait facile : Zahia, Jean-François, Nilou, et l'ensemble du personnel de Fayol, merci à vous pour votre appui technique dans toutes les phases de ce travail.

Natacha, nous avons partagé pendant trois ans bien plus qu'un bureau ! Merci pour ton amitié, pour nos échanges personnels et professionnels dans les bons comme dans les mauvais moments, pour tes conseils, merci pour nos footings du jeudi midi, pour la Saintélyon...

Sarra, nous avons commencé notre thèse en même temps à quelques mois près et tu soutiendras très bientôt la tienne, merci d'avoir partagé cette aventure, ces pauses thé, ces doutes, ces espoirs, ces ras-le-bol, et tant de bons moments avec moi !

Merci à tous les thésards de PIESO et de la STEPPE pour nos échanges divers et variés ! Lucile, Malik, Jonathan, Valentine, Sandrine, Charles, Jean-Baptiste...

Merci à Anne & Benoit pour m'avoir hébergée trois mois à Montréal ! Ca n'aurait pas été pareil sans vous !

Merci à tous ceux qui m'ont soutenue depuis plus ou moins longtemps. Et surtout merci à Toi qui m'accompagne chaque jour depuis plus d'un an, pour ta présence, ton soutien, ton Amour ... qui m'ont permis de terminer ce travail !



# Sommaire

REMERCIEMENTS.....	V
SOMMAIRE.....	VII
LISTE DES FIGURES.....	XI
LISTE DES TABLEAUX.....	XV
ACRONYMES.....	XIX
AVANT-PROPOS.....	1
INTRODUCTION GENERALE.....	3
CHAPITRE1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE, ACTEURS ET PROCESSUS DECISIONNELS.....	9
I INTRODUCTION.....	11
II PROBLEMATIQUE ENVIRONNEMENTALE LIEE AU REJET D’EAUX USEES DANS LES MILIEUX NATURELS .....	13
1 <i>Historique et problématique générale des rejets anthropiques</i> .....	13
2 <i>Surveillance et protection de la ressource en eau : contexte européen et application au niveau national</i> .....	14
a La Directive Cadre sur l’Eau .....	14
b Les échelles de gestion de la ressource en eau en Europe : du bassin hydrographique à la masse d’eau	15
c Mesure de l’état des masses d’eau .....	17
d Etat lors de la dernière campagne de mesures en 2009 .....	18
3 <i>Problématique et enjeux pour l’atteinte des objectifs de la DCE</i> .....	19
III ENCADREMENT DES ACTIVITES INDUSTRIELLES DANS LE CADRE DE LA PROTECTION DES MILIEUX AQUATIQUES .....	20
1 <i>Les installations soumises à la directive IED</i> .....	20
2 <i>Les Installations Classées pour la Protection de l’Environnement</i> .....	21
a Autorisation.....	23
b Déclaration .....	23
c Enregistrement.....	23
3 <i>La nomenclature « Loi sur l’eau »</i> .....	24
IV LA PROCEDURE D’AUTORISATION : LES ACTEURS.....	25
1 <i>Présentation des acteurs</i> .....	25
a Les acteurs publics (administration publique).....	25
b Les acteurs privés .....	26
c Les acteurs associatifs .....	26
d Le public .....	26
e Le CODERST.....	26
2 <i>Synthèse</i> .....	27
V LA PROCEDURE D’AUTORISATION : PROCEDURE DE MISE EN APPLICATION DES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES .....	29
1 <i>Introduction</i> .....	29

2	<i>Description du processus</i>	30
a	Détermination des objectifs de traitement des eaux usées générées par le projet	31
b	Choix du procédé de traitement des effluents	37
c	La procédure d'autorisation d'exploiter	38
d	Phase d'exploitation	40
e	Phase de révision	41
3	<i>Les projets soumis à autorisation au titre de la nomenclature « eau »</i>	41
VI	CONCLUSION	43
1	<i>Démarche permettant d'aboutir à l'élaboration de seuils d'émission</i>	43
2	<i>Déséquilibre entre les acteurs</i>	43
3	<i>Premiers éléments de recherche</i>	45
<b>CHAPITRE 2 CADRE CONCEPTUEL</b>		<b>47</b>
I	INTRODUCTION	49
II	GESTION DE LA QUALITE DES EFFLUENTS	50
1	<i>Les déclinaisons de la qualité</i>	50
a	Définition	50
b	La normalisation internationale du management de la qualité ISO 9000	51
c	Qualité totale	53
d	Qualité environnementale	54
e	Qualité de l'eau	55
2	<i>Gestion de la qualité des effluents</i>	57
a	Transposition des principes du management de la qualité des produits à celui des rejets	57
b	Identification des clients	60
c	Conception d'un cahier des charges pour la filière de traitement	63
III	SUBSTITUTION DU MILIEU NATUREL COMME PARTIE PRENANTE - APPROCHE PAR LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES	65
1	<i>Problématique du milieu naturel comme client</i>	65
a	Retour sur la position des milieux naturels : acteurs absents des processus décisionnels	65
b	Notion de besoin	67
c	Appréhension des besoins d'un écosystème aquatique par l'autoépuration	67
d	Identification d'un nouveau client : l'Homme	70
2	<i>Introduction à la notion de services écosystémiques</i>	71
IV	CONCLUSION	75
<b>CHAPITRE 3 CHOIX ET CONSTRUCTION DES DIFFERENTS OUTILS ET METHODES</b>		<b>77</b>
I	INTRODUCTION	79
II	DETERMINATION ET DESCRIPTION DU MILIEU RECEPTEUR	81
1	<i>Description du milieu récepteur</i>	81
2	<i>Détermination du milieu récepteur</i>	84
III	REPRESENTATION DES SERVICES PRODUITS PAR LE MILIEU RECEPTEUR	86
1	<i>Services écosystémiques répondant aux besoins de l'Homme</i>	86
2	<i>Services écosystémiques produits par les différentes composantes du milieu récepteur</i>	88
a	Matrice des services : outil de base pour l'étude des services écosystémiques sur un territoire	89
b	Matrice portrait : outil de représentation du territoire d'étude	91
c	Matrice « portrait – eau » : outil de représentation du milieu récepteur	91
IV	IDENTIFICATION DES CLIENTS	92

1	<i>Arbre des dommages</i> .....	92
2	<i>Identification locale des clients</i> .....	93
V	EVALUATION DES BESOINS DES CLIENTS VIS-A-VIS DU MILIEU RECEPTEUR .....	93
VI	TRANSPOSITION DES BESOINS DES CLIENTS EN CRITERES DE QUALITE POUR L'EFFLUENT .....	94
VII	CONCLUSION .....	94
<b>CHAPITRE 4 DEVELOPPEMENT DE LA METHODE .....</b>		<b>97</b>
I	INTRODUCTION .....	99
1	<i>Objectifs</i> .....	99
2	<i>Méthodologie</i> .....	99
3	<i>Définitions</i> .....	101
II	ETAPE 1: DEFINITION DU TERRITOIRE D'ETUDE .....	103
III	ETAPE 2 : DESCRIPTION ET ANALYSE DU TERRITOIRE D'ETUDE .....	106
1	<i>Etape 2.1 : Identification de l'ensemble des composantes du territoire d'étude</i> .....	106
2	<i>Etape 2.2 : Identification des services produits par les composantes du territoire d'étude</i> .....	110
IV	ETAPE 3 : EVALUATION DES DOMMAGES LIES AUX IMPACTS DU PROJET SUR LE TERRITOIRE .....	114
1	<i>Etape 3.1 : Analyse des flux d'eau sur le territoire</i> .....	114
2	<i>Etape 3.2 : Etude des effets induits par le rejet</i> .....	117
3	<i>Etape 3.3: Identification des dommages potentiels, des cibles et des parties prenantes</i> .....	123
V	ETAPE 4 : EVALUATION DES BESOINS DES CIBLES, ELABORATION DE SEUILS DE REJET ET DE RENDEMENTS EPURATOIRES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DU PROJET .....	132
1	<i>Etape 4.1 : Evaluation des besoins des cibles vis-à-vis des milieux récepteurs</i> .....	132
4	<i>Etape 4.2 : Elaboration de seuils de rejet et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet</i> .....	136
VI	SYNTHESE .....	139
<b>CHAPITRE 5 ETUDE DE CAS - ENTREPRISE CASTEL FRERES .....</b>		<b>143</b>
I	INTRODUCTION .....	145
1	<i>Présentation de l'entreprise</i> .....	145
2	<i>Présentation de la problématique</i> .....	146
3	<i>Objectif de l'étude de cas</i> .....	147
II	ETAPE 1 : DEFINITION DU TERRITOIRE D'ETUDE .....	150
III	ETAPE 2 : DESCRIPTION ET ANALYSE DU TERRITOIRE D'ETUDE .....	152
1	<i>Etape 2.1 : Identification de l'ensemble des composantes du territoire d'étude</i> .....	152
2	<i>Etape 2.2 : Identification des services produits par les composantes du territoire d'étude</i> .....	159
IV	ETAPE 3 : EVALUATION DES DOMMAGES POTENTIELS LIES AUX IMPACTS DU PROJET SUR LE TERRITOIRE .....	161
1	<i>Etape 3.1 : Analyse des flux d'eau sur le territoire</i> .....	161
2	<i>Etape 3.2 : Etude des effets induits par le rejet</i> .....	164
3	<i>Etape 3.3: Identification des dommages potentiels, des cibles et des parties prenantes</i> .....	172
V	ETAPE 4 : EVALUATION DES BESOINS DES CIBLES, ELABORATION DE SEUILS DE REJETS ET DE RENDEMENTS EPURATOIRES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DU PROJET .....	176
1	<i>Etape 4.1 : Evaluation des besoins des cibles vis-à-vis du milieu récepteur</i> .....	176
2	<i>Etape 4.2 : Elaboration de seuils de rejets et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet</i> .....	177

a	A partir des besoins vis-à-vis de la Jalle de Blanquefort .....	177
b	Besoins vis-à-vis de l'estuaire fluvial Garonne aval .....	179
c	Conclusion .....	180
VI	CONCLUSION .....	182
<b>CHAPITRE 6 DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>		<b>183</b>
I	INTRODUCTION .....	185
II	CONFRONTATION DES HYPOTHESES AVEC LES RESULTATS .....	186
1	<i>Les acteurs et les processus décisionnels</i> .....	186
a	Déséquilibres de pouvoir entre acteurs .....	186
b	Des acteurs aux référentiels différents .....	187
c	Apports de la méthode.....	187
2	<i>La gestion de la qualité des effluents</i> .....	188
a	Application des principes de la démarche qualité.....	188
b	Considération des eaux usées comme produit .....	188
c	Prise en compte d'un milieu récepteur naturel comme client .....	189
3	<i>L'utilisation des services écosystémiques</i> .....	189
III	DISCUSSIONS AUTOUR DE LA METHODE PROPOSEE .....	191
1	<i>Validation de la méthode</i> .....	191
2	<i>Approche anthropocentrée</i> .....	191
3	<i>Lien entre les seuils acceptables par les milieux et les seuils de rejet</i> .....	191
4	<i>Echelles de temps et d'espace associées à l'évaluation des impacts</i> .....	192
IV	PERSPECTIVES DU TRAVAIL DE RECHERCHE.....	193
1	<i>Intégration d'outils de modélisation des bassins hydrographiques</i> .....	193
2	<i>Utilisation pour différentes caractéristiques du projet</i> .....	193
a	Installation existante et nouveau projet .....	193
b	Installation existante et projet existant.....	194
c	Nouvelle installation et nouveau projet .....	195
3	<i>Utilisation de la méthode pour la gestion générale de projet</i> .....	196
4	<i>Perspectives en termes d'aménagement du territoire</i> .....	196
V	CONCLUSION.....	197
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>		<b>199</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>		<b>203</b>

# Liste des figures

Figure 1 : Structure de la thèse.....	7
Figure 2 : Principe du choix d'une filière de traitement des eaux usées industrielles.....	11
Figure 3 : Carte des bassins hydrographiques français (ONEMA 2013) .....	16
Figure 4 : Hiérarchie des différents niveaux hydrographiques français utilisés dans le cadre de la DCE .....	17
Figure 5 : Schéma de principe de l'attribution du « bon état » pour les masses d'eau de surface (Source : Eaufrance).....	18
Figure 6 : Etat écologique et chimique des masses d'eau de surface en France en 2009 (Source : Eaufrance).....	19
Figure 7 : Principes de la nomenclature des installations classées en France .....	22
Figure 8 : Légende des schémas représentant les processus décisionnels .....	29
Figure 9 : Schéma de principe des différentes étapes liées à un projet soumis à autorisation .....	31
Figure 10 : Schéma pour le calcul de rejet acceptable par un milieu.....	34
Figure 11 : Schéma du processus d'élaboration des objectifs de traitement des eaux usées générées par un projet.....	36
Figure 12 : Schéma du processus de choix du procédé de traitement des effluents.....	38
Figure 13 : Schéma récapitulatif de la procédure d'autorisation en France .....	39
Figure 14 : Axes d'orientation de la démarche de management de la qualité (ISO, 2005)....	53
Figure 15 : Schéma représentant les échanges entre les entités « fournisseur » et « écosystèmes », « fournisseur » et « client » en complément et adaptation de la Figure 14	57
Figure 16 : Schéma conceptuel- proposition d'application du concept de qualité défini par l'ISO 9000 (2005) aux échanges avec l'environnement.....	60
Figure 17 : Représentation des fournisseurs/produits/clients intervenants dans le contexte classique actuel des échanges entre les processus fournisseurs de l'effluent aqueux et les processus écosystémiques récepteurs avec la présence intermédiaire de processus épuratoires.....	62
Figure 18 : Détail des relations possibles entre le processus fournisseur et les processus écosystémiques véhiculées par la production d'un effluent aqueux .....	63
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.....	70
Figure 20 : Représentation en cascade des services écosystémiques pour le bien-être des populations (Wallis et al., 2011).....	72

Figure 21 : Relations entre diversité du vivant, processus écosystémiques, services écologiques et facteurs de changement liés aux activités humaines (à gauche) « <i>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.</i> » (Barbault, 2005) .....	72
Figure 22 : Eléments de travail de la thèse.....	76
Figure 23 : Exemples de représentations graphiques de matrices (Bahoken, 2011).....	84
Figure 24 : Exemple de diagramme de flux d'eau entre différents écosystèmes sur un territoire, identification du milieu récepteur.....	85
Figure 25 : Matrice proposée par Benjamin Burkhard et al (2009) pour l'évaluation de la capacité des différentes unités paysagères à fournir les différents types de services écosystémiques .....	89
Figure 26 : Matrice des services écosystémiques produits par les composantes du milieu récepteur .....	90
Figure 27 : Intitulé et enchaînement des étapes de la méthode .....	100
Figure 28 : Schéma conceptuel des relations liant les éléments définis et le projet.....	102
Figure 29: Exemple de carte Corine Land Cover de Saint-Etienne et ses environs (source : Géoportail, février 2014 ; légende : voir Tableau 11).....	107
Figure 30: Exemple de carte Corine Land Cover de Saint-Etienne et ses environs présentant également la couche de l'hydrologie de surface (source : Géoportail, février 2014 ; légende : voir Tableau 11) .....	108
Figure 31 : Recherche de bassin hydrographique par commune ( <a href="http://www.lesagencesdeleau.fr">http://www.lesagencesdeleau.fr</a> , 2014).....	108
Figure 32: Matrice des services potentiellement produits par les différentes unités paysagères .....	111
Figure 33 : Exemple d'une matrice « portrait » .....	112
Figure 34: Exemple de diagramme de flux d'eau (flèche violette : indique le milieu dans lequel se fait le rejet ; flèches bleues simples et doubles : indiquent les échanges d'eau entre les composantes du territoire d'étude).....	115
Figure 35: Diagramme de flux d'eau simplifié (flèche violette : indique le milieu dans lequel se fait le rejet ; flèches bleues simples et doubles : indiquent les échanges d'eau entre les composantes du territoire d'étude).....	116
Figure 36 : Exemple de matrice « portrait-eau » correspondant aux échanges représentés par la Figure 35 (flèches bleues : trajets de l'eau, de l'amont vers l'aval).....	117
Figure 37 : Exemple de schéma du réseau hydrographique pour le calcul des effets du rejet sur les masses d'eau en aval.....	120
Figure 38 : Exemple d'arbre des dommages obtenu.....	126

Figure 39 : Identification des parties prenantes en lien avec les cibles identifiées pour le projet.....	131
Figure 40 : Carte des environs immédiats de l'entreprise Castel Frères (IGN 2015) .....	147
Figure 41 : Photographies aériennes des environs immédiats de l'entreprise Castel Frères (IGN 2015).....	148
Figure 42 : Carte IGN situant l'entreprise Castel Frères dans la métropole de Bordeaux (IGN 2015).....	148
Figure 43 : Principe du procédé de production de l'usine d'embouteillage Castel Frères, usage et devenir de l'eau du site de Blanquefort .....	149
Figure 44: Territoire d'étude préliminaire (en bleu) (IGN 2015).....	151
Figure 45: Réseau hydrographique sur le territoire d'étude (IGN 2015).....	153
Figure 46: Couverture Corine Land Cover 2006 et hydrologie de surface sur le territoire d'étude (Légende : voir Tableau 11) (IGN 2015) .....	154
Figure 47 : Zones Natura 2000 à proximité du site de Blanquefort de l'entreprise Castel Frères (INPN, 2014) .....	158
Figure 48 : Matrice portrait des services écosystémiques potentiels sur le territoire d'étude .....	159
Figure 49 : Extrait de la Matrice de Burkhard et al. (2009) correspondant aux types d'unités paysagères présents sur le territoire d'étude.....	160
Figure 50: Pressions agricoles, domestiques et industrielles sur la zone du territoire d'étude (Eaufrance 2015).....	162
Figure 51 : Diagramme des flux d'eau sur le territoire d'étude.....	163
Figure 52: Diagramme des flux d'eau de surface (en bleu) et souterraines (en orange) sur l'aire d'étude. Identification (en grisé) des entités reliées par des échanges avec les eaux de surface .....	163
Figure 53: Diagramme simplifié des flux d'eau sur l'aire d'étude .....	164
Figure 54 : Matrice « portrait - eau » du territoire d'étude .....	164
Figure 55 : Représentation du réseau hydrographique local pour le calcul des effets du rejet de l'entreprise Castel Frères (site de Blanquefort) sur les masses d'eau en aval (La Jalle de Blanquefort et l'estuaire fluvial Garonne aval) .....	168
Figure 56 : cheminement des impacts sur les services écosystémiques au sein du territoire d'étude .....	173
Figure 57 : Eléments de travail de la thèse.....	185



# Liste des Tableaux

Tableau 1 : synthèse des acteurs principaux de la procédure d'autorisation .....	27
Tableau 2 : Nombre de résultats pour différentes requêtes sur Google (17 octobre 2014) ...	50
Tableau 3 : Avantages et inconvénients des deux principaux types d'analyse de la qualité d'une eau .....	56
Tableau 4 : Application possible des différentes étapes pour la gestion de la qualité d'effluents industriels (Grazilhon et al., 2013).....	59
Tableau 5 : Les dimensions courantes de la qualité « produit » (Clavier, 2013).....	64
Tableau 6 : Parties prenantes considérées dans la norme ISO 9000 et leurs besoins ou attentes (ISO, 2005) .....	66
Tableau 7 : Les des différents services écosystémiques du Millenium Ecocystem Assessment (Millenium Ecosystem Assesment, 2005a) .....	74
Tableau 8: Unités paysagères Corine Land Cover et types d'écosystèmes du MEA.....	83
Tableau 9 : Services écosystémiques répondant aux besoins de l'Homme.....	87
Tableau 10 : Synthèse des outils existants, limites et outils proposés pour l'identification des clients.....	95
Tableau 11: Nomenclature et légende de la représentation cartographique Corine Land Cover .....	109
Tableau 12 : Limites de classes d'état des éléments physico-chimiques généraux pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau (Arrêté du 25/01/2010).....	119
Tableau 13 : Exemple de représentation des effets du rejet sur les masses d'eau en aval ..	122
Tableau 14 : Exemples de causalités effets particuliers - impacts - dommages suite à un effet de modification physicochimique du milieu causé par le rejet d'effluent aqueux dans un cours d'eau (à compléter ou revoir par l'utilisateur en fonction des particularités locales).....	124
Tableau 15 : Outil d'identification des cibles par service potentiellement dommageable par le projet et par composante du territoire (à remplir par l'utilisateur).....	127
Tableau 16 : Exemples de cibles suivant les services impactés (non exhaustif) .....	128
Tableau 17 : Outil d'identification des parties prenantes (non exhaustif, à remplir et compléter par l'utilisateur).....	129
Tableau 18: Exemples de services pouvant être impactés par des rejets d'eaux usées et besoins spécifiques relatifs à ces services (voir chapitre 2).....	134
Tableau 19 : Exemple de tableau pour la détermination des seuils de concentrations admissibles dans un milieu en fonction des besoins des cibles identifiées (les valeurs sont fictives et prises seulement pour l'exemple).....	135

Tableau 20 : Détermination des concentrations maximales admissibles dans le milieu i pour un rejet de débit $Q_R$ .....	136
Tableau 21 : Exemple de tableau pour la détermination des concentrations maximales à retenir (cases rouges reproduites dans la dernière colonne) pour le projet en fonction des capacités d'acceptation du milieu et de la réglementation en vigueur pour les émissions du projet.....	137
Tableau 22 : Exemple de calcul des rendements minimums pour les procédés de traitement des eaux usées du projet.....	138
Tableau 23 : Tableau de synthèse, enchaînement et déroulement (objectifs, données, résultats) des différentes étapes de la méthode proposée .....	139
Tableau 24: Nomenclature et légende de la représentation cartographique Corine Land Cover (Bossard, Feranec & Otahel 2000).....	155
Tableau 25 : Composantes du territoire d'étude autour de l'entreprise Castel Frères .....	156
Tableau 26 : Eléments d'hydrologie de surface du territoire d'étude (Eaufrance 2015) .....	157
Tableau 27 : Flux des émissions de l'entreprise pour l'année 2011 (Source : Castel Frères).....	165
Tableau 28 : Paramètres de contrôle et suivi définis par l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter de la société Castel Frères pour son site de Blanquefort.....	166
Tableau 29 : Mesure des effets sur les concentrations de différents paramètres dans les masses d'eau en aval du rejet (non traité) par calculs de flux (pas d'autoépuration, uniquement dilution) (en rouge : les paramètres pour lesquels il a été possible de calculer les effets) (« - » = donnée non disponible).....	171
Tableau 30 : Services impactés et cibles identifiées pour La Jalle de Blanquefort.....	173
Tableau 31 : Parties prenantes impliquées dans les impacts du rejet sur son territoire .....	175
Tableau 32 : Services potentiellement dommageables sur le territoire d'étude et critères d'évitements des dommages.....	176
Tableau 33 : Evaluation de la qualité de la Jalle nécessaire au maintien des services identifiés (cases rouges : correspond pour chaque paramètre à la valeur la plus contraignante) (« - » = donnée non disponible) .....	177
Tableau 34 : Calcul des concentrations maximales admissibles par la Jalle de Blanquefort véhiculées par un débit égal au débit de rejet (« - » = donnée non disponible) .....	178
Tableau 35 : Evaluation de la qualité de l'estuaire fluvial Garonne aval nécessaire au maintien des services identifiés (cases rouges : correspond pour chaque paramètre à la valeur la plus contraignante) (« - » = donnée non disponible) .....	179
Tableau 36 : Calcul des concentrations maximales admissibles par l'estuaire fluvial Garonne aval véhiculées par un débit égal au débit de rejet (« - » = donnée non disponible) .....	180
Tableau 37 : Concentrations maximales acceptables pour le rejet en milieu naturels des effluents aqueux de l'entreprise Castel Frères (site de Blanquefort) en fonction des critères de maintien des services écosystémiques produits par le territoire et de la réglementation	

en vigueur pour le secteur d'activité - calcul des rendements nécessaires pour les procédés  
de traitement à mettre en place ..... 181



# Acronymes

ADEME	Agence De l'Environnement Et de la Maîtrise de l'Énergie
BREF	En anglais Best available techniques REference document, c'est-à-dire document de référence sur les meilleures techniques disponibles. Ces documents sont établis dans le cadre de la directive IED
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable
CODERST	COncil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques
CLC	Corine Land Cover
DBO <sub>5</sub>	Demande Biologique en Oxygène à 5 jours
DCE	Directive européenne Cadre sur l'Eau 200/60/UE
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DDAE	Dossier de Demande d'Autorisation à Exploiter
DDT(M)	Direction Départementale des Territoires (et de la Mer pour les départements en côtiers)
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ECPI	Etablissements Public de Coopération Intercommunale
EIE	Etude d'Impact sur l'Environnement
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IED	Directive européenne 2010/75/UE sur les émissions industrielles, en anglais : Industrial Emissions Directive, remplace et abroge la directive IPPC
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
IPPC	Directive européenne 96/61/CE relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution
ISO	International Standard Organisation
MEA	Evaluation des écosystèmes pour le Millénaire (Millenium Ecosystem Assessment)
MEDDE	Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et du Développement Durable
MES	Matières en suspension
MTD	Meilleures Techniques Disponibles
NQE	Normes de Qualité Environnementale
ONEMA	Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques
POP	Polluant Organique Persistant
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
SEQ	Système d'Évaluation de la Qualité de l'eau
STEP	Station d'épuration des eaux usées
UE	Union Européenne
UNEP	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
USEPA	United State Environmental Protection Agency, agence de protection de l'environnement des Etats-Unis
VLE	Valeurs Limites d'Émission
WRI	World Resources Institute
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique



# Avant-propos

Demain est incertain. Le contexte géopolitique actuel est instable. Régulièrement, des avions tombent du ciel pour des raisons incroyables, inconnues ou sciemment dissimulées au grand public. La politique actuelle divise les populations. Les ouvriers d'un côté, les nantis de l'autre. Les israéliens d'un côté, les palestiniens de l'autre. Les Français et les étrangers, etc. La population croit, les gouvernements font de leur mieux pour que la consommation croisse également. Consommer, mais comment ? Dans les supermarchés, nous aurons le malheur de trouver en quantité des produits dénaturés, industriels, ayant traversé la moitié de la planète en avion ou bateau, puis en train et/ou en camion. Dans quelles conditions sont fabriqués ces produits ? Par des esclaves modernes asservis à un système économique injuste et qui considère l'homme comme une ressource parmi d'autres ? Mais il faut consommer, c'est ainsi, les médias nous l'assèment chaque minute, chaque jour, et nous payons pour cela une taxe audiovisuelle qui s'élève cette année à 133€ (2014). Que consommons-nous ? De la déforestation de forêt primaire en Malaisie (huile de palme), des maladies provoquées par l'exposition aux pesticides des personnes travaillant sur les cultures (jus d'orange du Brésil), des déchets radioactifs, etc. Ces mêmes médias tentent de nous imposer une vision de la société basée sur le paraître. La souffrance créée par ce paradigme crée chez certaines personnes des troubles si importants qu'ils nuisent eux même à leur santé pour répondre à des critères factices. L'économie est plus important que l'humain. L'économie se fait majoritairement à la faveur de l'un et au détriment d'un autre. Mais la planète est Une. Les écosystèmes ne connaissent pas de frontières. Le malheur des uns fait le malheur des autres. Nous voyons ce que nous croyons. Je crois que ce système d'aberrations peut changer alors je choisis de changer puisque je ne peux pas espérer que le monde change si je ne change pas moi-même.

*« Ce qui est en jeu, ce n'est pas seulement un changement de méthodes d'organisation et de commandement appuyé sur des avancées techniques. Encore moins, si possible, un changement de discours et de mode de communication, c'est-à-dire un changement de rhétorique. C'est un changement profond de logique qui constitue une véritable révolution conceptuelle. »*

Michel Crozier, *L'entreprise à l'écoute*, 1989 (InterÉditions, Paris)

De quoi sera fait demain ? Quel monde laisserons-nous à nos enfants ? Le monde sera ce que nous aurons su en faire. De nombreuses initiatives nous incitent aujourd'hui à consommer mieux, à consommer local, à consommer durable. Des entreprises se créent dans le but d'aider d'autres entreprises à mieux gérer leurs ressources, leurs

consommations. La protection de l'environnement permet aux entreprises de faire des économies budgétaires. Les entreprises attentives à leurs impacts environnementaux se voient accueillies au mieux sur les territoires. Même si certains en profitent d'une nouvelle manne économique, le monde est en mouvement, de plus en plus d'individus, de familles, d'associations, de groupes se mobilisent, même sur les réseaux sociaux, pour montrer que vivre autrement est possible.

Afin d'agir au mieux sur le monde, j'avais embrassé des études d'ingénieur en environnement, bâtiment et énergie. Persuadée que les études d'impacts sur l'environnement étaient les meilleurs outils pour l'élaboration de projets viables, durables et socialement adaptés, j'avais choisi un stage de fin de formation dans un bureau d'études chargé de réaliser ce type d'études pour divers catégories de projets (voirie et réseaux divers, projets de parcs éoliens, stations d'épurations, etc.). La réalité du métier n'a malheureusement pas tenu ses promesses. La majorité des projets étaient déjà bouclés avant même qu'on en connaisse les impacts. Le manque d'exigence sur la qualité du travail d'évaluation des impacts a rendu cette expérience des plus frustrantes.

J'ai alors compris que je n'avais pas en ma possession à ce moment-là les armes adaptées pour changer le monde par ce biais-là. La formation d'ingénieur que j'ai suivie est très pointue sur les différents aspects techniques du dimensionnement de procédés chimiques et biologiques pour l'environnement mais la réalité des enjeux et des problématiques n'est pas réellement abordée. Notons en particulier quelques lacunes en droit de l'environnement (indispensable au métier d'ingénieur), en culture générale en termes de politiques et de développement durable, et en systèmes de management environnemental.

Aussi ça n'est pas par hasard si j'ai répondu à l'appel à candidature lancé en 2011 par Valérie Laforest et Eric Piatyszek pour une thèse à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dont le sujet initial était « Méthodologie d'aide à la décision pour la qualité globale des effluents et la protection des milieux récepteurs ». Cette thèse m'a permis d'apporter des réponses à mes questions, une meilleure compréhension des enjeux globaux liés à la protection de l'environnement. Ce travail m'a amenée à constater certaines causes de l'échec des politiques environnementales et à déterminer des leviers d'actions.

# Introduction générale

Le concept de développement durable, formulé dans les années 1980 peine à trouver une place définie. Durabilité faible, forte, chacun l'interprète à sa façon. Trente ans après sa formulation, qu'en est-il de la mise en application de ses concepts ? Une vaste question à laquelle nous ne répondrons pas dans ce travail. Cependant, ces trente ans ont permis d'observer des changements significatifs à toutes les échelles des écosystèmes (climat, biodiversité, occupation des sols, qualité des milieux...). La responsabilité de l'Homme ne peut plus être écartée. La prise en compte des écosystèmes, notamment par le monde de l'industrie, est donc aujourd'hui inévitable.

« Ces cinquante dernières années, l'Homme a modifié plus rapidement et plus profondément les écosystèmes que dans aucune période de temps comparable dans l'histoire de l'humanité » (MEA, 2005) en raison :

- de progrès technologiques très rapides,
- du développement très fort et rapide de l'industrie et d'une importante société de consommation,
- de ressources supposées « illimitées »,
- du manque de connaissance sur le fonctionnement des écosystèmes,
- de la difficulté à l'époque d'évaluer les impacts environnementaux.

« Ceci a eu pour conséquence une perte importante et irréversible de la diversité de la vie sur Terre. » « Les changements qui ont été opérés sur les écosystèmes ont contribué grandement à une amélioration du bien-être de l'homme et au développement économique, mais ces améliorations ont eu lieu à un prix de plus en plus élevé sous la forme de dégradation de nombreux services écosystémiques, du risque accru de changements non linéaires et de l'exacerbation de la pauvreté de certaines populations. Ces problèmes, à moins d'être traités, auront pour conséquence la diminution des bénéfices que les générations futures pourront tirer des écosystèmes » (MEA, 2005). La préservation et la restauration des écosystèmes et des services qu'ils produisent (les services écosystémiques) nécessiteront dans l'avenir des changements importants dans « les politiques, les institutions et les pratiques » (MEA, 2005).

L'industrie est une interface majeure entre l'Homme et le milieu naturel. Elle y prélève des ressources afin de concevoir des biens ou des services qui répondent aux besoins de l'Homme et y rejette des déchets, des effluents... Classiquement, l'industrie fonctionne selon une approche linéaire où il est possible, d'utiliser des ressources de manière illimitée, et de produire une quantité illimitée de déchets. Pour répondre aux enjeux écosystémiques

(dégradation des écosystèmes, raréfaction des ressources...), depuis quelques années, le monde industriel subit un profond changement de paradigme. L'approche industrielle linéaire tend à devenir de plus en plus circulaire. Pour ce faire, les flux entre les différents acteurs des processus sont densifiés (OREE, 2009), c'est-à-dire que les déchets des uns sont utilisés en tant que matières premières par d'autres. Ainsi, la consommation de ressource ainsi que la production de déchets sont limitées. Cette approche a pour objectif de faire coïncider les cycles anthropiques avec les cycles naturels en réduisant la consommation de ressources naturelles et en ne rejetant au milieu naturel uniquement des déchets compatibles avec ce dernier.

Pour l'harmonisation, ou la symbiose, de ces deux cycles, le point clé est ce qui fait le lien entre les deux, c'est à dire l'interface. Cette interface est constituée de tous les points :

- de prélèvements dans le milieu naturel (eau, minéraux, etc.),
- de rejet au milieu naturel (émissions atmosphériques, déchets, eaux usées...),
- d'ancrage des différentes infrastructures (routes, bâtiments, barrages, etc.),
- de modification du milieu naturel en général.

Nous nous intéresserons dans ce travail à une des interfaces entre l'Homme et le milieu dit « naturel » que sont les rejets aqueux industriels.

Aujourd'hui, l'Union Européenne, comme les autres grandes puissances économiques (USA, Canada), s'est dotée de nombreux textes règlementaires : la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), et la Directive sur les Emissions Industrielles (IED), entre autres, qui contribuent à améliorer les actions à cette interface. Elles encouragent la prise en compte de plus en plus exigeante des milieux naturels afin de conserver ceux qui sont en bonne qualité, de ne pas dégrader, mais restaurer ceux dont la qualité a été dégradée par les activités anthropiques.

Les entreprises sont donc encouragées ou obligées par la réglementation à laquelle elles sont soumises à respecter leur environnement naturel, c'est-à-dire à :

- modérer leur consommation en ressources naturelles (eau, énergie, ressources fossiles...),
- contrôler leurs rejets (eau, air, déchets...),
- prendre conscience de leur responsabilité sociétale.

La réglementation à laquelle sont soumises les entreprises en matière d'environnement diffère selon l'activité et le volume de production. De manière générale, elle émane de textes européens (directives), transposés dans les états membres par le biais d'arrêtés

ministériels, le tout complété par les législations particulières mises en place dans chaque pays.

L'ensemble de ces textes rend la réglementation environnementale au sein de l'Europe très complète, mais leur foisonnement les rend peu lisibles pour leurs utilisateurs, que ce soit pour les industriels, les bureaux d'études, mais aussi pour les acteurs de l'Etat, en charge de les faire respecter (DREAL, collectivités territoriales...). Ce manque de lisibilité rend difficile leur mise en application. De plus, les industriels peuvent percevoir la réglementation environnementale comme un inconvénient à cause des coûts d'investissement liés aux dispositifs de contrôle et de dépollution à mettre en place. Ainsi, utilisés plus comme un vernis que comme un véritable outil de développement durable, ces dispositifs de dépollution sont élaborés en fonction des contraintes réglementaires et ne permettent pas toujours de rendre les rejets éco-compatibles, c'est-à-dire compatibles avec leur milieu récepteur.

Ainsi, voici quelques-unes des questions qui ont guidé nos recherches :

- Quels textes réglementaires fixent les contraintes d'émission d'effluents aqueux industriels et comment s'articulent-ils ?
- Comment les acteurs s'approprient-ils cette réglementation ?
- Quels sont les besoins d'un milieu récepteur naturel, comment s'assurer de l'éco-compatibilité d'un rejet d'effluents aqueux dans un milieu naturel ?
- Comment aider les différents acteurs, notamment les industriels, à fixer la qualité de leurs effluents pour un rejet en milieu naturel éco-compatible ?

Ces quelques questions constituent le point de départ de nos recherches. Elles nous ont permis d'initier nos travaux et de construire notre démarche présentée sous la forme de six chapitres dans ce mémoire.

Nous nous intéresseront dans le Chapitre 1 aux différents aspects de la réglementation aux acteurs et aux processus de décision d'autorisation. Nous mettrons en évidence certaines limites du système actuel, ce qui nous amène dans le Chapitre 2 à aborder la problématique de la détermination des seuils de rejets industriels sous un autre angle : celui de la qualité au sens de l'ISO 9000. Nous aborderons également le territoire du point de vue des écosystèmes et des services rendus afin de prendre en compte l'ensemble des parties prenantes. Afin de proposer une méthode utilisable par des industriels (Chapitre 4), il sera nécessaire d'adapter certains outils existants afin de répondre à notre problématique. Les Chapitres 4 et 5 présentent respectivement l'outil élaboré sous forme de méthode et

l'étude de cas réalisée au sein du Groupe Castel Frères, plus précisément au sein de leur site d'embouteillage situé à Blanquefort. Ces deux chapitres ont été réalisés de manière itérative dans le sens où les étapes décrites dans le Chapitre 4 ont été élaborées puis testées sur le cas d'étude et éventuellement revues ou validées. Ces va-et-vient n'apparaissent pas dans le manuscrit. Enfin, le Chapitre 6 fait un retour sur les différentes hypothèses, discussions, conclusions et perspectives de la thèse. La Figure 1 reprend la structure de la thèse en présentant les questions et les hypothèses sur lesquelles reposent nos travaux.



Figure 1 : Structure de la thèse



# **Chapitre1**

## **Contexte règlementaire, acteurs et processus décisionnels**



# I Introduction

La sélection d'une filière de traitement d'effluents aqueux émis par une installation industrielle dépend de la composition des effluents d'une part, et des seuils d'émission à atteindre d'autre part (Wukovits et al., 2003), (O'Reilly, 2000). La détermination de seuils d'émissions pour les émissions industrielles d'effluents aqueux s'inscrit aujourd'hui dans des processus réglementaires européens et nationaux. Ainsi, ces seuils doivent être définis dépendamment à la fois du secteur d'activité et du milieu de rejet, c'est-à-dire de critères locaux. Le principe du choix de filière de traitement est ainsi représenté sur la Figure 2.

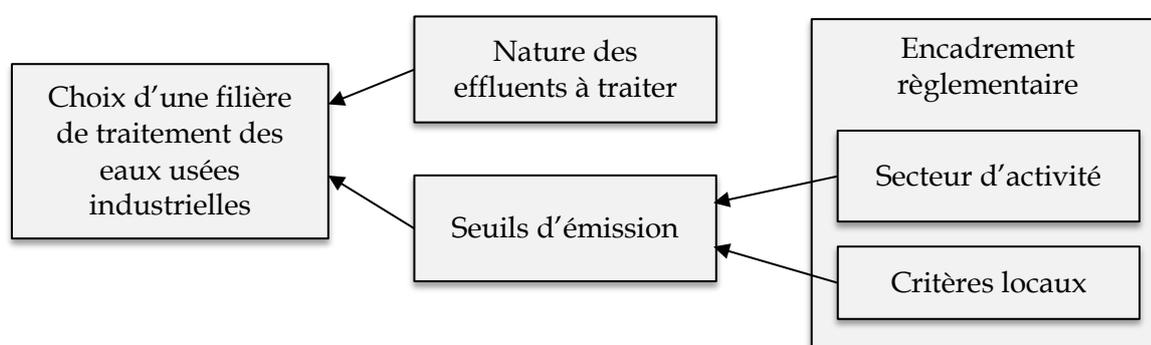


Figure 2 : Principe du choix d'une filière de traitement des eaux usées industrielles

La prise en compte des problématiques environnementales dans la gestion des émissions industrielles est aujourd'hui bien ancrée dans la réglementation française et européenne. En France, les entreprises font l'objet de réglementations dans le but de la protection de l'environnement depuis plusieurs siècles. La première est le décret impérial du 15 octobre 1810 sur les établissements dangereux, insalubres et incommodes qui fait suite à l'explosion de la fabrique de poudre de Grenelle en 1794. Ce décret oblige les exploitants concernés à déclarer leur activité et instaure des distances minimales entre les installations et les habitations. Il pose ainsi les premiers jalons de la réglementation française des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). S'en suit la loi du 19 décembre 1917 relative aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes. Elle sera complétée par la circulaire du 06 juin 1953 relative au rejet des eaux résiduaires par les établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes, avant d'être remplacée par la loi du 19 juillet 1976 du Code de l'Environnement qui instaure la notion d'ICPE telle qu'elle existe aujourd'hui.

L'Europe instaure une réglementation communautaire inspirée par la réglementation française en 1996 avec la directive IPPC (Industrial Pollution Protection and Control), abrogée en 2010 par la directive sur les émissions industrielles, dite IED (Industrial Emission Directive) (Parlement européen et conseil de l'Union Européenne, 2010). Apparue en 1996, la directive IPPC impose aux états membres, et notamment à la France une nomenclature supplémentaire pour ses installations classées. Pour les activités concernées (annexe 1 de la directive), les seuils d'autorisation sont différents que ceux imposés dans le cadre des ICPE (plus élevés pour l'IED) (MEDDE, 2013). Ainsi, une installation soumise à la directive IED est nécessairement une ICPE mais une ICPE peut ne pas être soumise à l'IED.

Cette réglementation est l'aboutissement d'une volonté nationale et européenne de réduction intégrée de la pollution des industriels, en vue d'atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement et en particulier de la ressource en eau. De plus, au niveau européen, l'objectif (fixé par la Directive Cadre sur l'Eau DCE, directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000) est d'atteindre ou de conserver, d'ici 2015 le bon état écologique pour les masses d'eau continentales et marines (Parlement européen et conseil de l'Union Européenne 2000). La DCE établit entre autres un cadre pour l'évaluation de la qualité et la surveillance des masses d'eau dans l'Union Européenne. En particulier, l'article 16 de cette directive vise à renforcer la protection de l'environnement aquatique par des mesures spécifiques conçues pour réduire et arrêter ou supprimer progressivement les rejets, émissions et pertes de substances prioritaires.

La réglementation des activités industrielles, dans les deux contextes : européen et français, s'harmonise ainsi avec l'ensemble des autres réglementations, notamment pour la protection de l'environnement, mais aussi l'urbanisme, les risques industriels, etc. Ainsi, tout projet qui se rapporte à la réglementation ICPE (et donc parfois IED) est soumis à un certain processus, préalable à sa mise en exploitation, qui garantira le respect des normes actuelles et de l'environnement.

Ce chapitre a pour objectif de présenter en détail l'ensemble de ces éléments réglementaires. En premier lieu ce chapitre traitera de la problématique du rejet des eaux usées dans les milieux naturels au travers de la protection de la ressource en eau gérée au niveau européen par la DCE. Nous présenterons ensuite les réglementations ICPE et IED, la procédure d'autorisation qui permet en théorie l'articulation avec la DCE ainsi que les différents acteurs impliqués.

## **II Problématique environnementale liée au rejet d'eaux usées dans les milieux naturels**

### **1 Historique et problématique générale des rejets anthropiques**

L'eau est une ressource vitale pour l'homme. Les rivières en particulier ont joué un rôle très important dans le développement des villes et des activités agricoles puis industrielles en tant que ressource, voies de transport, source d'énergie (Postel & Richter, 2003), mais aussi en tant que milieu récepteur de différents types de rejets.

En effet, les rivières ont toujours été le milieu de rejet privilégié des eaux usées humaines. L'homme rejette ses déchets, en particuliers liquides (eaux usées), dans les rivières qui l'entourent comme les égyptiens et les romains le faisaient déjà il y a deux mille ans (Lofrano & Brown, 2010). Cependant, au fil du temps les rejets ont augmenté en volume et leur composition s'est diversifiée en même temps que l'industrie s'est développée. Aujourd'hui, on estime que « 80% des eaux fluviales servent à transporter des déchets vers l'océan » (Encyclopédie Universalis).

De manière générale la composition des eaux rejetées par l'homme diffère de celle d'un cours d'eau à l'état « naturel ». Les eaux usées émises par l'homme peuvent contenir des éléments présents naturellement dans les cours d'eau, comme de la matière organique, certains métaux, des nutriments (UNEP, 2008). Cependant, globalement, les concentrations de ces composés sont plus élevées dans les eaux de rejets que dans le milieu naturel (les concentrations dépassent les Normes de Qualité Environnementale (NQE)). Ceci est d'autant plus vrai pour les rejets industriels avec la mise en place récente de réduction des consommations d'eau qui ont pour effet de concentrer la pollution si ces mesures ne sont pas associées à la mise en place de technologies propres. Par ailleurs, les eaux de rejets peuvent également contenir des molécules ou composés créés par l'homme (produits ou sous-produits chimiques) qui ne sont pas assimilables par les écosystèmes (Encyclopédie Universalis). Ceci implique que des modifications d'écosystèmes peuvent apparaître à de très grandes distances des rejets, c'est par exemple le cas des Polluants Organiques Persistants (POP) (Wenning & Martello, 2014), (Jones & de Voogt, 1999).

Ainsi, au contact de ces effluents, les écosystèmes se modifient, puis se détériorent. La détérioration des écosystèmes fluviaux, étroitement connectés avec l'ensemble de l'hydrosphère, menace l'ensemble de la ressource en eau, notamment en eau douce, pour

l'eau potable et l'alimentation, ainsi que pour l'industrie. Ces préoccupations ont poussé l'homme à traiter ses eaux usées, seulement à partir du 20<sup>e</sup> siècle dans la plupart des pays (Lofrano & Brown, 2010). La réglementation sur les rejets et le traitement des eaux usées est devenue de plus en plus importante et complète dans les pays développés. Pour autant, l'état des masses d'eau dans le monde (y compris en Union Européenne où la réglementation environnementale est une des plus contraignantes) continue à se détériorer du point de vue qualitatif (Postel & Richter, 2003), (Cundy, 2001). Localement, le traitement des eaux usées par des filières de traitement a tout de même permis d'améliorer la qualité des rejets pour les paramètres classiques (principalement le carbone, l'azote et le phosphore) (Agence de l'Eau Adour-Garonne, 2013).

Pour évaluer l'état des écosystèmes aquatiques sur son territoire, identifier les écosystèmes dégradés à restaurer ainsi que ceux qui ne le sont pas afin de les protéger, l'Europe a mis en place une réglementation communautaire : la Directive Cadre sur l'Eau.

## **2 Surveillance et protection de la ressource en eau : contexte européen et application au niveau national**

### **a La Directive Cadre sur l'Eau**

Adoptée par le parlement européen le 23 octobre 2000, la DCE établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe entre autres les objectifs suivants :

- *« la prévention de toute dégradation supplémentaire, la préservation et l'amélioration de l'état des écosystèmes aquatiques,*
- *la promotion d'une utilisation durable de l'eau fondée sur la protection à long terme des ressources en eau,*
- *la réduction progressive des rejets, émissions et pertes de substances prioritaires et l'arrêt ou la suppression progressive des rejets, émissions et pertes de substances dangereuses prioritaires,*
- *la réduction progressive de la pollution des eaux souterraines et la prévention de leur aggravation,*

*afin de contribuer à un approvisionnement suffisant en eau de bonne qualité pour une utilisation durable, équilibrée et équitable de l'eau. »*

En particulier, un des objectifs mis en avant par la DCE pour les états membres est l'atteinte d'ici 2015 du bon état écologique et chimique pour tous les cours d'eau. Dans ce cadre, les états membres doivent recenser leurs bassins hydrographiques afin de créer des « districts hydrographiques » contenant un ou plusieurs bassins hydrographiques. Pour ces districts hydrographiques, une autorité compétente doit être désignée afin de veiller à l'application des règles prévues par la DCE. Si un bassin hydrographique s'étend sur plusieurs états, un district hydrographique international doit être créé. En France par exemple, c'est le cas pour le bassin Rhin-Meuse, qui fait partie du district hydrographique international du Rhin, regroupant sept états (Liechtenstein, Autriche, Allemagne, France, Luxembourg, Belgique et Pays-Bas), et de celui de la Meuse (partie faîtière) (France, Luxembourg, Belgique, Allemagne et Pays-Bas).

#### **b Les échelles de gestion de la ressource en eau en Europe : du bassin hydrographique à la masse d'eau**

En application de la DCE, le territoire français est divisé en six bassins hydrographiques (France métropolitaine), comme le montre la Figure 3 :

- Artois-Picardie,
- Seine-Normandie,
- Loire-Bretagne,
- Adour-Garonne,
- Rhin-Meuse,
- Rhône-Méditerranée et Corse.

Pour chaque bassin hydrographique, un plan de gestion et un programme de mesure doivent être élaborés afin de définir les objectifs à atteindre et les actions nécessaires. En France, un Schéma Directeur d'Assainissement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est ainsi élaboré pour les six bassins hydrographiques. Les SDAGE sont apparus en France en 1992 en application de la Loi sur l'eau. Modifiés en 2004, ils sont aujourd'hui les outils d'application de la DCE. Ces documents décrivent les priorités de la politique de l'eau par bassin hydrographique pour six ans.

Le SDAGE « définit les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Il fixe les objectifs de qualité et de quantité à atteindre pour chaque cours d'eau, plan d'eau, nappe souterraine, secteur littoral. Il détermine les dispositions nécessaires pour prévenir la détérioration et assurer l'amélioration de l'état des eaux et des milieux aquatiques. » (Agence de l'eau Loire-Bretagne 2010). Il contient également « un

programme de mesures, qui précise les actions (techniques, financières et règlementaires) » à mettre en place pour atteindre les objectifs de qualité fixés précédemment.

Afin de permettre une gestion plus locale de l'eau, une politique uniforme à l'échelle d'un bassin n'étant pas forcément adaptée, la mise en place de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est encouragée. Le SAGE a alors la responsabilité de définir à l'échelle d'une unité hydrographique plus réduite (bassin versant...) les mesures les plus adaptées en matière de politique sur l'eau. Tout comme le SDAGE, le SAGE est un document à valeur réglementaire. Ceci signifie que les actions, les financements et les décisions prises par les organismes publics et les collectivités locales doivent être compatibles avec ce dernier.

Chaque bassin hydrographique regroupe ainsi plusieurs bassins versants, comprenant plusieurs cours d'eau, eux même divisés en masses d'eau (Figure 4). Les masses d'eau (portions de rivières) ont été définies de manière à présenter des caractéristiques homogènes du point de vue biologique, physico-chimique et morphologique (ONEMA, 2013). Un dispositif de surveillance a été mis en place sur l'ensemble des bassins hydrographiques afin de contrôler les progrès vers le bon état des masses d'eau, conformément à la DCE qui demande à tous les états membres de suivre la qualité des eaux sur leur territoire.

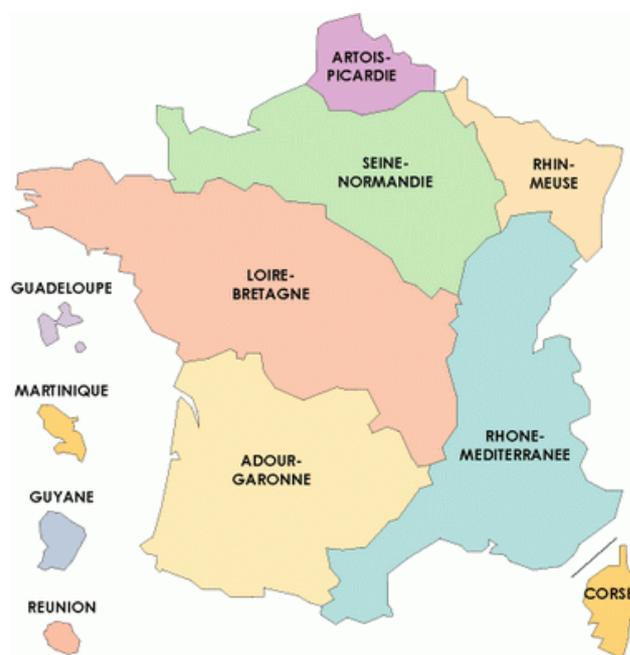


Figure 3 : Carte des bassins hydrographiques français (ONEMA 2013)



Figure 4 : Hiérarchie des différents niveaux hydrographiques français utilisés dans le cadre de la DCE

### c Mesure de l'état des masses d'eau

La DCE pose un cadre communautaire pour l'évaluation de l'état des masses d'eau, les procédures de mesures, les paramètres à suivre. En France, c'est l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface qui fixe sa mise en œuvre au niveau national, notamment par la fixation de seuils pour la qualification de divers paramètres permettant d'établir l'état écologique de la masse d'eau d'une part, l'état chimique d'autre part. Ainsi, l'état est déterminé, pour les 11 523 masses d'eau que compte le territoire français (CGDD, 2012), par des paramètres de qualité biologique, physico-chimique et hydromorphologique dont les seuils sont définis suivant le type de masse d'eau :

- rivières,
- lacs,
- eaux de transitions,
- eaux côtières.

Comme le montre la Figure 5, seul un bon état chimique et un bon ou très bon état écologique permettent à une masse d'eau de surface d'atteindre le « bon état ».

Le bon état écologique pour une rivière par exemple correspond au fait que « *les valeurs des éléments de qualité biologiques applicables au type de masse d'eau de surface montrent de faibles niveaux de distorsion résultant de l'activité humaine, mais ne s'écartent que légèrement de celles normalement associées à ce type de masse d'eau de surface dans des conditions non perturbées* » (Annexe 1, tableau 2 de l'arrêté du 25/01/2010).

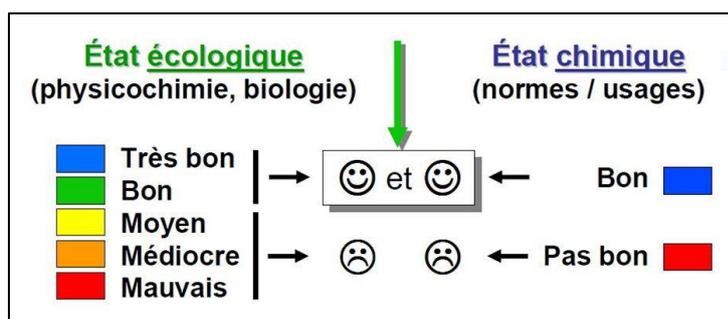


Figure 5 : Schéma de principe de l'attribution du « bon état » pour les masses d'eau de surface (Source : Eaufrance)

En ce qui concerne la partie physico-chimique de l'état écologique, le bon état est atteint si « *la température, le bilan d'oxygène, le pH, la capacité de neutralisation des acides et la salinité* » ainsi que « *les concentrations de nutriments* » ne dépassent pas « *les normes établies pour assurer le fonctionnement de l'écosystème caractéristique et pour atteindre les valeurs [...] de qualité biologique.* » (Annexe 1, tableau 2 de l'arrêté du 25/01/2010).

L'état chimique est déterminé en fonction du respect ou non des Normes de Qualité Environnementale d'un certain nombre de polluants (définis à l'annexe 8 de l'arrêté).

A l'attribution d'un état qualitatif est attribué pour chaque masse d'eau un niveau de confiance.

L'arrêté définit également l'évaluation du potentiel écologique pour des masses d'eau dites « *fortement modifiées ou artificielles* ». Ces masses d'eau représentent 8% des masses d'eau en France (CGDD, 2012).

#### **d Etat lors de la dernière campagne de mesures en 2009**

La DCE prévoit un état des lieux tous les six ans. Le dernier bilan de la qualité des masses d'eau en France date donc de 2009 et a été transmis à l'Union Européenne en mars 2010. L'état écologique et chimique des masses d'eau en France (Figure 6) montre un potentiel de progression encore important pour atteindre le bon état de toutes les masses d'eau. Pour certaines masses d'eau, l'objectif de bon état n'a d'ailleurs pas été jugé possible à l'horizon 2015 et a été repoussé à 2021.

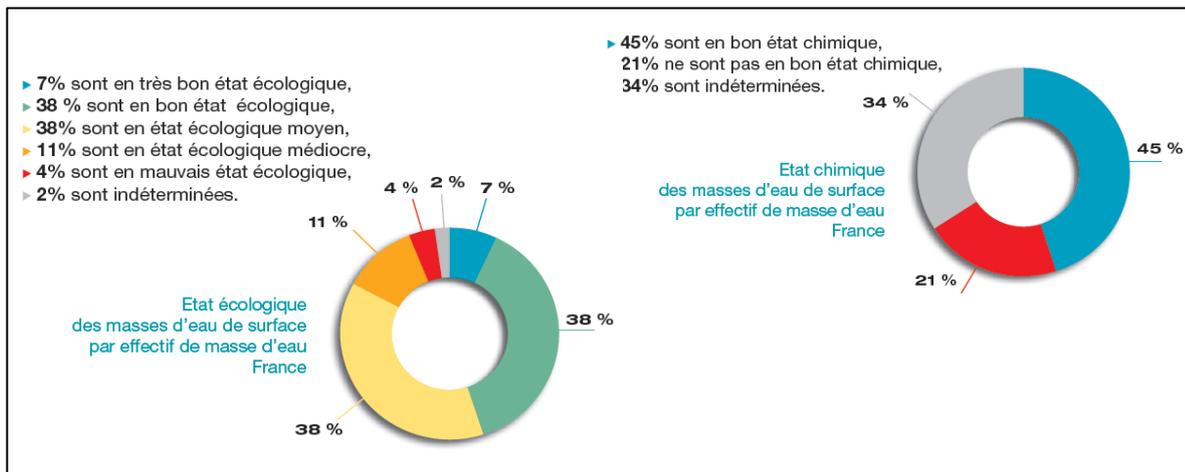


Figure 6 : Etat écologique et chimique des masses d'eau de surface en France en 2009 (Source : Eaufrance)

### 3 Problématique et enjeux pour l'atteinte des objectifs de la DCE

Les rejets industriels, de par leur composition, peuvent impacter à la fois l'état écologique et l'état chimique. Dans le cadre de l'atteinte des objectifs de la DCE, cela implique :

- la révision des seuils d'émission pour les activités existantes afin de baisser la charge polluante reçue par le milieu, et
- l'établissement de seuils pour les activités nouvelles,

dans le cas, soit :

- d'une masse d'eau en bon état, à ne pas dégrader,
- d'une masse d'eau n'ayant pas le bon état, qui doit donc être restaurée.

Les enjeux sont donc différents selon l'état et la nature des masses d'eau ainsi que des problématiques territoriales. Consécutivement, les enjeux et leviers d'actions sont identifiés et définis dans le SDAGE de chaque bassin versant par le comité de bassin correspondant. Un des leviers d'action est l'encadrement et la réduction des rejets industriels dont la réglementation est présentée dans la partie suivante.

### **III Encadrement des activités industrielles dans le cadre de la protection des milieux aquatiques**

Comme énoncé dans l'introduction, deux réglementations cohabitent en France concernant la gestion des impacts environnementaux des activités industrielles : la réglementation ICPE et la directive IED. Les paragraphes qui suivent présentent les particularités liées à ces deux textes dans le cadre de l'élaboration de seuils d'émission pour le choix des procédés de traitement.

#### **1 Les installations soumises à la directive IED**

A l'échelle Européenne, c'est la directive IED 2010/75/EC, entrée en vigueur le 06/01/2011, qui impose à tous ses pays membres une nomenclature pour les activités industrielles. Cette directive retranscrite en droit Français depuis le 07/01/2013 a abrogé la directive IPPC (Integrative Prevention of Pollution and Control) avec notamment un renforcement du rôle des BREFS en obligeant les Etats Membres à se baser sur les performances des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) pour les Valeurs Limites d'Emission (VLE) par le biais de documents appelés « Conclusions sur les MTD ». Elle conserve les principes d'approche intégrée, de MTD, de flexibilité, du contrôle, et de la participation du public à la prise de décision. Les projets soumis à la directive IED sont soumis à une démarche d'autorisation similaire à celle des ICPE.

Les BREFS sont des documents de référence établis dans le cadre de la directive IED par secteur d'activité. Ils contiennent des retours d'expérience et des bonnes pratiques ainsi que les MTD reconnues et éprouvées au niveau industriel pour chaque secteur d'activité. Ils contiennent également des informations sur les performances des MTD.

L'Annexe III de la directive européenne relative aux émissions industrielles (Directive IED n°2010/75/UE) définit les critères (considérations à prendre en compte) pour la détermination des meilleures techniques disponibles :

- 1) utilisation de techniques produisant peu de déchets ;
- 2) utilisation de substances moins dangereuses ;
- 3) développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et les déchets, le cas échéant ;

- 4) procédés, équipements ou modes d'exploitation comparables qui ont été expérimentés avec succès à une échelle industrielle ;
- 5) progrès techniques et évolutions des connaissances scientifiques ;
- 6) nature, effets et volume des émissions concernées ;
- 7) dates de mise en service des installations nouvelles ou existantes ;
- 8) délai nécessaire à la mise en place de la meilleure technique disponible ;
- 9) consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et efficacité énergétique ;
- 10) nécessité de prévenir ou de réduire à un minimum l'impact global des émissions sur l'environnement et des risques qui en résultent pour ce dernier ;
- 11) nécessité de prévenir les accidents et d'en réduire les conséquences sur l'environnement ;
- 12) informations publiées par des organisations internationales publiques.

Ainsi, les installations soumises à la directive IED sont contraintes à :

- identifier et mettre en place des techniques de production ayant des performances au moins équivalentes à celles des MTD afin d'éviter certaines émissions,
- identifier et mettre en place des techniques de traitement des eaux usées ayant des performances au moins équivalentes à celles des MTD en fonction du secteur d'activité,
- prendre en compte les contraintes locales (qui fait notamment référence à la DCE) pour l'élaboration des VLE.

## **2 Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement**

La réglementation des ICPE est une réglementation strictement nationale qui fait partie intégrante du Code de l'Environnement. Elle contient une nomenclature de différentes activités qui, suivant certains seuils, entraîne des statuts et des procédures différents. La nomenclature des ICPE propose un classement par substances ou par activité. Suivant la nature du projet et des substances utilisées, l'installation peut donc être soumise à différents régimes.

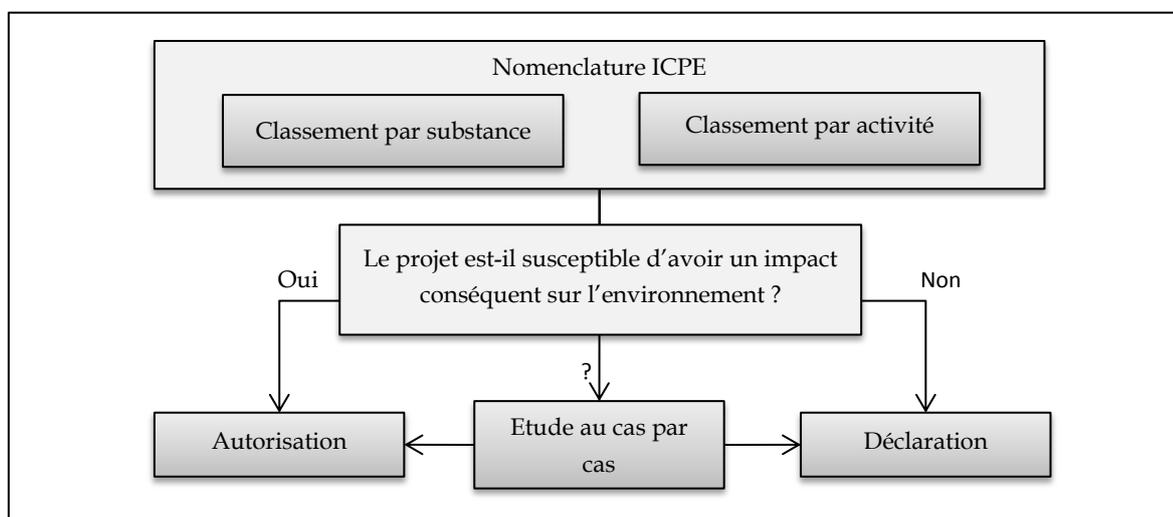
Lorsque le projet et ses caractéristiques sont reconnus à l'échelle nationale comme ayant possiblement un fort impact environnemental, celui-ci est alors soumis à autorisation. Au contraire, si les impacts anticipés sont moins importants, le projet est uniquement soumis à déclaration. Enfin, dans certains cas, les autorités demandent une étude au cas par cas,

c'est-à-dire que le porteur de projet doit fournir une description sommaire de son projet et des impacts possibles et les autorités décident s'il est orienté vers une procédure de déclaration ou d'autorisation.

Ainsi, il existe trois régimes différents d'installations classées :

- l'autorisation sans servitude (A) ou avec servitude (AS),
- la déclaration sans contrôle (D) ou avec contrôle (DC),
- l'enregistrement (étude au cas par cas).

La Figure 7 résume les principes de la nomenclature des ICPE :



**Figure 7 : Principes de la nomenclature des installations classées en France**

Les émissions des installations classées sont règlementées de manière générale par l'arrêté du 02 Février 1998. Pour la plupart des secteurs d'activités, des arrêtés sectoriels plus précis fixent certaines conditions d'exploitations, et certaines valeurs d'émissions à ne pas dépasser. De plus, à chaque catégorie d'installation (autorisation, déclaration ou enregistrement) correspond une démarche administrative particulière préalable à la mise en exploitation permettant de vérifier la conformité du projet avec l'ensemble de la réglementation.

## **a Autorisation**

Les installations soumises à autorisation sont reconnues à l'échelle nationale comme ayant possiblement un fort impact environnemental. Ces installations sont alors soumises à la procédure la plus poussée. Le porteur de projet doit préalablement à la mise en exploitation effectuer auprès de la préfecture une demande d'autorisation démontrant l'acceptabilité du projet d'un point de vue des risques et des impacts. Si le projet est accepté, un arrêté d'autorisation est établi. Il fixe les conditions d'exploitation ainsi que les contraintes de rejet et de contrôle de l'entreprise. Ce processus préalable à la mise en exploitation sera détaillé par la suite (Paragraphe V).

## **b Déclaration**

Pour les installations soumises à déclaration, les impacts anticipés sont moins importants. Le porteur de projet doit alors fournir au préfet un dossier de déclaration. Une fois le dossier instruit, le préfet envoie un récépissé de déclaration, accompagné d'une copie des prescriptions générales applicables à l'installation qui constituent les précautions minimales à respecter (arrêté type, arrêtés ministériels d'application directe).

A ces prescriptions générales peuvent être ajoutées, des prescriptions spéciales après avis du Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST).

Pour les établissements soumis à déclaration, des Valeurs Limites d'Emission (VLE) sont fixées par des arrêtés types, sans aucune prise en compte du milieu récepteur. Certaines rubriques font l'objet de contrôle périodique (noté « DC » dans la nomenclature).

Concernant les éventuels rejets aqueux, le dossier doit contenir une description du mode de traitement des eaux résiduaires.

## **c Enregistrement**

Le régime d'enregistrement apparaît avec la réforme de l'étude d'impact (arrêté du 22 mai 2012). Il s'agit d'une situation intermédiaire entre les deux précédentes. Le porteur de projet doit fournir une description sommaire de son projet et des impacts possibles et au cas par cas les autorités décident s'il est orienté vers une procédure de déclaration ou d'autorisation.

### **3 La nomenclature « Loi sur l'eau »**

Parallèlement aux nomenclatures ICPE et IED qui régissent des activités potentiellement polluantes dans leur ensemble, il existe une nomenclature particulière liée à la Loi sur l'eau. Elle concerne certaines activités ou substances susceptibles d'avoir des impacts sur les milieux aquatiques. Les projets concernés peuvent être également soumis à la réglementation ICPE et IED ou non. Ils sont soumis à une démarche spécifique qui doit permettre de minimiser les impacts sur les milieux aquatiques. Cette nomenclature comporte deux types de procédures : autorisation et déclaration qui s'intègrent dans les processus ICPE.

## **IV La procédure d'autorisation : les acteurs**

La réglementation des installations classées s'inscrit dans une volonté européenne et nationale de réduction intégrée de la pollution des industriels et s'articule avec l'ensemble de la réglementation pour la protection de l'environnement. En particulier avec la Directive Cadre sur l'Eau (DCE, directive 200/60/CE du 23 octobre 2000) en ce qui concerne la problématique des eaux usées industrielles.

Pour l'élaboration de seuils d'émission, il y a donc une partie de la réglementation qui peut être qualifiée « d'industrielle » : ICPE et IED, et une partie plus « milieu naturel », qui concerne notamment la protection de la ressource en eau : la DCE. La procédure d'autorisation, qui concerne les installations les plus susceptibles d'avoir des impacts sur les milieux aquatiques, implique différents acteurs chargés de veiller au respect de la réglementation et à la protection des milieux.

### **1 Présentation des acteurs**

Les réglementations européenne et nationale ont contribué à l'organisation actuelle des différents acteurs autour de la question (de la gestion) des eaux usées industrielles notamment à travers la procédure d'autorisation. Ainsi, celle-ci réunit un grand nombre d'acteurs publics, privés, associatifs, ainsi que les citoyens.

#### **a Les acteurs publics (administration publique)**

Il s'agit de l'ensemble des acteurs dépendant de l'état. Ils regroupent les représentants directs du gouvernement au niveau local ainsi que des établissements publics spécialisés dépendant ou non du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE). L'acteur principal de cette procédure est le préfet de département, qui a le pouvoir d'autoriser ou non un projet. Celui-ci est assisté dans sa décision par l'autorité environnementale : le préfet de région. Les deux préfets sont notamment responsables de la mise en œuvre des politiques de l'état sur les territoires. La DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), qui est rattachée à la région, pilote les politiques de développement durable et vérifie l'application de la réglementation. D'autres organisations publiques interviennent également, notamment l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), la Direction Départementale des Territoires (et de la Mer pour les départements côtiers) (DDT(M))...

## **b Les acteurs privés**

Il s'agit de l'ensemble des entreprises privées qui peuvent intervenir dans le cadre d'un projet, les deux principaux étant l'exploitant et les bureaux d'étude mandatés par ce dernier pour les différentes études (techniques et environnementales).

## **c Les acteurs associatifs**

Les associations de défense de l'environnement et de protection de la nature ont pour objet « la préservation de la Nature dans ses manifestations minérales, végétales et animales » (loi de 1901). Ces associations doivent disposer d'un agrément spécifique pour être reconnues comme telles. Celui-ci leur permet de participer à l'action des organismes publics concernant l'environnement (service-public.fr 2014) notamment les associations de protection de la nature peuvent engager des recours, déposer des plaintes et intervenir de manière générale dans les procédures d'autorisation dans le cadre de leurs compétences et de leurs activités.

## **d Le public**

Le public, considéré comme l'ensemble des citoyens, occupe une place de plus en plus importante dans les processus de décision, notamment suite à la convention d'Aarhus en 2002 qui révisé la procédure d'enquête publique (République Française, 2002).

## **e Le CODERST**

Le Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques est composé de 25 membres (Article R. 1416-2 du Code de la Santé Publique) représentant divers entités (services de l'Etat, Agence Régionale de Santé, collectivités territoriales, associations, professionnels de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques, personnalités qualifiées). Ces membres sont désignés pour une durée de trois ans par arrêté préfectoral. Il se réunit sous la présidence du Préfet de département afin notamment d'examiner les dossiers de demande d'autorisation afin de rendre un avis sur les projets. Il s'agit d'un avis consultatif, le CODERST n'a pas de rôle décisionnaire. Lors de l'examen des dossiers, des personnes extérieures peuvent être invitées à titre consultatif comme les Maires des communes concernées ou des personnalités dont les compétences sont jugées utiles par le Préfet.

## 2 Synthèse

Le Tableau 1 présente une synthèse des acteurs classiquement impliqués dans les processus d'autorisation avec leur fonction et leur rôle dans les processus d'autorisation.

Tableau 1 : synthèse des acteurs principaux de la procédure d'autorisation

Acteurs	Fonction / Domaine d'intervention	Rôle dans les processus de décision d'autorisation d'exploiter
Préfet de département	Représentant de l'état et du gouvernement dans le département. Il doit notamment mettre en œuvre les politiques gouvernementales, en particulier pour le développement et l'aménagement du territoire.	Autorise ou non un projet.
Préfet de région	Préfet du département dans lequel se situe le chef-lieu de la région.	Autorité environnementale : rend un avis en ce sens au préfet de département
DREAL	Structure régionale dépendant du MEDDE qui pilote les politiques de développement durable.	Examen des DDAE, assistance de l'autorité environnementale pour la rédaction de l'avis et de l'arrêté d'autorisation
Préfet coordonnateur de bassin	Préfet de la région ou se trouve le siège du comité de bassin.	Rôle consultatif
Agence de l'eau	Etablissement public rattaché au MEDDE. Les agences de l'eau mettent en œuvre, dans les sept bassins hydrographiques métropolitains, les objectifs et les dispositions des SDAGE.	Aucun, rôle de financement pour les installations de dépollution des eaux
ONEMA	Etablissement public de référence sur la connaissance et la surveillance des milieux aquatiques.	Fournit des données et des connaissances sur les milieux aquatiques concernés par le projet
CODERST	Conseils qui réunissent « sous la présidence du préfet ou de son représentant des administrations mais aussi des personnes extérieures [...]. Ils concourent à l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi, dans le département, des politiques publiques dans les domaines de la protection de l'environnement, de la gestion durable des ressources naturelles et de la prévention des risques technologiques. » (site <a href="http://installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr">installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr</a> )	Avis consultatif extérieur à l'administration publique

Acteurs	Fonction / Domaine d'intervention	Rôle dans les processus de décision d'autorisation d'exploiter
Collectivités territoriales	Représentent les communes dans le cadre des procédures d'autorisation, contrôlent l'urbanisation des territoires (documents d'urbanisme). Peuvent intervenir dans le cadre de la prévention des risques technologiques des installations classées.	Rôle consultatif
DDT(M) (Direction Départementale des Territoires et de la Mer)	Met en œuvre les politiques publiques d'aménagement et de développement durable des territoires et de la mer	Elle rend un avis dans le cadre des procédures d'autorisation sur la compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme en vigueur, sur la prise en compte des risques naturels et technologiques et sur les conditions de desserte du site.
Police de l'eau	La police de l'eau veille au respect des principes de l'article L210-1 de l'environnement par le biais de trois « spécialités » : la police de la pêche, la police de l'eau et des milieux aquatiques, et la police des installations classées.	Instruit, suit et révisé les dossiers d'autorisation pour les projets soumis à la loi sur l'eau. Contrôle le respect de la réglementation et exerce des sanctions en cas de non-respect. Le pouvoir de police de l'eau est attribué à différents organismes en fonction du cours d'eau.
L'exploitant/porteur de projet	-	Soumet son projet afin d'obtenir autorisation
Bureaux d'études techniques	Ingénierie	Réalisation des études techniques
Associations de protection de la nature	Objectif de « préservation de la Nature dans ses manifestations minérales, végétales et animales » (loi de 1901)	Rôle consultatif
Le public	-	Rôle consultatif

# V La procédure d'autorisation : procédure de mise en application des objectifs règlementaires

## 1 Introduction

Le choix des procédés de traitement d'effluents industriels s'insère dans une série de processus qui concernent l'ensemble du cycle de vie d'un projet, depuis sa phase d'étude, jusqu'à la phase d'exploitation et de révision en passant par la procédure d'autorisation du projet. Chaque processus (décisionnel ou organisationnel) est divisé en plusieurs étapes successives et/ou parallèles qui sont régies par une réglementation particulière. De nombreux acteurs participent à ces processus et ont chacun des rôles différents. Les matrices RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed), utilisées pour cartographier les acteurs dans le cadre, par exemple, de la gestion de projet, permet de comprendre le rôle de chaque acteur et les relations qui existent entre les acteurs (Project Management Institute, 2000). Cette méthode permet de catégoriser les acteurs participant au processus de la façon suivante : il y a les acteurs qui réalisent l'action « R », ceux qui en ont la responsabilité « A », les acteurs « C » qui sont consultés lors de la réalisation de l'action et enfin les acteurs « I » qui sont informés. Dans tout processus, il ne doit y avoir qu'un seul acteur (ou groupe d'acteurs) A, c'est-à-dire un seul responsable.

Par la suite, les processus décisionnels et organisationnels seront décrits puis représentés schématiquement en suivant la légende décrite dans la Figure 8 :

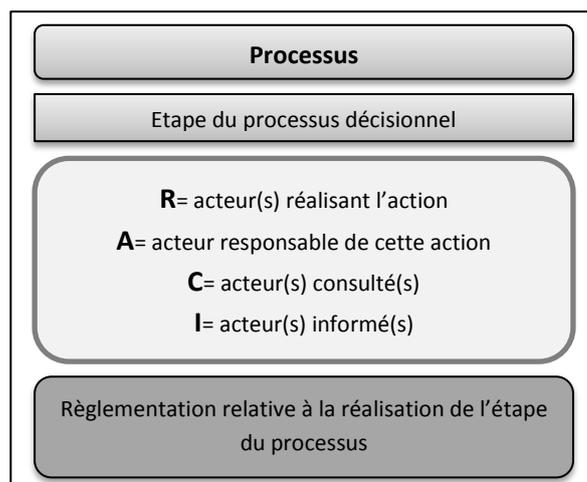


Figure 8 : Légende des schémas représentant les processus décisionnels

## 2 Description du processus

*Il convient que l'autorisation définisse toutes les mesures nécessaires pour garantir un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble et pour garantir que l'installation est exploitée conformément aux principes généraux des obligations fondamentales de l'exploitant. Il convient également que l'autorisation fixe des valeurs limites d'émission de substances polluantes ou des paramètres ou mesures techniques équivalents, et prévoie des dispositions appropriées pour assurer la protection du sol et des eaux souterraines, ainsi que des dispositions en matière de surveillance. Il convient que les conditions d'autorisation soient définies sur la base des meilleures techniques disponibles. (Directive IED 2010/75/CE)*

Les projets soumis à autorisation selon la directive IED ou la réglementation ICPE suivent approximativement le même processus : une phase d'étude, pendant laquelle le projet prend sa forme définitive et où sont réalisées les études d'impact environnemental. En théorie ces deux aspects doivent être traités de manière simultanée, l'Évaluation des Impacts Environnementaux (EIE) ayant été conçu pour être un outil de protection intégrée de l'environnement.

En ce qui concerne plus précisément la problématique des eaux usées, cette phase d'étude est primordiale puisqu'elle va permettre de mettre en place des techniques d'économies d'eau, de recyclage interne, et d'allouer, aux différents éléments du projet, différentes utilisations de l'eau. Cette phase est déterminante pour les caractéristiques des eaux usées qui seront générées par le projet. Lorsque des eaux usées sont générées, cette phase d'étude permet de définir par rapport au milieu récepteur et à la réglementation des objectifs de traitement sur lesquels sera basé en partie le choix des techniques de traitement à mettre en place.

Cette phase d'étude aboutit à l'élaboration d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE), qui doit contenir différents éléments, dont l'étude d'impact. Ce dossier est transmis à la préfecture du département où le projet doit s'implanter pour la procédure complète liée à l'autorisation. Si le projet est autorisé, l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter fixe les conditions d'exploitation et en particulier les Valeurs Limite d'Emission (VLE) pour les effluents aqueux du projet. Une fois seulement le projet autorisé, il peut entrer en phase de réalisation puis d'exploitation. Périodiquement, la loi impose une évaluation du projet, c'est-à-dire un bilan d'exploitation et une mesure des impacts environnementaux du projet. Suivant l'évolution des techniques de traitement des eaux usées pour le secteur considéré ou les conclusions des évaluations des impacts environnementaux, la préfecture peut demander une mise à niveau des installations et

peut instaurer de nouvelles VLE pour l'installation pour le renouvellement de l'arrêté d'autorisation d'exploiter. Ces différentes étapes et leurs liens sont représentés sur la Figure 9.

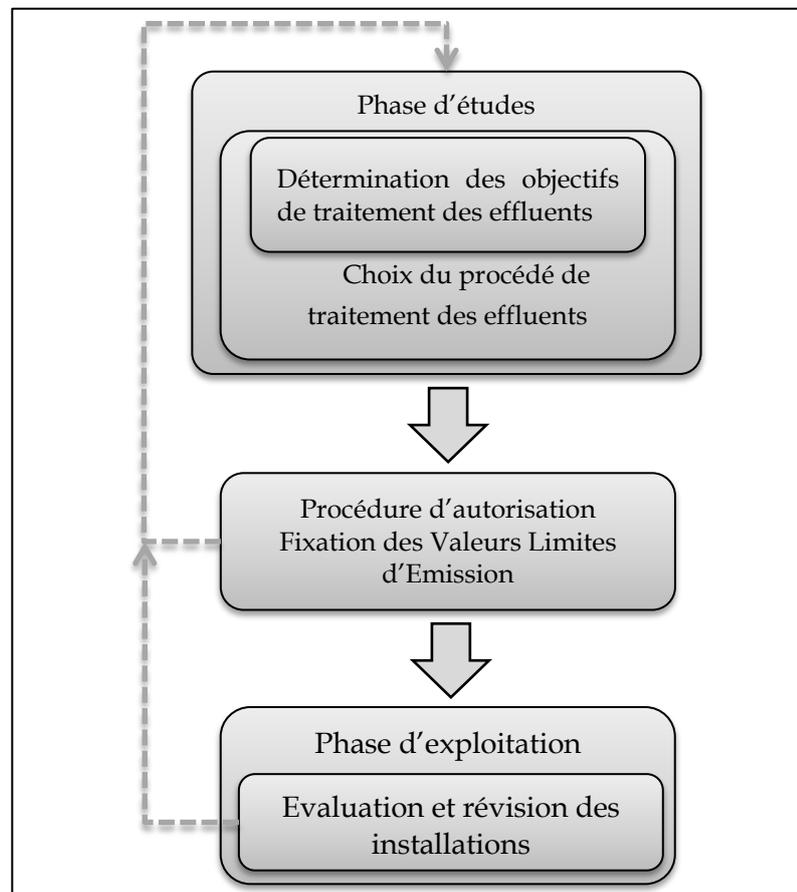


Figure 9 : Schéma de principe des différentes étapes liées à un projet soumis à autorisation

Les paragraphes suivants détaillent les différents processus décisionnels et organisationnels décrits sur la Figure 9 (pour la légende, voir Figure 8).

#### a Détermination des objectifs de traitement des eaux usées générées par le projet

La détermination des objectifs de traitement de ses effluents par le porteur de projet est une étape importante qui comporte trois volets :

- l'étude des effluents générés par le projet,
- l'étude de la réglementation liée à l'activité du projet,
- l'étude de l'environnement dans lequel s'inscrit le projet.

**Etude des effluents générés par le projet :** L'étude des effluents générés par le projet est une étape délicate dans laquelle le porteur de projet doit évaluer à la fois les volumes et les caractéristiques des effluent que génère ou va générer son projet. Dans le cas d'une étude préliminaire, il doit évaluer les eaux usées qui seront produites en termes de débit, de composition, de paramètres physico-chimiques, et de variabilité dans le temps. De plus, il peut se référer à d'autres sites, qu'il exploite ou non, ayant le même type et le même volume d'activité que son projet.

**Etude réglementaire :** Pour une majeure partie des établissements ICPE soumis à autorisation, l'arrêté du 02/02/1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation fixe des prescriptions générales auxquelles doivent se conformer les rejets des installations concernées (section III : Pollution des eaux superficielles, sous-section 1 : Cas général). Ces prescriptions concernent notamment les paramètres physiques (pH, température...) (*Article 31*), les polluant « classiques » (MES, DCO, DBO<sub>5</sub>, azote et phosphore) (*Article 32.1 et 32.2*), d'autres polluants comme les phénols, les cyanures, les métaux, etc. (*Article 32.3*). On y trouve également des valeurs limites de rejet en concentrations et en flux spécifiques pour certaines substances visées par des directives communautaires pour différents secteurs d'activité (*Article 32.4*).

Dans la sous-section 2 se trouvent des valeurs limites relatives à des secteurs d'activité particuliers (Cokeries, fabrication du dioxyde de titane, ...). La sous-section 3 fixe les conditions de raccordement de l'installation à une station d'épuration collective.

D'autre part, pour chaque rubrique de la nomenclature ICPE, un arrêté dit sectoriel fixe les valeurs limites d'émission en concentrations et en flux (cas général et zones sensibles). Il donne également les obligations et interdictions en termes de collecte de traitement et de rejet des eaux usées.

Pour les projets relevant en plus de la directive IED, les valeurs limites d'émission doivent tenir compte des performances des meilleures techniques disponibles reconnues à l'échelle industrielle européenne et répertoriées dans les conclusions sur les Meilleure Techniques Disponibles ou dans les BREFS. La directive inclut le principe de flexibilité en autorisant les états membres à établir des VLE moins strictes dans des cas spécifiques, si il a été prouvé que la mise en place de technique avec des valeurs d'émissions correspondantes à celles des MTD engendrerait des coûts disproportionnés par rapport au bénéfice environnemental à cause de la localisation et des conditions environnementales ou à cause des caractéristiques techniques de l'installation (Commission Européenne).

**Etude environnementale :** L'étude environnementale permet en premier lieu d'identifier un milieu récepteur pour les effluents. Généralement il s'agit soit du milieu naturel soit d'une station d'épuration.

- **Rejet en milieu naturel**

- Rejet dans les eaux souterraines

Les émissions directes ou indirectes de substances mentionnées à l'annexe II de l'arrêté du 02/02/1998 sont interdites dans les eaux souterraines, à l'exception de celles dues à la réinjection dans leur nappe d'origine d'eaux à usage géothermique, d'eaux d'exhaure des carrières et des mines ou d'eaux pompées lors de certains travaux de génie civil, conformément aux dispositions de l'arrêté ministériel du 10 juillet 1990 modifié. (Article 25 de l'arrêté du 2 février 1998, arrêté du 13 juin 2005, article 2)

- Epandage

L'épandage est défini comme l'application de déchets ou d'effluents sur ou dans les sols agricoles (DREAL Champagne-Ardenne, 2011).

Ainsi, seuls les effluents ayant un intérêt pour les sols ou pour la nutrition des cultures peuvent être épandus. (Arrêté du 02/02/1998, Section IV : Epandage) « Tout épandage est subordonné à une étude préalable, comprise dans l'étude d'impact, montrant l'innocuité et l'intérêt agronomique des effluents ou des déchets, l'aptitude du sol à les recevoir, le périmètre d'épandage et les modalités de sa réalisation ».

- Rejet dans les eaux de surface

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) fixe pour objectif de rétablir le « bon état » de toutes les masses d'eau naturelles en Europe à plus ou moins court terme (la première échéance est en 2015). En France, l'arrêté du 25 janvier 2010 impose les « méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ». Ainsi, la qualité de chaque masse d'eau est évaluée selon l'ensemble des critères réglementaires. Ces données sont enregistrées et rendues publiques. Pour chaque bassin hydrographique, un document de planification de la gestion de l'eau (SDAGE) est élaboré par l'agence de l'eau et fixe les orientations générales et les dispositions pour une ressource équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de quantité et qualité pour chaque masse d'eau sur son territoire. Ce document a une valeur réglementaire sur son territoire d'application, c'est-à-dire que les projets qui viendraient à s'y implanter doivent respecter ses dispositions et orientations. Ainsi, pour le rejet des eaux usées en milieu naturel (rivière), le projet doit respecter les objectifs de qualité du milieu récepteur.

Pour les substances dangereuses, les critères de qualité du point de vue de la composition chimique correspondent pour le bon état aux Normes de Qualité Environnementales (NQE). Le principe est que ces NQE doivent être respectées quel que soit le débit de la rivière. Ainsi, un flux admissible par le milieu récepteur est défini (flux maximum véhiculé par le cours d'eau).

L'équation 1 permet de calculer ce flux pour toute masse d'eau (tel que schématisé sur la Figure 10) en fonction de son débit d'étiage de fréquence quinquennale sèche (QMNA5) et de la NQE requise pour le milieu pour chaque polluant.

$$F_{admissible} (kg/j) = Q_{MNA5}(m^3/j) \times NQE(kg/m^3) \quad \text{Equation 1}$$

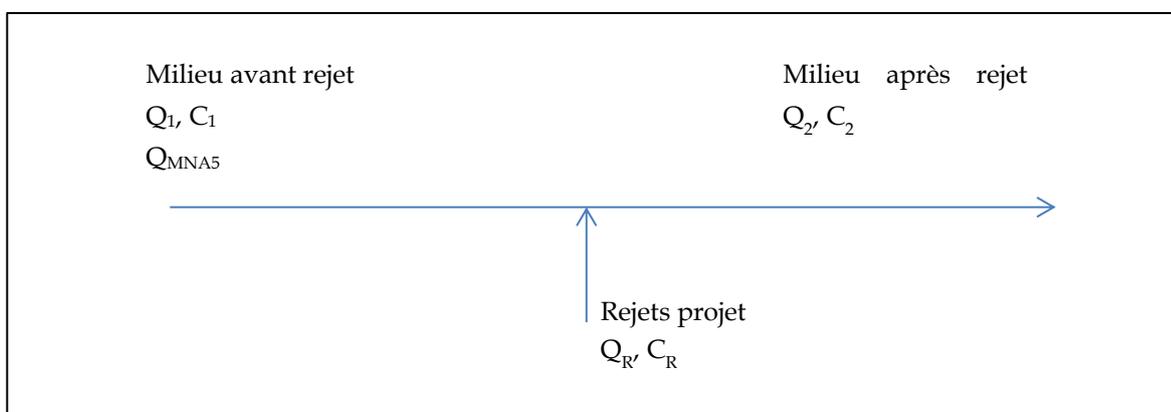


Figure 10 : Schéma pour le calcul de rejet acceptable par un milieu

Le flux total de pollution émis par le projet doit être inférieur à la différence entre le flux admissible et le flux véhiculé par le milieu (voir Figure 10) tel que décrit dans l'équation 2.

$$Q_R \cdot C_R + Q_1 \cdot C_1 < Q_{MNA5} \cdot NQE \quad \text{Equation 2}$$

Ceci est valable en tout point du milieu. Ainsi les valeurs limites d'émission d'une installation dépendent de la pression subie par la masse d'eau.

- **Rejet dans un système de collecte**

Une commune ou une communauté de communes peut autoriser une installation classée à déverser ses effluents dans son système de collecte. Celui-ci comprenant ou non une station d'épuration collective avant rejet au milieu naturel.

Si il n'y a pas de station d'épuration avant rejet au milieu naturel, les valeurs limites d'émission doivent être les mêmes que pour un rejet direct dans le milieu naturel.

S'il y a une station d'épuration au bout du réseau de collecte, celle-ci peut être inapte à traiter certains types de pollution (micropolluants organiques et minéraux). Au contraire, elles peuvent être tout à fait adaptées pour le traitement des effluents issus par exemple de l'industrie agroalimentaire. La capacité de la STEP à traiter l'effluent industriel dépend des volumes, des charges et du type de pollution contenus dans l'effluent. Elle doit être démontrée dans le volet eau de l'étude d'impact (Arrêté du 02/02/1998, Section III, sous-section 3).

Pour respecter la capacité de traitement de la STEP, un prétraitement des effluents avant rejet dans le réseau peut être nécessaire.

Dans les deux cas, si une industrie veut rejeter son effluent dans un système de collecte (ou de traitement) d'une commune ou d'un Etablissement Public de Coopération Intercommunal<sup>1</sup> (EPCI), elle doit obtenir une autorisation de déversement sous la forme d'un arrêté délivré par le Maire. Cette autorisation est indépendante des autorisations préfectorales délivrées au titre des nomenclatures ICPE et loi sur l'eau. Elle fixe les flux et concentrations maximaux à respecter pour divers polluants ainsi que les valeurs à respecter pour certains paramètres (pH, température...).

Le rejet dans le système de collecte des effluents doit faire l'objet d'une autorisation : d'après l'article L1331-10 du Code de la Santé Publique, « tout déversement d'eaux usées autres que domestiques, dans les égouts publics, doit être préalablement autorisé par la collectivité ». C'est l'exécutif compétent pour la collecte des eaux usées qui délivre ou non cette autorisation. Les valeurs limites autorisées devront impérativement garantir le bon

---

<sup>1</sup> Les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) sont des regroupements de communes ayant pour objet l'élaboration de « projets communs de développement au sein de périmètres de solidarité ». Ils sont soumis à des règles communes, homogènes et comparables à celles de collectivités locales. Les communautés urbaines, communautés d'agglomération, communautés de communes, syndicats d'agglomération nouvelle, syndicats de communes et les syndicats mixtes sont des EPCI. (INSEE )

fonctionnement de la station d'épuration et la protection de l'environnement (Arrêté du 02/02/1998, Article 34).

### Les objectifs de traitement :

En conclusion, de manière générale, il y a deux cas possibles :

- le rejet en rivière : doit être compatible avec les objectifs de qualité du milieu ;
- le rejet en station d'épuration : doit être compatible avec un bon fonctionnement des ouvrages épuratoires.

Les objectifs de traitement constituent une partie du cahier des charges pour concevoir les infrastructures et procédés destinés à gérer et épurer les effluents aqueux émis par le projet (volumes, rendements, émissions en sortie, etc.). Le processus décrit ci-dessus et permettant d'aboutir à ces objectifs est schématisé sur la Figure 11 :

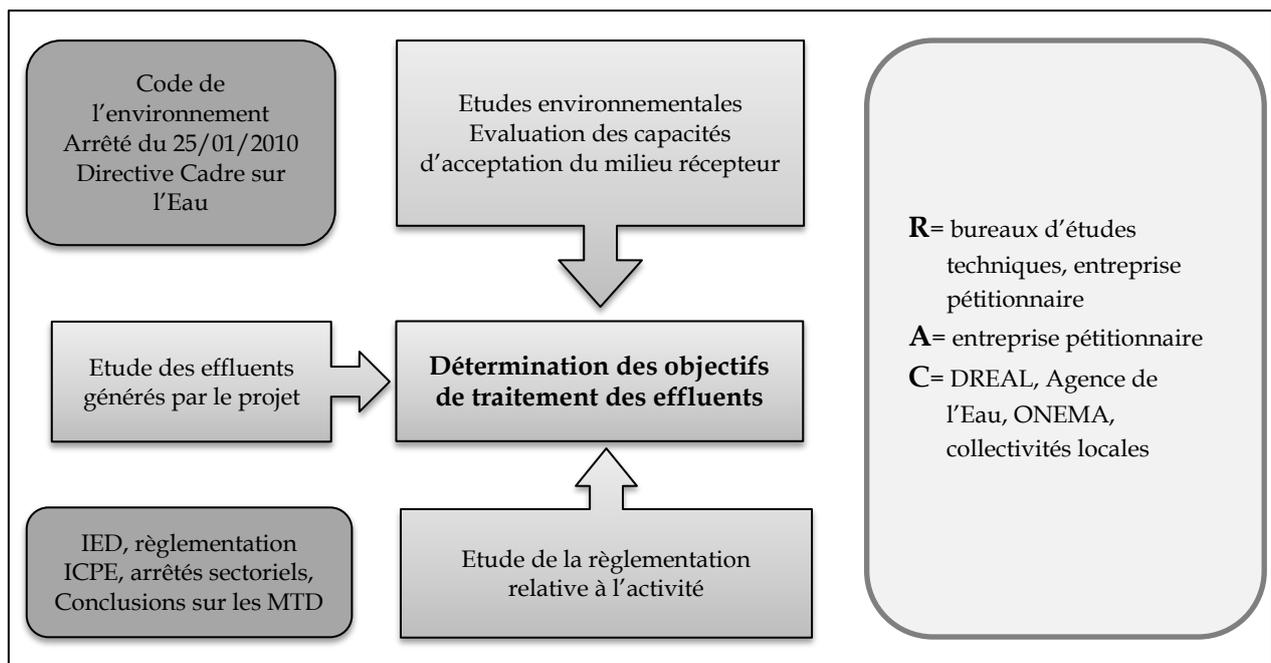


Figure 11 : Schéma du processus d'élaboration des objectifs de traitement des eaux usées générées par un projet

## **b Choix du procédé de traitement des effluents**

L'article 18 de l'arrêté du 02/02/1998 stipule que les procédés de traitement des effluents doivent être conçus de manière « à faire face aux variations de débit, de température ou de composition des effluents à traiter en particulier à l'occasion du démarrage ou de l'arrêt des installations » et « les procédés de traitement non susceptibles de conduire à un transfert de pollution doivent être privilégiés pour l'épuration des effluents ».

Une fois les objectifs de traitement définis par le porteur de projet, des études techniques sont généralement menées pour déterminer les différentes alternatives pour le traitement des effluents. Celles-ci peuvent être réalisées soit par le porteur de projet s'il possède cette compétence en interne, soit par un ou plusieurs bureaux d'études technique.

Pendant la phase d'étude des objectifs de traitement, les caractéristiques de l'effluent généré par le projet ont été déterminées. Afin de savoir quels procédés sont adaptés pour atteindre ces objectifs, la traitabilité de l'effluent doit être étudiée. C'est-à-dire qu'il faut étudier le comportement réel de l'effluent vis-à-vis de différentes techniques de traitement.

Par secteur d'activité, les BREFS contiennent des indications et des descriptions des MTD. Il est d'autant plus pertinent de s'y référer que l'étude d'impact du projet doit contenir une partie sur la comparaison aux meilleures techniques disponibles, en particulier pour les projets concernés par la directive IED. Les « Conclusions sur les MTD » sont dorénavant (directive IED) des documents de référence obligatoires pour la fixation des conditions d'autorisation. La philosophie n'est pas d'appliquer obligatoirement les techniques décrites dans les BREFS mais d'obliger les industriels à obtenir des résultats comparables aux MTD.

A l'heure actuelle, le choix parmi les alternatives de traitement se fait selon les critères suivants :

- Capacité à atteindre les objectifs de traitement ;
- Coût de mise en œuvre (infrastructures, fonctionnement y compris ressources humaines, maintenance...);
- Contraintes techniques liées au site.

Le processus qui permet d'aboutir au choix de la technique de traitement qui sera mise en place pour le projet est représentée Figure 12.

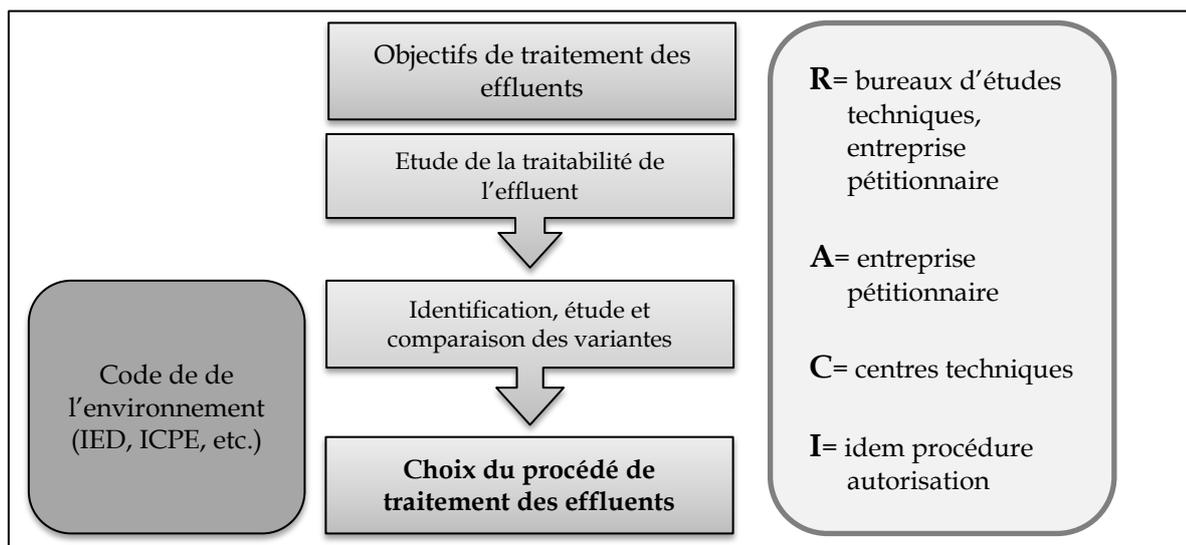


Figure 12 : Schéma du processus de choix du procédé de traitement des effluents

### c La procédure d'autorisation d'exploiter

Une fois achevées les phases conjointes d'élaboration du projet et d'études environnementales, le porteur de projet peut constituer son dossier de demande d'autorisation d'exploiter à la préfecture. Si le dossier est complet, il est confié à l'autorité environnementale qui peut le cas échéant demander des compléments au dossier. Suite à cela, elle rédige un avis global sur la prise en compte des enjeux environnementaux du projet qui vient compléter le dossier pour le démarrage de l'enquête publique. Au démarrage de l'enquête publique, un commissaire enquêteur est nommé, il est chargé de réaliser l'enquête et de consigner les avis émis par le public, mais aussi par des services techniques tels que le SDIS, la DDT, etc.

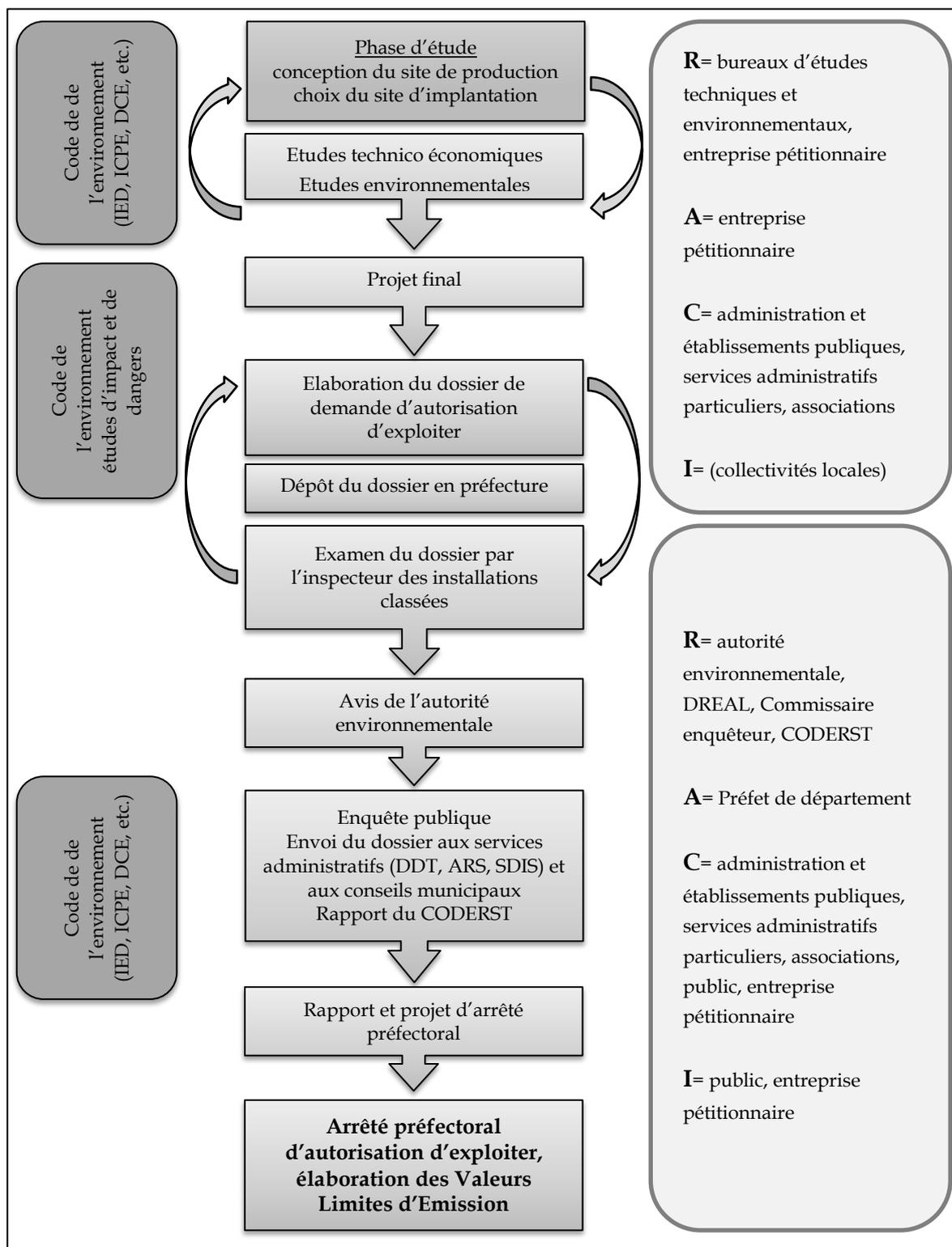


Figure 13 : Schéma récapitulatif de la procédure d'autorisation en France

Pour les ICPE soumises à autorisation, les VLE sont fixées au cas par cas, sur la base de VLE sectorielles et en fonction du milieu récepteur, et peuvent évoluer dans le temps (évolution des MTD, réexamen périodique...). La prise en compte du milieu récepteur se fait à plusieurs niveaux :

- Au moment de l'étude d'impact, l'industriel est tenu de démontrer que ses rejets respectent les normes de qualité du milieu récepteur, dans le cas où l'effluent est reversé directement au milieu naturel. Dans le cas où les rejets se font dans un système d'assainissement collectif, il doit montrer la capacité de l'infrastructure à traiter l'effluent.
- Au moment de l'examen de la demande d'autorisation d'exploiter, l'inspecteur des installations classées, peut fixer des VLE plus strictes que celles prévues par l'arrêté du 02/02/98 ou par les arrêtés sectoriels en cas de déversement pouvant affecter une zone sensible.

Les VLE peuvent être revues à l'issue du réexamen périodique ou lors de la modification des installations.

Même démarche pour les établissements IED, sauf que la fixation des VLE doit s'appuyer sur les performances des Meilleures Techniques Disponibles.

#### **d Phase d'exploitation**

Pendant la phase d'exploitation, les obligations définies dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter s'appliquent. Le projet est donc tenu de respecter ces conditions d'exploitation, en ce qui concerne les effluents émis par le projet, ils doivent respecter les valeurs limite d'émission autorisées (en termes de concentration et de flux), ces valeurs doivent être mesurées, répertoriées et communiquées périodiquement selon les conditions définies dans l'arrêté. Quel que soit le milieu récepteur, les effluents peuvent être soumis à des contrôles de conformité.

## e Phase de révision

*Afin de tenir compte de l'évolution des meilleures techniques disponibles ou d'autres modifications apportées à une installation, il convient que les conditions d'autorisation soient régulièrement réexaminées et, le cas échéant, actualisées, en particulier lors de l'adoption de nouvelles conclusions sur les MTD ou d'une mise à jour de ces conclusions. (Directive IED 2010/75/CE)*

En application de la directive IED, la nomenclature des ICPE a été modifiée. A compter du 07 janvier 2014, certaines rubriques sont soumises à un réexamen des conditions d'autorisation. L'autorisation d'une exploitation doit ainsi être revue dans les quatre ans suivant la révision des conclusions sur les MTD qui concernent son activité. En accord avec le principe de flexibilité, si les conditions d'exploitation impliquent qu'un délai supérieur à quatre ans est nécessaire pour l'introduction de MTD, cela est possible à condition que cela soit justifié par l'exploitant et figure dans les conditions d'autorisation de l'arrêté.

L'exploitant doit alors fournir un dossier de réexamen qui comprend une évaluation environnementale de son projet. Le rapport doit contenir un bilan de toutes les émissions de l'usine. Ainsi, si les données montrent une dégradation du milieu récepteur due à l'exploitation, la DREAL peut demander à l'exploitant de revoir son système de traitement de ses effluents. De même, si la DREAL estime que des technologies existantes au moment du renouvellement de l'arrêté permettraient de diminuer de manière importante les émissions et les impacts.

### 3 Les projets soumis à autorisation au titre de la nomenclature « eau »

La démarche est similaire à la procédure d'autorisation classique décrite précédemment. Le porteur de projet doit ainsi soumettre un document d'incidences indiquant :

- Les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau ;
- l'évaluation de ses incidences au regard des objectifs de conservation du site, la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux ;
- s'il y a lieu, les mesures correctives ou compensatoires envisagées ;
- les moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident ;

- les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension du projet ;
- les mesures prévues pour compenser les effets négatifs du projet (mesures compensatoires)

## VI Conclusion

Ce premier chapitre a permis de décrire le contexte réglementaire qui conditionne les émissions d'effluents industriels dans les différents milieux récepteurs. Les éléments suivants ont été mis en évidence :

- la démarche de tout industriel permettant d'aboutir à des seuils de rejet,
- le déséquilibre entre les acteurs dans le processus d'autorisation.

Ce chapitre permet également de préciser les premiers éléments de recherche.

### 1 Démarche permettant d'aboutir à l'élaboration de seuils d'émission

Chaque porteur de projet cherchant à obtenir une autorisation d'exploiter doit justifier l'acceptabilité de son projet notamment à travers une étude d'impact. Dans cette étude d'impact, il doit justifier la conformité du projet avec la réglementation en vigueur. Notamment par la mise en place (en particulier pour les installations soumises à la directive IED) des MTD au regard des contraintes locales et dans des conditions économiquement acceptables. Les contraintes locales, dans le cadre de l'étude des rejets aqueux, sont celles liées au milieu de rejet, c'est-à-dire dans le respect de la DCE, la qualité des masses d'eau du milieu récepteur. La détermination des seuils d'émission dépend donc des performances des MTD correspondant au secteur d'activité (en application des réglementations ICPE et IED) et des caractéristiques du milieu récepteur (en application de la DCE).

### 2 Déséquilibre entre les acteurs

*« Les jeux d'acteurs et les enjeux de pouvoir sont en général une composante majeure de la problématique environnementale. » (Abraham & Goscoz, 2000)*

Suite à la description des processus de décision, différentes catégories d'acteurs peuvent être identifiées, en fonction de leur force dans les processus décisionnels.

Les acteurs « responsables » des étapes décisionnelles peuvent être considérés comme des acteurs forts, on retrouve dans cette typologie les acteurs suivants :

- les porteurs de projets / entreprises pétitionnaires,
- les préfets de département.

Les acteurs « informés » peuvent être considérés comme des acteurs faibles, c'est-à-dire qu'ils n'interviennent pas réellement dans le processus de décision, ils ne peuvent pas faire valoir leurs intérêts. En pratique, tous les acteurs cités dans cette catégorie se retrouvent également dans la catégorie des acteurs « consultés », on peut donc modérer la faiblesse de ces acteurs dans les processus de décision. Leur avis est entendu à certaines étapes du processus par les « responsables », sans que pour autant il ne soit directement déterminant pour la prise de décision.

Dans cette catégorie se trouvent les acteurs suivants :

- Les centres techniques,
- L'ONEMA,
- Les agences de l'eau,
- La DREAL,
- Les administrations et établissements publics,
- Les services administratifs particuliers,
- Les collectivités locales,
- Les associations,
- Le public.

Les écosystèmes, absents des processus décisionnels de par leur nature, peuvent pourtant être représentés par plusieurs catégories d'acteurs qui interviennent dans les processus décisionnels décrits mais avec un pouvoir moindre :

- les associations de protection de la nature,
- des organismes publics tels que l'ONEMA ou les Agences de l'Eau, qui ont pour objectif la protection de la nature mais de manière anthropocentrée, c'est-à-dire que la nature est protégée afin qu'elle puisse répondre à un certain nombre d'usages par l'Homme (eau potable, loisirs...).

### 3 Premiers éléments de recherche

Ce premier chapitre a permis de dégager les éléments de recherche suivants :

**La problématique générale :** 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.

**Une question générale :** Comment dimensionner des rejets industriels pour l'atteinte de ces objectifs ?

**L'hypothèse 1 :** La structure actuelle des processus décisionnels qui régissent la fixation de seuils d'émission pour les effluents aqueux industriels ainsi que les disparités de force des acteurs au sein de ces processus constituent des verrous pour l'atteinte des objectifs de la DCE.



# **Chapitre2**

## **Cadre conceptuel**



# I Introduction

Le contexte réglementaire étudié dans le chapitre 1 met en évidence une réglementation qui tient compte en théorie à la fois des enjeux environnementaux et industriels. L'hypothèse établie dans le précédent chapitre est qu'il existe des verrous « humains » pour l'atteinte des objectifs de la DCE. Ils concernent la compréhension des enjeux environnementaux, la communication entre les acteurs et la structure des processus décisionnels. Les milieux naturels ont été identifiés comme des acteurs faibles dans ces processus, nous avons donc cherché à les positionner de manière différente. Le sujet initial de la thèse reposait sur l'adaptation des principes de gestion de la qualité au sens de l'ISO 9000 pour la gestion des eaux usées. Un des objectifs était notamment la prise en compte des milieux naturels comme des clients.

Ce chapitre a pour but de présenter en premier lieu la notion de qualité dans son utilisation aussi bien au niveau industriel qu'environnemental. Nous nous pencherons ensuite sur l'adaptation possible des principes de la norme de management de la qualité industrielle ISO 9000 à la gestion de la qualité d'effluents aqueux industriels. Une des limites à cette transposition réside dans la considération d'écosystèmes aquatiques comme clients. Ainsi nous proposons dans une deuxième partie une alternative basée sur l'étude des services écosystémiques produits par le milieu récepteur.

## II Gestion de la qualité des effluents

### 1 Les déclinaisons de la qualité

Le terme de qualité est fréquemment employé aujourd'hui dans divers domaines et disciplines. Pour illustrer cette affirmation, le Tableau 2 montre, à la date du 17 octobre 2014, le nombre de résultats pour différentes requêtes autour des mots clés qualité, eau, environnement et entreprise ainsi que pour des combinaisons de ces termes deux à deux. Nous avons donc cherché à savoir quelle était la signification de la qualité, ses déclinaisons dans le monde de l'entreprise, l'utilisation éventuelle de ce terme à des fins de protection de l'environnement (en particulier des milieux aquatiques) afin d'en dégager des orientations pour la suite du travail de recherche.

Tableau 2 : Nombre de résultats pour différentes requêtes sur Google (17 octobre 2014)

Termes utilisés pour la requête	Qualité	Eau	Environnement	Entreprise
Qualité	372 000 000	116 000 000	132 000 000	149 000 000
Eau		433 000 000	117 000 000	77 900 000
Environnement			436 000 000	113 000 000
Entreprise				97 300 000

#### a Définition

Le dictionnaire Larousse (2014) définit la qualité comme l'« *Aspect, manière d'être de quelque chose, ensemble des modalités sous lesquelles quelque chose se présente* ». Il s'agit donc de l'ensemble des propriétés et des caractéristiques d'un objet. De manière sous-jacente, la qualité d'un objet dépend de ce qui est attendu : « *ensemble des caractères, des propriétés qui font que quelque chose correspond bien ou mal à sa nature, à ce qu'on en attend* » (Larousse, 2014). L'industrie s'est emparée de ce terme dès ses débuts, comme le montre l'édit du 3 août 1664 signé par Colbert : « *Si nos usines, par un travail soigné, assurent la qualité de nos produits, il sera de l'intérêt des étrangers de s'approvisionner chez nous et l'argent affluera dans le royaume.* ». Orientée sur les attentes des clients, la qualité voit sa doctrine se développer entre les années 1920 où, aux Etats-Unis, la production de masse amène à développer des nouvelles techniques de gestion et de production. Dans les années 1945, suite à leur défaite face aux américains, les japonais focalisent tous leurs efforts de production sur la satisfaction du client (cette démarche les a propulsés au 2<sup>o</sup> rang des puissances mondiales dans les années

1990). C'est donc dans les années 1970-1980 que cette notion connaît son essor (Clavier, 2013), appuyé par l'émergence de la nécessité de sécurité et de sûreté, notamment dans des domaines tels que l'aviation et le nucléaire.

## **b La normalisation internationale du management de la qualité ISO 9000**

Afin de guider les entreprises dans le management de la qualité, en 1987 apparaît la série des normes ISO 9000, fondée sur le constat suivant : « *Les clients exigent des produits dont les caractéristiques répondent à leurs besoins et à leurs attentes. Ces besoins et attentes sont exprimés dans des spécifications de produits et désignés globalement par l'expression «exigences des clients». Les exigences des clients peuvent être spécifiées contractuellement par le client ou peuvent être déterminées par l'organisme lui-même. Dans chacun de ces cas, c'est le client qui, en définitive, détermine l'acceptabilité du produit. Les besoins et attentes des clients n'étant pas figés, et du fait de la pression de la concurrence et des avancées technologiques, les organismes sont amenés à améliorer leurs produits et processus de manière continue.* » (ISO, 2005) Ainsi, dans la norme ISO 9000 - 2005, la qualité est définie comme étant « *l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques<sup>2</sup> à satisfaire des exigences<sup>3</sup>* ».

Ainsi, dans un contexte industriel, la norme ISO 9000 a été élaborée avec pour objectif d'aider « *les organismes de tous types et de toutes tailles à mettre en œuvre et à appliquer des systèmes de management de la qualité efficaces* ». Sept principes pour le management de la qualité servent de base pour les normes de la famille ISO 9000 (ISO, 2005) :

- **« Orientation client**

*Les organismes dépendent de leurs clients, il convient donc qu'ils en comprennent les besoins présents et futurs, qu'ils satisfassent leurs exigences et qu'ils s'efforcent d'aller au-devant de leurs attentes.*

- **Leadership**

*Les dirigeants établissent la finalité et les orientations de l'organisme. Il convient qu'ils créent et maintiennent un environnement interne dans lequel les personnes peuvent pleinement s'impliquer dans la réalisation des objectifs de l'organisme.*

- **Implication du personnel**

*Les personnes à tous les niveaux sont l'essence même d'un organisme et une totale implication de leur part permet d'utiliser leurs aptitudes au profit de l'organisme.*

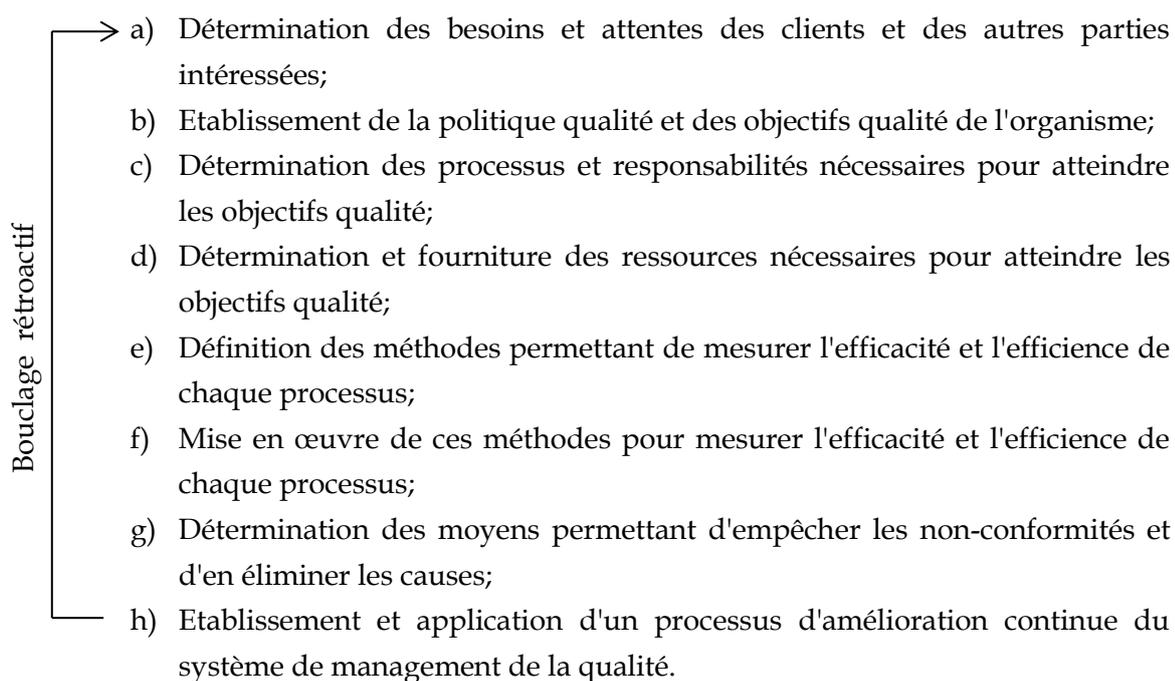
---

<sup>2</sup> Norme ISO 9000 : trait distinctif (intrinsèque ou attribuée, qualitative ou quantitative)

<sup>3</sup> Norme ISO 9000 : besoin ou attente formulés, habituellement imposés ou implicites

- **Management par approche système**  
*Identifier, comprendre et gérer des processus corrélés comme un système contribue à l'efficacité et à l'efficience de l'organisme à atteindre ses objectifs.*
- **Amélioration continue**  
*Il convient que l'amélioration continue de la performance globale d'un organisme soit un objectif permanent de l'organisme.*
- **Approche factuelle pour la prise de décision**  
*Les décisions efficaces se fondent sur l'analyse de données et d'informations.*
- **Relations mutuellement bénéfiques avec les fournisseurs**  
*Un organisme et ses fournisseurs sont interdépendants et des relations mutuellement bénéfiques augmentent les capacités des deux organismes à créer de la valeur. »*

La démarche qui permet, sur la base de ces principes, de développer un système de management de la qualité, selon la norme ISO 9000 (2005) comporte les étapes suivantes (ISO, 2005) :



Les principaux axes de la norme ISO 9000 sont représentés sur la Figure 14. Il s'agit ainsi de gérer la qualité des produits entre les différentes parties prenantes, du sous-contractant au fournisseur et du fournisseur au client. Il est ainsi possible de distinguer des étapes qui concernent des interactions entre deux entités successives. L'étape a correspond ainsi la flèche « exigences » représentée sur la Figure 14 et mène à l'étape b qui va permettre de

déterminer les « *caractéristiques et statut du produit* ». Le « *retour d'information* » correspond au processus d'amélioration continue (étape h). Les autres étapes (b à g) correspondent à des processus internes aux entités (sous-contractant et fournisseur).

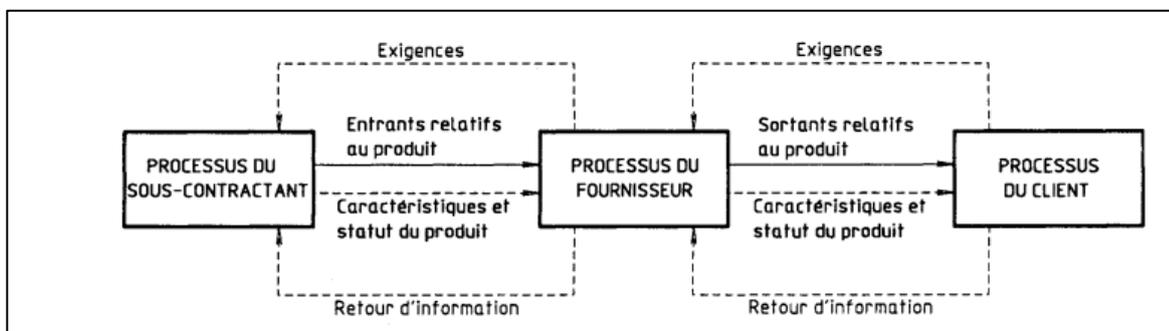


Figure 14 : Axes d'orientation de la démarche de management de la qualité (ISO, 2005)

### c Qualité totale

«La qualité totale est un ensemble de principes et de méthodes organisés en stratégie globale, visant à mobiliser toute l'entreprise pour obtenir une meilleure satisfaction du client au moindre coût. Elle concerne:

- toutes les fonctions de l'entreprise,
- toutes les activités de l'entreprise,
- tous les collaborateurs quel que soit leur rang hiérarchique,
- toutes les relations client-fournisseur dans l'entreprise,
- toutes les améliorations de la qualité: résolution des problèmes existants puis prévention,
- tout le cycle de vie du produit: de sa conception à sa destruction,
- toutes les relations fournisseurs, sous-traitants, partenariat, maillage,
- tous les marchés actuels et potentiels. » (Périgord, 1987)

Dans le concept de qualité totale, chaque entité d'un processus recevant le produit d'un processus précédent est considérée comme un client. Ainsi les besoins pour chaque étape du processus sont évalués.

## d Qualité environnementale

Aujourd'hui, en France, le terme de qualité environnementale est principalement utilisé dans le domaine de la construction. La qualité environnementale d'un bâtiment ou d'un matériau de construction dépend de son impact environnemental et sanitaire.

Depuis les années 1990, en France, on parle de haute qualité environnementale (HQE®) des bâtiments. Il s'agit d'une « *démarche volontaire de management de la qualité environnementale des opérations de construction ou de réhabilitation de bâtiment* » (ADEME, 2014). Celle-ci peut faire l'objet d'une certification. Cette démarche s'appuie sur :

- « *un système de management environnemental de l'opération établi et conduit sous la responsabilité du maître d'ouvrage,*
- *les exigences environnementales définies à l'origine du projet selon son contexte et les priorités du maître d'ouvrage.* » (ADEME, 2014)

Une autre utilisation de la notion de qualité environnementale est également présente depuis les années 1990. Il s'agit de la qualité environnementale des produits (avec le développement de nombreux écolabels). De manière générale, elle correspond au niveau d'impact du produit sur l'environnement. Ces impacts peuvent être calculés selon différentes méthodes, la plus répandue et la plus robuste étant l'analyse de cycle de vie.

La notion de qualité environnementale semble donc axée sur un critère de qualité que serait l'impact environnemental du produit.

Une autre utilisation du terme de qualité environnementale est celle faite à l'échelle européenne, pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau (voir Chapitre 1). Dans cette démarche, la qualité de l'environnement est évaluée vis-à-vis d'un usage par l'Homme.

Du point de vue environnemental, deux approches existent pour l'utilisation du concept de qualité :

- la qualité environnementale comme dimension de la qualité d'un produit.
- la qualité environnementale qui serait la qualité du produit que serait l'environnement.

## e Qualité de l'eau

La qualité d'une eau correspond à ses caractéristiques physiques et chimiques. L'eau est une molécule polaire. En cela, elle peut servir de solvant à de nombreux composés chimiques. A l'état naturel, suivant le substrat géologique, les espèces vivant dans le milieu ou encore la région du monde, les rivières n'ont pas la même composition (Grafton & Hussey, 2011). Cette composition varie également le long de la rivière en fonction de la morphologie, des milieux traversés et dans le temps suivant les saisons et la maturité du cours d'eau (Grafton & Hussey, 2011). De ce fait, la qualité d'une eau, soumise à un grand nombre de processus, est une notion très variable d'un point de vue spatio-temporel. De même cette qualité est impactée par les rejets anthropiques.

La bonne qualité de l'eau est souvent définie comme un ensemble de caractéristiques compatibles avec un usage par l'Homme (Grafton & Hussey, 2011). Une autre approche, plus axée sur le milieu lui-même, consiste à dire qu'une eau est de bonne qualité si ses caractéristiques correspondent à celle d'un milieu qui ne serait pas modifié par l'activité humaine. C'est notamment le point de vue adopté par la DCE pour la mesure du « bon état » des masses d'eau. Cette approche propose une définition de la qualité simple à première vue. Cependant, chaque écosystème naît, vit et meurt avec sa propre dynamique. Il est donc extrêmement complexe, considérant un fleuve tel que le Rhône (France) par exemple, de dire quelles auraient été ses caractéristiques à une date donnée sans l'intervention de l'Homme. La qualité de l'eau d'un cours d'eau pourrait donc être définie comme l'ensemble de ses caractéristiques permettant l'homéostasie du ou des écosystème(s) au(x)quel(s) elle participe, notamment par les relations entre ces écosystèmes et l'Homme.

Concrètement, la qualité d'une eau (de rivière ou de rejet) est évaluée principalement de deux façons :

- par des analyses physico-chimiques dans laquelle plusieurs paramètres sont mesurés et comparés à des standards,
- par des analyses toxicologiques dans laquelle l'eau est mise en contact avec des organismes dans des bioréacteurs où les effets sont mesurés (mortalité, contamination, bioaccumulation...).

Ces deux types d'analyses sont complémentaires car elles ont chacune leurs objectifs avec des avantages et des limites (voir Tableau 3). Typiquement, dans la plupart des pays développés, des études toxicologiques ont été menées pour définir des concentrations standards correspondant à des milieux aquatiques de « bonne qualité ». En Europe, il s'agit

des seuils de « bon état » (DCE) des masses d'eau définis pour une grande variété de paramètres (nutriments, métaux, composés chimiques : pesticides, hydrocarbures, huiles et graisses...). Parmi ces seuils figurent les Normes de Qualité Environnementale (NQE) qui ont été définis pour certains composés, en particulier les substances définies à l'échelle européenne comme dangereuses. Ces seuils sont définis de façon standard (c'est-à-dire indépendamment du cours d'eau) mais suivant la composition naturelle du cours d'eau considéré, ces seuils de bonne qualité peuvent varier. Par exemple, un cours d'eau coulant sur un substrat naturellement plus riche en arsenic que la moyenne aura une concentration en arsenic plus élevée que la moyenne, sans que cela résulte d'un rejet par l'homme et donc le seuil du bon état pour l'arsenic de ce cours d'eau peut être réévalué.

Dans la pratique, une fois ces normes établies par essais toxicologiques, des mesures par analyses physico-chimiques peuvent être réalisées pour comparer la composition d'un milieu à ces normes.

**Tableau 3 : Avantages et inconvénients des deux principaux types d'analyse de la qualité d'une eau**

Type d'analyse de la qualité de l'eau	Avantages	Inconvénients
Physico-chimique	Réalisation d'analyses standardisées sur un certain nombre de paramètres Possibilité de stocker, comparer les données Technologies de mesure en continue pour certains paramètres	Détection des seules substances recherchées Limites de détection des techniques d'analyse Technique d'échantillonnage Représentativité Evaluation des impacts sur l'écosystème non directe
Toxicologique	Etude des impacts/effets directement sur des organismes (faune ou flore)	Durée de l'analyse, représentativité des espèces

En première approximation, le besoin d'un écosystème aquatique, d'un point de vue composition de l'eau, réside dans le respect des seuils de bon état des masses d'eau définis en France par l'arrêté du 25 janvier 2010. Dans l'idéal, il faudrait donc que l'ensemble des rejets sur un cours d'eau permettent au milieu de respecter ces seuils de la source du cours d'eau à son exutoire. D'autres normes peuvent être appliquées suivant l'usage qui est fait du milieu, par exemple l'utilisation pour la baignade, pour l'irrigation ou encore l'approvisionnement en eau potable.

## 2 Gestion de la qualité des effluents

Le paragraphe précédent montre que suivant le contexte la notion de « qualité » varie. Nous nous intéressons dans ce travail à la qualité des effluents industriels. Ainsi, nous avons exploré la possibilité d'appliquer aux effluents la notion de qualité telle qu'elle est couramment utilisée dans le milieu industriel, c'est-à-dire à travers les concepts véhiculés par l'ISO 9000. Ceci afin, entre autres, de pouvoir conserver une approche et un vocabulaire communs entre la gestion de la qualité des produits et la gestion de la qualité des effluents.

### a Transposition des principes du management de la qualité des produits à celui des rejets

Le schéma présenté précédemment sur la Figure 14 et représentant les axes du management de la qualité selon l'ISO 9000 isole totalement l'activité humaine de son environnement. Cependant, le système fournisseur/client est en relation avec son environnement. La Figure 15 montre l'intégration des échanges fournisseur/écosystèmes sur le même plan que les relations fournisseur/client (pour des raisons de lisibilité, les relations fournisseur/sous-contractant n'ont pas été représentées sur le schéma).

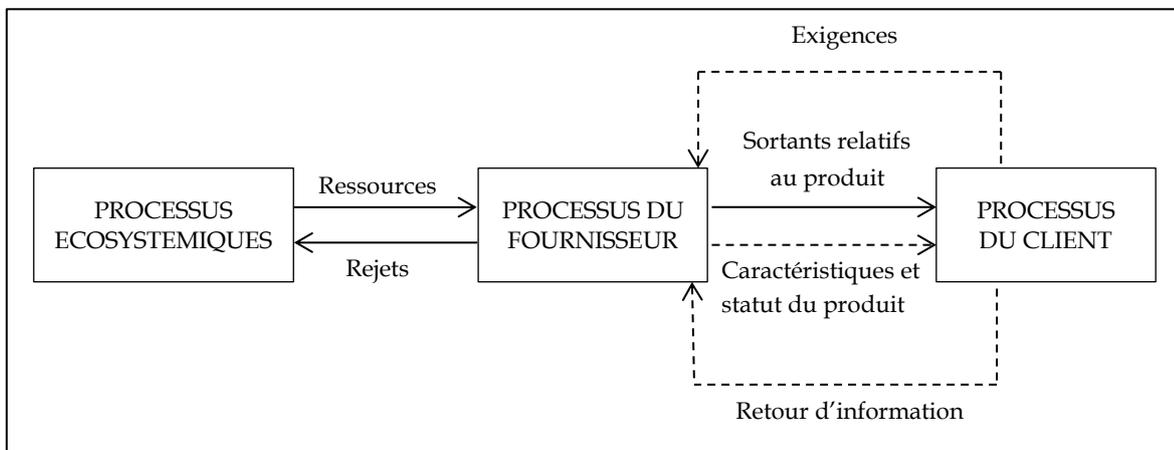


Figure 15 : Schéma représentant les échanges entre les entités « fournisseur » et « écosystèmes », « fournisseur » et « client » en complément et adaptation de la Figure 14

Le produit est défini dans la norme de management de la qualité comme le résultat d'un processus (ISO, 2005), or, les eaux usées industrielles (les rejets de manière générale) sont des coproduits liés à la fabrication du produit principal. Ces eaux sont généralement

acheminées vers des organes de traitement (stations d'épuration industrielle et/ou communale) puis déversés dans l'environnement. D'après le concept de qualité totale, l'hypothèse formulée est de considérer les effluents aqueux comme des produits et les milieux amenés à recevoir ces effluents comme des clients. Ainsi, le but recherché est d'adapter les différentes étapes permettant de tendre vers un produit de qualité en les transposant pour la gestion d'effluents aqueux.

Ainsi nous pouvons émettre notre deuxième hypothèse :

**Hypothèse 2** : Il est possible d'aborder la gestion de la qualité des effluents au travers de :

- l'application des principes directeurs de l'ISO 9000,
- la considération d'un effluent industriel comme un produit,
- la prise en compte d'un milieu naturel comme client.

De ce fait, l'adaptation et l'application proposée des différentes étapes de la démarche qualité pour la gestion de la qualité des effluents industriels sont présentées dans le Tableau 4.

Les étapes a) et b) correspondent à une phase préliminaire aux études techniques. Ces étapes relèvent comme nous le montrerons dans la suite de ce travail, d'une réelle compréhension et appropriation des enjeux du territoire.

La conception des filières de traitement et leur opération et contrôle correspondant aux étapes c) à g) relèvent d'études techniques et économiques couramment effectuées par les bureaux d'étude en concertation avec l'entreprise.

L'étape h) consiste à vérifier la validité des objectifs de qualité définis dans l'étape b), en accord avec le respect des besoins des clients identifiés à l'étape a).

La suite du travail concernera essentiellement les étapes a) et b), qui sont au cœur du changement conceptuel proposé dans cette thèse dans l'objectif d'apporter des éléments de réponse à la problématique soulevée dans le Chapitre 1.

**Tableau 4 : Application possible des différentes étapes pour la gestion de la qualité d'effluents industriels**  
(Grazilhon et al., 2013)

Etapes de la démarche qualité		Application possible pour la gestion de la qualité des effluents industriels
a)	Détermination des besoins et attentes des clients et des autres parties intéressées;	Identification des clients et des parties prenantes, Identification et évaluation de leurs besoins
b)	Etablissement de la politique qualité et des objectifs qualité de l'organisme;	Considérant les besoins identifiés à l'étape a), l'organisation définit les objectifs de qualité de ses effluents
c)	Détermination des processus et responsabilités nécessaires pour atteindre les objectifs qualité;	L'organisation détermine les filières de traitement permettant d'atteindre les objectifs de qualité fixés (tâche généralement sous-traitée par des bureaux d'étude spécialisés) et choisit la meilleure selon les principes de Meilleure Technique Disponible (voir Chapitre 1)
d)	Détermination et fourniture des ressources nécessaires pour atteindre les objectifs qualité;	Détermination par le porteur de projet des ressources techniques, économiques, informatiques, humaines... possibles.
e)	Définition des méthodes permettant de mesurer l'efficacité et l'efficience de chaque processus;	Définition d'indicateurs d'efficience ou d'éco-efficience
f)	Mise en œuvre de ces méthodes pour mesurer l'efficacité et l'efficience de chaque processus;	Elaboration d'un protocole de contrôle de la qualité qui détermine les paramètres de contrôle, les méthodes et la fréquence.
g)	Détermination des moyens permettant d'empêcher les non-conformités et d'en éliminer les causes;	Cartographie des flux d'eaux usées, analyse de données et d'expérience, utilisation de méthodes d'analyse de risque (alarmes, arbres des conséquences) pour l'identification et la prévention de non-conformités potentielles
h)	Etablissement et application d'un processus d'amélioration continue du système de management de la qualité.	Evaluation des impacts à posteriori, élaboration éventuelle de nouveaux objectifs qualité et adaptation de la filière de traitement.

Ainsi, l'intégration des écosystèmes en tant que clients dans les démarches de management de la qualité proposées initialement par l'ISO 9000 permet d'adapter la Figure 15 comme présenté sur la Figure 16. La Figure 16 ne représente pas les détails des relations processus fournisseur / processus écosystémiques qui seront identifiées et détaillées dans le paragraphe suivant.

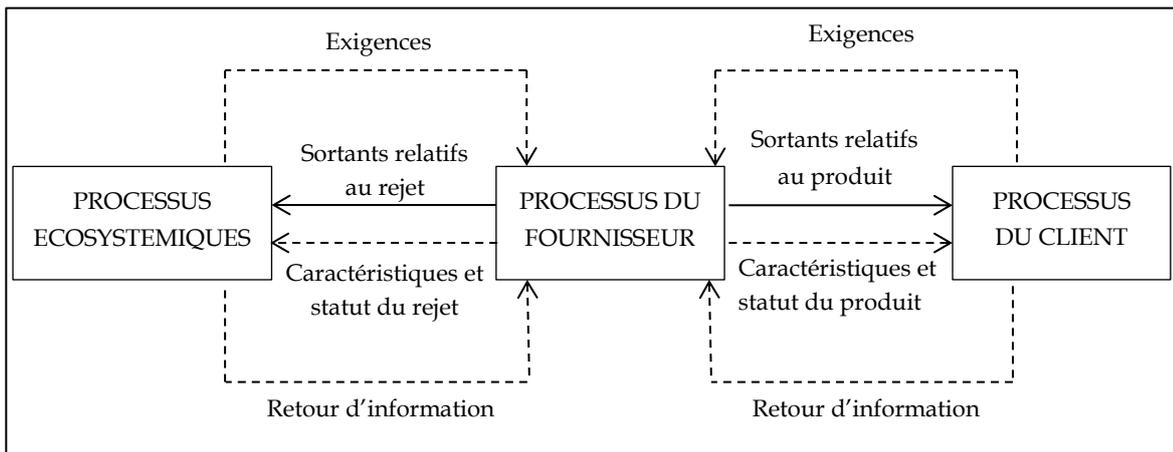


Figure 16 : Schéma conceptuel- proposition d'application du concept de qualité défini par l'ISO 9000 (2005) aux échanges avec l'environnement

## b Identification des clients

L'orientation client est le premier des principes de base du management de la qualité (ISO, 2005). Il paraît donc primordial d'identifier les clients potentiels. La norme ISO 9000 (2005) définit le client comme l'organisme ou la personne qui reçoit un produit, un organisme étant un ensemble d'installations et de personnes avec des responsabilités, pouvoirs et relations (par exemple une entreprise, une institution, une association...). Comme montré précédemment, la qualité totale définit comme client tout processus recevant le produit d'un processus précédent. Les processus écosystémiques sont les récepteurs finaux des rejets du fournisseur, ils en sont donc clients. Ainsi, cette définition peut être étendue de manière à considérer comme client tout « receveur » du produit ou coproduit quelle que soit sa nature. Dans le cas d'effluents aqueux, nous considérerons donc tout milieu de rejet comme un client.

La notion de milieu récepteur, largement utilisée dans la littérature dite grise, n'est cependant pas si évidente car l'hydrosphère ne constitue pas un système fermé. La définition stricte du mot « milieu » donnée par exemple par le dictionnaire Larousse, ou l'Encyclopaedia Universalis ne s'éloigne guère des notions de géométrie et d'espace d'où est tiré ce terme (CNRS, ATILF, 2012) en définissant le milieu comme un territoire (de biotope, pour un milieu naturel) et en excluant la vie qui s'y développe. Cette définition ne semble pourtant que peu adaptée à la notion de récepteur pour des effluents car l'eau n'est pas un objet inerte, elle subit un certain nombre d'actions au cours de son cycle de vie qui en fait un vecteur de transmission vers tous les compartiments d'un environnement. Ainsi nous donnons au milieu un sens plus proche de celui de système (milieu récepteur non

naturel) ou d'hydrosystème (milieu récepteur naturel) correspondant à celui donné dans les définitions de la norme ISO 14 001 et plus généralement en sciences humaines et sociales (Ghitti, 2010), (CNRS, ATILF, 2012). Il s'agit d'un des éléments de l'environnement, c'est-à-dire « *l'ensemble des milieux naturels ou plus ou moins anthropisés, des espèces qui y vivent, des relations et interactions qui s'y expriment et tous les processus qui y agissent* » (Legrand & Perrier, 1994).

Le milieu récepteur pour un effluent est donc défini comme l'ensemble des systèmes et des écosystèmes en contact avec ledit effluent et susceptibles d'être impactés par lui.

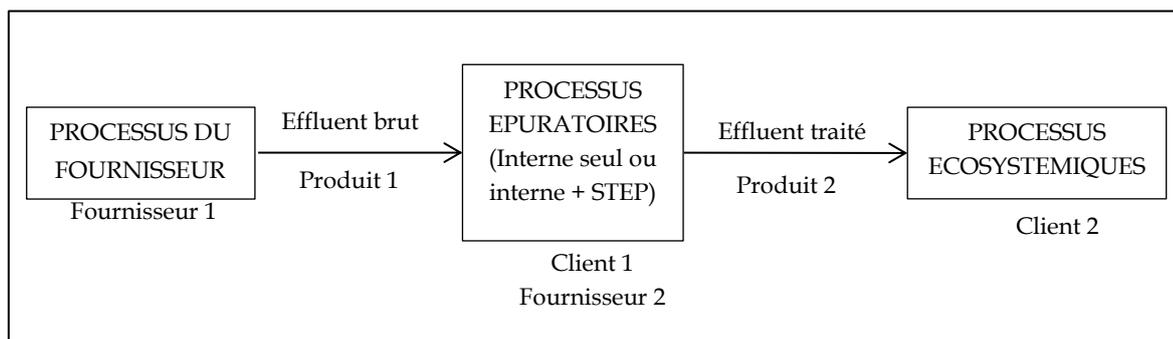
Dans la réglementation actuelle, deux types de milieux récepteurs sont pris en compte (voir Chapitre 1) :

- le milieu naturel (cours d'eau),
- les stations d'épuration.

Quel que soit le milieu récepteur, l'environnement (décrits sur la Figure 17 en tant que processus écosystémiques) est le client final. Dans la majorité des cas, l'effluent émis par le processus fournisseur ne peut pas être rejeté directement dans le milieu récepteur et doit d'abord passer par des processus épuratoires :

- dans le cas d'un rejet au milieu naturel, les processus épuratoires seront internes à l'entreprise,
- dans le cas d'un rejet en station d'épuration (STEP), celle-ci constitue un processus épuratoire qui peut être couplé à un processus épuratoire interne à l'entreprise (prétraitement).

Dans les deux cas, il y a donc un premier client : les processus épuratoires, et un deuxième client : le milieu naturel. Ces différents éléments représentés sur la Figure 17 permettent de détailler les échanges entre processus fournisseurs et écosystémiques décrits sur la Figure 15 en ce qui concerne les rejets aqueux. Pour des raisons de lisibilité, les échanges processus fournisseur / processus client ne sont pas représentés. Chaque entité est représentée selon sa fonction de fournisseur (point de départ d'une flèche) ou de client (point d'arrivée d'une flèche) relativement au produit (le transfert du produit d'une entité à une autre est représenté par la flèche).



**Figure 17 : Représentation des fournisseurs/produits/clients intervenants dans le contexte classique actuel des échanges entre les processus fournisseurs de l'effluent aqueux et les processus écosystémiques récepteurs avec la présence intermédiaire de processus épuratoires**

Au-delà des clients classiques, le contexte actuel d'économie des ressources a induit l'émergence de nouveaux clients potentiels : les processus industriels. En effet, les démarches d'écologie industrielles (économie circulaire, etc.) se multiplient. L'eau (usée), inégalement répartie sur les territoires et vecteur de matériaux potentiellement réutilisables, apparaît comme une ressource intéressante dans ce type de démarche (Liu & Zhang, 2013).

Trois clients potentiels sont ainsi identifiés :

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

Différents types de scénarios sont alors possibles comme le montre la Figure 18 qui vient compléter les deux scénarios classiques représentés sur la Figure 17. Deux scénarios viennent donc s'ajouter à ceux-ci : l'utilisation par un processus industriel (différent (Client 3') ou non (Client 3) du processus fournisseur) des effluents (traités ou non par les processus épuratoires) (Produit 3) comme intrant. Ainsi, les processus fournisseur et industriel peuvent être à la fois clients et fournisseurs. Il en est de même pour les processus épuratoires. En fin de compte le client final reste toujours les processus écosystémiques. Lorsqu'un processus industriel externe, devenu client, produit à son tour un effluent, il prend alors le rôle du processus fournisseur. De même que pour la Figure 17, les relations processus client/processus fournisseur n'ont pas été représentées sur la Figure 18 pour des raisons de lisibilité et de clarté.

La Figure 18 représente ainsi en détail les relations processus fournisseur / processus écosystémiques de la Figure 15.

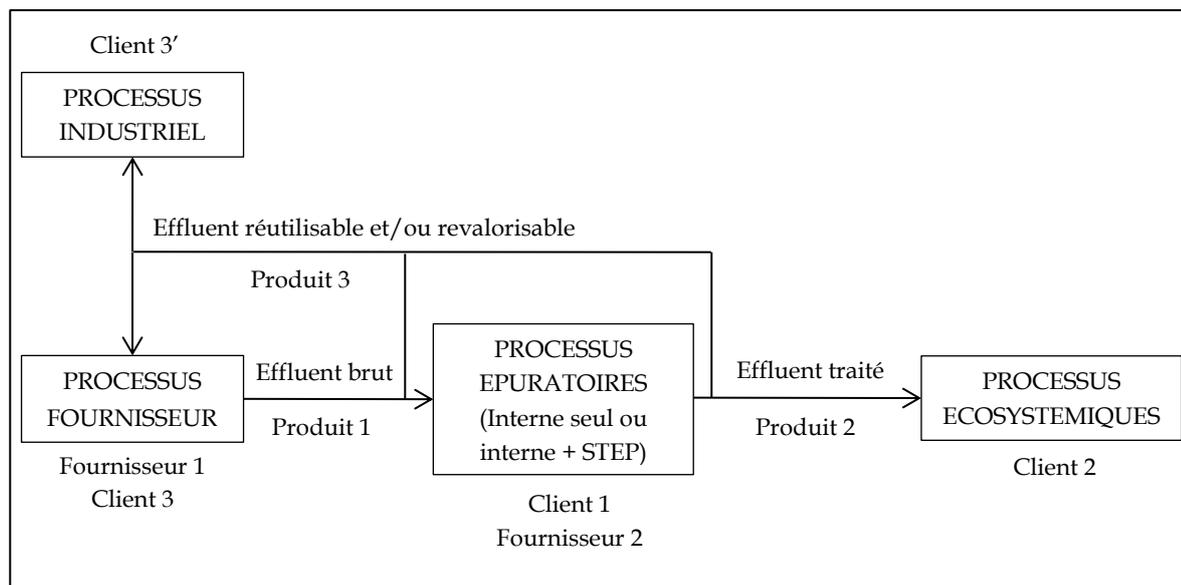


Figure 18 : Détail des relations possibles entre le processus fournisseur et les processus écosystémiques véhiculées par la production d'un effluent aqueux

### c Conception d'un cahier des charges pour la filière de traitement

La définition de la qualité utilisée dans l'industrie (ISO 9000) a plusieurs implications (Clavier, 2013), il faut :

- élaborer des critères de qualité de l'entité concernée qui soient mesurables, aussi appelés « *dimensions de la qualité* », les plus couramment utilisées sont présentées dans le Tableau 5 ;
- connaître les besoins du client :
  - exprimés (au travers d'un cahier des charges par exemple) et
  - implicites (« *respect des règles de l'art, besoins conscients non exprimés, besoins inconscients ou latents* » (Clavier, 2013)) ;
- pouvoir mesurer l'écart entre la qualité de l'entité (du produit) et les besoins du client.

L'élaboration d'un cahier des charges du produit semble donc être un point clé de la démarche qualité. Dans notre cas d'application, l'objectif est donc de déterminer les besoins des trois clients identifiés précédemment (processus industriel, station d'épuration, milieu

naturel) afin de déterminer les caractéristiques de l'effluent à obtenir en sortie de filière de traitement.

Parmi les trois clients possibles identifiés, le processus industriel et la station d'épuration sont des entités anthropiques maîtrisées par l'Homme. Pour ces deux clients, les besoins vis-à-vis du produit peuvent être exprimés par les gestionnaires concernés. L'identification des besoins dans le cas d'un rejet en milieu naturel pose plus de problématiques qui seront développées dans le paragraphe suivant.

**Tableau 5 : Les dimensions courantes de la qualité « produit » (Clavier, 2013)**

<p>Avant-vente</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caractéristiques techniques et performances</li> <li>2. Prix = coût d'acquisition</li> <li>3. Délais</li> <li>4. Service du fournisseur</li> <li>5. Règles de l'art</li> </ol>
<p>Après-vente</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sûreté de fonctionnement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- fiabilité</li> <li>- « criticité »-robustesse</li> <li>- durée de vie</li> <li>- « réparabilité »</li> <li>- « maintenabilité »</li> </ul> </li> <li>2. Coût d'utilisation</li> <li>3. Ergonomie et exigences de société : <ul style="list-style-type: none"> <li>- commodité d'emploi</li> <li>- sécurité d'emploi</li> <li>- santé-environnement</li> <li>- esthétique</li> <li>- respect des lois</li> </ul> </li> <li>4. Service après-vente</li> <li>5. Règles de l'art</li> </ol>

### **III 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)

<b>Parties prenantes du fournisseur</b>	<b>Attentes ou besoins caractéristiques</b>
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.

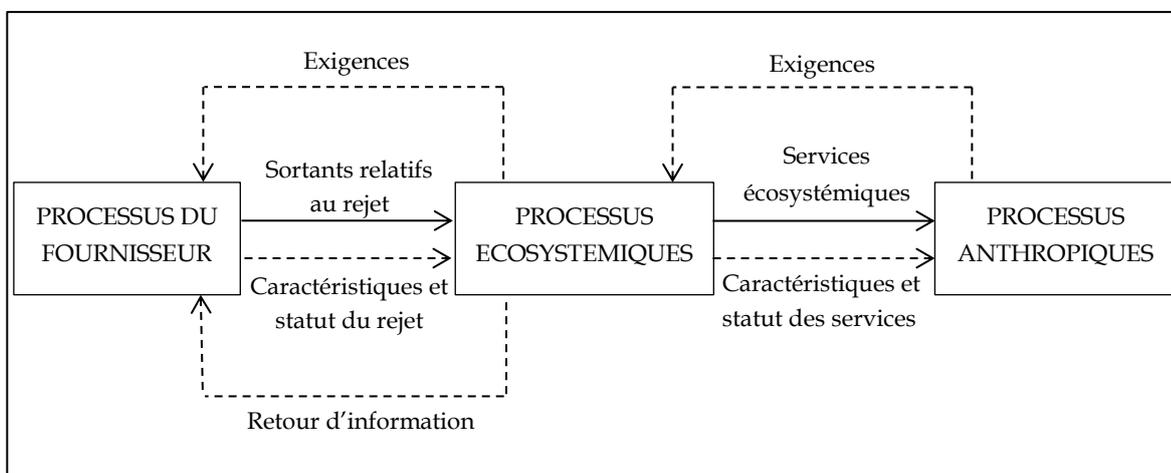


Figure 19 : Schéma conceptuel- élargissement du concept de qualité défini par l'ISO 9000 (2005) aux échanges entre l'environnement et les processus anthropiques bénéficiaires des services écosystémiques produits par les milieux récepteurs

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.

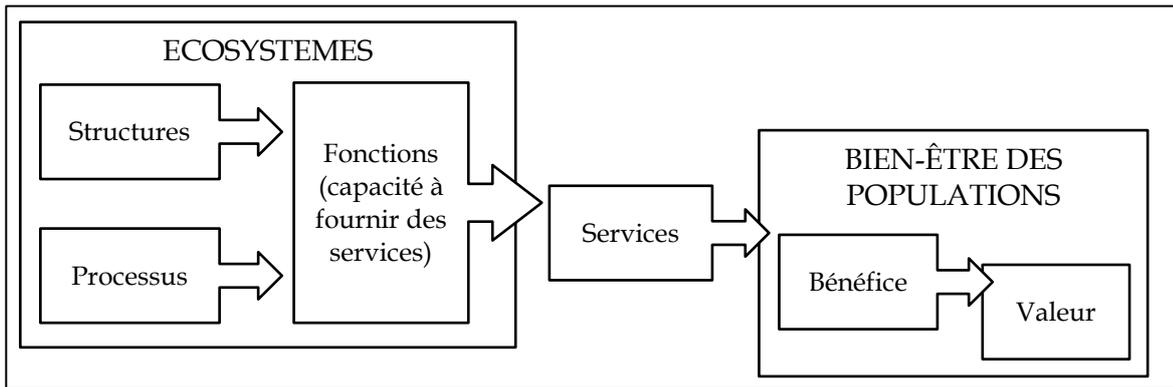


Figure 20 : Représentation en cascade des services écosystémiques pour le bien-être des populations (Wallis et al., 2011)

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.

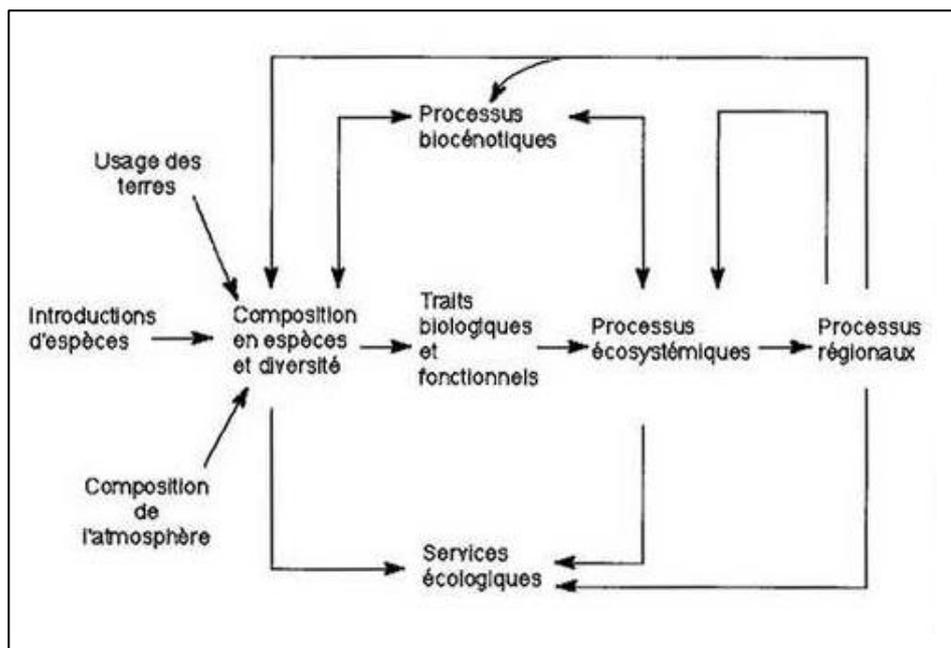


Figure 21 : Relations entre diversité du vivant, processus écosystémiques, services écologiques et facteurs de changement liés aux activités humaines (à gauche) « Ressources biologiques et services écologiques sont l'une des bases essentielles du développement des sociétés humaines qui, mal conduit, 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.

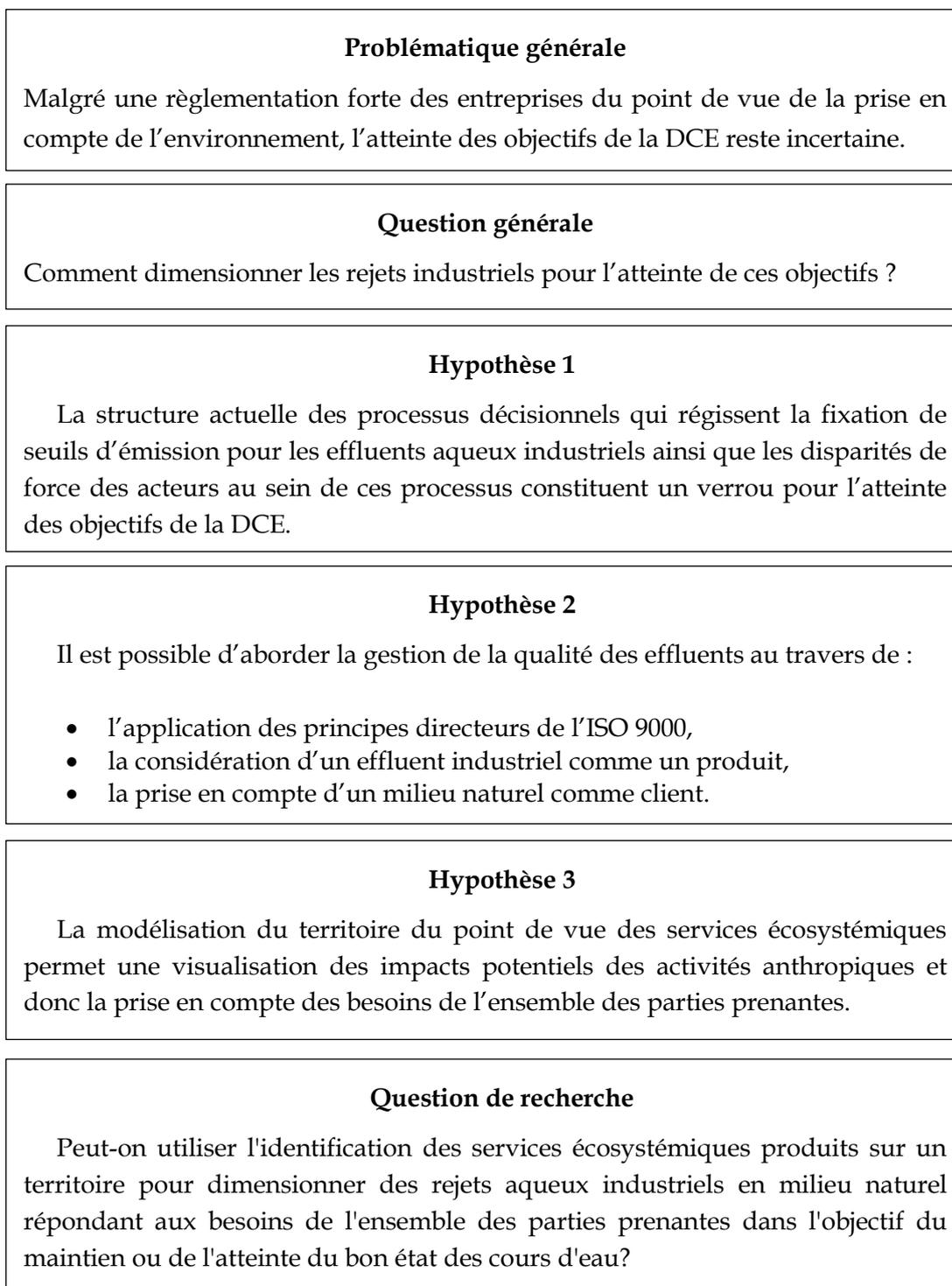


Figure 22 : Eléments de travail de la thèse

## **Chapitre 3**

# **Choix et construction des différents outils et méthodes**



# I Introduction

Ce chapitre et les suivants ont pour objectif de répondre à la question de recherche établie dans le Chapitre 2 : peut-on 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?

Comme énoncé dans le Chapitre 2 (II.2.a), l'étude porte particulièrement sur les étapes a) et b) de la démarche qualité de l'ISO 9000 (2005) pour l'adaptation à la gestion de la qualité des effluents industriels dans le cadre précis d'un rejet en milieu naturel. Pour rappel, ces étapes sont :

- a) Détermination des besoins et attentes des clients et autres parties intéressées
- b) Etablissement de la politique qualité et des objectifs de qualité de l'organisme

La réalisation de l'étape a) nécessite d'une part d'identifier les clients et parties intéressées et d'autre part d'identifier et évaluer leurs besoins vis-à-vis du produit (l'effluent). Nous ne traiterons pas le cas des parties intéressées tels que définis dans l'ISO 9000 (2005) : employés, propriétaires, sous contractants, etc. En effet, comme montré dans le Chapitre 2, ces derniers ne sont pas intéressés par la qualité du produit mais par d'autres considérations.

Dans le Chapitre 2, l'impossibilité de considérer directement un écosystème aquatique comme client a été établie. L'élargissement de l'étude du milieu récepteur au territoire a permis l'identification d'un nouveau client : l'Homme, en tant que client des services écosystémiques. Cependant, dans un objectif de détermination de besoins en termes quantitatifs, il est nécessaire de préciser ce nouveau client.

L'étape b) concerne les choix de l'entreprise et sa politique pour la gestion de la qualité de ses effluents avec notamment l'élaboration des caractéristiques du produit en accord avec les résultats de l'étape a).

L'approche par les services écosystémiques proposée par le World Resources Institute (Ranganathan et al., 2008), en lien avec le MEA fournit un cadre méthodologique pour identifier les clients (les bénéficiaires de services potentiellement impactés lors de l'émission d'un polluant dans l'environnement) basé sur:

- l'identification des facteurs directs ou indirects de changement,
- l'identification des écosystèmes concernés,
- l'identification des services associés à ces écosystèmes,
- l'identification des bénéficiaires de ces services.

Sur la base de ce cadre conceptuel complété par l'évaluation des besoins des clients et leur transposition en caractéristiques produit, ce chapitre étudiera les outils et méthodes nécessaires à la réalisation des étapes a) et b) de la démarche qualité ISO 9000 (2005) décomposées en cinq phases :

- la détermination et descriptions du milieu récepteur
- l'identification des services produits par le milieu récepteur
- l'identification des clients,
- l'évaluation des besoins des clients vis-à-vis du milieu récepteur,
- la transposition de ces besoins en caractéristiques pour l'effluent.

Dans ce contexte, nous avons recherché les outils existant pour répondre aux problématiques des deux étapes de la démarche qualité sur lesquelles nous avons choisi de nous focaliser. Nous verrons que des outils existent pour la réalisation de ces deux étapes. Provenant de diverses disciplines, ceux-ci doivent être adaptés afin de pouvoir répondre à la problématique.

L'utilisation de ces outils dans l'objectif d'élaborer une méthode permettant de réaliser ces deux étapes dans le cadre particulier de la gestion de la qualité des effluents lors d'un rejet en milieu naturel sera décrite dans le chapitre suivant.

## II Détermination et description du milieu récepteur

L'outil proposé dans cette partie correspond à la « définition et description du territoire d'étude » de l'Etude d'Impact Environnemental. Il s'agit de déterminer l'ensemble des entités (humaines et écosystèmes) pouvant subir des effets suite au rejet.

### 1 Description du milieu récepteur

La question de recherche concerne l'étude du territoire du point de vue des services écosystémiques produits. Nous avons donc cherché une nomenclature ou un système existant permettant de connaître les différents écosystèmes présents sur un territoire autrement que par une étude de terrain, coûteuse en termes de temps et de moyens.

L'étude bibliographique n'a pas montré l'existence d'une nomenclature des différents types d'écosystèmes. Une liste est proposée par le Millenium Ecosystem Assessment (Millenium Ecosystem Assesment, 2005a) et est retranscrite dans la deuxième colonne du Tableau 8. Ce tableau présente également dans la première colonne la décomposition du territoire sous Corine Land Cover (CLC) (Bossard et al., 2000). Corine Land Cover est un système de cartographie des différents types d'unités paysagères d'Europe. L'élaboration des cartes est basée sur la photo-interprétation d'images satellite sur des cartes à l'échelle 1/100 000. La plus petite unité de surface représentée est de 25 hectares.

Les unités paysagères utilisées par cette méthode correspondent en grande partie aux types d'écosystèmes répertoriés par le Millenium Ecosystem Assessment mais sont déclinées de manière plus détaillées. Par ailleurs, un des avantages de Corine Land Cover est que les cartes sont disponibles gratuitement sur des sites internet comme Géoportail. Il est également possible d'acheter leur base de données afin de pouvoir l'intégrer dans des Systèmes d'Information Géographiques (SIG).

A partir de Géoportail ou d'un SIG, il est possible de visualiser et d'identifier les différents types d'unités paysagères présentes sur le territoire étudié.

Dans le cadre de l'étude des rejets aqueux d'une entreprise, cette représentation sera complétée par des informations plus précises sur le réseau hydrographique. D'une part parce qu'ils ne sont pas toujours bien représentés sous Corine Land Cover à cause de l'échelle de travail. D'autre part parce que pour la suite de l'étude il sera nécessaire de les

identifier. Ainsi, nous proposons de coupler la représentation CLC par l'identification des masses d'eau présentes sur le territoire grâce aux Systèmes d'Information sur l'Eau (SIE : bases de données sur l'eau accessible par internet regroupant la quasi-totalité des données récoltées sur les masses d'eau dans le cadre de la DCE : données cartographiques, qualité de l'eau, prélèvements, rejets, etc.).

Ainsi, la représentation proposée ici comprend l'identification de toutes les composantes, c'est-à-dire des écosystèmes (naturels ou non) présentes sur le territoire d'étude.

Tableau 8: Unités paysagères Corine Land Cover et types d'écosystèmes du MEA

Unités paysagères de Corine Land Cover	Types d'écosystèmes décrits dans le Millenium Ecosystem Assessment
<b>1 Territoires artificialisés</b>	
<b>11 Zones urbanisées</b>	Ecosystèmes marins
111 Tissu urbain continu	Ecosystèmes côtiers
112 Tissu urbain discontinu	Terrestre
<b>12 Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication</b>	Marin
121 Zones industrielles et commerciales	Eaux intérieures
122 Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	Forêts / zones boisées
123 Zones portuaires	Tropicales/sub-tropicales
124 Aéroports	Tempérées
<b>13 Mines, décharges et chantiers</b>	Boréales
131 Extraction de matériaux	Zone aride
132 Décharges	Hyper-aride
133 Chantiers	Aride
<b>14 Espaces verts artificialisés, non agricoles</b>	Semi-aride
141 Espaces verts urbains	Sec-subhumide
142 Equipements sportifs et de loisirs	Îles
<b>2 Territoires agricoles</b>	Etats insulaires
<b>21 Terres arables</b>	Montagnes
211 Terres arables hors périmètres d'irrigation	300 – 1 000 m
212 Périmètres irrigués en permanence	1000 – 2 500 m
213 Rizières	2 500 – 4 500 m
<b>22 Cultures permanentes</b>	> 4 500 m
221 Vignobles	Ecosystèmes polaires
222 Vergers et petits fruits	Terres agricoles
223 Oliveraies	Pâturages
<b>23 Prairies</b>	Cultures
231 Prairies	Mixtes (cultures et autres)
<b>24 Zones agricoles hétérogènes</b>	Zones urbanisées
241 Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	
242 Systèmes culturaux et parcellaires complexes	
243 Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	
244 Territoires agro-forestiers	
<b>3 Forêts et milieux semi-naturels</b>	
<b>31 Forêts</b>	
311 Forêts de feuillus	
312 Forêts de conifères	
313 Forêts mélangées	
<b>32 Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée</b>	
321 Pelouses et pâturages naturels	
322 Landes et broussailles	
323 Végétation sclérophylle	
324 Forêt et végétation arbustive en mutation	
<b>33 Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation</b>	
331 Plages, dunes et sable	
332 Roches nues	
333 Végétation clairsemée	
334 Zones incendiées	
335 Glaciers et neiges éternelles	
<b>4 Zones humides</b>	
<b>41 Zones humides intérieures</b>	
411 Marais intérieurs	
412 Tourbières	
<b>42 Zones humides maritimes</b>	
421 Marais maritimes	
422 Marais salants	
423 Zones intertidales	
<b>5 Surfaces en eau</b>	
<b>51 Eaux continentales</b>	
511 Cours et voies d'eau	
512 Plans d'eau	
<b>52 Eaux maritimes</b>	
521 Lagunes littorales	
522 Estuaires	
523 Mers et océans	

## 2 Détermination du milieu récepteur

Les différentes composantes de l'écosystème ne sont pas isolées les unes par rapport aux autres. Elles sont en relation par différents vecteurs d'échanges, dont l'eau. Les relations entre éléments géographiques peuvent être représentées de différentes façons, entre autres sous forme de graphes, cartes ou matrices (Bahoken, 2011). L'existence ou non d'une relation entre deux éléments peut être complétée par d'autres informations telles que l'orientation de la relation, l'attribution d'une valeur, divers caractéristiques... Ainsi, ces relations peuvent être représentées différemment comme le montre la Figure 23.

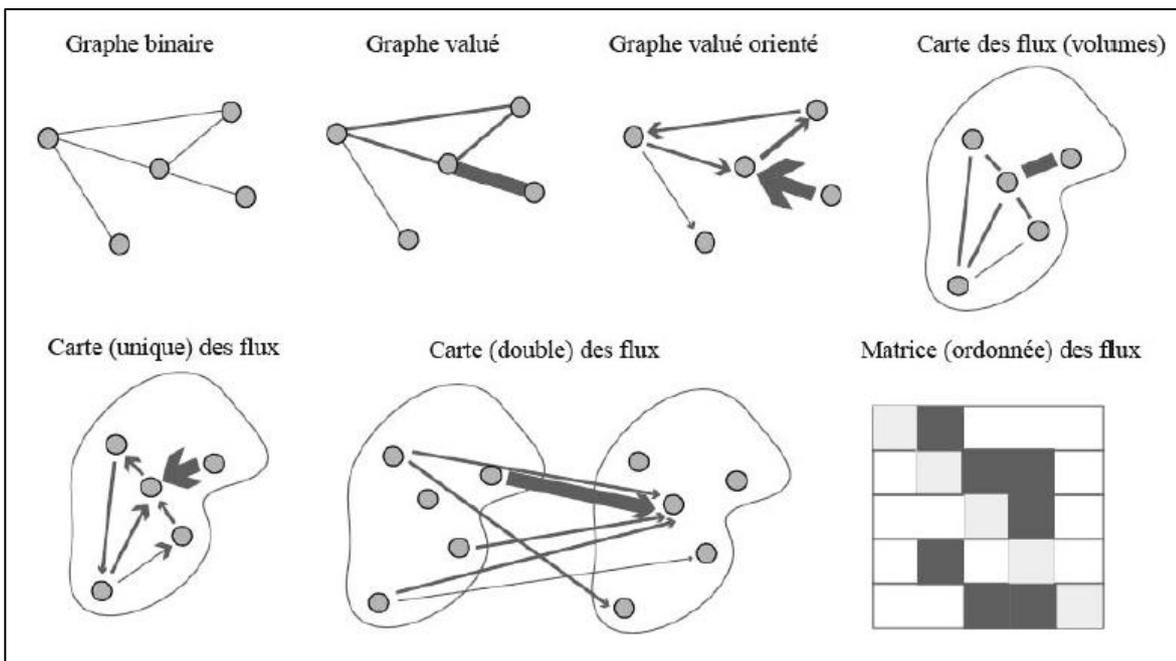


Figure 23 : Exemples de représentations graphiques de matrices (Bahoken, 2011)

Concrètement, il est ainsi possible de représenter de façon cartographique ou simplement graphique les échanges d'eau comme présenté sur la Figure 24 (flèches simples → ou doubles ↔ orientées de l'amont vers l'aval) entre le fournisseur de l'effluent et les différents écosystèmes sur un territoire, considérés alors comme des « boîtes noires » (les processus subis par les flux ne sont pas explicités). Pour répondre à la problématique, les échanges entre les différentes composantes de l'environnement seront représentés de façon graphique. En effet, cette solution paraît la plus adaptée pour simplifier la compréhension et la visualisation par les utilisateurs. Pour les mêmes raisons, nous avons choisi de ne pas représenter graphiquement certaines informations (débit d'eau, composition) mais de représenter uniquement le sens des échanges.

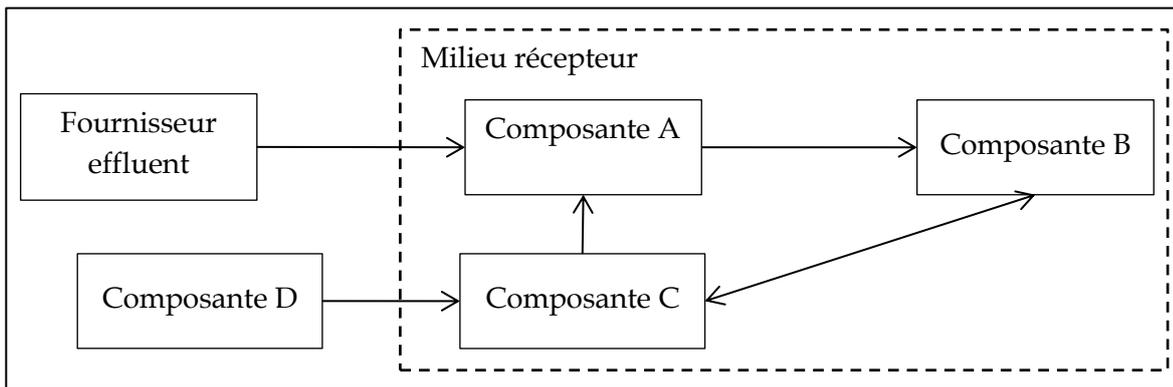


Figure 24 : Exemple de diagramme de flux d'eau entre différents écosystèmes sur un territoire, identification du milieu récepteur

Ainsi, nous proposons de représenter les échanges véhiculés par l'eau entre les composantes du territoire par le biais d'un graphe orienté, que nous appellerons par la suite « diagramme de flux », comme présenté sur la Figure 24.

L'aspect graphique de cet outil offre l'avantage de permettre une visualisation simple des relations qui existent sur le territoire d'étude et donc dans notre cas, les relations de l'entreprise avec son territoire via le rejet d'effluent aqueux dans un écosystème donné. L'ensemble des composantes reliées par des échanges d'eau sont ainsi connectées par des flèches. En particulier, l'ensemble des composantes en aval du milieu récepteur constituent le milieu récepteur potentiel (Par exemple, la composante D représentée sur la Figure 24 ne fait pas partie du milieu récepteur). L'hydrosystème n'a pas de frontières, donc en théorie, le milieu récepteur non plus. Nous verrons dans le chapitre suivant comment déterminer les limites du milieu récepteur.

### **III Représentation des services produits par le milieu récepteur**

Sur le territoire, les différents écosystèmes produisent des services (voir Chapitre 2). Ces services répondent à des besoins de l'Homme. Dans un objectif d'évaluation quantitative des besoins de l'homme vis-à-vis de ces services, nous avons préalablement sélectionné les services qui répondent directement aux besoins définis par Maslow (Maslow, 1943). Nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux services produits par les écosystèmes aquatiques puisque ce sont eux qui vont être à l'origine de la propagation éventuelle des impacts vers les autres composantes du milieu récepteur.

#### **1 Services écosystémiques répondant aux besoins de l'Homme**

Dans le Chapitre 2, nous avons signalé que dans la littérature, de nombreux types de services écosystémiques ont été identifiés et classifiés selon différentes familles. Pour la suite du travail, seuls les services écosystémiques répondant de manière directe à un besoin de l'Homme seront conservés. Ceux-ci sont présentés dans le Tableau 9.

Certains services « supports », qui relèvent du fonctionnement intrinsèque des écosystèmes, difficilement appréhendable de manière quantitative en termes de besoin, ont été écartés de l'étude. Ainsi, nous avons choisi de ne pas traiter les services tels que la pollinisation, les cycles nutritifs, la capture d'exergie. Cependant, dans d'autres types d'études il pourra être pertinent de les inclure.

Tableau 9 : Services écosystémiques répondant aux besoins de l'Homme

Services écosystémiques sélectionnés	Besoins associé (Maslow 1943)
Support pour l' <b>habitat</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De l'homme</li> <li>• De la faune</li> <li>• De la flore</li> </ul>	Sécurité, sommeil, environnement stable, abri
Support pour les infrastructures de <b>communication et transport</b>	Tous
Support pour la <b>production d'énergie</b>	Tous
Support de <b>culture</b>	Faim
Support pour la <b>sylviculture</b>	Abri, confort, reconnaissance, appartenance
Support pour l' <b>élevage</b>	Faim
Support pour la <b>chasse</b>	Faim, reconnaissance, appartenance
Support pour la <b>pêche</b>	Faim, reconnaissance, appartenance
Support pour la <b>cueillette</b>	Faim, reconnaissance, appartenance
Support pour la <b>pêche commerciale</b>	Faim
Support pour l' <b>aquaculture</b>	Faim
<b>Purification et maintien de la qualité de l'eau</b> <b>Approvisionnement en eau</b>	Soif, faim, environnement stable, autonomie
Purification et maintien de la <b>qualité de l'air</b>	Respiration
Régulation du <b>climat</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Global</li> <li>• Régional / local</li> </ul>	Respiration, environnement stable et prévisible
Régulation des <b>maladies</b> Régulation de la dynamique des pathogènes et des parasites Régulation de la dynamique des espèces nuisibles et envahissantes	Santé
Régulation des <b>risques naturels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cycle de l'eau</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévention des crues et des inondations</li> <li>• Atténuation de l'effet des sécheresses</li> <li>• Prévention des désordres géomorphologiques des cours d'eau</li> </ul> </li> <li>• <b>Régulation des sols</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintien de la qualité des sols</li> <li>• Régulation de l'érosion et des coulées de boue</li> <li>• Limitation des avalanches</li> </ul> </li> </ul>	Environnement stable et prévisible, sécurité physique, santé autonomie
Traitement des <b>déchets</b> (Recyclage des déchets organiques)	Environnement stable, santé

Services écosystémiques sélectionnés	Besoins associé (Maslow 1943)
Réservoir du vivant	Santé
Qualité du paysage Valeur <b>esthétique</b>	Appartenir à un groupe, spiritualité
Qualité de l' <b>environnement olfactif</b>	Santé
Qualité de l' <b>environnement sonore</b>	Santé
Valeur intrinsèque et patrimoniale de la <b>biodiversité</b> (espèces protégées...)	Appartenance
Support social Communautés humaines spécifiques	Ressources, appartenance, reconnaissance
Support de <b>sports</b> de nature	Santé, appartenance, reconnaissance, respect
Support pour le <b>tourisme et les loisirs</b> de nature	
Support pour le <b>thermalisme et la thalassothérapie</b>	Santé
Support de travaux de <b>recherche</b>	Reconnaissance, autonomie
Support pour le <b>développement des savoirs</b> éducatifs	Education, reconnaissance

## 2 Services écosystémiques produits par les différentes composantes du milieu récepteur

Benjamin Burkhard et al. (2009) proposent dans un article intitulé "Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services - a Concept for Land-Cover Based Assessments" une matrice (Figure 25) indiquant la capacité (sur une échelle de 0 à 5) de chaque type d'unité paysagère, correspondant à celles de Corine Land Cover, à fournir différents services écosystémiques. Cette matrice est issue de jugements d'experts principalement et présente des résultats génériques, qui, comme l'indique l'auteur, nécessitent des adaptations et/ou des précisions au niveau local.

## a Matrice des services : outil de base pour l'étude des services écosystémiques sur un territoire

A la manière de Burkhard (Burkhard et al., 2009) (Figure 25), nous avons choisi de représenter les services pouvant être fournis par les différents types d'écosystèmes dans une matrice des services (Figure 26). Les services retranscrits dans cette matrice sont ceux sélectionnés dans le Tableau 9.

Capacité de l'unité paysagère à fournir des biens et des services	Services supports							Services d'approvisionnement							Services de régulation																	
	Hétérogénéité abiotique	Biodiversité	flux d'eau biotique	Efficacité métabolique	Capture d'énergie (radiation)	Reduction de la perte de nutriments	Capacité de stockage	Cultures	Bétail	Fourrage	Pêche commerciale	Aquaculture	Aliments sauvages	Bois (construction)	Bois (chauffage)	Energie	Composés biochimiques/médicinaux	Eau douce	Régulation du climat local	Régulation du climat global	Régulation des inondations	Recharge des eaux souterraines	Régulation de la qualité de l'air	Régulation de l'érosion	Régulation des nutriments	Régulation de la qualité de l'eau	Pollinisation	Services culturels	Récréation et valeur esthétique	Valeur intrinsèque de la biodiversité		
Tissu urbain continu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tissu urbain discontinu	7	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Zones industrielles et commerciales	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Réseaux routiers et ferroviaires	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Zones portuaires	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0		
Aéroports	7	1	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Extraction de matériaux	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Décharges	8	2	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Chantiers	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Espaces verts urbains	18	3	3	2	1	4	3	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	11	2	1	0	2	1	2	1	1	1	3	3		
Equipements sportifs et de loisirs	16	2	2	2	1	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	5		
Terres arables hors périmètre d'irrigation	22	3	2	3	4	5	1	4	21	5	5	5	0	0	0	0	5	1	5	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0		
Périmètres irrigués en permanence	21	3	2	5	2	5	1	3	18	5	5	2	0	0	0	0	5	1	5	3	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0		
Rizières	20	3	2	5	1	5	1	3	7	5	0	2	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0		
Vignobles	14	3	2	3	1	3	0	2	5	4	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5		
Vergers et petits fruits	17	4	3	4	2	3	2	3	13	5	0	0	0	0	4	4	0	0	19	2	2	2	2	2	1	1	5	5	5			
Oliveraies	17	3	2	3	2	3	1	3	12	4	0	0	0	0	4	4	0	0	7	1	1	0	1	1	1	1	1	0	5	5		
Prairies	24	2	2	4	5	5	2	4	10	0	5	5	0	0	0	0	0	0	8	1	1	1	1	0	4	0	0	3	3	0		
Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	18	2	3	2	2	4	2	3	21	5	5	5	0	0	0	0	5	1	7	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0		
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	20	4	3	3	2	4	1	3	9	4	0	3	0	0	0	0	0	2	5	2	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0		
Surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants	19	3	3	3	2	3	2	3	21	3	3	2	0	0	3	3	3	1	13	3	2	1	2	1	3	0	1	0	5	2	3	
Territoires agro-forestiers	27	4	4	4	3	4	4	4	14	3	3	2	0	0	0	3	3	0	13	2	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3		
Forêts de feuillus	31	3	4	5	4	5	5	5	21	0	0	1	0	0	5	5	5	0	39	5	4	3	2	5	5	5	5	5	10	5	5	
Forêts de conifères	30	3	4	4	4	5	5	5	21	0	0	1	0	0	5	5	5	0	39	5	4	3	2	5	5	5	5	5	10	5	5	
Forêts mélangées	32	3	5	5	4	5	5	5	21	0	0	1	0	0	5	5	5	0	39	5	4	3	2	5	5	5	5	5	10	5	5	
Pelouses et pâturages naturels	30	3	5	4	4	4	5	5	5	0	3	0	0	0	2	0	0	0	22	2	3	1	1	0	5	5	5	0	6	3	3	
Landes et broussailles	30	3	4	4	5	4	5	5	10	0	2	0	0	0	1	0	2	5	0	20	4	3	2	2	0	0	3	4	2	8	4	4
Végétation sclérophylle	21	3	4	2	3	3	4	2	8	0	2	0	0	0	1	0	2	0	3	7	2	1	1	1	0	0	0	0	2	6	2	4
Forêts et végétation arbustive en mutation	21	3	4	2	3	3	4	2	5	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	
Plages, dunes et sables	10	3	3	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	5	1	0	0	0	0	0	7	5	2	
Roches nues	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4	4	0	
Végétation clairsemée	9	2	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zones incendiées	6	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Glaciers et neiges éternelles	3	2	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	3	3	0	4	0	0	0	0	5	5	0	
Marais intérieurs	25	3	2	4	4	4	3	5	7	0	2	5	0	0	0	0	0	0	14	2	2	4	2	0	0	4	0	0	0	0	0	
Tourbières	29	3	4	4	4	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	24	4	5	3	3	0	0	3	4	2	8	4	4	
Marais maritimes	23	2	3	4	3	3	3	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	5	0	0	0	2	0	0	3	3	0	
Marais salants	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
Zones intertidales	13	2	3	0	2	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	5	0	0	0	1	0	4	4	0		
Cours et voies d'eau	18	4	4	0	3	3	3	1	12	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	10	1	0	2	1	0	0	3	3	0	10	5	5
Plans d'eau	23	4	4	0	4	4	3	4	12	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	7	2	1	1	2	0	0	1	0	9	5	4	
Lagunes littorales	25	4	4	0	5	5	3	4	16	0	0	0	4	5	4	0	0	3	0	5	1	0	4	0	0	0	0	0	9	5	4	
Estuaires	21	3	3	0	5	5	3	2	17	0	0	0	5	5	4	0	0	3	0	9	0	0	3	0	0	0	3	3	0	7	4	3
Mers et océans	15	2	2	0	3	3	4	1	11	0	0	1	5	5	0	0	0	0	13	3	5	0	0	0	0	0	0	6	4	2		

Figure 25 : Matrice proposée par Benjamin Burkhard et al (2009) pour l'évaluation de la capacité des différentes unités paysagères à fournir les différents types de services écosystémiques

Voici la matrice des services que nous proposons. Les différents types d'écosystèmes décrits selon la nomenclature CLC sont présentés dans la colonne de gauche, et les services écosystémiques sélectionnés dans la ligne du haut.

Services produits par les différentes composantes du territoire d'étude	Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Sylviculture	Elevage	chasse	cueillette	Pêche commerciale	Aquaculture	Pêche	Approvisionnement en eau	Régulation de la qualité de l'eau	Régulation de la qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs
Tissu urbain continu																													
Tissu urbain discontinu																													
Zones industrielles et commerciales																													
Réseaux routiers et ferroviaires																													
Zones portuaires																													
Aéroports																													
Extraction de matériaux																													
Décharges																													
Chantiers																													
Espaces verts urbains																													
Equipements sportifs et de loisirs																													
Terres arables hors périmètre d'irrigation																													
Périmètres irrigués en permanence																													
Rizières																													
Vignobles																													
Vergers et petits fruits																													
Oliveraies																													
Prairies																													
Cultures annuelles associées aux cultures permanentes																													
Systèmes culturaux et parcellaires complexes																													
Surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants																													
Territoires agro-forestiers																													
Forêts de feuillus																													
Forêts de conifères																													
Forêts mélangées																													
Pelouses et pâturages naturels																													
Landes et broussailles																													
Végétation sclérophylle																													
Forêts et végétation arbustive en mutation																													
Plages, dunes et sables																													
Roches nues																													
Végétation clairsemée																													
Zones incendiées																													
Glaciers et neiges éternelles																													
Marais intérieurs																													
Tourbières																													
Marais maritimes																													
Marais salants																													
Zones intertidales																													
Cours et voies d'eau																													
Plans d'eau																													
Lagunes littorales																													
Estuaires																													
Mers et océans																													

Figure 26 : Matrice des services écosystémiques produits par les composantes du milieu récepteur

## **b Matrice portrait : outil de représentation du territoire d'étude**

A partir de la matrice des services (Figure 26), seules les composantes du milieu récepteur sont conservées dans la colonne de gauche (unités paysagères et masses d'eau). Une étude locale permet par la suite d'identifier les services produits par les différentes composantes. Ces informations pourront être retranscrites dans cette matrice en remplissant les cases :

- 0 = le service n'est pas produit par cette composante ;
- 1 = le service est produit par cette composante.

Nous avons fait le choix pour cette étude d'évaluer la production de services par les différentes composantes du territoire de manière binaire (0 ou 1) car l'objectif est uniquement d'identifier les services produits sur le territoire. Cependant, comme d'autres auteurs l'ont fait (MEA, 2005), (Burkhard et al., 2009), il est possible, si nécessaire, d'ajouter une échelle d'importance pour chaque service.

**Cette matrice portrait, élaborée à partir de la matrice des services, est donc un outil que nous proposons afin de représenter les différentes composantes d'un territoire et les services qu'ils produisent.**

## **c Matrice « portrait – eau » : outil de représentation du milieu récepteur**

La matrice « portrait-eau » est le résultat de deux outils décrits précédemment : le diagramme de flux et la matrice portrait. A l'aide du diagramme de flux établi précédemment, il a été possible d'identifier le milieu récepteur : ses composantes et les échanges liés à l'eau. Ces informations peuvent être retranscrites dans la matrice portrait afin d'établir une matrice réduite, que nous appellerons la matrice « portrait - eau ». Dans cette matrice seront représentées uniquement les composantes du milieu récepteur de l'effluent. Ainsi, les services produits au sein du milieu récepteur peuvent être identifiés.

## IV Identification des clients

Pour chaque composante du territoire, les services écosystémiques pouvant être affectés par le rejet, de manière directe ou par le biais de l'hydrographie du territoire sont identifiés grâce à l'élaboration d'un arbre de dommages. Les clients peuvent alors être identifiés, il s'agit des bénéficiaires de ces services.

### 1 Arbre des dommages

Le contexte de l'étude concerne les rejets en milieu naturel, c'est-à-dire dans des écosystèmes de type cours d'eau. Les effets induits sur le cours d'eau pourront causer des impacts sur le fonctionnement et la structure de cet écosystème et suivant les cas avoir une incidence sur les services écosystémiques produits par cet écosystème, c'est-à-dire causer des dommages aux bénéficiaires de ces services. Ainsi, le rejet, en fonction de ses caractéristiques, va entraîner des effets sur les caractéristiques de l'écosystème récepteur (Composante A de la Figure 24).

De plus, les effets et impacts causés par le rejet sur l'écosystème récepteur peuvent causer des effets et impacts sur les autres écosystèmes du milieu récepteur (Composantes B et C de la Figure 24). Le rejet peut donc causer de manière indirecte des dommages aux bénéficiaires des services écosystémiques produits par l'ensemble des autres écosystèmes du milieu récepteur.

Ces dommages doivent être étudiés au cas par cas. Pour les écosystèmes aquatiques, voici un exemple des services écosystémiques pouvant être impactés par un rejet (Millenium Ecosystem Assesment, 2005b), (Postel & Richter, 2003) :

- approvisionnement en eau,
- support pour la pêche,
- support pour le sport, tourisme et loisirs.

Les dommages causés par le rejet sur les services écosystémiques produits par les différentes composantes du territoire seront représentés sous forme d'un arbre des dommages réalisé à partir de la matrice « portrait - eau ». Il s'agit de représenter par des flèches les liens entre les différents dommages sur les services écosystémiques.

Les représentations cause - conséquences sont couramment utilisées en analyse de risque (Villemeur, 1988), nous proposons simplement de transposer ce concept à l'analyse des dommages.

Les dommages causés sur un service produit par un écosystème peuvent causer des dommages aux services produits par des écosystèmes connexes. Il est alors important d'identifier les voies de transfert (vecteur de dommages) et s'il existe ou non des « barrières », c'est-à-dire des éléments empêchant la propagation des dommages.

La méthode d'élaboration de l'arbre des dommages est décrite plus précisément dans le chapitre suivant.

## **2 Identification locale des clients**

Les clients peuvent être identifiés suite à l'élaboration de la matrice « portrait - eau » du milieu récepteur et de l'arbre des dommages : il s'agit des bénéficiaires des services écosystémiques pouvant subir des dommages. Il sera ainsi possible d'identifier l'ensemble des clients par une étude locale décrite dans le chapitre suivant.

## **V Evaluation des besoins des clients vis-à-vis du milieu récepteur**

Les besoins des clients concernent le maintien des services pouvant subir des dommages. Comme montré dans le chapitre précédent, l'aptitude des écosystèmes à fournir ces services est liée à la structure de ces écosystèmes et au maintien des processus. L'effet premier d'un rejet est la modification de la composition chimique du milieu. Au niveau national et européen, les effets des polluants chimiques ont été étudiés et transcrits en termes de réglementation, en vigueur ou non actuellement. En l'absence d'autres outils et dans un objectif d'applicabilité rapide et à faible coût, nous avons décidé de nous appuyer sur ces réglementations pour l'évaluation des besoins. Ainsi, la réglementation prévalent pour tous les états membres est la Directive Cadre sur l'Eau, retranscrite en France par l'arrêté du 25 janvier 2010 qui fixe les seuils d'évaluation de l'état des masses d'eau de manière générale. Nous nous appuyerons également sur une réglementation abrogée : la SEQ eau (Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau), qui établit des normes pour différents usages de l'eau (abreuvement, production d'eau potable, irrigation, loisirs,

aquaculture). Ces usages correspondent en partie aux services potentiellement impactés par un rejet de polluant dans un écosystème aquatique.

Ainsi, les besoins des clients relativement aux écosystèmes sont évalués sur les critères existants permettant de garantir la production des services pouvant subir des dommages identifiés grâce à l'arbre des dommages. L'évaluation des besoins des clients permet donc d'établir un ensemble de critères relatifs à la composition du milieu.

## **VI Transposition des besoins des clients en critères de qualité pour l'effluent**

La réglementation propose une méthode de calcul de flux admissibles pour les milieux concernant les substances dangereuses (voir Chapitre 1) qui permet de calculer les rejets possibles sur un milieu en fonction des seuils fixés et des caractéristiques du milieu (composition et débit d'étiage). Nous proposons simplement d'étendre cette méthode de calcul à l'ensemble des paramètres de composition des composantes du milieu récepteur.

## **VII Conclusion**

Le Tableau 10 présente les outils existants qui ont été adaptés et articulés de manière à pouvoir atteindre les objectifs des étapes a) et b) de la démarche qualité définie par l'ISO 9000 (2005). Ainsi, l'identification des clients passe par l'atteinte de trois objectifs rappelés dans le Tableau 10 : la description des composantes du milieu récepteur afin de déterminer les services qu'ils produisent pour en identifier les bénéficiaires : les clients. Leurs besoins sont ensuite évalués pour être transposés en critères de qualité pour les effluents.

Le chapitre suivant détaille l'utilisation des différents outils dans le cadre d'une application industrielle.

Tableau 10 : Synthèse des outils existants, limites et outils proposés pour l'identification des clients

Objectif	Outils existants	Limites	Outils et méthodes proposés
Description du milieu récepteur	Nomenclature Corine Land Cover	Peu précis dans la description des masses d'eau	Couplage de la nomenclature CLC avec le SIE Diagramme de flux
	Liste des écosystèmes (MEA)	Moins complet que la nomenclature CLC	
	Système d'Information sur l'Eau	Ne représente que les masses d'eau	
Identification des services produits par le milieu récepteur	Listes de services écosystémiques	Trop général pour l'évaluation des besoins	Elaboration d'une liste de services écosystémiques répondant directement aux besoins de l'Homme.
	Matrice de Burkhard et al. (2009)	Outil générique, nécessité de relocaliser l'information	Représentation matricielle du milieu récepteur : composantes et services produits
Identification des clients	Aucun	-	Arbre des dommages Etude locale des bénéficiaires pour chaque service produit par chaque composante
Evaluation des besoins	Seuils d'usages <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bon état (DCE)</li> <li>• SEQ</li> </ul>	-	Utilisation des seuils réglementaires en fonction des services identifiés comme pouvant subir des dommages
Transposition des besoins des clients en critères de qualité pour l'effluent	Méthode des flux admissibles pour les substances dangereuses	Liste limitée de paramètres Calcul uniquement sur le milieu récepteur direct	Extension de la méthode des flux admissibles à l'ensemble des paramètres et pour l'ensemble des composantes du milieu récepteur.



# **Chapitre 4**

## **Développement de la méthode**



# I Introduction

## 1 Objectifs

L'objectif général de cette méthode est de proposer un outil à l'usage des porteurs de projets, qui s'intègre dans le contexte réglementaire européen et français avec trois sous-objectifs :

- l'évaluation des impacts d'un rejet aqueux sur le territoire d'implantation,
- l'identification des parties prenantes concernées par le projet à prendre en compte pour les étapes de consultation de l'étude d'impact, et
- l'élaboration de seuils de rejet et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet.

## 2 Méthodologie

La méthode proposée est basée sur les questionnements soulevés par le World Resources Institut pour l'évaluation des impacts d'un projet (Landsberg et al. 2013). Ces questions ont été complétées ou précisées dans le cadre d'une démarche de gestion de la qualité (au sens de l'ISO 9000) des rejets et concernent les éléments suivants :

- Quel(s) écosystème(s) est (sont) touché(s) directement/indirectement par le rejet ?
- Quels services écosystémiques sont associés localement à cet (ces) écosystème(s) ?
- Quels sont les services potentiellement impactés par un rejet ?
- Quelles sont les cibles potentielles liées à ce(s) service(s) ? Quelles sont les parties prenantes associées à ces cibles ?
- Quels sont les besoins (quantitatifs, qualitatifs) des cibles vis-à-vis de ces services ?
- Comment transcrire les besoins des cibles en seuils de rejet et rendements épuratoires pour l'effluent qui doit être rejeté ?
- Comment évaluer à postériori le maintien des services ?

**A noter :** l'étude à postériori ne sera pas traitée dans le cadre de ce travail mais elle fait partie intégrante de la démarche d'autorisation d'un projet qui stipule qu'après l'autorisation initiale, le gestionnaire d'exploitation doit fournir régulièrement un réexamen périodique avec les impacts réels du projet sur son territoire.

La méthode proposée se décompose selon 5 étapes (voir Figure 27) reposant sur les questions citées précédemment. Les paragraphes suivants décrivent les différentes étapes de la méthode avec les objectifs visés, les données nécessaires à la réalisation et les outils utilisés, la démarche proposée et les résultats obtenus.

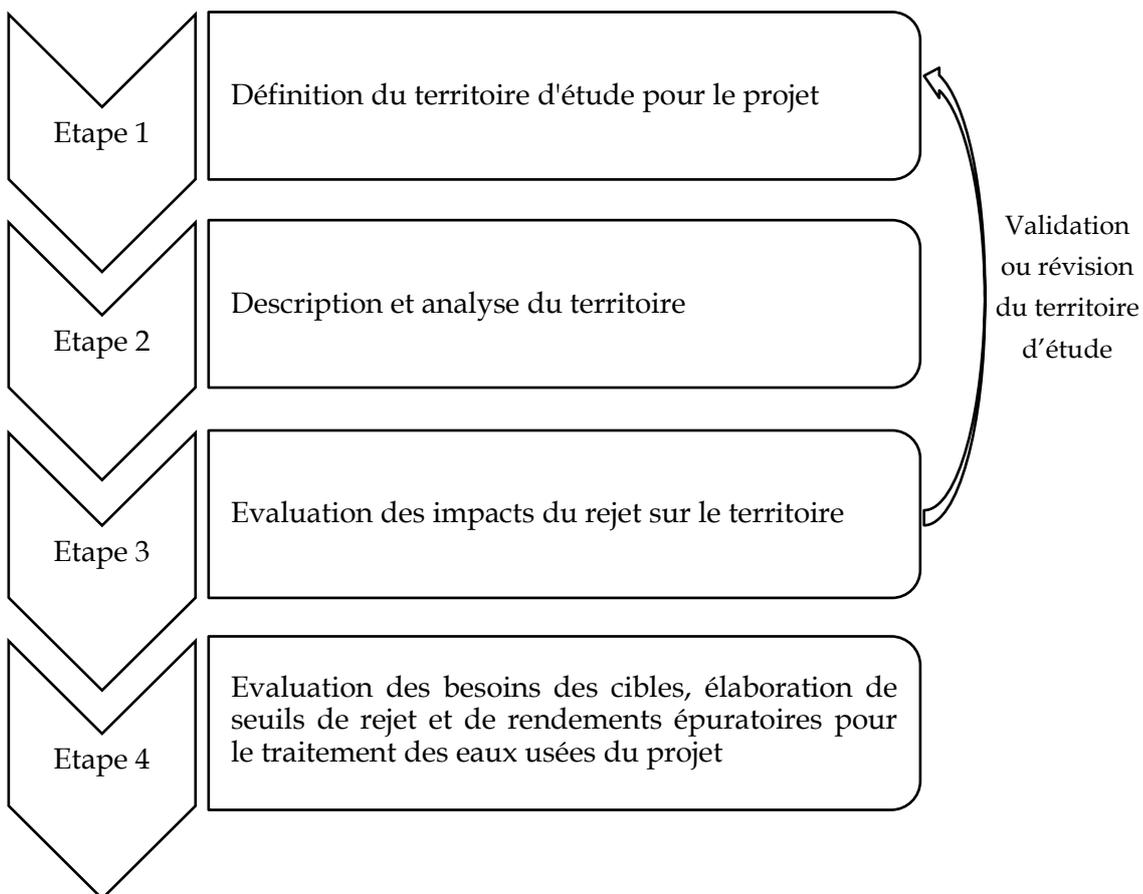


Figure 27 : Intitulé et enchaînement des étapes de la méthode

### 3 Définitions

Afin d'éviter toute confusion, voici les définitions choisies pour les différents termes employés dans les étapes de la méthode. La Figure 28 a été réalisée afin de clarifier les relations entre les différents éléments définis et le projet.

**Cible** : Les personnes, les organisations, ou les activités anthropiques qui peuvent être touchées par les impacts directs et indirects d'un l'élément déclencheur (modification d'un milieu). Ici, ce sont les bénéficiaires des services écosystémiques impactés.

**Composante** : Les composantes d'un territoire sont les différents types d'écosystèmes qui composent un territoire (ici les composantes sont définies selon le système de dénomination Corine Land Cover, voir Tableau 11)

**Dommmages** : « Perte, dégât, préjudice matériel, corporel ou immatériel, immédiat ou différé, subi par une personne (physique ou morale), par le milieu naturel, ou par un bien meuble ou immeuble. » (<http://www.dictionnaire-environnement.com>). Ici, la définition du dommage est prise comme l'impact de la modification des fonctions des écosystèmes sur les services qu'ils produisent.

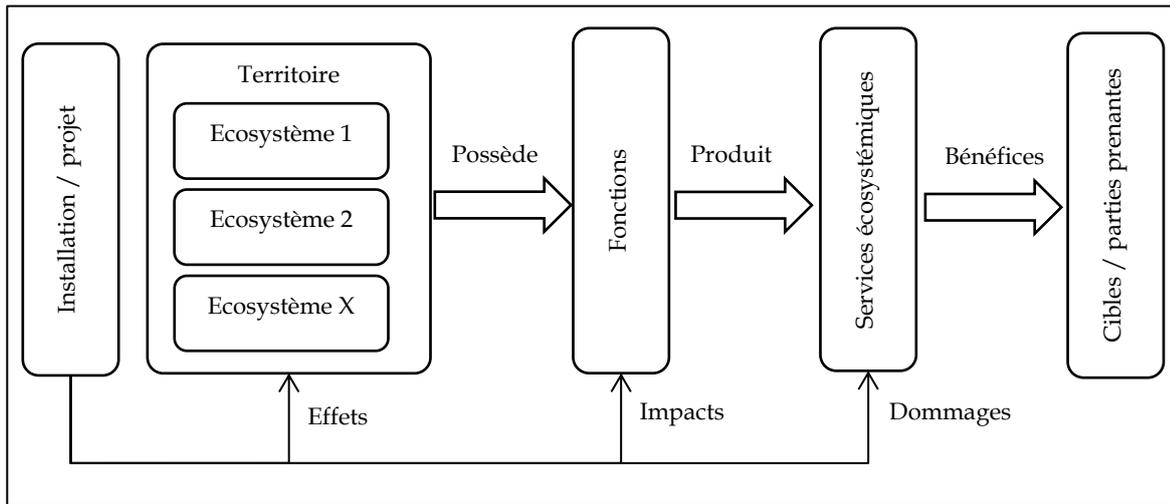
**Ecosystème** : « L'écosystème représente l'unité de base de l'environnement. Il est constitué par un ensemble d'animaux, de plantes, de champignons et de micro-organismes interagissant les uns avec les autres et avec leur milieu (sol, air, climat, etc.). » (Larousse). Il y a des écosystèmes naturels et des écosystèmes anthropiques ou anthropisés, c'est-à-dire respectivement créés ou façonnés par l'homme.

**Effet** : Conséquences en termes quantitatifs et qualitatifs d'un élément déclencheur, ici l'émission d'effluents aqueux, sur les composantes du territoire d'étude.

**Impact** : Ici, conséquences des effets (d'un rejet) sur les fonctions des différentes composantes du territoire (écosystèmes).

**Partie prenante** : Organisation prenant part aux processus décisionnel (Voir Chapitre 1)

**Services écosystémiques** : (aussi appelés services) Ce sont les contributions directes et indirectes des écosystèmes au bien-être de l'Homme (Millenium Ecosystem Assesment, 2005a), (Costanza et al., 1997), (de Groot et al., 2002)



**Figure 28 : Schéma conceptuel des relations liant les éléments définis et le projet**

## II Etape 1: Définition du territoire d'étude

Objectif 1 : définir les « limites » du système étudié.

Données d'entrée : Carte représentant le lieu d'implantation du projet et son environnement.

Méthode : La définition des aires d'étude est une des premières étapes de l'étude d'impact (MEDDE 2010, Michel 2001). Il s'agit de délimiter une ou plusieurs zones, sur le territoire entourant le site d'implantation du projet, pour l'étude de ses impacts sur l'environnement. Dans la plupart des projets, trois aires d'études sont utilisées (MEDDE 2010, Michel 2001) :

- l'aire d'étude immédiate,
- l'aire d'étude rapprochée,
- l'aire d'étude lointaine.

Il n'existe pas de règle pour la définition de ces aires d'étude, notamment pour l'aire rapprochée et lointaine. En outre, l'aire d'étude immédiate concerne les abords immédiats du site d'implantation. Ainsi, suivant la taille du site et la nature du projet, les dimensions de ces aires peuvent donc fortement varier.

L'aire d'étude immédiate sert pour l'étude du projet sur le site même d'implantation (y compris le sol ou le sous-sol) et les abords immédiats (contigus au site d'implantation). L'aire d'étude rapprochée et lointaine dépendent de l'ampleur du projet et des effets, voire des impacts attendus.

Pour l'étude des rejets aqueux, il est important de prendre en compte dans la définition de l'aire d'étude le réseau hydrographique par lequel vont se propager les impacts. En général, Le territoire d'étude est compris dans l'aire d'étude lointaine ou rapprochée. La dimension du territoire d'étude pour les rejets aqueux dépend également de la nature du rejet. En effet, plusieurs paramètres vont influencer sur les distances de propagation des impacts (liste non exhaustive) :

- le débit : plus le débit du rejet va être important proportionnellement à celui du milieu récepteur plus la possibilité d'avoir des impacts augmente. En période d'étiage, par exemple, il est possible que les effluents rejetés dans un petit cours d'eau soient autant voire plus importants que le débit naturellement drainé par ce dernier.

- la composition : les impacts d'un rejet vont fortement varier en fonction de sa composition. Plus la toxicité et la non-biodégradabilité des composants de l'effluent vont être importantes, plus ces composés vont se propager dans les écosystèmes sur des distances importantes, mais aussi en termes de rémanence dans les écosystèmes. Des pollutions à grande échelle spatiale pourront alors être observées, sur des durées importantes (possibilité de phénomènes de stockage, relargage), et pouvant donner lieu à des phénomènes de bioaccumulation (accumulation dans les chaînes trophiques : exemple des polluants organiques persistants).
- la saisonnalité, ou la régularité du rejet en termes de débit et de composition. Il est important de prendre en compte non pas des valeurs moyennes de rejet sur l'année par exemple, mais d'en étudier scrupuleusement les variations possibles (journalières, hebdomadaires, mensuelles, saisonnières...). Par exemple, si l'activité est à son maximum en été et que le milieu de rejet connaît un faible étiage à ce moment-là, il ne serait pas pertinent de travailler avec des valeurs moyennes annuelles, non représentatives de la réalité de la situation, qui mèneraient à une évaluation erronée des effets et des impacts. Dans un cas comme celui-ci, il pourrait avoir des impacts locaux très importants l'été et donc l'aire d'étude rapprochée serait peut-être plus pertinente que l'aire d'étude lointaine.
- le milieu de rejet est donc également très important à prendre en compte dans la définition de l'aire d'étude. En effet, pour un même rejet, suivant le débit, la vitesse d'écoulement et la géomorphologie du réseau hydrographique, les phénomènes de propagation des impacts vont être différents. Pour un rejet important (débit et concentration) principalement organique et biodégradable par exemple, les effets vont varier s'il est réalisé dans un petit cours d'eau à faible débit, ou dans un fleuve à fort débit et fortement aéré (exemple du Saint-Laurent). Des phénomènes d'eutrophisation pourraient apparaître rapidement dans le premier cas alors que le rejet pourrait n'avoir aucun effet mesurable dans le deuxième cas.

Dans la pratique, le territoire d'étude pour l'évaluation des impacts d'un rejet aqueux s'établit en premier lieu depuis le site d'implantation vers l'aval au sens du déplacement de l'eau. C'est-à-dire du point de rejet vers le cours d'eau ou le milieu récepteur puis vers les autres milieux connectés :

- cours d'eau dans lequel se jette le cours d'eau de rejet (et ainsi de suite le long du réseau hydrographique)
- milieux qui sont alimentés en eau par ce ou ces cours d'eau.

Le territoire d'étude se construit ainsi autour du réseau hydrographique de surface.

La définition du territoire d'étude pour un type de rejet peut être une étape délicate. Une zone d'étude trop réduite peut amener à une évaluation insuffisante des impacts, à oublier certaines cibles importantes. D'un autre côté, une zone d'étude trop large peut masquer des enjeux locaux forts. Le choix de cette zone est donc une étape clé de l'étude. Il peut être pertinent d'étudier certains sujets avec une zone large et d'autres avec une échelle plus restreinte. Suivant la nature du rejet aqueux et du milieu de rejet, il devra être étudié à l'échelle jugée appropriée en fonction des enjeux identifiés. Comme point de départ, une aire d'étude de 5 à 10 km autour du lieu d'implantation du projet peut être retenue et révisée par la suite. Dans tous les cas, la définition du territoire d'étude est une étape itérative dans la méthode proposée. Notamment, le territoire d'étude sera validé ou revu à l'étape 3.

Limites : En réalité, l'hydrosystème n'a pas de limite, d'où la difficulté d'en définir une. La zone d'étude peut être révisée à tout moment de l'étude si le besoin s'en fait sentir, notamment au regard des enjeux mis en lumière par l'étude.

Résultat 1 : Une ou plusieurs cartes représentant le site et le (ou les) territoire(s) d'étude choisis (tracé du territoire sur la carte).

### III Etape 2 : Description et analyse du territoire d'étude

Dans cette étape, le territoire d'étude défini à l'étape précédente est analysé du point de vue de sa composition (étape 2.1) et des services écosystémiques produits par ses composantes (étape 2.2).

#### 1 Etape 2.1 : Identification de l'ensemble des composantes du territoire d'étude

Objectif 2.1 : Identifier l'ensemble des composantes du territoire d'étude

Données d'entrée : Corine Land Cover, hydrologie souterraine et de surface

Méthode : Il s'agit d'identifier, de différencier et de décrire les différentes parties ou écosystèmes qui composent le territoire d'étude. Pour cela, **deux méthodes** sont possibles et peuvent être utilisées de manière séparée ou complémentaire : l'étude de terrain et l'étude cartographique.

➤ **L'étude de terrain** consiste à se rendre sur le lieu du projet, parcourir l'aire d'étude, identifier et décrire l'ensemble de ses composantes. C'est une démarche qui pose plusieurs contraintes :

- elle nécessite un personnel ayant des connaissances sur les écosystèmes,
- elle est consommatrice de temps pour le chargé d'étude et par conséquent peut être coûteuse,
- elle peut poser des problèmes d'accessibilité (terrains privés, clôturés, etc.).

➤ **L'étude cartographique** consiste à utiliser les outils cartographiques actuels pour identifier les composantes de l'aire d'étude. L'outil de base utilisé pour cette analyse est la représentation paysagère du territoire sous Corine Land Cover. Le détail de ce système d'information, la facilité et rapidité d'acquisition de ces données font que l'analyse sous CLC semble être totalement appropriée pour un territoire d'étude d'étendue moyenne. Par ailleurs, les données de CLC sont consultables librement en ligne (sur Géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil> par exemple) pour l'ensemble de l'Europe et téléchargeable dans un logiciel de Système d'Information Géographique. La Figure 29

montre un exemple de carte Corine Land Cover obtenue sur Géoportail (pour la légende couleur, voir Tableau 11).

Cependant, l'utilisation des données de Corine Land Cover a des limites :

- la taille des mailles ne permet pas de faire apparaître les petits cours d'eau par exemple, ni les routes
- les objets qu'elles permettent de représenter, c'est-à-dire les paysages, ne permettent pas de localiser certains éléments importants dans le cadre de l'étude d'impact comme les eaux souterraines.

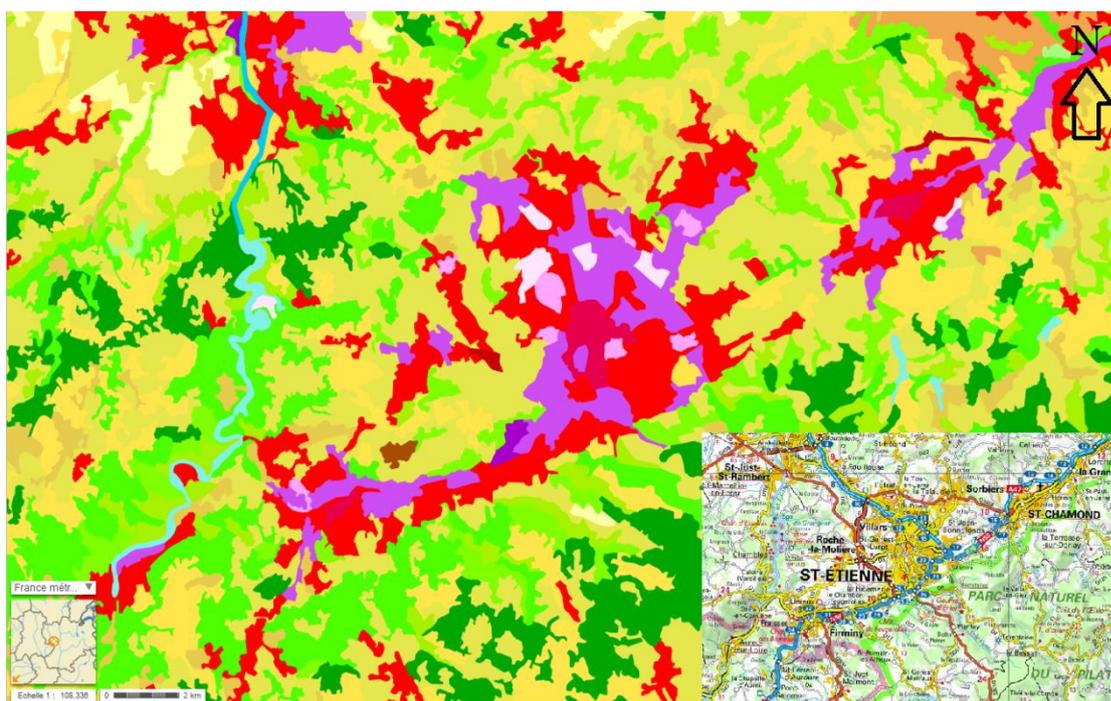


Figure 29: Exemple de carte Corine Land Cover de Saint-Etienne et ses environs (source : Géoportail, février 2014 ; légende : voir Tableau 11)

Bien qu'il soit possible de visualiser l'hydrographie de surface sur le site Géoportail (Figure 30), des données cartographiques et qualitatives précises de l'ensemble des masses d'eaux de surface et souterraines en France sont accessibles au public sur les Systèmes d'Information sur l'Eau (SIE : [http://www.eaufrance.fr/comprendre/les-donnees-sur-l-eau/?id\\_article=833](http://www.eaufrance.fr/comprendre/les-donnees-sur-l-eau/?id_article=833)) des différents bassins hydrographiques (Adour-Garonne, Artois-Picardie, Guadeloupe, Guyane, Loire-Bretagne, Martinique, Réunion, Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée & Corse, Seine-Normandie).

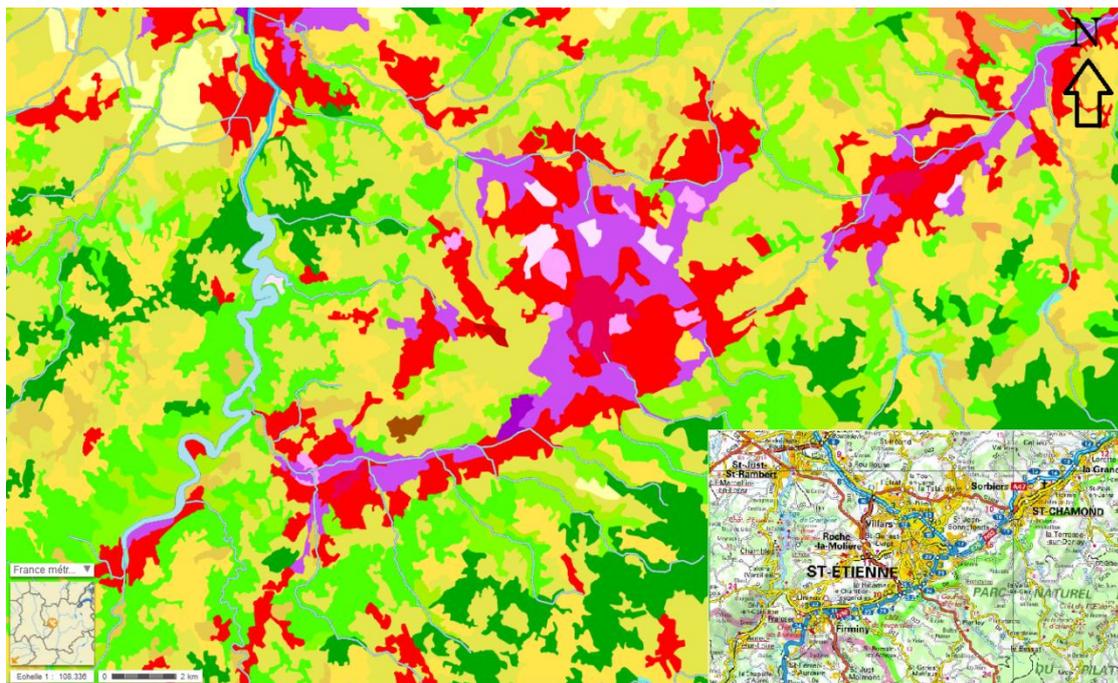


Figure 30: Exemple de carte Corine Land Cover de Saint-Etienne et ses environs présentant également la couche de l'hydrologie de surface (source : Géoportail, février 2014 ; légende : voir Tableau 11)

Pour obtenir des données plus précises sur l'hydrologie, la première étape est d'identifier le bassin hydrographique dans lequel le projet étudié s'inscrit parmi les 11 bassins existants (dont 6 en métropole). Il est possible d'obtenir cette information en saisissant le nom de la commune concernée sur le site des agences de l'eau comme le montre la Figure 31 :

Pour connaître votre agence de l'eau, saisissez le nom de votre commune  
(passez votre souris sur la carte pour connaître les coordonnées de chaque agence de l'eau)

saisissez votre commune...

puis cliquez sur votre commune :

Vous dépendez de l'agence de l'eau :  
« ARTOIS-PICARDIE »

Les 6 bassins hydrographiques métropolitains

Figure 31 : Recherche de bassin hydrographique par commune (<http://www.lesagencesdeleau.fr>, 2014)

Tableau 11: Nomenclature et légende de la représentation cartographique Corine Land Cover

<b>Unités paysagères de Corine Land Cover</b>	
<b>1 Territoires artificialisés</b>	
<b>11 Zones urbanisées</b>	
	111 Tissu urbain continu
	112 Tissu urbain discontinu
<b>12 Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication</b>	
	121 Zones industrielles et commerciales
	122 Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
	123 Zones portuaires
	124 Aéroports
<b>13 Mines, décharges et chantiers</b>	
	131 Extraction de matériaux
	132 Décharges
	133 Chantiers
<b>14 Espaces verts artificialisés, non agricoles</b>	
	141 Espaces verts urbains
	142 Equipements sportifs et de loisirs
<b>2 Territoires agricoles</b>	
<b>21 Terres arables</b>	
	211 Terres arables hors périmètres d'irrigation
	212 Périmètres irrigués en permanence
	213 Rizières
<b>22 Cultures permanentes</b>	
	221 Vignobles
	222 Vergers et petits fruits
	223 Oliveraies
<b>23 Prairies</b>	
	231 Prairies
<b>24 Zones agricoles hétérogènes</b>	
	241 Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
	242 Systèmes culturaux et parcellaires complexes
	243 Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
	244 Territoires agro-forestiers
<b>3 Forêts et milieux semi-naturels</b>	
<b>31 Forêts</b>	
	311 Forêts de feuillus
	312 Forêts de conifères
	313 Forêts mélangées
<b>32 Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée</b>	
	321 Pelouses et pâturages naturels
	322 Landes et broussailles
	323 Végétation sclérophylle
	324 Forêt et végétation arbustive en mutation
<b>33 Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation</b>	
	331 Plages, dunes et sable
	332 Roches nues
	333 Végétation clairsemée
	334 Zones incendiées
	335 Glaciers et neiges éternelles
<b>4 Zones humides</b>	
<b>41 Zones humides intérieures</b>	
	411 Marais intérieurs
	412 Tourbières
<b>42 Zones humides maritimes</b>	
	421 Marais maritimes
	422 Marais salants
	423 Zones intertidales
<b>5 Surfaces en eau</b>	
<b>51 Eaux continentales</b>	
	511 Cours et voies d'eau
	512 Plans d'eau
<b>52 Eaux maritimes</b>	
	521 Lagunes littorales
	522 Estuaires
	523 Mers et océans

Certaines villes (Saint-Etienne par exemple), sont à la frontière de deux bassins hydrographiques (Loire Bretagne et Rhône-Méditerranée-Corse). Dans ce cas, le site proposera une des agences de l'eau correspondant à un des deux bassins hydrographiques concernés, il sera nécessaire de vérifier sur le SIE de ce bassin, qu'il s'agit du bon bassin hydrographique. La meilleure démarche restant de contacter l'agence de l'eau proposée par le site pour vérifier et valider le bassin hydrographique correspondant au secteur du projet.

La (ou les) carte(s) finale(s) doivent donc représenter l'ensemble des composantes/écosystèmes terrestres et aquatiques. Pour des raisons pratiques, les eaux souterraines seront soit représentées sur une carte à part, soit simplement décrites.

Résultat 2.1 :

- une carte du territoire et de ses composantes hydrographiques et paysagères,
- une liste des composantes identifiées.

## **2 Etape 2.2 : Identification des services produits par les composantes du territoire d'étude**

Objectif 2.2 : Identifier les services produits par les composantes du territoire d'étude

Données d'entrée : Utilisation de la matrice des services (Figure 32), données locales

Méthode :

### ➤ **Adaptation de la matrice au territoire d'étude**

A partir de la matrice des services (Figure 32) :

- sélectionner uniquement les composantes présentes sur le territoire d'étude (correspondant aux unités paysagères CLC identifiées à l'étape 2.1),
- lister et nommer de manière exhaustive les différentes composantes du territoire.

Par exemple, sur la carte de Saint-Etienne et ses environs (Figure 29), plusieurs zones urbaines sont présentes, il est possible de dissocier :

- le tissu urbain discontinu de Saint-Etienne,
- le tissu urbain discontinu de Firminy,
- le tissu urbain discontinu de Saint-Chamond,
- le tissu urbain de Saint-Just-Saint-Rambert,
- ...

Services produits par les différentes composantes du territoire d'étude	Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Sylviculture	Elevage	chasse	cueillette	Pêche commerciale	Aquaculture	Pêche	Approvisionnement en eau	Régulation de la qualité de l'eau	Régulation de la qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs	
Tissu urbain continu																														
Tissu urbain discontinu																														
Zones industrielles et commerciales																														
Réseaux routiers et ferroviaires																														
Zones portuaires																														
Aéroports																														
Extraction de matériaux																														
Décharges																														
Chantiers																														
Espaces verts urbains																														
Equipements sportifs et de loisirs																														
Terres arables hors périmètre d'irrigation																														
Périmètres irrigués en permanence																														
Rizières																														
Vignobles																														
Vergers et petits fruits																														
Oliveraies																														
Prairies																														
Cultures annuelles associées aux cultures permanentes																														
Systèmes culturaux et parcellaires complexes																														
Surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants																														
Agro-forestry areas																														
Forêts de feuillus																														
Forêts de conifères																														
Forêts mélangées																														
Pelouses et pâturages naturels																														
Landes et broussailles																														
Végétation sclérophylle																														
Forêts et végétation arbustive en mutation																														
Plages, dunes et sables																														
Roches nues																														
Végétation clairsemée																														
Zones incendiées																														
Glaciers et neiges éternelles																														
Marais intérieurs																														
Tourbières																														
Marais maritimes																														
Marais salants																														
Zones intertidales																														
Cours et voies d'eau																														
Plans d'eau																														
Lagunes littorales																														
Estuaires																														
Mers et océans																														

Figure 32: Matrice des services potentiellement produits par les différentes unités paysagères

➤ **Identification des services produits par les composantes du territoire**

Afin d'identifier les services produits et les services non produits, pour chacune des composantes identifiées sur le territoire d'étude à l'étape 2.1, une notation binaire est proposée :

- = 0 si la composante ne produit pas le service,
- = 1 si la composante produit le service.

Pour remplir cette matrice, il est possible de s'appuyer sur différents éléments :

- l'expérience du porteur de projet et sa connaissance du territoire,
- l'avis d'experts,
- l'avis des différentes parties prenantes (DREAL, communes, etc.),
- la matrice générale de B. Burkhard (Burkhard et al. 2009),
- une étude bibliographique.

Ceci permet d'obtenir la matrice « portrait » de la zone d'étude dont un exemple est montré sur la Figure 33.

Services produits par les différentes composantes du territoire d'étude																															
	Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Sylviculture	Elevage	chasse	cueillette	Pêche commerciale	Aquaculture	Pêche	Approvisionnement en eau	Régulation de la qualité de l'eau	Régulation de la qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs		
Cours d'eau 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1			
Cours d'eau 2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	
Estuaire	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	
Plan d'eau	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
Tissu urbain discontinu	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	
Zones industrielles et commerciales	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	
Extraction de matériaux	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	

Figure 33 : Exemple d'une matrice « portrait »

Procédure de remplissage de la matrice (Figure 33) : Le tissu urbain discontinu constitue un habitat pour l'Homme et d'autres espèces (**Habitat=1**). Il comporte des infrastructures de communication et de transports : routes, télécommunications, etc. (**Communication et transport=1**). Les jardins des maisons qui se trouvent dans cette composante peuvent être aménagés comme des potagers, certaines parcelles sont aménagées pour la culture de fruits et légumes (**Culture=1**). Des panneaux solaires sont installés sur certaines habitations (**Energie=1**). Il n'y a pas de sylviculture au sein de la composante (**Sylviculture=0**). Les

tissus urbains, même discontinus ne constituent pas des lieux de cueillette (**Cueillette=0**) (matrice de Burkhard et al.,2009), et ainsi de suite pour l'ensemble de la matrice.

Cas des écosystèmes aquatiques : Différentes études (Postel & Richter 2003), (Burkhard et al. 2009), (Baker et al. 2012), (Millenium Ecosystem Assesment 2005b), (Wallis et al. 2011) montrent que les écosystèmes aquatiques peuvent en théorie fournir une très large gamme de services écosystémiques :

- approvisionnement en eau (eau potable, eau industrielle, eau d'irrigation, production d'énergie, transport fluvial),
- purification et maintien de la qualité de l'eau,
- support pour la pêche et pour l'aquaculture,
- régulation des risques naturels (cycles de l'eau : inondations, crues, sécheresse, géomorphologie),
- régulation des sols (qualité des sols),
- traitement des déchets,
- réservoir du vivant,
- qualité du paysage et valeur esthétique,
- support pour le sport, tourisme et loisirs.

Remarque : L'importance des services peut varier localement, deux composantes du même type peuvent présenter des services différents. Prenons l'exemple de deux cours d'eau : si le cours d'eau 1 est un petit cours d'eau et le cours d'eau 2 un fleuve (voir Figure 33), le cours d'eau 2 pourra fournir des services tels que la communication et le transport à cause du transport fluvial, il pourra également accueillir des activités de pêche commerciale, qui ne seront pas présentes dans le cours d'eau 1.

Selon l'homogénéité ou l'hétérogénéité des composantes de même type, l'expert pourra choisir de représenter chaque composante séparément dans la matrice ou de représenter uniquement le type de composante. Dans un premier temps il pourra être préférable de représenter séparément chaque composante individuellement puis il sera possible de procéder à des regroupements.

Résultat 2.2 : Une matrice « portrait » des composantes du territoire et des services qu'elles fournissent.

## IV Etape 3 : Evaluation des dommages liés aux impacts du projet sur le territoire

L'évaluation des dommages causés par le rejet sur le territoire nécessite en premier lieu l'étude des flux d'eau, vecteurs de l'impact (étape 3.1), puis l'étude de l'évolution sur le réseau hydrographique du territoire d'étude des composés véhiculés par ce vecteur et l'identification des composantes susceptibles de subir des effets (étape 3.2). Enfin, les différents impacts ainsi que les cibles et parties prenantes associées sont identifiées (étape 3.3).

### 1 Etape 3.1 : Analyse des flux d'eau sur le territoire

Objectif 3.1 : Analyser des flux d'eau sur le territoire : identifier et représenter les échanges d'eau entre les différentes composantes du territoire d'étude

Données d'entrée : réseaux hydrographiques, usages de l'eau par masse d'eau (SIE)

Méthode : Le but de cette étape est de modéliser les flux d'eau sur un diagramme pour visualiser les relations véhiculées par l'eau entre les différentes composantes de l'aire d'étude identifiées dans les étapes précédentes.

#### ➤ Identification et représentation des échanges de flux d'eau

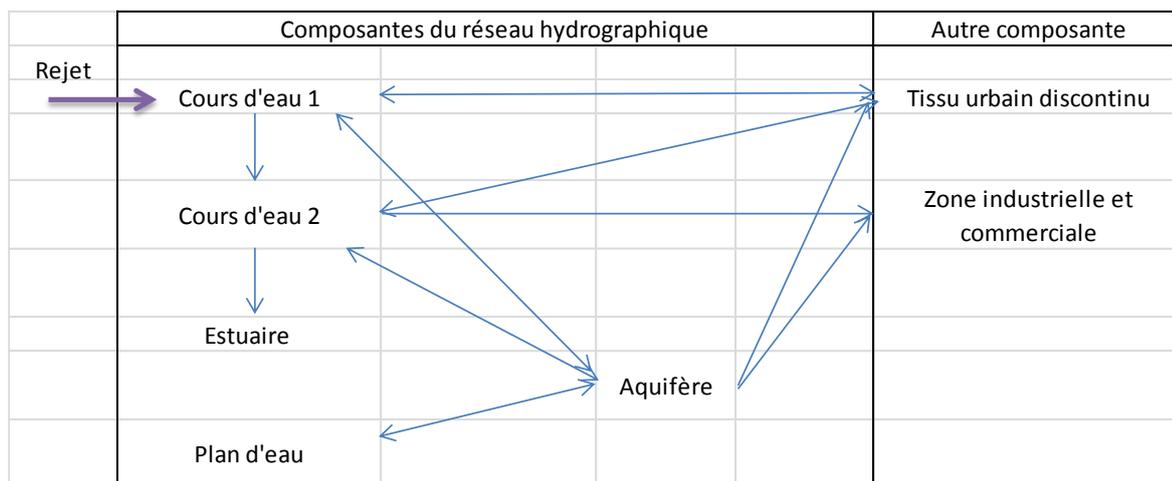
Il y a globalement trois types d'échanges possibles :

- milieu anthropique - eaux de surface
- milieu anthropique - eaux souterraines
- eau de surface - eaux souterraines

Sur le diagramme de flux d'eau, ces échanges doivent être matérialisés par des flèches entre les composantes concernées, le sens de la flèche donnant la direction de l'eau (prélèvement ou rejet), comme le montre la Figure 34. Ainsi, lorsque tous les échanges sont représentés, le diagramme peut représenter des doubles flèches (prélèvement + rejet) et des simples flèches (prélèvement ou rejet).

A noter :

- Les rejets d'effluents en eaux souterraines sont généralement proscrits par le Code de l'environnement (2000), en tous cas pour les projets potentiellement polluants soumis à autorisation.
- Les échanges avec l'aquifère varient fortement dans le temps (saisons) et dans l'espace (le long du linéaire des cours d'eau). (Paran et al., 2010)



**Figure 34: Exemple de diagramme de flux d'eau (flèche violette : indique le milieu dans lequel se fait le rejet ; flèches bleues simples et doubles : indiquent les échanges d'eau entre les composantes du territoire d'étude)**

L'évaluation des effets et par la suite des impacts d'une modification d'un cours d'eau sur la nappe et les autres composantes d'un territoire via cette nappe, nécessiterait une estimation des transferts d'eau et de polluants de la rivière vers la nappe. Une étude de terrain et la collecte d'un grand nombre de données est nécessaire pour réaliser une telle évaluation (Paran, Graillot & Dechomets 2010). C'est pourquoi dans une première approximation, l'étude se limitera aux échanges entre eaux de surface et composantes du territoire.

Hypothèse simplificatrice : Seuls les transferts par les eaux de surface seront considérés pour la suite de l'étude.

Le diagramme des flux d'eau globaux sur le territoire d'étude peut alors être réduit pour la suite de l'étude à un diagramme de flux impliquant uniquement les échanges entre ou avec les eaux de surface. C'est-à-dire que l'aquifère et les échanges dans lesquels elle est impliquée sont supprimés du diagramme, ainsi que les composantes qui étaient en relation

uniquement avec l'aquifère. Le diagramme de la Figure 34 est ainsi « simplifié » comme le montre la Figure 35 :

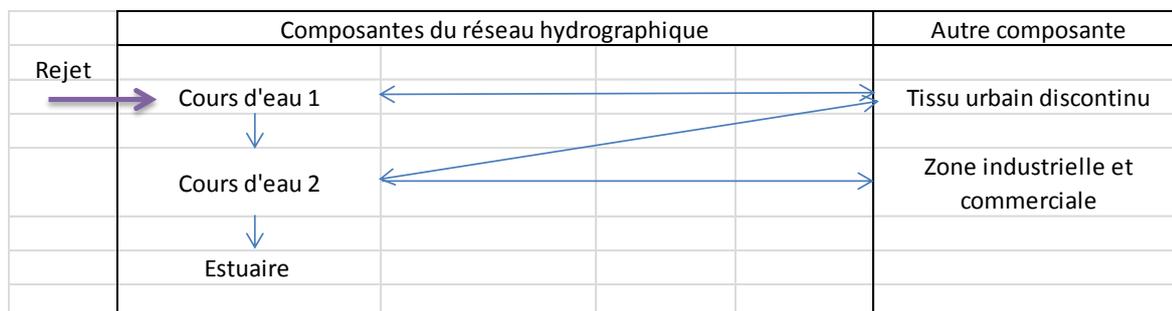


Figure 35: Diagramme de flux d'eau simplifié (flèche violette : indique le milieu dans lequel se fait le rejet ; flèches bleues simples et doubles : indiquent les échanges d'eau entre les composantes du territoire d'étude)

Pour les étapes suivantes, les composantes présentes dans ce diagramme sont celles sur lesquelles l'étude des effets du rejet va être effectuée. Ce sont les composantes susceptibles de subir des impacts suite à une modification du milieu de rejet (le cours d'eau 1 sur le diagramme de la Figure 35).

➤ **Intégration dans la matrice « portrait »**

La matrice portrait correspondante élaborée à l'étape 2 peut ainsi être simplifiée, ne représentant que les composantes impliquées dans les échanges d'eau avec le milieu récepteur (ici le cours d'eau 1), comme le montre la Figure 36. Cette matrice « portrait » ainsi adaptée aux échanges d'eau sera appelée matrice « portrait-eau ». Cette matrice reprend les résultats du diagramme de flux d'eau sur le territoire d'étude, duquel seront conservés les échanges (flèches bleues sur la Figure 36) qui vont dans le même sens des écoulements que le rejet.

Services produits par les différentes composantes du territoire d'étude	Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Sylviculture	Elevage	chasse	cueillette	pêche commerciale	Aquaculture	Pêche	Approvisionnement en eau	Régulation de la qualité de l'eau	Régulation de la qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs		
	Cours d'eau 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Cours d'eau 2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	
Estuaire	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	
Tissu urbain discontinu	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Zones industrielles et commerciales	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
Flux d'eau entre les composantes de l'aire d'étude																															

Figure 36 : Exemple de matrice « portrait-eau » correspondant aux échanges représentés par la Figure 35 (flèches bleues : trajets de l'eau, de l'amont vers l'aval)

Résultat 3.1 : Diagramme des flux d'eau simplifié entre les différentes composantes du territoire d'étude et matrice « portrait - eau » spécifique des entités concernées par les échanges d'eau (restriction de la matrice « portrait » initiale).

## 2 Etape 3.2 : Etude des effets induits par le rejet

Objectif 3.2 : Etudier les effets induits par le rejet : analyse des flux de polluants potentiels entre les différents compartiments qui échangent de l'eau identifiés à l'étape 3

Données d'entrée :

- Liste des polluants concernés par le projet (composition réelle du rejet si le projet est déjà en exploitation ou prévision dans le cadre d'une première étude d'impact),
- comportement des polluants dans les différents compartiments,
- données de qualité de l'eau,
- éventuellement modélisation des phénomènes d'autoépuration dans les masses d'eau.

Méthode : Cette étape consiste à évaluer le cheminement des différents composés du rejet sur le territoire d'étude afin d'identifier les composantes/écosystèmes pouvant subir des effets suite au rejet. Une fois ces composantes identifiées, cette étape va consister à évaluer la possibilité d'effets ou non sur les différents services fournis par ces composantes.

➤ **Identification des caractéristiques du rejet : choix des polluants concernés**

Les caractéristiques du rejet doivent être détaillées en termes de composition, de nature, de quantité, et de variabilité. En fonction de cela, il sera ensuite possible d'évaluer le cheminement du rejet dans les différentes composantes du territoire d'étude par l'intermédiaire de sa concentration.

Les polluants sont véhiculés par un vecteur : l'eau. Avant d'être prélevée par l'homme, l'eau chemine de façon naturelle du cours d'eau de rejet vers un exutoire : soit un autre cours d'eau soit un estuaire, soit un plan d'eau, soit la mer/l'océan. Les écosystèmes traversés par l'eau vont avoir une influence sur sa composition par le biais de nombreux phénomènes plus ou moins complexes. Tout d'abord, vont intervenir les phénomènes de dilution, plus ou moins importants, suivant le rapport des débits et plus ou moins vite (sous-entendu, la dilution va s'effectuer sur une certaine distance en aval du rejet). Viennent ensuite des phénomènes qui ensemble peuvent être regroupés sous le terme d'autoépuration : l'oxydation, la réduction, l'absorption, l'adsorption, la précipitation, le dépôt... Ils se produisent dans l'eau et dans tous les écosystèmes. Ceci implique que le flux de pollution évolue lors de son parcours dans l'écosystème. Il est donc nécessaire de connaître le mieux possible le comportement des composés présents dans l'eau pour évaluer leur devenir et les cibles qu'ils peuvent potentiellement atteindre.

Les polluants vont donc évoluer différemment dans les écosystèmes suivant leur nature. Les polluants biodégradables, autrement dit, les nutriments, vont entrer dans les cycles trophiques des écosystèmes. Les métaux entrent également dans ces cycles mais sont assimilés en très petite quantité. Par ailleurs, certains polluants, dits persistants, vont également être assimilés par les organismes mais ils ne vont pas se dégrader. Ils ne rentrent pas dans les cercles trophiques, ils s'y bio-accumulent.

Pour ces derniers comme pour les métaux, il existe des Normes de Qualité Environnementales (NQE) qui permettent de limiter les impacts aussi bien sur l'homme que sur les écosystèmes. Ces normes sont des concentrations maximales admissibles dans les milieux.

<p>Ainsi, les polluants soumis aux NQE ne sont pas pris en compte dans le périmètre de l'étude du cheminement des polluants dans les écosystèmes et l'évaluation des distances d'effets.</p>
--

Les composés pour lesquels les distances d'effets vont être calculées correspondent aux paramètres physico-chimiques de l'évaluation de l'état écologique définis dans l'arrêté du

25/01/2010 qui sont évalués en termes de concentration. Le Tableau 12 présente ces paramètres ainsi que les limites des classes d'état :

**Tableau 12 : Limites de classes d'état des éléments physico-chimiques généraux pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau (Arrêté du 25/01/2010)**

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène					
Oxygène dissous (mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	8	6	4	3	
Taux de saturation en O <sub>2</sub> dissous (%)	90	70	50	30	
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	3	6	10	25	
Carbone organique dissous (mg C.L <sup>-1</sup> )	5	7	10	15	
Température					
Eaux salmonicoles (°C)	20	21,5	25	28	
Eaux cyprinicoles (°C)	24	25,5	27	28	
Nutriments					
Phosphates (mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,1	0,5	1	2	
Phosphore total (mg P.L <sup>-1</sup> )	0,05	0,2	0,5	1	
Ammonium (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,1	0,5	2	5	
Nitrites (mg NO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	0,1	0,3	0,5	1	
Nitrates (mg NO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	10	50	*	*	
Acidification					
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5	
pH maximum	8,2	9	9,5	10	

**Remarque :** Dans le cas d'une installation déjà en exploitation, il est possible d'être confronté à des paramètres contrôlés (définis dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter) différents de ceux présentés dans le Tableau 12. Dans ce cas, il est nécessaire de conserver, pour l'étude qui va suivre, les paramètres correspondant (en général DCO, DBO<sub>5</sub>, Phosphore total).

Dans le cas d'une nouvelle installation, il sera peut-être pertinent de choisir des paramètres de contrôle en accord avec les paramètres surveillés au niveau des masses d'eau.

➤ **Quantification des effets**

Comme expliqué dans le chapitre 3, les phénomènes d’autoépuration ne seront pas considérés dans ce travail. En première approximation, il est possible de calculer les modifications qu’implique un rejet sur les masses d’eaux réceptrices et avals (voir Figure 37) par calcul de dilution (voir équation 3). Il est important de noter que les calculs qui suivent ne tiennent pas compte de la dégradation du composé dans le milieu, ce qui a pour conséquence de majorer les concentrations et donc les effets. Ces calculs ne tiennent pas non plus compte de la saisonnalité éventuelle des rejets. En cas de saisonnalité, les effets peuvent être calculés de la même façon pour chaque « saison ».

$$C_{M1}' = \frac{C_{M1} \times Q_{M1} + C_R \times Q_R}{Q_{M1}'} \quad \text{Equation 3}$$

Avec :  $Q_{M1}' = Q_{M1} + Q_R$

Où  $Q_R$  représente le débit moyen annuel du rejet et  $C_R$  la concentration moyenne annuelle (ou de la saison considérée) d’un composé X dans le rejet.  $Q_{M1}$  (débit d’étiage  $Q_{MNA5}$  du cours d’eau 1 pour être dans la situation la plus contraignante) et  $Q_{M1}'$  les débits du cours d’eau respectivement avant et après le point de rejet, de même  $C_{M1}$  (concentration moyenne annuelle disponible sur le Système d’Information sur l’Eau) et  $C_{M1}'$  sont les concentrations pour le même composé X respectivement avant et après le point de rejet.

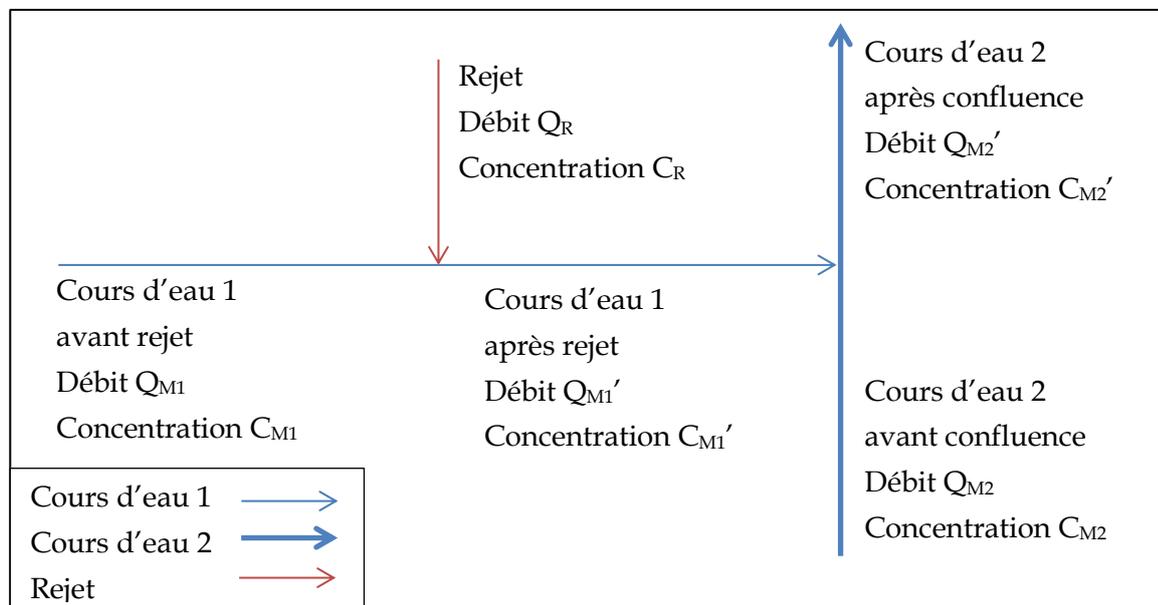


Figure 37 : Exemple de schéma du réseau hydrographique pour le calcul des effets du rejet sur les masses d’eau en aval

De la même manière, le calcul des effets se fait en cascades sur les masses d'eau en aval du cours d'eau récepteur comme décrit dans l'équation 4.

Par exemple, sur le cours d'eau 2 :

$$C_{M2}' = \frac{C_{M2} \times Q_{M2} + C_{M1}' \times Q_{M1}'}{Q_{M2}'} \quad \text{Equation 4}$$

Où  $Q_{M1}'$  représente le débit et  $C_{M1}'$  la concentration d'un composé X dans le cours d'eau 1 après le point de rejet (calculés).  $Q_{M2}$  (débit d'étiage  $Q_{MNA5}$  du cours d'eau 2 pour être dans la situation la plus contraignante) et  $Q_{M2}'$  les débits du cours d'eau 2 respectivement avant et après le point de confluence entre les cours d'eau 1 et 2. De même  $C_{M2}$  (concentration moyenne annuelle disponible sur le Système d'Information sur l'Eau) et  $C_{M2}'$  sont les concentrations pour le même composé X respectivement avant et après le point de confluence entre les cours d'eau 1 et 2.

Remarque : Ces calculs nécessitent de trouver les données correspondantes. Dans le cas où il y aurait beaucoup d'autres rejets entre les points de mesures des données de qualité de l'eau et le point de rejet ou de confluence, il sera pertinent d'utiliser le point de mesure de la qualité situé directement en aval du point de rejet ou de confluence, s'il y en a un, comme point de référence pour le calcul des effets mais également pour les étapes suivantes et la capacité d'acceptation de rejets du milieu.

Autre remarque : Afin d'être plus proche de la réalité, les phénomènes d'autoépuration devraient être intégrés. Pour ce faire, des outils de modélisation existent (voir chapitre 2). Ils comprennent des équations descriptives des phénomènes en jeu, au-delà de la simple dilution, ainsi que des paramètres empiriques permettant de décrire et d'adapter le modèle particulièrement à chaque écosystème. Ces outils permettent de traiter un grand nombre de données et de modéliser ces phénomènes à l'échelle d'un bassin versant. Il serait donc intéressant de les utiliser pour évaluer plus précisément les effets d'un rejet de nutriments dans une masse d'eau à un endroit précis du bassin versant.

Le logiciel le plus utilisé en France est le logiciel PEGASE, sous le contrôle des agences de l'eau qui sont les détentrices des données nécessaires à son fonctionnement. Ce logiciel n'est pas en libre-accès. Cependant, il est possible de demander aux agences de l'eau d'effectuer des simulations de rejet pour en évaluer les effets.

Les résultats aussi bien par calcul de dilution que par modélisation peuvent être représentés dans un tableau comparatif pour les masses d'eau concernées avant et après rejet (exemple Tableau 13).

**Tableau 13 : Exemple de représentation des effets du rejet sur les masses d'eau en aval**

Paramètre	Concentration cours d'eau 1 avant rejet	Concentration cours d'eau 1 après rejet	Concentration cours d'eau 2 avant confluence avec cours d'eau 1	Concentration cours d'eau 2 après confluence avec cours d'eau 1	...
Paramètre A	$C_{M1}(A)$	$C_{M1}'(A)$	$C_{M2}(A)$	$C_{M2}'(A)$	...
Paramètre B	$C_{M1}(B)$	$C_{M1}'(B)$	$C_{M2}(B)$	$C_{M2}'(B)$	...
Paramètre C	$C_{M1}(C)$	$C_{M1}'(C)$	$C_{M2}(C)$	$C_{M2}'(C)$	...
...	...	...	...	...	...

Les données de concentrations moyennes annuelles dans les milieux sont disponibles sur les Systèmes d'Information sur l'eau, elles sont fournies avec un certain nombre de chiffres significatifs dépendant de la précision de la méthode de mesure de la concentration qui varie suivant les paramètres. Par exemple pour un paramètre qui est donné avec une précision à l'échelle de 0.01 mg/L, dans le calcul des  $C_{Mi}'$ , il faudra conserver cette précision. Par exemple si  $C_{M1}=1.02$  mg/L et le calcul de  $C_{M1}'$  donne 1.036, il faudra retenir :  $C_{M1}'= 1.04$  mg/L. Dans ce cas-là,  $C_{M1}' \neq C_{M1}$  donc les effets sur le cours d'eau 1 sont dits « mesurables ». Le Tableau 13 doit être rempli pour les masses d'eau en aval (calcul des  $C_{Mi}'$ ) du rejet jusqu'à ce que les effets du rejet ne soient plus mesurables (c'est-à-dire que  $C_{Mi}'=C_{Mi}$ ). Le dernier milieu pour lequel il y a des effets mesurables constitue la frontière du territoire d'étude.

Cette étape permet entre autres de visualiser la distance du projet à laquelle on mesure des effets dans le milieu par calculs successifs de dilution sur les différentes masses d'eau du réseau hydrographique. Ceci peut amener, entre autre, à revoir les dimensions du territoire d'étude. En effet, si les calculs montrent que les effets se limitent aux abords immédiats, il paraîtra pertinent de réduire le territoire d'étude aux abords de la zone subissant des effets (c'est-à-dire le milieu subissant les effets et les composantes du territoire qui y sont connectés). De même si les effets mesurés vont plus loin que le territoire d'étude défini en premier lieu, la zone d'étude devra être étendue.

Remarque : Pour les données concernant le rejet, suivant la variabilité de débit et de concentration autour de la valeur moyenne annuelle, il pourra être intéressant de calculer les effets sur les masses d'eau en aval avec les valeurs extrêmes (concentrations maximales) du rejet pour évaluer la variabilité des effets en fonction du rejet.

Résultat 3.2 : Tableau des effets du rejet sur les masses d'eau en aval, chemins parcourus par les polluants, c'est-à-dire identification des composantes du réseau hydrographique pouvant subir des effets mesurables, validation ou révision du territoire d'étude (bouclage avec l'étape 1 comme décrit sur la Figure 27).

### **3 Etape 3.3: Identification des dommages potentiels, des cibles et des parties prenantes**

Objectif 3.3 : Identifier les dommages potentiels sur le territoire, les cibles et les parties prenantes

Données d'entrée : Données locales sur le territoire d'étude, ses composantes et leur fonctionnement

Méthode : Dans les étapes précédentes, les flux d'eau et de polluants ainsi que les composantes du territoire d'étude potentiellement atteints par ces derniers ont été identifiés. La modification des milieux peut entraîner des impacts divers (Tableau 14). Ces impacts peuvent provoquer des dommages sur les services produits par les différentes composantes du territoire. La matrice « portrait-eau » établie à l'étape 3 (Figure 36) donne un aperçu des services potentiellement fournis par ces composantes. L'objectif de cette étape est à présent d'identifier les services pouvant potentiellement subir des dommages au sein de ces composantes, ainsi que les cibles qui y sont associées. Les cibles sont les bénéficiaires de ces services.

#### **➤ Identification des services potentiellement dommageables des différentes composantes**

Dans un premier temps, la démarche consiste à identifier les services fournis par les différentes composantes qui peuvent être affectés par les impacts de la modification du milieu. Ces services peuvent subir des dommages de manière directe ou indirecte (causés par un ou plusieurs dommages directs). En matérialisant ces dommages par des flèches, un arbre des conséquences permettant de visualiser le spectre des dommages liés à la modification physicochimique du milieu récepteur peut être construit (Figure 38).

**Tableau 14 : Exemples de causalités effets particuliers – impacts – dommages suite à un effet de modification physicochimique du milieu causé par le rejet d’effluent aqueux dans un cours d’eau (à compléter ou revoir par l’utilisateur en fonction des particularités locales)**

Effets particuliers	Impacts potentiels	Catégories de dommages concernées
Introduction de composés toxiques, modification de température, pH...	Composition du milieu impropre à la survie ou la reproduction des espèces concernées ou contamination et disparition des espèces	Habitat
	Milieu devenu impropre pour l’arrosage des (sylvi)cultures ou susceptible d’entraîner une contamination des espèces cultivées	Culture
		Sylviculture
	Milieu devenu impropre pour le prélèvement d’eau pour abreuver les animaux ou contamination des espèces animales	Elevage
	Milieu devenu impropre pour l’abreuvement de la faune sauvage, perte de fréquentation du site ou contamination de la faune sauvage	Chasse
	Perte d’habitat, contamination et/ou disparition des espèces ou diminution des populations	Pêche commerciale
	Milieu devenu impropre à l’aquaculture	Aquaculture
Concentrations trop élevées pour différents paramètres, composés toxiques...	Eau impropre à être traitée pour l’usage prescrit (eau potable, eau industrielle...)	Approvisionnement en eau
Déséquilibre des nutriments, introduction de composés toxiques et/ou non biodégradables	Modification des processus d’autoépuration	Régulation de la qualité de l’eau
Déséquilibre des nutriments, modification du pH	Modification des processus de captation et relargage des gaz à effet de serre	Climat

Effets particuliers	Impacts potentiels	Catégories de dommages concernées
Introduction de pathogènes, de composés pharmaceutiques chimiques ou de composés toxiques	Modification des processus de régulation des virus, bactéries, etc...	Maladies
Introduction de matières solides	Colmatage	Cycles de l'eau
Introduction de composés toxiques, modification de température, pH...	Perte d'habitat et de biodiversité	Réservoir du vivant
Déséquilibre des nutriments	Modification de la couleur, de la transparence, proliférations d'algues, disparitions de certaines espèces de la faune et de la flore locale	Esthétique
Déséquilibre des nutriments	Modification de la couleur, de la transparence, proliférations d'algues, disparitions de certaines espèces de la faune et de la flore locale	Environnement olfactif
(à étudier au niveau local)	(à étudier au niveau local)	Social
Introduction de composés toxiques, de pathogènes, modification de la couleur, de l'odeur...	Milieu impropre à la baignade ou la pratique de sports locaux	Sport
(à étudier au niveau local)	(à étudier au niveau local)	Tourisme et loisirs
Introduction de composés rémanents dans l'hydrosphère (non biodégradables), de nutriments...	Contamination des nappes phréatiques	Thermalisme et thalassothérapie

Services produits par les différentes composantes du territoire d'étude		Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Sylviculture	Elevage	chasse	cueillette	pêche commerciale	Aquaculture	pêche	Approvisionnement en eau	Qualité de l'eau	Régulation de la qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs	
Rejet entrainant une modification de la qualité du cours d'eau 1	Cours d'eau 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	
	Cours d'eau 2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
	Estuaire	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
	Tissu urbain discontinu	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	Zones industrielles et commerciales	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
	Flux d'eau entre les composantes de l'aire d'étude																														
	Service d'une composante de l'aire d'étude potentiellement impacté																														
	Flux de dommages lié au rejet de l'effluent généré par le cas d'étude																														

Figure 38 : Exemple d'arbre des dommages obtenu

La construction de l'arbre des dommages démarre à partir de l'élément déclencheur : dans l'étude des impacts des rejets d'eaux usées, l'élément déclencheur est la modification du milieu dans lequel l'effluent est rejeté. Cette modification se traduit en termes quantitatifs et qualitatifs (effets évalués à l'étape 3.2). Elle entraîne potentiellement en premier lieu des dommages sur les services fournis par le milieu récepteur et en second lieu sur les services fournis par les autres composantes de la matrice « portrait-eau ».

Les dommages directs liés à la modification de la qualité d'un milieu affectent les services produits par ce milieu et ainsi que le service de régulation de la qualité du ou des milieux directement connectés. Le ou les milieux directement connectés sont les milieux séparés par une seule flèche dans le diagramme des flux d'eau établis à l'étape 3.1. Dans l'exemple de la Figure 35, le seul milieu directement connecté au cours d'eau 1 est le cours d'eau 2. Puis, parmi les services produits par le cours d'eau 1, un certain nombre peut être affecté par un rejet d'eaux usées. Ils doivent être passés au crible pour savoir s'ils peuvent subir des dommages suite au rejet. Cette évaluation passe soit par des avis d'experts, soit par des recherches bibliographiques.

Les dommages directs qui affectent ces services peuvent eux même avoir des conséquences sur d'autres services de la même composante ou d'une autre. On parle alors de dommages indirects.

Dans cette étape il est important de considérer les « barrières » existantes, c'est-à-dire les dispositifs qui, dans tous les cas, permettront de maintenir le service. Et empêchent donc la propagation des dommages.

Par exemple, une installation industrielle qui prélève de l'eau dans le cours d'eau 2 (Figure 35) pour son procédé de fabrication, bénéficie du service « approvisionnement en eau ». Etant donné la qualité actuelle du cours d'eau 2, l'industriel est contraint de traiter cette eau pour l'usage dans son procédé de fabrication. L'industriel bénéficie donc du service « approvisionnement en eau » du cours d'eau 2 et comme il traite l'eau pour son usage, il produit également un service d'« approvisionnement en eau » dont bénéficient ses installations. Si un rejet modifie la qualité du cours d'eau 1, ceci va avoir des effets sur la qualité du cours d'eau 2 et donc le service « qualité de l'eau » du cours d'eau 2 subit des dommages (voir Figure 38). L'industriel peut continuer de prélever son eau dans le cours d'eau 2, donc le service « approvisionnement en eau » du cours d'eau 2 ne subit pas de dommages, mais l'industriel devra potentiellement adapter ses équipements lui permettant de traiter son eau afin de conserver la compatibilité de la qualité de l'eau prélevée avec l'usage dans le procédé de fabrication et ainsi ne pas créer de dommages aux autres services produits par l'installation industrielle. Il y aura donc un dommage sur le service « approvisionnement en eau » produit par l'industriel au bénéfice de ses installations. L'étude de l'ensemble des dommages causés par le rejet initial peut alors être représentée sur un arbre des dommages comme le montre la Figure 38.

➤ **Identification des cibles et des parties prenantes**

Dans un deuxième temps, pour chaque service de chaque composante pouvant subir des dommages, il est alors possible d'identifier les cibles : ces sont les bénéficiaires de ces services. L'identification des cibles se fait sur le terrain, et/ou en concertation avec des experts (bureaux d'étude, DREAL...) et permet de remplir le Tableau 15. Des exemples de couples cibles/services sont donnés dans le Tableau 16.

**Tableau 15 : Outil d'identification des cibles par service potentiellement dommageable par le projet et par composante du territoire (à remplir par l'utilisateur)**

Composantes du territoire	Services pouvant potentiellement subir des dommages	Cibles identifiées
Composante A	Service « x »	Cible « y »
Composante A	...	...
Composante B	...	...

Tableau 16 : Exemples de cibles suivant les services impactés (non exhaustif)

Exemples de services	Exemples de bénéficiaires/cibles
Habitat	Habitants
Culture	Agriculteurs, consommateurs
Elevage	Agriculteurs, consommateurs
Pêche commerciale	Consommateurs
Aquaculture	Consommateurs, aquaculteurs
Réservoir d'eau	Usagers
...	...

Après l'identification des cibles associées aux services écosystémiques impactés, il est important d'identifier les parties prenantes susceptibles de les représenter dans les processus décisionnels. La première étape consiste à identifier au niveau local les acteurs classiquement présents dans les processus décisionnels et qui ont été identifiés dans la partie bibliographique. Le Tableau 17 est un support proposé qui permet d'identifier les parties prenantes et cibles :

- cocher les parties prenantes identifiées (deuxième colonne du tableau),
- identifier au niveau local les cibles qui sont représentées par ces parties prenantes (quatrième colonne), et
- identifier un contact et ses coordonnées dans la dernière colonne.

Tableau 17 : Outil d'identification des parties prenantes (non exhaustif, à remplir et compléter par l'utilisateur)

Nom	Identifié ? (oui= X, non= -)	Définition/rôle	Cibles représentées	Coordonnées
Préfet de département		Représentant de l'état et du gouvernement dans le département. Il doit notamment mettre en œuvre les politiques gouvernementales, en particulier pour le développement et l'aménagement du territoire. Dans les procédures d'autorisation, il est l'autorité qui autorise in fine ou non un projet.		
Préfet de région		Préfet du département dans lequel se situe le chef-lieu de la région. Dans les procédures d'autorisation, il a le rôle d' <b>autorité environnementale</b> et rend un avis en ce sens au préfet de département		
Collectivités territoriales		Représentent les communes dans le cadre des procédures d'autorisation, contrôlent l'urbanisation des territoires (documents d'urbanisme). Peuvent intervenir dans le cadre de la prévention des risques technologiques des installations classées.	Citoyens	
DREAL		Examen des DDAE, assistance de l'autorité environnementale pour la rédaction de l'avis et de l'arrêté d'autorisation		
Préfet coordonnateur de bassin		Préfet de la région ou se trouve le siège du comité de bassin.		
Agence de l'eau		Rôle de financement pour les installations de dépollution des eaux		
ONEMA		Etablissement public français du MEDDE de référence sur la connaissance et la surveillance de l'état des eaux et sur le fonctionnement écologique des milieux aquatiques		

Nom	Identifié ? (oui= X, non= -)	Définition/rôle	Cibles représentées	Coordonnées
CODERST		Conseils qui réunissent « sous la présidence du préfet ou de son représentant des administrations mais aussi des personnes extérieures [...]. Ils concourent à l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi, dans le département, des politiques publiques dans les domaines de la protection de l'environnement, de la gestion durable des ressources naturelles et de la prévention des risques technologiques. » (site <a href="http://installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr">installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr</a> )		
DDT(M)		Elle rend un avis dans le cadre des procédures d'autorisation sur la compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme en vigueur, sur la prise en compte des risques naturels et technologiques et sur les conditions de desserte du site.		
Police de l'eau		Instruit, suit et révisé les dossiers d'autorisation pour les projets soumis à la loi sur l'eau. Contrôle le respect de la réglementation et exerce des sanctions en cas de non-respect. Le pouvoir de police de l'eau est attribué à différents organismes en fonction du cours d'eau.		
Associations de protection de la nature		Objectif de « préservation de la Nature dans ses manifestations minérales, végétales et animales » (loi de 1901)		
Conseil supérieur de la pêche		Etablissement public administratif régional sous tutelle du MEDDE qui contribue au maintien, à l'amélioration et à la mise en valeur du domaine piscicole. Il est chargé de la gestion du réseau Hydrobiologique et piscicole et réalise des études.		

Ensuite, il est nécessaire d'identifier, parmi les cibles listées dans le Tableau 15, les cibles qui sont directement représentées par les parties prenantes identifiées dans le Tableau 17 et celles qui ne le sont pas (respectivement encadrées en bleu et en rouge dans la Figure 39). Pour les cibles qui ne sont pas représentées par ces parties prenantes, une étude de terrain ou la concertation avec la DREAL par exemple permettra d'identifier les parties prenantes associées à ces cibles afin de les inclure dans le processus de décision. Le Tableau 17 devra être complété avec les parties prenantes nouvellement identifiées.

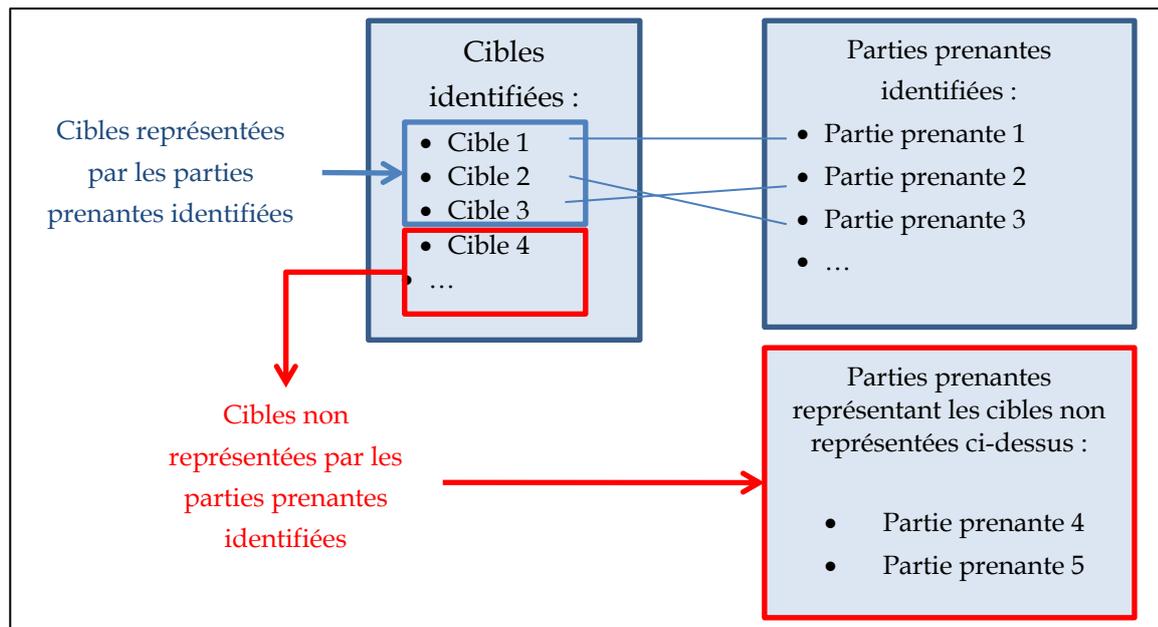


Figure 39 : Identification des parties prenantes en lien avec les cibles identifiées pour le projet

Résultat 3.3 : Un arbre des dommages/conséquences du rejet sur son territoire d'étude et pour chaque composante concernée : les services pouvant subir des dommages, les cibles et leurs parties prenantes.

## **V Etape 4 : Evaluation des besoins des cibles, élaboration de seuils de rejet et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet**

L'atteinte des objectifs de cette étape passe dans un premier temps par l'évaluation des capacités d'acceptation du milieu au vu de son état actuel et des besoins liés aux services fournis par ce milieu. Dans un deuxième temps, cette capacité d'acceptation est comparée à la réglementation en vigueur pour le secteur d'activité du projet (notamment l'arrêté du 02/02/1998 sur les émissions des installations classées, les arrêtés sectoriels, et les niveaux d'émission associés aux MTD définies pour les installations concernées par la Directive européenne sur les Emissions Industrielles). C'est en prenant en compte ces deux points que l'installation pourra à la fois s'intégrer de manière cohérente sur son territoire sans mettre en péril les services fournis par les différents écosystèmes et être en conformité avec l'ensemble des textes réglementaires la concernant.

### **1 Etape 4.1 : Evaluation des besoins des cibles vis-à-vis des milieux récepteurs**

Objectif 4.1 : Identifier les besoins des cibles vis-à-vis du projet et en déduire les capacités d'acceptation du ou des milieux récepteurs

Données d'entrée : Différentes normes relatives aux milieux aquatiques (DCE, arrêté du 25/01/2010, SEQ eau, NQE...), données sur la qualité du milieu récepteur (SIE)

Méthode : L'évaluation des besoins se fait au regard des services potentiellement dommageables et des cibles identifiées. Le Tableau 18 montre les besoins des cibles, bénéficiaires de ces services, vis-à-vis de ceux-ci. Ce tableau présente une liste non exhaustive des services potentiellement dommageables suite à un rejet d'eaux usées dans un cours d'eau. Cependant, de manière générale, le maintien de ces services est lié et soumis au respect des points suivants :

- Un maintien des phénomènes naturels d'autoépuration (composés présents dans l'eau) et d'autorégulation (paramètres physicochimiques, température, pathogènes, virus...) du milieu suffisant pour garantir les différents usages
  - directs de l'eau de l'écosystème :
    - irrigation, abreuvement, aquaculture,
    - eau potable, eau pour l'industrie,
    - eau de baignade,
  - et indirects :
    - le maintien de la capacité d'assimilation de nouveaux effluents par le milieu,
    - la non-contamination des poissons pour l'aquaculture, la pêche commerciale ou de loisirs,
    - le maintien des réserves de biodiversité,
    - la non-perturbation des phénomènes de captation/relargage des gaz à effet de serre ;
- la non-contamination des eaux souterraines.

Hypothèse simplificatrice : Le non-colmatage du milieu, la non-contamination des eaux souterraines et le non-colmatage du milieu concernent les échanges entre eaux de surface et eaux souterraines et ne sont donc pas traités dans cette étude.

Ces conditions relatives au milieu et à sa qualité ont été étudiées et plusieurs normes qui sont ou qui ont été en vigueur en France permettent l'évaluation de la capacité du milieu à répondre aux différents besoins. Ces normes sont les suivantes :

- le bon état des masses d'eau défini par la Directive Cadre sur l'Eau et dont les normes sont fixées en France par l'arrêté du 25/01/2010,
- les Normes de Qualité Environnementale (NQE) pour les substances dangereuses et les substances dangereuses prioritaires, ainsi que les NQE proposées par l'INERIS pour un certain nombre d'autres composés,
- la SEQ eau, qui n'est plus en vigueur mais qui propose pour différentes catégories de vocation du milieu (abreuvement, production d'eau potable, irrigation, loisirs, aquaculture) des normes à respecter pour différents paramètres.

Dans le contexte où trop de masses d'eau en France restent dans un état qui n'est pas « bon » et où est fixé un objectif d'amélioration, il paraît pertinent d'intégrer les valeurs proposées par la SEQ eau dans la réflexion sur les capacités d'acceptation du milieu. Ceci de manière à ne pas surévaluer les capacités d'acceptation du milieu.

**Tableau 18: Exemples de services pouvant être impactés par des rejets d'eaux usées et besoins spécifiques relatifs à ces services (voir chapitre 2)**

<b>Service dommageable par rejet d'effluent dans une masse d'eau</b>	<b>Besoins des cibles vis-à-vis de ces services</b>	<b>Critères d'évitement des dommages existants</b>
Habitat	Nécessité de maintenir un habitat de bonne qualité pour les espèces endémiques	Bon état (DCE)
Pêche commerciale	Qualité de l'eau garantissant l'habitat et la santé de la faune aquatique, ainsi que la non-contamination des consommateurs	Bon état (DCE), SEQ aquaculture
Aquaculture	Qualité de l'eau garantissant l'habitat et la santé de la faune aquatique, ainsi que la non-contamination des consommateurs	SEQ aquaculture, NQE
Pêche	Qualité de l'eau garantissant l'habitat et la santé de la faune aquatique, ainsi que la non-contamination des consommateurs	SEQ aquaculture, NQE
Régulation de la qualité de l'eau	De l'eau en qualité et en quantité nécessaires pour assurer les phénomènes d'autoépuration	Bon état écologique (DCE), NQE
Approvisionnement en eau	Qualité de l'eau pour les différents types d'approvisionnement : eau potable, eau d'irrigation, eau d'abreuvement, eau industrielle, eau pour l'aquaculture	Bon état (DCE), SEQ abreuvement, production d'eau potable, irrigation, aquaculture
Régulation du climat	Lié à « Régulation de la qualité de l'eau », en particulier sur la captation et le relargage de gaz à effet de serre	Bon état (DCE)
Maladies	Nécessité de ne pas répandre des pathogènes, ne pas créer un milieu propice à leur développement	Bon état (DCE)
Cycles de l'eau	Quantité d'eau rejetée, non colmatage de l'écosystème	-
Déchets	Voir « Qualité de l'eau », la qualité du milieu permet l'assimilation et l'épuration des effluents qu'il reçoit	-
Réservoir du vivant	Respect de la biodiversité, d'espèces locales particulières, rares ou protégées	Bon état (DCE), NQE
Esthétique	Liés à la régulation de la qualité de l'eau	Bon état (DCE)
Environnement olfactif		Bon état (DCE)
Social	Suivant enjeux locaux, lié au bon fonctionnement de l'écosystème	Bon état (DCE)
Sport	Qualité de l'eau pour la baignade	Bon état, SEQ loisirs
Tourisme et loisirs	Qualité de l'eau pour la baignade, aspects esthétiques, olfactifs, pêche de loisirs...	Bon état (DCE), SEQ loisirs
Thermalisme et thalassothérapie	Non contamination des eaux souterraines	-

Les valeurs seuils à ne pas dépasser dans chaque milieu (susceptible de subir des effets) suivant les différentes normes liées aux besoins des cibles peuvent être disposées dans un tableau de manière à pouvoir être comparées (voir Tableau 19). Les valeurs les plus discriminantes pour chaque paramètre (cases rouges dans le Tableau 19) sont choisies comme concentrations maximales à ne pas dépasser dans chaque milieu pouvant potentiellement subir des effets (identifiés à l'étape 3.2).

**Tableau 19 : Exemple de tableau pour la détermination des seuils de concentrations admissibles dans un milieu en fonction des besoins des cibles identifiées (les valeurs sont fictives et prises seulement pour l'exemple)**

Paramètre	Concentrations maximales dans le milieu pour la norme 1	Concentrations maximales dans le milieu pour la norme 2	Concentrations maximales dans le milieu pour la norme 3	Concentrations maximales retenues pour le milieu
Paramètre A (mg/L)	0.1	0.5	0.1	0.1
Paramètre B (µg/L)	1	0.8	2	0.8
Paramètre C (mg/L)	20	20	5	5
...	...	...	...	...

En fonction du débit d'étiage du cours d'eau et de sa composition actuelle, il est alors possible de calculer les concentrations admissibles pour un débit de rejet correspondant à celui du projet.

Le calcul du seuil maximal acceptable ( $C_{Aimax}$ ) par le milieu  $i$  (de débit d'étiage  $Q_{iMNAS}$ ) en termes de concentrations pour un paramètre  $X$  en considérant un débit de rejet  $Q_R$  égal à celui du projet s'effectue selon l'équation 5, qui découle directement de l'équation 2 (Chapitre 1) :

$$C_{Aimax}(X) = \frac{Q_{iMNAS} \times (C_{Mimax}(X) - C_{Mi}(X))}{Q_R} \quad \text{Equation 5}$$

Tableau 20 : Détermination des concentrations maximales admissibles dans le milieu  $i$  pour un rejet de débit  $Q_R$

Paramètre	Concentrations maximales retenues pour le milieu $C_{Mimax}$ (dernière colonne du Tableau 19)	Concentrations actuelles dans le milieu $C_{Mi}$ (voir Figure 37) de débit d'étiage $Q_{iMNA5}$ (SIE)	Concentrations maximales admissibles $C_{Aimax}$ dans le milieu pour un rejet de débit $Q_R$
Paramètre A	$C_{Mimax}(A)$	$C_{Mi}(A)$	$C_{Aimax}(A)$
Paramètre B	$C_{Mimax}(B)$	$C_{Mi}(B)$	$C_{Aimax}(B)$
Paramètre C	$C_{Mimax}(C)$	$C_{Mi}(C)$	$C_{Aimax}(C)$
...	...	...	...

Ce tableau doit être réalisé pour les masses d'eau aval susceptibles de subir des effets, identifiées lors de l'étape 3.2.

Résultat 4.1 : Un tableau présentant les valeurs maximales admissibles dans chaque milieu (susceptible de subir des effets) pour un rejet de débit identique à celui du projet d'après les besoins des cibles identifiées à l'étape 3.3.

#### 4 Etape 4.2 : Elaboration de seuils de rejet et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet

Objectif 4.2 : Utiliser les besoins des cibles, et donc les capacités d'acceptation du milieu (étape 4.1), pour élaborer des seuils de rejets ainsi que des rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées.

Données d'entrée : Concentrations maximales admissibles dans le milieu pour un débit égal à celui du projet, ensemble des textes réglementaires en vigueur concernant les émissions du secteur d'activité du projet (ICPE, IED, conclusions sur les Meilleures Techniques Disponibles...).

Méthode : Afin d'établir les concentrations maximales que l'entreprise doit respecter pour que le projet soit à la fois en accord avec les capacités d'acceptation du milieu et avec la réglementation en vigueur, il convient d'identifier les textes de loi auxquels est soumis le projet en matière d'émissions. Une fois l'ensemble des contraintes réglementaires en termes de rejet identifiées, il est nécessaire de les répertorier dans un tableau afin de les comparer

entre elles et avec les capacités d'acceptation du milieu (voir exemple Tableau 21). En fonction des valeurs présentes dans le tableau, les plus contraignantes pour chaque paramètre sont retenues comme concentrations maximales pour le projet (comme le montre le Tableau 21).

Lorsque les concentrations maximales sont obtenues, en fonction de la composition envisagée ou effective des effluents rejetés par le projet, il est alors possible de calculer les rendements minimums pour les filières de traitement à mettre en place (voir Tableau 22).

**Tableau 21 : Exemple de tableau pour la détermination des concentrations maximales à retenir (cases rouges reproduites dans la dernière colonne) pour le projet en fonction des capacités d'acceptation du milieu et de la réglementation en vigueur pour les émissions du projet**

Paramètre	Concentration maximale admissible dans le milieu ( $C_{Aimax}$ ) pour un rejet de débit $Q_R$	Concentration maximale émise texte réglementaire 1	Concentration maximale émise texte réglementaire 2	Concentration maximale émise texte réglementaire 3	Concentrations maximales retenues pour le rejet de débit $Q_R$ du projet $C_{Rmax}$
Paramètre A	0.2	1	0.5	1	0.2
Paramètre B	0.7	0.5	1	0.5	0.5
Paramètre C	8	20	20	10	8
...	...	...	...	...	...

Le calcul du rendement minimum pour chaque composé X pour les filières de traitement des effluents est effectué selon l'équation 6 de la façon suivante :

$$r(X) = 1 - \frac{C_{Rmax}(X)}{C_R(X)} \quad \text{Equation 6}$$

**Tableau 22 : Exemple de calcul des rendements minimums pour les procédés de traitement des eaux usées du projet**

Paramètre	Concentrations maximales retenues $C_{Rmax}$ pour le rejet de débit $Q_R$ du projet	Concentrations attendues dans le rejet (de débit $Q_R$ ) avant traitement $C_R$	Rendements $r$ minimums des filières de traitement à mettre en place (%)
Paramètre A	0.2	50	99,6
Paramètre B	0.5	10	95
Paramètre C	8	15	46,7
...	...	...	...

Ces rendements sont utiles pour le choix et le dimensionnement des techniques de prévention de la pollution, qu'elles soient préventives ou curatives.

Résultat 4.2 : Seuils d'émission proposés et rendements des filières de traitement des eaux usées correspondant à un objectif de bon état des milieux, de maintien des services écosystémiques et au respect de l'ensemble de la réglementation en vigueur.

## VI Synthèse

Le Tableau 23 présente une synthèse de la méthode proposée en faisant un rappel des différentes étapes, de leurs objectifs, des données nécessaires et des résultats obtenus.

De manière générale, cet outil en quatre étapes se base sur des données publiques, aisément accessibles afin d'aboutir à des seuils de rejet pour l'entreprise qui soient en accord avec le territoire et les services écosystémiques rendus. Chaque étape a été détaillée pas à pas afin que cette méthode puisse être utilisée par des personnes sans connaissances particulières.

**Tableau 23 : Tableau de synthèse, enchaînement et déroulement (objectifs, données, résultats) des différentes étapes de la méthode proposée**

Etape	Sous-étapes	Données	Résultat
1. Définition du territoire d'étude	1. Définition du territoire d'étude : définir les limites du système étudié :	Représentation cartographique des environs du lieu d'implantation du projet	Une ou plusieurs cartes avec la délimitation de (ou des) aire(s) d'étude choisie(s)
2. Description et analyse du territoire d'étude	2.1 Identification de l'ensemble des composantes du territoire d'étude	Corine Land Cover, hydrologie souterraine et de surface...	Carte du territoire et de ses composantes hydrographiques et paysagères
	2.2 Identification des services produits par les composantes du territoire d'étude	Données locales sur les services (environnementaux, écologiques, et anthropiques) fournis par les différentes composantes du territoire d'étude	Matrice « portrait » des composantes du territoire et des services qu'elles fournissent

Etape	Sous-étapes	Données	Résultat
3. Evaluation des dommages liés aux impacts du projet sur le territoire	3.1 Analyse des flux d'eau sur le territoire : identifier, évaluer et représenter les échanges d'eau entre les différentes composantes du territoire d'étude	Réseaux hydrographiques, usages de l'eau par masse d'eau (SIE)	Diagramme des flux d'eau entre les différentes composantes du territoire d'étude et matrice « portrait - eau » spécifique des entités concernées par les échanges d'eau (restriction de la matrice « portrait » initiale).
	3.2 Etude des effets induits par le rejet	Liste des polluants concernés par le projet (composition du rejet si le projet est déjà en exploitation), données écotoxicologiques, comportement des polluants dans les différents compartiments, données de qualité de l'eau, éventuellement modélisation des phénomènes d'autoépuration dans les masses d'eau.	Chemins parcourus par les polluants, validation ou révision du territoire d'étude
	3.3 Identification des dommages potentiels, des cibles et des parties prenantes	Données locales sur le territoire d'étude, ses composantes et leur fonctionnement	Un arbre des dommages/conséquences du rejet sur son territoire d'étude et pour chaque composante concernée : les services potentiellement dommageables, leurs bénéficiaires et parties prenantes associées

Etape	Sous-étapes	Données	Résultat
4 Evaluation des besoins des cibles, élaboration de seuils d'émission et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet	4.1 Identifier les besoins des cibles vis-à-vis du projet et en déduire les capacités d'acceptation du ou des milieux récepteurs	Différentes normes relatives aux milieux aquatiques (DCE, arrêté du 25/01/2010, SEQ eau, NQE...), données sur la qualité du milieu récepteur (SIE)	Un tableau présentant les valeurs maximales admissibles dans le milieu pour un rejet de débit identique à celui du projet d'après les besoins des cibles identifiées à l'étape 3.3.
	4.2 Utilisation des besoins des cibles pour l'élaboration de seuils d'émission et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet	Concentrations maximales admissibles dans le milieu pour un débit égal à celui du projet, ensemble des textes réglementaires en vigueur concernant les émissions du secteur d'activité du projet (ICPE, IED...)	Seuils d'émission (moyens) éco-compatibles, et les rendements nécessaires à mettre en place pour la filière de traitement.



## **Chapitre 5**

### **Etude de cas - Entreprise Castel Frères**



# I Introduction

Ce chapitre présente l'application qui a été faite de la méthode proposée. Lors du travail de recherche, l'étude de cas ainsi que de l'articulation et la construction des différentes étapes ont été réalisées conjointement. L'application a été faite en collaboration avec le groupe Castel Frères sur leur site d'embouteillage situé près de Bordeaux.

## 1 Présentation de l'entreprise

Castel Frères est un groupe mondial de l'agroalimentaire spécialiste des métiers du vin, de la bière et boissons gazeuses. Le site de Blanquefort (Gironde), situé à quelques kilomètres de Bordeaux (voir cartes Figure 40, Figure 41 et Figure 42), regroupe le siège social de la société Castel Frères et une usine d'embouteillage de vin. Du fait de son activité et du volume de production, l'usine est une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) d'après plusieurs rubriques. La principale est la rubrique 2251 : « Préparation, conditionnement de vin, la capacité de production étant supérieure à 500 hl/an mais inférieure ou égale à 20 000 hl/an ». En outre, le site relève de l'IED dans la catégorie « industries agro-alimentaires et laitières ».

L'usine reçoit différents types de matières premières :

- les « matières sèches » (bouteilles, cartons, palettes, étiquettes...),
- le vin (déjà filtré ou non).

L'embouteillage du vin nécessite des étapes préparatoires pour le vin et pour les bouteilles (Figure 43) :

- les bouteilles sont rincées ou nettoyées (selon leur provenance),
- le vin arrive sur le site par camion-citerne,
- il est stocké en cuverie (selon si il a été filtré ou non, il part en cuverie « vin fin » ou en cuverie « vin brut »),
- il est ensuite filtré sur des filtres à terre afin d'en retirer les Matières En Suspension (MES),
- après filtration, il part en cuverie « vin fin ».

L'embouteillage du vin se fait ensuite selon plusieurs étapes :

- mise en bouteille du vin (acheminé depuis la cuverie « vin fin »),
- bouchage de la bouteille,
- mise en place de la capsule,
- étiquetage avant et arrière de la bouteille,
- conditionnement des bouteilles dans des cartons,
- mise en palettes.

Les vins qui ne sont pas vendus en bouteille en verre sont conditionnés de plusieurs manières possibles :

- les Bag-in-Box® (le vin est dans un réservoir souple en plastique à l'intérieur d'un carton),
- les bouteilles en plastique,
- les cubis.

## **2 Présentation de la problématique**

Actuellement, le site de Blanquefort rejette ses effluents dans le réseau communal qui les achemine à la station d'épuration Blanquefort-Lille. Cette station d'épuration, rénovée en 2007 offre de très bons rendements du fait de son exutoire en zone naturelle sensible. Le prétraitement de l'entreprise ne permet plus aujourd'hui le respect de la convention de déversement. Les principales raisons à ce problème sont un flux important de matière organique du à la nature de l'activité et à l'augmentation du volume d'activité depuis sa mise en place et la présence de pics d'émissions qui ne sont pas lissés (insuffisance du volume de stockage des effluents). Des aménagements ont été effectués sur le prétraitement existant mais ne permettent pas de résorber le problème.

Ainsi, en 2012, l'entreprise s'interroge sur différentes stratégies concernant la gestion de ses effluents :

- revoir le prétraitement pour poursuivre le rejet en station d'épuration urbaine,
- créer une station d'épuration pour effectuer un rejet en milieu naturel,
- revoir éventuellement le prétraitement pour acheminer les effluents vers la station d'épuration d'une industrie voisine.

Nous nous sommes donc intéressés à la question du rejet en milieu naturel dans le cadre de nos travaux de recherche. L'avantage de cette étude de cas est la connaissance précise des effluents sur ces dernières années du fait du suivi imposé par les réglementations ICPE et IED.

### 3 Objectif de l'étude de cas

L'objectif de cette étude de cas est d'évaluer les impacts d'un rejet des effluents aqueux de l'entreprise Castel Frères dans le cas d'un rejet dans le milieu naturel.

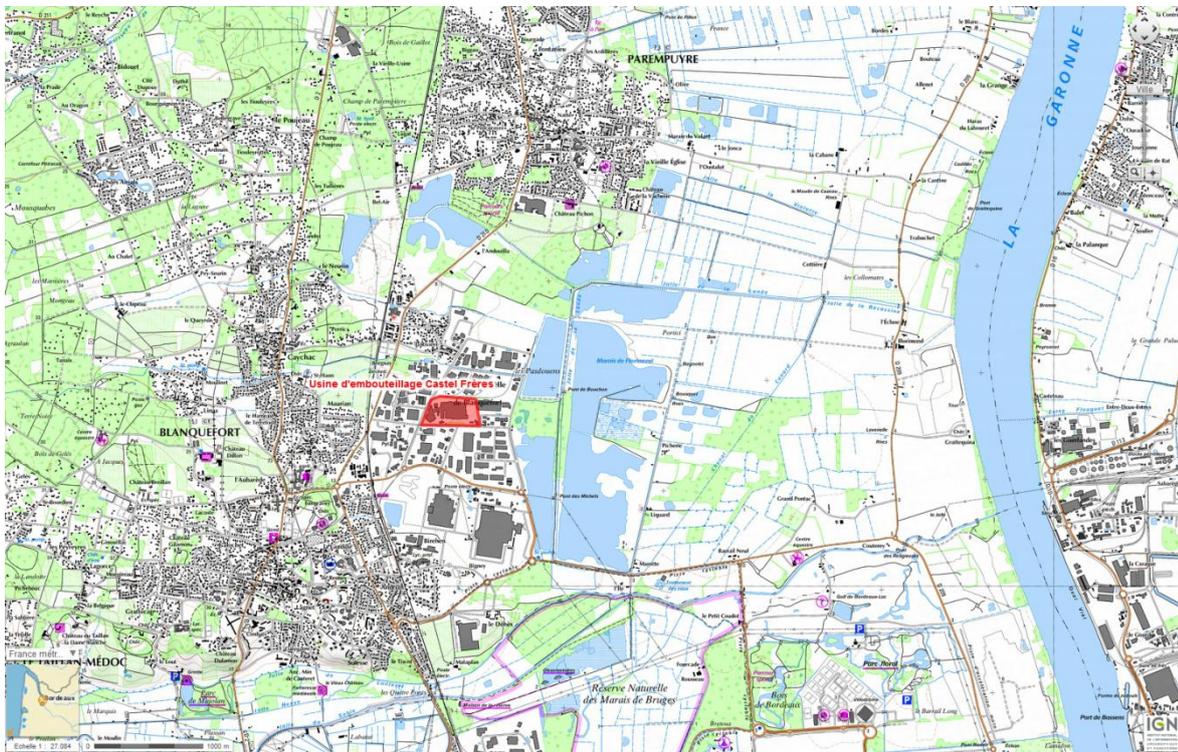


Figure 40 : Carte des environs immédiats de l'entreprise Castel Frères (IGN 2015)



Figure 41 : Photographies aériennes des environs immédiats de l'entreprise Castel Frères (IGN 2015)

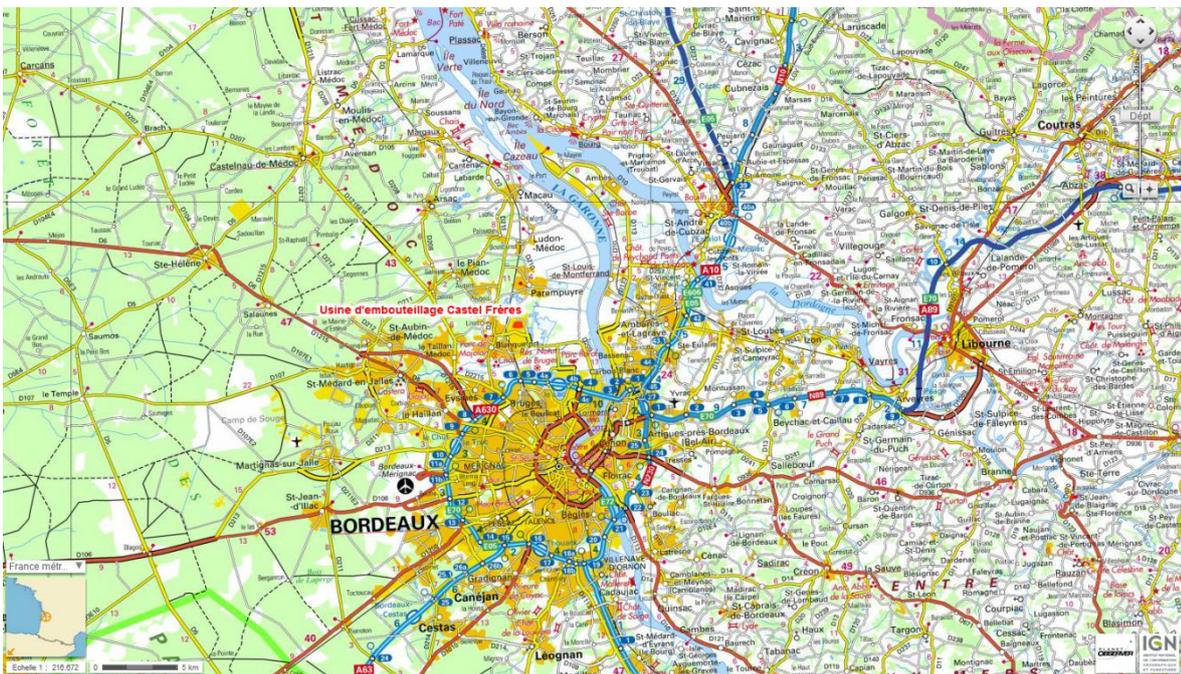


Figure 42 : Carte IGN situant l'entreprise Castel Frères dans la métropole de Bordeaux (IGN 2015)

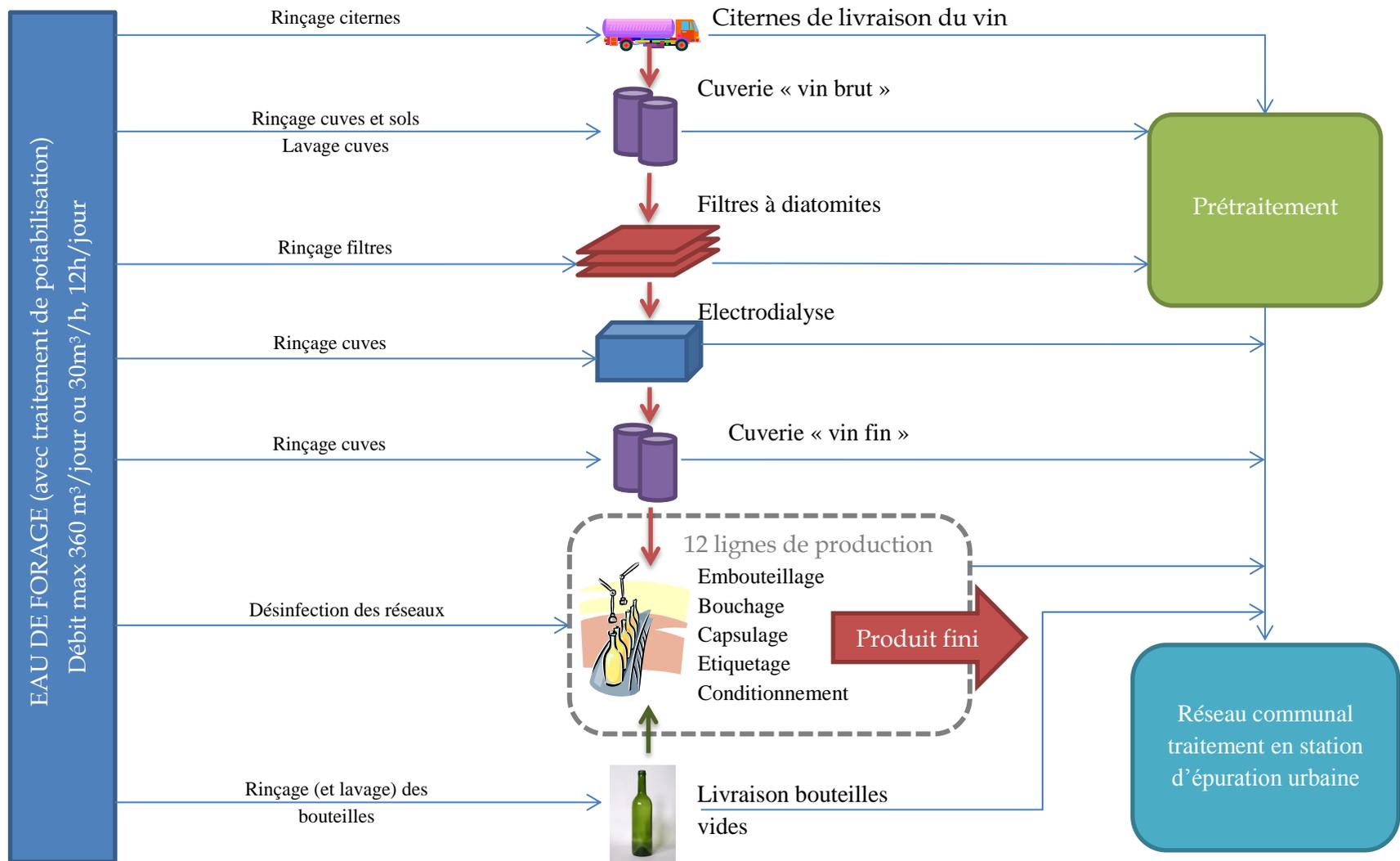


Figure 43 : Principe du procédé de production de l'usine d'embouteillage Castel Frères, usage et devenir de l'eau du site de Blanquefort

## II Etape 1 : Définition du territoire d'étude

La première étape de la méthode consiste à définir le territoire d'étude autour de l'entreprise susceptible de subir des impacts des effluents aqueux émis par celle-ci.

Les impacts des rejets aqueux sont portés par le vecteur de l'eau, c'est-à-dire par le réseau hydrographique dont fait partie le milieu récepteur : la Jalle de Blanquefort.

La carte de la Figure 40 montre le réseau hydrographique de la zone d'étude avec un axe principal, le fleuve de la Garonne et un réseau secondaire dont fait partie le cours d'eau dans lequel le rejet est prévu pour le projet : la Jalle de Blanquefort, au sud du site.

Nous avons défini un territoire d'étude préliminaire sur la Figure 44 en tenant compte de la direction de l'eau sur le bassin versant (vers la rivière puis vers l'estuaire). Ainsi, le territoire d'étude entoure le site d'implantation puis s'étend sur une dizaine de kilomètres le long du réseau hydrographique et sur un à deux kilomètres de part et d'autres des rives des cours d'eau de la Jalle et de la Garonne.

Le territoire d'étude défini sur la Figure 44 sera utilisé pour les étapes 2 (2.1 et 2.2), 3.1 et 3.2. Il pourra être révisé en fonction des résultats de l'étape 3.2.

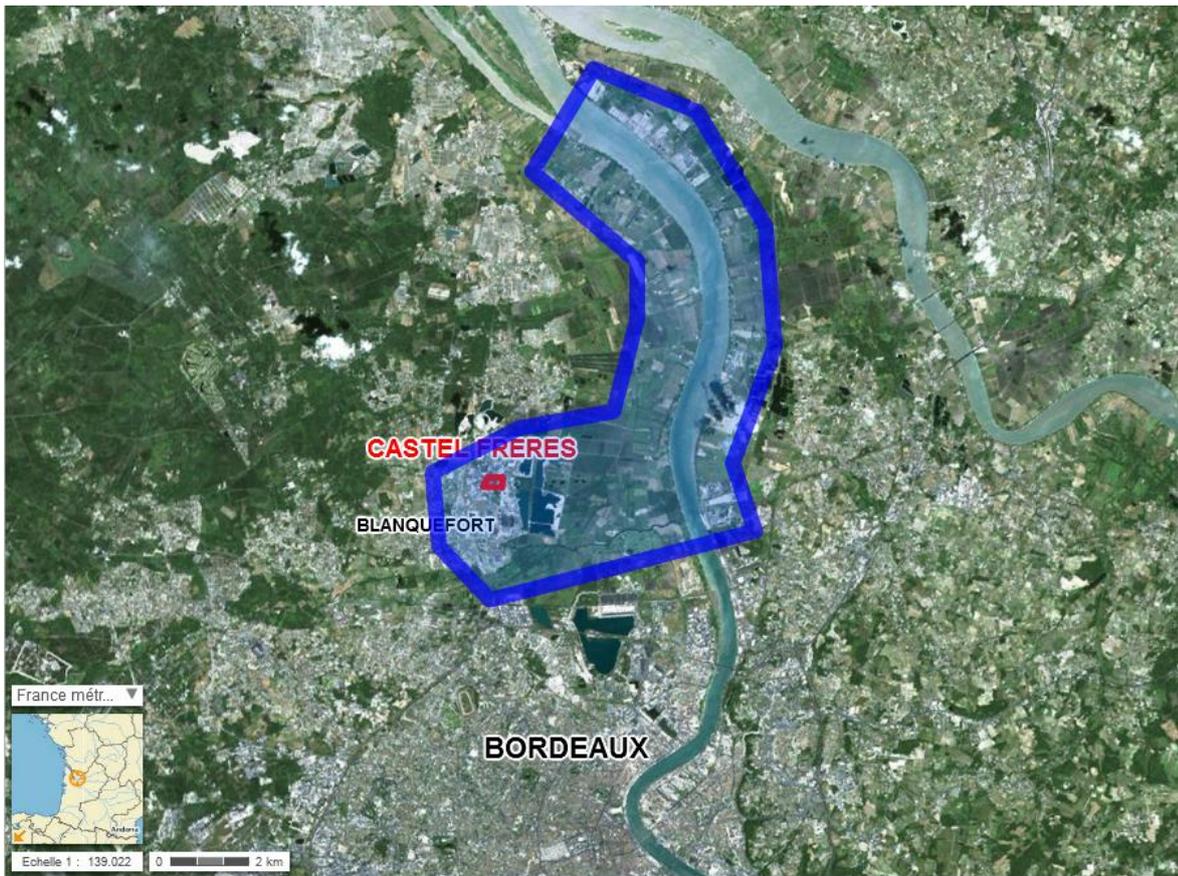


Figure 44: Territoire d'étude préliminaire (en bleu) (IGN 2015)

### **III Etape 2 : Description et analyse du territoire d'étude**

Comme défini dans le chapitre 4, l'étape 2 consiste à analyser le territoire d'étude défini dans l'étape 1 du point de vue de sa composition (étape 2.1) et des services écosystémiques produits par ses composantes (étape 2.2).

#### **1 Etape 2.1 : Identification de l'ensemble des composantes du territoire d'étude**

Le territoire d'étude est analysé selon une étude cartographique. Visuellement, les photographies aériennes (Figure 41 et Figure 45) montrent un paysage essentiellement agricole avec quelques zones urbaines et industrielles au niveau de Blanquefort et de la rive droite du fleuve. Plusieurs plans d'eau se trouvent proches du site. Le réseau hydrographique de surface apparaît avec le fleuve, La Garonne, qui constitue l'axe hydrographique principal sur la carte (voir Figure 40). Le réseau hydrographique secondaire relativement dense est moins visible sur les images aériennes, notamment la Jalle de Blanquefort qui est destinée à recevoir les effluents du site. L'outil de visualisation Géoportail (IGN 2015) permet cependant de faire apparaître ce réseau secondaire, comme le montre la Figure 45.

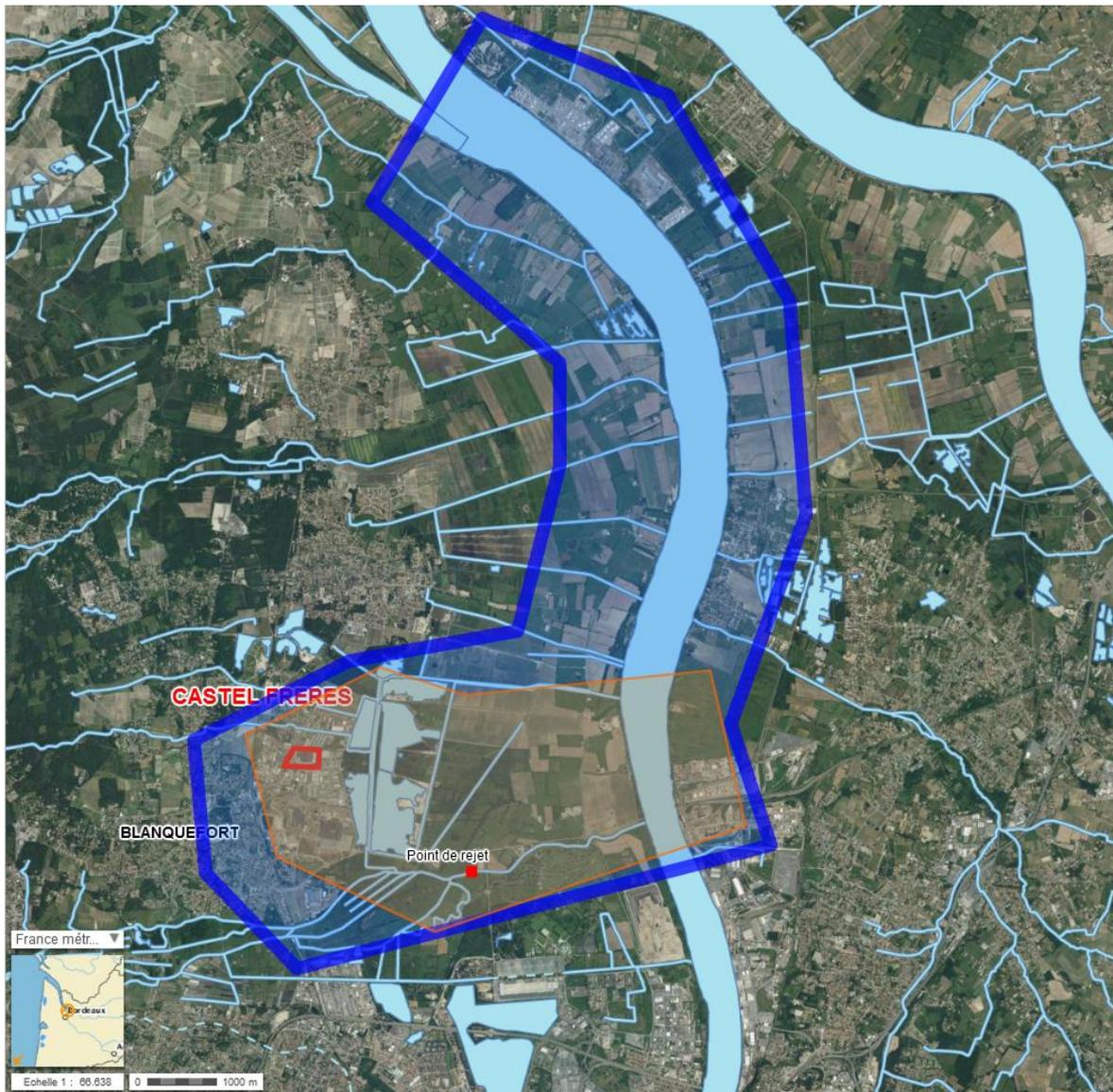


Figure 45: Réseau hydrographique sur le territoire d'étude (IGN 2015)

Afin de connaître plus précisément les écosystèmes et de manière générale les composantes du territoire, la zone d'étude est visualisée sur une carte représentant les unités paysagères de Corine Land Cover (cartographie de 2006) et l'hydrologie de surface comme le montre la Figure 46.

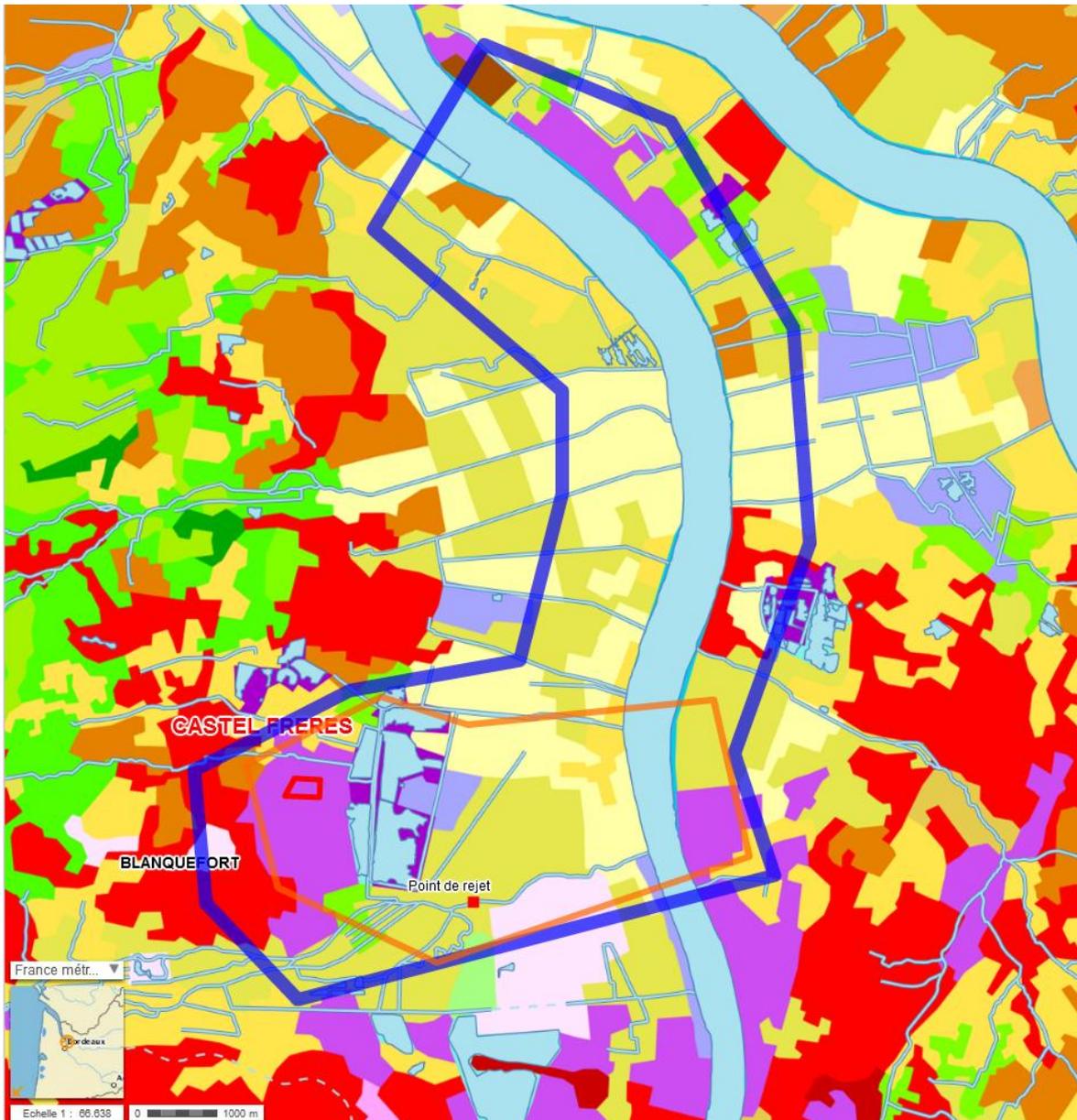


Figure 46: Couverture Corine Land Cover 2006 et hydrologie de surface sur le territoire d'étude (Légende : voir Tableau 11) (IGN 2015)

Tableau 24: Nomenclature et légende de la représentation cartographique Corine Land Cover (Bossard, Feranec & Otahel 2000)

<b>Unités paysagères de Corine Land Cover</b>	
<b>1 Territoires artificialisés</b>	
<b>11 Zones urbanisées</b>	
	111 Tissu urbain continu
	112 Tissu urbain discontinu
<b>12 Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication</b>	
	121 Zones industrielles et commerciales
	122 Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
	123 Zones portuaires
	124 Aéroports
<b>13 Mines, décharges et chantiers</b>	
	131 Extraction de matériaux
	132 Décharges
	133 Chantiers
<b>14 Espaces verts artificialisés, non agricoles</b>	
	141 Espaces verts urbains
	142 Equipements sportifs et de loisirs
<b>2 Territoires agricoles</b>	
<b>21 Terres arables</b>	
	211 Terres arables hors périmètres d'irrigation
	212 Périmètres irrigués en permanence
	213 Rizières
<b>22 Cultures permanentes</b>	
	221 Vignobles
	222 Vergers et petits fruits
	223 Oliveraies
<b>23 Prairies</b>	
	231 Prairies
<b>24 Zones agricoles hétérogènes</b>	
	241 Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
	242 Systèmes culturaux et parcellaires complexes
	243 Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
	244 Territoires agro-forestiers
<b>3 Forêts et milieux semi-naturels</b>	
<b>31 Forêts</b>	
	311 Forêts de feuillus
	312 Forêts de conifères
	313 Forêts mélangées
<b>32 Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée</b>	
	321 Pelouses et pâturages naturels
	322 Landes et broussailles
	323 Végétation sclérophylle
	324 Forêt et végétation arbustive en mutation
<b>33 Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation</b>	
	331 Plages, dunes et sable
	332 Roches nues
	333 Végétation clairsemée
	334 Zones incendiées
	335 Glaciers et neiges éternelles
<b>4 Zones humides</b>	
<b>41 Zones humides intérieures</b>	
	411 Marais intérieurs
	412 Tourbières
<b>42 Zones humides maritimes</b>	
	421 Marais maritimes
	422 Marais salants
	423 Zones intertidales
<b>5 Surfaces en eau</b>	
<b>51 Eaux continentales</b>	
	511 Cours et voies d'eau
	512 Plans d'eau
<b>52 Eaux maritimes</b>	
	521 Lagunes littorales
	522 Estuaires
	523 Mers et océans

La légende de la représentation Corine Land Cover (2006) indique que le territoire d'étude (en bleu) contient les types d'unités paysagères décrites dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Composantes du territoire d'étude autour de l'entreprise Castel Frères

Type d'unité paysagère	Nombre de composantes distinctes de ce type sur la zone d'étude	Proposition d'identification
Zones industrielles et commerciales	3	Zone industrielle et commerciale de Blanquefort Zone industrielle et commerciale d'Ambès Zone industrielle et commerciale d'Ambarès et Lagrave
Extraction de matériaux	2	Carrière de Blanquefort Carrière d'Ambarès et Lagrave
Décharge	1	Décharge d'Ambès
Marais intérieur	2	Marais intérieur attenant à la carrière de Blanquefort Marais intérieur longeant la Garonne à Blanquefort
Forêts de feuillus	7	Forêts de feuillus de Blanquefort (3) Forêts de feuillus d'Ambès (4)
Plans d'eau	3	
Prairies	Multiples	
Terres arables non irriguées	Multiples	
Equipements sportifs	1	Golf Blue Green
Tissu urbain discontinu	2	Blanquefort Ambarès et Lagrave
Vignobles	2	
Systèmes cultureux et parcellaires complexes	Multiples	
Landes et broussailles	Multiples	
Cours et voies d'eau	Multiples	
Estuaires	1	Estuaire fluvial Garonne Aval

Les éléments de l'hydrologie de surface ne sont ni décrits ni nommés. Etant donné qu'il s'agit du vecteur qui va véhiculer les impacts liés au rejet, il est pertinent d'obtenir toutes les informations possibles sur ce point à ce stade de l'étude. Ces données sont disponibles sur le Système d'Information sur l'Eau du bassin Adour Garonne (Eaufrance 2015)(Eaufrance 2015)(Eaufrance 2015)(Eaufrance 2015)(Eaufrance 2015)(Eaufrance 2015)(Eaufrance, 2015).

Les éléments de l'hydrologie de surface identifiés sont présentés dans le Tableau 26.

**Tableau 26 : Eléments d'hydrologie de surface du territoire d'étude (Eaufrance 2015)**

Nom	Nom de la masse d'eau	Identifiant et lien vers fiche descriptive
La Jalle de Blanquefort	La Jalle de Blanquefort du confluent du Bibey à la Gironde	FRFR51 <a href="http://adour-garonne.eaufrance.fr/massedeau/FRFR51">http://adour-garonne.eaufrance.fr/massedeau/FRFR51</a>
La Garonne	Estuaire Fluvial Garonne Aval	FRFT34 <a href="http://adour-garonne.eaufrance.fr/massedeau/FRFT34">http://adour-garonne.eaufrance.fr/massedeau/FRFT34</a>
Marais, lacs	Non codifiés par le SIE	Non codifiés par le SIE

Il existe plusieurs masses d'eau souterraines au droit de la zone d'étude. Pour des raisons pratiques, nous n'avons conservé que la nappe libre supérieure (les autres sont des nappes captives). Il s'agit de la nappe libre « Alluvions de la Garonne aval » (FRFG062, <http://adour-garonne.eaufrance.fr/massedeau/FRFG062>) (Eaufrance 2015).

Selon l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), le territoire d'étude compte notamment les cinq zones protégées suivantes autour de la Jalle de Blanquefort :

- la réserve naturelle Marais de Bruges,
- le site d'intérêt communautaire Marais de Bruges, Blanquefort et Parampuyre (Natura 2000, Directive Habitat),
- la zone spéciale de conservation Marais de Bruges (Natura 2000, Directive Oiseaux),
- une ZNIEFF de type I,
- une ZNIEFF de type II.

Les sites Natura 2000 répertoriés à l'Inventaire National du Patrimoine Naturel sont représentés sur la Figure 47.



Figure 47 : Zones Natura 2000 à proximité du site de Blanquefort de l'entreprise Castel Frères (INPN, 2014)

Le territoire d'étude est intrinsèquement lié au réseau hydrographique de surface avec deux axes : le cours d'eau de rejet (La Jalle de Blanquefort) et le fleuve dans lequel il se jette (La Garonne). Ces deux axes ont des caractéristiques très différentes. Le premier, La Jalle, est un cours d'eau à faible débit avec un étiage assez marqué. Riche en biodiversité, il est classé Natura 2000 en aval du point de rejet. La Garonne, classée Natura 2000 sur le territoire d'étude, est un grand fleuve, beaucoup moins soumis aux périodes d'étiage et réceptacle des eaux usées d'une grande partie de la Communauté Urbaine de Bordeaux.

Le territoire d'étude est assez hétérogène, très agricole sur la partie nord, en particulier sur la rive gauche de la Garonne. Il est plus diversifié sur la rive droite et au sud avec notamment la présence de zones industrielles et urbaines.

## 2 Etape 2.2 : Identification des services produits par les composantes du territoire d'étude

Dans la colonne de gauche de la matrice des services (Chapitre 4), seules les composantes présentes sur le territoire d'étude (identifiées à l'étape 2.1, Tableau 25) sont conservées.

Les composantes qui sont homogènes sur le territoire de même nature ou avec des enjeux similaires) sont regroupées. Ainsi, dans la colonne de gauche de notre matrice portrait (Figure 48), seuls les cours d'eau restent dissociés, les autres composantes sont regroupées sous le nom du type d'unité paysagère correspondant.

Afin de réaliser la matrice portrait du territoire d'étude, chaque composante identifiée est représentée dans la colonne de gauche de la Figure 48 puis passée au crible pour tous les services afin d'identifier ceux qui sont réellement produits localement afin d'élaborer la matrice portrait du territoire d'étude présentée dans la Figure 48. La matrice est remplie selon une échelle binaire (0 ou 1) suivant si le service est produit ou non par chaque composante.

Services produits par les différentes composantes du territoire d'étude	Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Sylviculture	Elevage	chasse	cueillette	Pêche commerciale	Aquaculture	Pêche	Approvisionnement en eau	Régulation de la qualité de l'eau	Régulation de la qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs
Tissu urbain discontinu	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	
Zones industrielles et commerciales	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	
Extraction de matériaux	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
Equipements sportifs et de loisirs (golf)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	
Terres arables hors périmètre d'irrigation	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	
Vignobles	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	
Prairies	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	
Forêts de feuillus	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Landes et broussailles	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	
Marais intérieurs	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	
Cours et voies d'eau "La Jalle"	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	
Plan d'eau	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	
Estuaires fluvial "Garonne aval"	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	

Figure 48 : Matrice portrait des services écosystémiques potentiels sur le territoire d'étude

Le remplissage de cette matrice s'est fait au regard de la matrice proposée par Burkhard et al (2009) présentée dans le chapitre 3. La Figure 49 présente une version réduite de cette matrice. Elle se limite aux unités paysagères correspondant aux composantes du territoire

d'étude. La Figure 49 permet en effet un aperçu des services écosystémiques potentiellement présents sur le territoire d'étude.

Capacité de l'unité paysagère à fournir des biens et des services	Services supports										Services de régulation										Services culturels															
	Hétérogénéité abiotique	Biodiversité	Flux d'eau biotiques	Efficacité métabolique	Capture d'exergie (radiation)	Reduction of nutrient loss	Capacité de stockage	Services d'approvisionnement	Cultures	Bétail	Fourrage	Pêche commerciale	Aquaculture	Aliments sauvages	Bois (construction)	Bois (chauffage)	Energie	Composés biochimiques/médicinaux	Eau douce	Régulation du climat local	Régulation du climat global	Régulation des inondations	Recharge des eaux souterraines	Régulation de la qualité de l'air	Régulation de l'érosion	Régulation des nutriments	Régulation de la qualité de l'eau	Pollinisation	Services culturels	Récréation et valeur esthétique	Valeur intrinsèque de la biodiversité					
Tissu urbain discontinu	7	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zones industrielles et commerciales	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extraction de matériaux	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipements sportifs et de loisirs	16	2	2	2	1	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Terres arables hors périmètre d'irrigati	22	3	2	3	4	5	1	4	21	5	5	5	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vignobles	14	3	2	3	1	3	0	2	5	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prairies	24	2	2	4	5	5	2	4	10	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	8	1	1	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Systèmes culturaux et parcellaires com	20	4	3	3	2	4	1	3	9	4	0	3	0	0	0	0	0	2	0	5	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forêts de feuillus	31	3	4	5	4	5	5	5	21	0	0	1	0	0	5	5	5	0	5	0	39	5	4	3	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Landes et broussailles	30	3	4	4	5	4	5	5	10	0	2	0	0	0	1	0	2	5	0	20	4	3	2	2	0	0	3	4	2	8	4	4	4	4	4	
Marais intérieurs	25	3	2	4	4	4	3	5	7	0	2	5	0	0	0	0	0	0	14	2	2	4	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cours et voies d'eau	18	4	4	0	3	3	3	1	12	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	10	1	0	2	1	0	0	3	3	0	10	5	5	5	5	5	
Plans d'eau	23	4	4	0	4	4	3	4	12	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	7	2	1	1	2	0	0	1	0	0	9	5	5	5	5	5	
Estuaires	21	3	3	0	5	5	3	2	17	0	0	0	5	5	4	0	0	3	0	9	0	0	3	0	0	0	3	3	0	7	4	4	4	4	4	

Figure 49 : Extrait de la Matrice de Burkhard et al. (2009) correspondant aux types d'unités paysagères présents sur le territoire d'étude

Comme le montre la Figure 48, l'aspect particulièrement composite du territoire d'étude a pour conséquence directe que tous les types de services sont produits sur le territoire d'étude.

## **IV Etape 3 : Evaluation des dommages potentiels liés aux impacts du projet sur le territoire**

L'étape 3 (voir Chapitre 4) consiste à évaluer les dommages potentiellement causés par le rejet des eaux usées de l'entreprise Castel Frères (site de Blanquefort) sur son territoire. Cette étape se déroule en trois points. En premier lieu, les flux d'eau sont analysés sur le territoire d'étude et représentés sous forme d'un diagramme de flux (étape 3.1). Les composantes du territoire d'étude susceptible de subir des effets sont ensuite identifiées (étape 3.2). Enfin, dommages potentiels ainsi que les cibles et parties prenantes associées sont identifiés (étape 3.3) à partir d'un arbre des dommages élaboré à partir de la matrice portrait.

### **1 Etape 3.1 : Analyse des flux d'eau sur le territoire**

L'objectif de cette étape est de représenter les flux d'eau sur le territoire d'étude sous la forme d'un diagramme de flux. La réalisation de ce diagramme repose sur des données de prélèvements et de rejets provenant du site internet du SIE Adour Garonne, comme le montre la Figure 50.

L'outil cartographique du SIE Adour Garonne permet de visualiser les pressions domestiques, industrielles et agricoles, il est ainsi possible de visualiser sur la carte les points de prélèvement et de rejet pour ces trois types d'usages. Leur localisation permet de les attribuer aux différentes masses d'eau, plus de détails sont également disponibles en sélectionnant l'outil « information » et en cliquant sur le point de rejet. Ceci permet notamment de vérifier si les prélèvements/rejets se font en eaux de surface ou en eaux souterraines.



Figure 50: Pressions agricoles, domestiques et industrielles sur la zone du territoire d'étude (Eaufrance 2015)

Les hypothèses formulées pour compléter le diagramme sont les suivantes :

- les masses d'eau stagnantes (marais, plan d'eau) sont reliées aux cours d'eau par le biais des eaux souterraines,
- l'équipement sportif et de loisirs (golf), ainsi que les vignobles et les zones boisées sont en partie approvisionnés en eau par le sol (eaux souterraines).

L'ensemble de ces données permet de déterminer les échanges qui existent entre les différents types d'unité paysagères et les différentes composantes du réseau hydrographique ayant été listés à l'étape 2.1. Ces échanges ont été représentés sur un diagramme de flux d'eau. Bien que pour la suite de l'étude, les échanges avec les eaux souterraines ne soient pas pris en compte (voir chapitre 4), ils sont représentés dans le diagramme de flux dans un premier temps.

La Figure 51 représente ainsi le diagramme des flux d'eau entre les différents éléments sur le territoire.

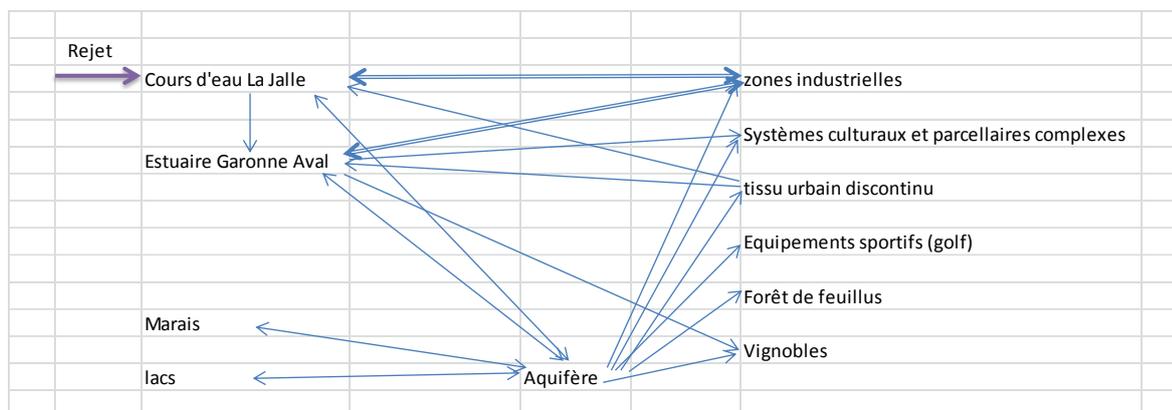


Figure 51 : Diagramme des flux d'eau sur le territoire d'étude

En application de notre hypothèse simplificatrice, les relations avec l'aquifère sont mises de côté, seules les relations entre la Jalle et la Garonne d'une part et les systèmes culturaux parcellaires complexes, les tissus urbains discontinus, les zones industrielles et les vignobles d'autre part subsistent (voir Figure 52).

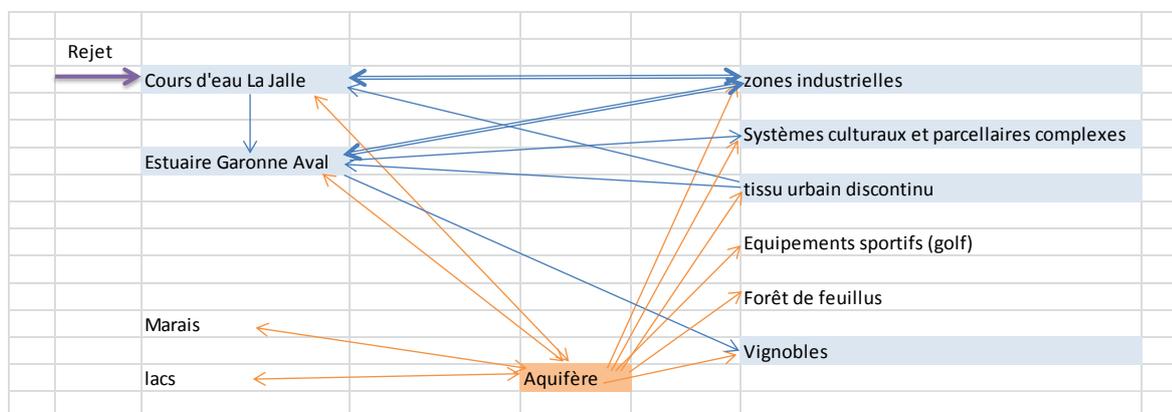


Figure 52: Diagramme des flux d'eau de surface (en bleu) et souterraines (en orange) sur l'aire d'étude. Identification (en grisé) des entités reliées par des échanges avec les eaux de surface

Ainsi, en reprenant le diagramme établi précédemment, il est possible d'en exclure les échanges impliquant les eaux souterraines. Finalement, la Figure 53 présente un diagramme simplifié sur l'aire d'étude, des échanges liés aux eaux de surface entre les différentes composantes du territoire d'étude.

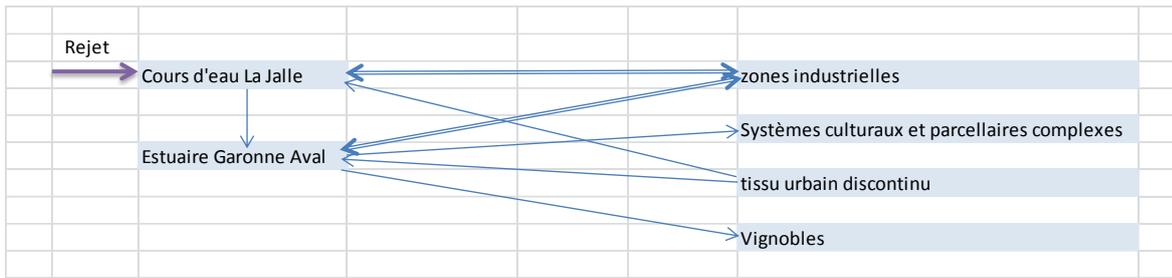


Figure 53: Diagramme simplifié des flux d'eau sur l'aire d'étude

Pour l'évaluation des dommages, nous ne conservons que les composantes en aval du projet (voir chapitre 4), c'est-à-dire les composantes représentées sur la Figure 53, excepté les tissus urbains discontinus. Les composantes retenues au final sont alors sélectionnées et les flux vers l'aval du projet sont représentés dans la matrice « portrait-eau », sur la Figure 54.

Services potentiellement produits par les différentes composantes de l'aire d'étude																													
	Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Sylviculture	Elevage	chasse	cueillette	Pêche commerciale	Aquaculture	Pêche	Approvisionnement en eau	Qualité de l'eau	Qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs
Rejet entrainant une modification de la qualité du cours d'eau "La Jalle"																													
Cours d'eau "La Jalle"	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Estuaire "Garonne Aval"	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Vignobles	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Zones industrielles et commerciales	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Flux d'eau entre les composantes de l'aire d'étude	→																												

Figure 54 : Matrice « portrait - eau » du territoire d'étude

Cette matrice montre que même en restreignant les composantes du territoire, la quasi-totalité des services sont présents dans cette matrice.

## 2 Etape 3.2 : Etude des effets induits par le rejet

Dans le cadre de la réglementation ICPE et IED, l'entreprise Castel Frères est soumise pour son site de Blanquefort à la surveillance de ses effluents (voir Tableau 28). Les

effluents d'origine viticole émis par l'entreprise sont essentiellement organiques. Une synthèse des émissions pour l'année 2011 est représentée dans le Tableau 27.

Tableau 27 : Flux des émissions de l'entreprise pour l'année 2011 (Source : Castel Frères)

<b>CASTEL: BILAN ANALYSES 2011</b>																
Jour	Débit (m <sup>3</sup> /j)	MES Conc.° (mg/l)	DCO Conc.° (mg/l)	DBO5 Conc.° (mg/l)	DBO5 Flux (Kg/j)	Graisses Conc.° (mg/l)	Pt Conc.° (mg/l)	NKT Conc.° (mg/l)	As Conc.° (mg/l)	Cu Conc.° (mg/l)	Ht Conc.° (mg/l)	Indice Phénol Conc.° (mg/l)	Pb Conc.° (mg/l)	Zn Conc.° (mg/l)	AOX Conc.° (mg/l)	
24/01/2011 Contrôle inopiné	338,24	300	3530	1600	541	62	7,14	22,6	<0,01		0,93	<10			0,4	
03/02/2011	277	189	4120	3220	892											
10/02/2011	358	165	3750													
17/02/2011	446	379	2370	1290	575				<5		0,65				0,253	
03/03/2011	262	295	1960	1000	262											
28/04/2011	320	185	2230	1440	461											
26/05/2011	412	212	3230													
09/06/2011	332	240	2210													
11/08/2011	92	126	6410													
18/08/2011	138	57	4640													
24/08/2011	134	60	4270	2580	346											
08/09/2011	158	53	3800													
14/09/2011	272	66	6620	2780	756		15,2	17,9	<5	0,075		0,014	<5	0,264		
29/09/2011	291	280	2940													
13/10/2011	266	69	2430	1570	418											
26/10/2011		144	3670													
09/11/2011		79	4430													
<b>moyenne</b>	<b>273</b>	<b>171</b>	<b>3683</b>	<b>1935</b>	<b>531</b>	<b>62</b>	<b>11</b>	<b>20</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	

Les paramètres ayant subi un contrôle durant l'année 2011 (Tableau 27) sont donc les suivants :

- le débit,
- les matières en suspension (MES),
- la demande chimique en oxygène (DCO),
- la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO<sub>5</sub>).
- le phosphore total (Pt),
- l'azote Kjeldhal (NKJ),
- l'arsenic (As),
- le cuivre (Cu)
- les hydrocarbures totaux (Ht),
- l'indice phénol,
- le plomb (Pb),
- le zinc (Zn),
- les composés organiques halogénés (AOX).

**Tableau 28 : Paramètres de contrôle et suivi définis par l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter de la société Castel Frères pour son site de Blanquefort**

	Instantané Maximum	Horaire maximum	Journalier moyen annuel	Journalier maximum	Surveillance
Unité	L/s	m3/h	m3/d	m3/d	
Débit	35	100	550	800	Mesure en continu avec enregistrement

Paramètres	Valeurs limites	Surveillance
Température max (°C)	30	
pH min	5,5	Continu avec enregistrement
pHmax	8,5	
Modification de couleur max (échelle Pt)	200	

Paramètre	Concentration (mg/L)		Flux			Surveillance
	max instantanée	moyenne annuelle	Horaire maximum (kg/h)	Journalier moyen (kg/d)	Journalier maximum (kg/d)	
MES		80		44	100	Hebdomadaire (NF EN 872)
DBO <sub>5</sub> (effluent non décanté)		400	40	220	370	Mensuelle (NFT 90 103)
DCO		700	80	385	720	Hebdomadaire (NFT 90 101)
Azote Kjeldahl (NTK)	50	15				Trimestriel (NFT 90 110)
Phosphore total	15	4				
Huiles et graisses (SEC)	150					
Polluants spécifiques de l'activité de transformation de polymères						
Indice phenols	0,3				si > 3 g/d	Trimestriel (NFT 90 109)
Chrome VI	0,1				si > 1 g/d	
Cyanures	0,1				si > 1 g/d	
AOX	0,5				si > 30 g/d	
Arsenic et composés	0,1				si > 1 g/d	
Hydrocarbures totaux	10				si > 100 g/d	
Métaux totaux	15				si > 100 g/d	

La périodicité des contrôles est définie dans l'arrêté d'autorisation dont les conditions sont retranscrites dans le Tableau 28.

En accord avec la réglementation, l'entreprise a également effectué de juillet 2010 à avril 2011 une campagne de détection des polluants prioritaires (campagne de mesure 3RSDE). Les composés ayant été identifiés sont les suivants (Source : rapport du Laboratoire des Pyrénées) :

- le cuivre,
- le zinc,
- le chloroforme,
- la DCO,
- les MES,
- le chrome,
- les nonylphénols,
- le nickel,
- le plomb.

Remarque : les polluants suivants : le cuivre, le zinc, le chloroforme, le chrome, les nonylphénols, le nickel et le plomb sont soit des métaux soit des polluants organiques possédant une norme de qualité environnemental, ils sont donc mis de côté (voir chapitre 4) pour la suite de l'étape 3.

La suite de l'étude va donc porter sur les effets induits par le rejet sur les masses d'eau aval des paramètres physico-chimiques classiques (DCO, DBO5, azote, phosphore). Les effets sont calculés par calcul de dilution. Comme énoncé dans le chapitre 4, les phénomènes d'autoépuration ne sont pas pris en compte. Le principe du calcul de dilution appliqué au cas d'étude est représenté sur la Figure 55.

Remarque : un calcul de dilution entraîne potentiellement une surévaluation des effets.

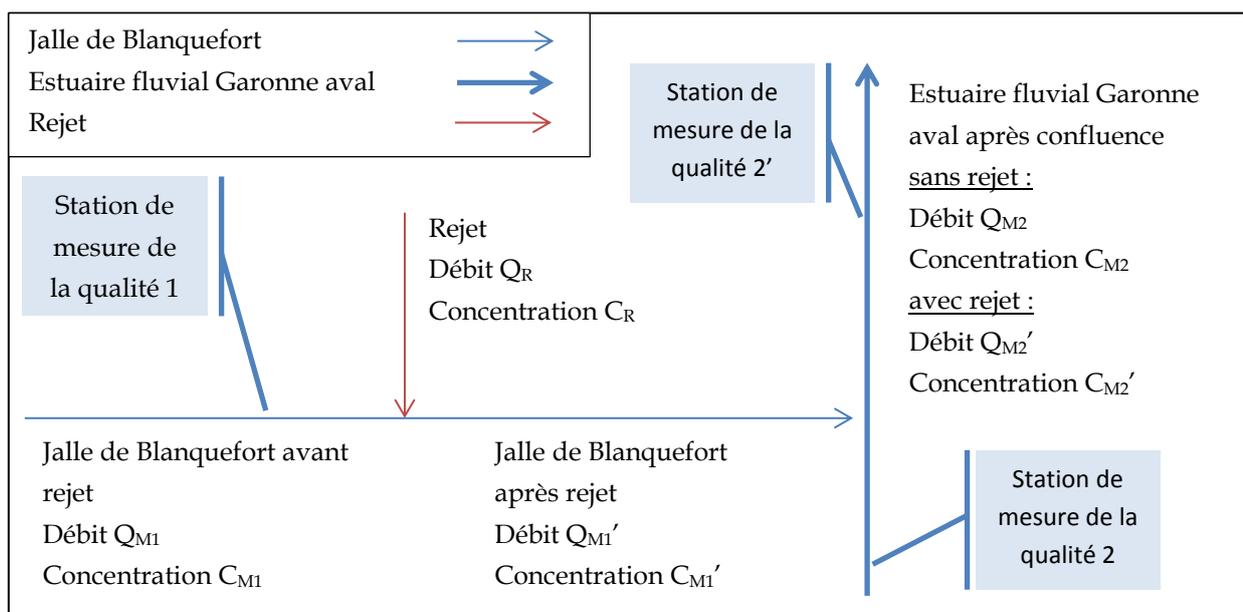


Figure 55 : Représentation du réseau hydrographique local pour le calcul des effets du rejet de l'entreprise Castel Frères (site de Blanquefort) sur les masses d'eau en aval (La Jalle de Blanquefort et l'estuaire fluvial Garonne aval)

- **Calcul des effets sur la Jalle de Blanquefort**

Le calcul se fait de la suivant l'équation 3 pour le rejet dans la Jalle de Blanquefort :

$$C_{M1}' = \frac{C_{M1} \times Q_{M1} + C_R \times Q_R}{Q_{M1}'} \quad \text{Equation 3}$$

Avec :  $Q_{M1}' = Q_{M1} + Q_R$

Où  $Q_R$  représente le débit moyen annuel du rejet et  $C_R$  la concentration moyenne annuelle d'un composé X dans le rejet.  $Q_{M1}$  est le débit d'étiage  $Q_{MNA5}$  de la Jalle de Blanquefort et  $Q_{M1}'$  est la somme du débit d'étiage de la Jalle et du débit moyen annuel du rejet de l'entreprise.  $C_{M1}$  correspond à la concentration moyenne annuelle de chaque composé récoltée sur le Système d'Information sur l'Eau Adour-Garonne (SIE A-G).  $C_{M1}'$  correspond à la valeur calculée de la concentration de chaque composé dans le milieu après rejet en période de plus faible débit.

La station de mesure de la qualité de l'eau (station de mesure de la qualité 1 sur la Figure 55) utilisée pour la Jalle de Blanquefort est située en amont du rejet, sur la commune de Saint-Médard-en-Jalles. Il s'agit de la station de mesure de la qualité « La Jalle de

Blanquefort à Corbiac ». C'est la station qui sert à la caractérisation de la masse d'eau « La Jalle de Blanquefort du confluent du Bibey à la Gironde ».

- **Calcul des effets sur l'estuaire fluvial Garonne aval**

Pour la Garonne, il y avait deux stations possibles : une en amont de la confluence avec la Jalle de Blanquefort (au niveau de Bordeaux, appelée « Station de mesure de la qualité 2 » sur la Figure 55) et une en aval (appelée « Station de mesure de la qualité 2' » sur la Figure 55).

De nombreux rejets ont lieu dans la Garonne entre Bordeaux et la confluence avec la Jalle. De ce fait, la « station de mesure de la qualité 2 » n'est pas représentative de la qualité de l'eau dans la Garonne au point de confluence. Cela pose un problème notamment vis-à-vis du calcul des capacités d'acceptations du milieu en termes de rejet en relation avec les seuils de qualité visés dans le milieu au point de confluence. De ce fait, c'est la « station de mesure de la qualité 2' » située en aval qui a été choisie pour l'étude des effets. Il s'agit de la station de mesure « La Garonne en aval de Bordeaux ». De ce fait, l'équation 4 ne peut pas s'appliquer.

La station choisie soit en aval (2') mesure déjà les effets de la confluence de la Jalle de Blanquefort. Le calcul impliquera donc uniquement les données de la station et les données de l'effluent, comme si le rejet avait lieu directement dans la Garonne (l'hypothèse de l'absence d'autoépuration dans la Jalle est également conservée). Le calcul effectué est donc le même que pour le calcul des effets du rejet sur la Jalle de Blanquefort et s'effectue selon l'équation 1 :

$$C_{M2'} = \frac{C_{M2} \times Q_{M2} + C_R \times Q_R}{Q_{M2'}} \quad \text{Equation 1}$$

Avec :  $Q_{M2'} = Q_{M2} + Q_R$

Où  $Q_R$  représente le débit moyen annuel du rejet et  $C_R$  la concentration moyenne annuelle d'un composé X dans le rejet.  $Q_{M2}$  est le débit d'étiage  $Q_{MNA5}$  de l'estuaire fluvial Garonne aval et  $Q_{M2'}$  est la somme du débit d'étiage de la Garonne et du débit du rejet. Ici, étant donné l'importance du débit de l'estuaire fluvial Garonne aval,  $Q_{M2} = Q_{M2'}$  (Tableau 29).  $C_{M2}$  est la concentration moyenne annuelle de chaque composé récoltée sur le Système d'Information sur l'Eau Adour Garonne (SIE A-G).  $C_{M2'}$  correspond à la valeur calculée de la concentration de chaque composé dans le milieu après rejet en période de plus faible débit.

Le Tableau 29 présente les résultats du calcul des effets du rejet non traité de Castel sur la Jalle de Blanquefort et sur l'estuaire fluvial Garonne aval.

Remarque : Le Tableau 29 montre que les polluants contrôlés sur l'installation dans le cadre de son arrêté d'autorisation, donc des réglementations ICPE et IED, ne correspondent pas aux paramètres de suivi des masses d'eau dictés par la Directive Cadre sur l'Eau. Ainsi, seuls deux paramètres communs (en rouge sur le Tableau 29) : la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO<sub>5</sub>) et le phosphore total (PT), peuvent être étudiés pour l'évaluation des effets. L'azote notamment est évalué de deux manières différentes sur le rejet (azote Kjeldhal) et la masse d'eau (nitrites, nitrates et ammonium) qui ne peuvent être mises en relation.

Malgré le faible volume d'effluent rejeté par l'entreprise, le Tableau 29 montre que le rejet non traité aurait des effets mesurables sur la Jalle de Blanquefort sur les paramètres de DBO<sub>5</sub> et Phosphore Total. Pour les deux paramètres pour lesquels il a été possible de calculer des effets, nous n'observons pas d'effets mesurables sur l'estuaire de la Garonne. Cependant, les effets n'ayant pu être mesurés que sur deux paramètres sur les neuf paramètres de surveillance de la qualité des masses d'eau, il existe une incertitude quant à l'absence d'effets du rejet sur la Garonne. Nous avons choisi de conserver la masse d'eau de l'Estuaire fluvial Garonne Aval au sein du territoire d'étude et donc de maintenir le territoire d'étude défini dans l'étape 1 (Figure 44).

Tableau 29 : Mesure des effets sur les concentrations de différents paramètres dans les masses d'eau en aval du rejet (non traité) par calculs de flux (pas d'autoépuration, uniquement dilution) (en rouge : les paramètres pour lesquels il a été possible de calculer les effets) (« - » = donnée non disponible)

Paramètre	La Jalle de Blanquefort (concentrations moyenne annuelle 2012) (SIE A-G) $C_{M1}$	Effluents Castel - Blanquefort (concentrations moyennes annuelles 2011) $C_R$	Calcul des effets sur la Jalle : Jalle de Blanquefort + effluent Castel $C_{M1}'$	L'estuaire fluvial Garonne aval (aval de la confluence avec la Jalle) (concentrations moyennes annuelles 2012) (SIE A-G) $C_{M2}$	Calcul des effets sur la Garonne : Estuaire fluvial Garonne aval+ effluent Castel $C_{M2}'$	Seuil du bon état (arrêté du 25/01/2010)
Débit (m3/j)	5270 ( $Q_{M1}=Q_{MNA5}$ )	273 ( $Q_R$ )	$5270+273 = 5543$ ( $Q_{M1}'$ )	$5,62.10^7$ ( $Q_{M2}$ )	$5,62.10^7$ ( $Q_{M2}'$ )	
DCO (mg/L)	-	3683	-	-	-	< 7
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1.6	1935	97	1.5	1.5	< 6
Oxygène Dissous (mg/L)	6.9	-	-	8.6	-	>6
Taux de saturation en oxygène %	89	-	-	83	-	> 70
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (mg/L)	0.3	-	-	0.4	-	< 0.5
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (mg/L)	0.11	-	-	0.07	-	< 0.3
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg/L)	7.5	-	-	8	-	<50
Azote Kjeldhal (NKJ) (mg/L)	-	20	-	-	-	-
Phosphore total (PT) (mg/L)	0.11	11	0.64	0.57	0.57	< 0.2
Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) (mg/L)	0.13	-	-	0.18	-	< 0.5
pH min	7.1	-	-	7.6	-	
pH max	8	-	-	8.31	-	

### **3 Etape 3.3: Identification des dommages potentiels, des cibles et des parties prenantes**

#### **➤ Identification des services potentiellement dommageables sur les différentes composantes**

L'effluent étant principalement organique et biodégradable, l'augmentation de la concentration de ces composés dans le milieu va avoir pour effet des problèmes de mauvaise oxygénation dans le milieu, du fait principalement que La Jalle est un cours d'eau à faible débit et à étiage prononcé. Un tel phénomène peut causer des pressions sur l'écosystème et des dysfonctionnements, en particulier l'asphyxie de la faune aquatique (CNRS 2014). Ce phénomène entraîne donc des impacts directs sur la pêche du fait, soit de l'extinction de certains individus, soit de leur migration dans des lieux plus propices (perte d'habitat). La prolifération d'algues peut également survenir suite à un excès de nutriments dans le milieu. Ceci entraîne généralement un arrêt du fonctionnement de l'écosystème plus ou moins réversible avec pour conséquences pour l'homme, d'une part, une dégradation de la qualité esthétique et olfactive du cours d'eau. D'autre part, cela pourra entraîner des problématiques pour les composantes du territoire qui s'approvisionnent en eau dans La Jalle. Dans le cas présent, il s'agit des zones urbaines et industrielles.

La Jalle étant un affluent de la Garonne, la modification de sa qualité va potentiellement entraîner, comme évoqué précédemment, des effets mesurables sur la qualité de l'eau de la Garonne avec possiblement une hausse de la demande en oxygène. Cependant, la Garonne a un très fort débit à la confluence de La Jalle, l'augmentation de la demande en oxygène sera relativement faible et n'aura donc pas les mêmes conséquences sur l'écosystème que sur celui de la Jalle.

La Figure 56 représente les éléments suivants :

- les flèches bleues représentent les échanges d'eau sur le territoire dans le sens amont-aval à partir du point de rejet (établi dans l'étape 3.1),
- les flèches rouges représentent l'arbre des dommages potentiels. Chaque flèche étant caractérisée par son origine et sa visée,
- l'ensemble des cases rouges dont le contour est épaissi représente l'ensemble des services pouvant potentiellement subir des dommages suite au rejet.

Services potentiellement produits par les différentes composantes de l'aire d'étude	Composantes de l'aire d'étude																												
	Habitat	Communication et transport	Culture	Energie	Approvisionnement en eau	Sylviculture	Elevage	Chasse	Cueillette	Pêche	Pêche commerciale	Aquaculture	Qualité de l'eau	Qualité de l'air	Climat	Maladies	Cycles de l'eau (RN)	Régulation des sols (RN)	Déchets	Réservoir du vivant	Esthétique	Environnement olfactif	Environnement sonore	Social	Sport	Tourisme et loisirs	Thermalisme et thalassothérapie	Recherche	Développement des savoirs
Rejet entrainant une modification de la qualité du cours d'eau "La Jalle"																													
Cours d'eau "La Jalle"	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	
Estuaire "Garonne Aval"	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Vignobles	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Zones industrielles et commerciales	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Flux d'eau entre les composantes de l'aire d'étude																													
Flux d'impacts potentiels retenus pour l'effluent généré par le cas d'étude																													
Service d'une composante de l'aire d'étude potentiellement dommageable par un rejet dans le milieu "La Jalle"																													

Figure 56 : cheminement des impacts sur les services écosystémiques au sein du territoire d'étude

➤ Identification des cibles

Pour chaque case rouge, il est maintenant possible d'identifier des cibles, il s'agit des bénéficiaires des services dommageables identifiés dans la Figure 56. Elles sont représentées pour chaque composante et chaque service dommageable dans le Tableau 30.

Tableau 30 : Services impactés et cibles identifiées pour La Jalle de Blanquefort

Composantes impactées par la modification de la qualité de la Jalle	Services concernés	Cibles Identifiées
La Jalle de Blanquefort	Habitat	Pêcheurs, associations de pêche
	Pêche	
	Esthétique	Habitants, promeneurs, touristes
	Environnement olfactif	
Les zones industrielles et commerciales	Approvisionnement en eau	Industriels concernés
L'estuaire fluvial Garonne aval	Qualité de l'eau	-

### ➤ **Identification des parties prenantes**

L'entreprise à l'heure actuelle est déjà en relation directe de par son activité et ses rejets aqueux avec un certain nombre d'acteurs sur son territoire :

- Le **préfet de département** qui a prononcé l'autorisation d'exploiter de l'entreprise,
- La **Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB)**, qui est propriétaire de la station d'épuration des eaux usées de la commune de Blanquefort et qui détermine actuellement les niveaux autorisés pour le rejet dans la station, ainsi que les opérateurs de la station : la **Lyonnaise des eaux**,
- La **DREAL** qui contrôle la conformité de l'installation à son arrêté d'autorisation,
- L'**Agence de l'eau Adour Garonne** dans le cadre de la déclaration des émissions, du paiement de la redevance et des demandes de subventions.
- L'**association de protection de la nature** qui est en charge du site Natura 2000 « Marais de Bruges ».

Dans le cadre d'une nouvelle autorisation à exploiter ou d'une mise à jour de celle en vigueur actuellement, les acteurs cités ci-dessus seraient amenés à intervenir selon les processus décisionnels actuels, avec des poids différents. Les acteurs les plus forts étant ceux qui sont en relation directe avec l'entreprise (préfet, CUB, DREAL). Cependant, les cibles identifiées dans l'étape 4.2 ne sont pas toutes représentées par les acteurs listés. Notamment, du fait des enjeux locaux forts au niveau de la Jalle, il apparaît très important de faire intervenir des **acteurs associatifs locaux (protection de la nature, association de pêche)** dans les processus d'étude d'impact et dans le processus de décision préliminaire à l'autorisation. Par ailleurs, il apparaît que d'autres industriels peuvent être concernés par les dommages potentiels liés au rejet (prélèvement d'eau dans la Jalle de Blanquefort et dans l'estuaire fluvial Garonne aval vers les zones industrielles et commerciales). Des **syndicats mixtes** ou des **associations d'industriels** devraient également faire partie de ces processus. En effet, les contraintes de leur propre process pourraient les amener à augmenter le traitement sur l'eau prélevée pour le maintien des bonnes conditions de leur activité. Les autres cibles sont représentées par les acteurs déjà présents dans le processus décisionnels :

- la communauté de communes pour les habitants, les touristes et usagers,
- l'agence de l'eau et la DREAL pour la qualité de l'eau de la Garonne

Il est ainsi possible de compléter le Tableau 30 avec les parties prenantes associées. Le Tableau 31 présente ainsi les cibles potentielles et les parties prenantes associées aux services dommageables de chaque composante du territoire d'étude.

Tableau 31 : Parties prenantes impliquées dans les impacts du rejet sur son territoire

Composantes impactées par la modification de la qualité de La Jalle	Services concernés	Cibles Identifiées	Parties prenantes associées
La Jalle de Blanquefort	Habitat	Pêcheurs, associations de pêche	Associations de pêche
	Pêche		
	Esthétique	Habitants, promeneurs, touristes	Communauté de communes
	Environnement olfactif		
	Tourisme et loisirs		
Les zones industrielles et commerciales	Approvisionnement en eau	Industriels concernés	Syndicats mixtes, associations d'industriels
L'estuaire fluvial Garonne aval	Qualité de l'eau	-	Agence de l'eau, DREAL

## V Etape 4 : Evaluation des besoins des cibles, élaboration de seuils de rejets et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet

### 1 Etape 4.1 : Evaluation des besoins des cibles vis-à-vis du milieu récepteur

Les différents services pouvant subir des dommages sur le territoire d'étude selon chaque composante ont été identifiés à l'étape précédente. Le Tableau 32 rappelle, pour chaque composante, les critères existants pour l'évitement de ces dommages. Ces critères correspondent donc à une composition du milieu qui répond aux besoins des cibles identifiées.

Tableau 32 : Services potentiellement dommageables sur le territoire d'étude et critères d'évitements des dommages

Composantes impactées par la modification de la qualité de la Jalle de Blanquefort	Services dommageables par rejet d'effluent dans la Jalle de Blanquefort	Besoins des cibles vis-à-vis de ces services	Critères d'évitement des dommages existants
La Jalle de Blanquefort	Habitat	Nécessité de maintenir un habitat de bonne qualité pour les espèces endémiques	Bon état (DCE)
	Pêche	Qualité de l'eau garantissant l'habitat et la santé de la faune aquatique, ainsi que la non-contamination des consommateurs	SEQ aquaculture, NQE
	Esthétique	Liés à la régulation de la qualité de l'eau	Bon état (DCE)
	Environnement olfactif		
	Tourisme et loisirs	Qualité de l'eau pour la baignade, aspects esthétiques, olfactifs, pêche de loisirs...	Bon état (DCE), SEQ loisirs
Les zones industrielles et commerciales	Approvisionnement en eau	Qualité de l'eau pour les différents types d'approvisionnement pour l'industrie : eau potable et eau de process	Bon état (DCE), SEQ production d'eau potable
L'Estuaire fluvial Garonne aval	Régulation de la qualité de l'eau	De l'eau en qualité et en quantité nécessaire pour assurer les phénomènes d'autoépuration	Bon état écologique (DCE), NQE

L'évaluation des besoins des cibles doit donc être effectuée sur la Jalle de Blanquefort et l'estuaire fluvial Garonne aval et transposés en objectifs d'émission et rendements épuratoires.

## 2 Etape 4.2 : Elaboration de seuils de rejets et de rendements épuratoires pour le traitement des eaux usées du projet

### a A partir des besoins vis-à-vis de la Jalle de Blanquefort

Ainsi, pour la Jalle de Blanquefort, les critères à respecter sont répertoriés dans le Tableau 33. Ceux-ci correspondent à l'ensemble des critères identifiés dans le Tableau 32 pour la Jalle de Blanquefort, ainsi que pour l'approvisionnement en eau des zones industrielles et commerciales qui prélèvent de l'eau dans le milieu.

**Tableau 33 : Evaluation de la qualité de la Jalle nécessaire au maintien des services identifiés (cases rouges : correspond pour chaque paramètre à la valeur la plus contraignante) (« - » = donnée non disponible)**

Paramètre	Seuil bon état (DCE) + NQE	SEQ eau potable 80%	SEQ aquaculture	Concentrations maximales retenues pour la Jalle de Blanquefort C <sub>REF</sub>
DCO (mg/L)	-	6	-	6
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	6	3	5	3
NKJ (mg/L)	-	1	-	1
Phosphore total (PT) (mg/L)	0.2	-	0.01	0.01
MES (mg/L)	-	2	10	2
Cuivre (µg/L)	1.4	50	10	1.4
Zinc (dureté moyenne)(µg/L)	7.8	3000	4	4
Chloroforme (µg/L)	2.5	10	-	2.5
Chrome (µg/L)	3.4	50	-	3.4
Nonylphénols (µg/L)	0.3	-	-	0.3
Nickel (µg/L)	20	20	-	20
Plomb (µg/L)	7.2	10	30	7.2

Les concentrations retenues dans la colonne de droite du Tableau 33 correspondent donc à une composition du milieu qui permettrait de maintenir les différents services produits par la Jalle de Blanquefort qui sont susceptibles de pouvoir subir des dommages.

**Tableau 34 : Calcul des concentrations maximales admissibles par la Jalle de Blanquefort véhiculées par un débit égal au débit de rejet (« - » = donnée non disponible)**

Paramètre	Concentrations maximales retenues pour la Jalle de Blanquefort (2011) $C_{REF}$	Concentrations dans la Jalle de Blanquefort (2012) $C_M$	Concentrations maximales admissibles dans la Jalle de Blanquefort pour un rejet de débit $Q_R$ $C_{AMAX}$
Débit (m <sup>3</sup> /j)		5270 ( $Q_{MNA5}$ )	273 ( $Q_R$ )
DCO (mg/L)	6	-	
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	3	5	23
NKJ (mg/L)	1	-	<19
Phosphore total (PT) (mg/L)	0.01	0.37	-4
MES (mg/L)	2	-	<39
Cuivre (µg/L)	1.4	0.17	23.7
Zinc (dureté moyenne) (µg/L)	4	5	-19.3
Chloroforme (µg/L)	2.5	0.35	41.5
Chrome (µg/L)	3.4	0.35	58.9
Nonylphénols (µg/L)	0.3	0.13	3.28
Nickel (µg/L)	20	1	366.8
Plomb (µg/L)	7.2	0.02	138.6

Le calcul du seuil maximal acceptable par le milieu en termes de concentrations en considérant un débit égal à celui de l'entreprise s'effectue suivant l'équation 5 :

$$C_{AMAX} = \frac{Q_{MNA5} \times (C_{REF} - C_M)}{Q_R} \quad \text{Equation 5}$$

Le calcul du rendement minimum pour les procédés de traitement des effluents s'effectue selon l'équation 6 :

$$r = 1 - \frac{C_{RMAX}}{C_R} \quad \text{Equation 6}$$

Les cases rouges du Tableau 34 montrent que pour les paramètres phosphore total et zinc, le rejet ne devrait pas être autorisé car les concentrations dans le milieu dépassent déjà les seuils de qualité retenus.

## b Besoins vis-à-vis de l'estuaire fluvial Garonne aval

Le Tableau 35 présente les critères retenus pour l'estuaire fluvial Garonne aval et les concentrations nécessaires au maintien des services pouvant subir des dommages suite au rejet d'effluent aqueux dans la Jalle.

**Tableau 35 : Evaluation de la qualité de l'estuaire fluvial Garonne aval nécessaire au maintien des services identifiés (cases rouges : correspond pour chaque paramètre à la valeur la plus contraignante) (« - » = donnée non disponible)**

Paramètre	Seuil bon état + NQE	SEQ eau potable 80%	Concentrations maximales retenues pour l'estuaire fluvial Garonne aval C <sub>REF</sub>
DCO (mg/L)	-	6	6
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	6	3	3
NKJ (mg/L)	-	1	1
Phosphore total (PT) (mg/L)	0.2	-	0.2
MES (mg/L)	-	2	2
Cuivre(µg/L)	1.4	50	1.4
Zinc (dureté moyenne)(µg/L)	7.8	3000	7.8
Chloroforme (µg/L)	2.5	10	2.5
Chrome (µg/L)	3.4	50	3.4
Nonylphénols (µg/L)	0.3	-	0.3
Nickel (µg/L)	20	20	20
Plomb (µg/L)	7.2	10	7.2

Les concentrations retenues dans la colonne de droite du Tableau 35 correspondent donc à une composition du milieu qui permettrait de maintenir les différents services produits par l'estuaire fluvial Garonne aval qui sont susceptibles de pouvoir subir des dommages.

Le Tableau 36 montre que pour les paramètres phosphore total et MES, le rejet ne devrait pas être autorisé car les concentrations dans le milieu dépassent déjà les seuils de qualité retenus (cases rouges).

**Tableau 36 : Calcul des concentrations maximales admissibles par l'estuaire fluvial Garonne aval véhiculées par un débit égal au débit de rejet (« - » = donnée non disponible)**

Paramètre	Concentrations maximales retenues pour l'estuaire fluvial Garonne aval $C_{REF}$	Concentrations dans l'estuaire fluvial Garonne aval (2012) $C_M$	Concentrations maximales admissibles dans l'estuaire fluvial Garonne Aval pour un rejet de débit $Q_R$ $C_{AMAX}$
Débit (m <sup>3</sup> /j)		5,62.10 <sup>7</sup> ( $Q_{M2}$ )	273 ( $Q_R$ )
DCO (mg/L)	6	-	-
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	3	1,5	3,1.10 <sup>5</sup>
NKJ (mg/L)	1	-	-
Phosphore total (PT) (mg/L)	0.01	0.57	-1,2.10 <sup>5</sup>
MES (mg/L)	2	240	-4,9.10 <sup>7</sup>
Cuivre (µg/L)	1.4	-	-
Zinc (dureté moyenne) (µg/L)	4	-	-
Chloroforme (µg/L)	2.5	-	-
Chrome (µg/L)	3.4	-	-
Nonylphénols (µg/L)	0.3	-	-
Nickel (µg/L)	20	-	-
Plomb (µg/L)	7.2	-	-

Nous remarquons que beaucoup de données sont manquantes pour décrire le milieu. En effet, la station de mesure utilisée pour l'estuaire de la Garonne n'est pas la station principale de la masse d'eau, les paramètres mesurés pour cette masse d'eau sont uniquement les paramètres « classiques ».

### c Conclusion

Les valeurs retenues comme seuils de concentration maximum acceptables par le milieu sont les valeurs retenues pour la Jalle de Blanquefort. Pour les paramètres qui ne devraient pas être rejetés : zinc (Jalle), phosphore total (Jalle et Garonne) et MES (Garonne), les

valeurs retenues seront égales aux concentrations maximales retenues pour le maintien des services  $C_{REF}$  dans leur milieu respectif déterminées dans les Tableau 33 et 35. Le Tableau 37 présente donc les concentrations maximales retenues pour un rejet en milieu naturel en fonction des contraintes les plus importantes entre les contraintes liées au milieu et les contraintes règlementaires applicables au site. Ce tableau présente également les rendements minimum des filières de traitement en fonction de la composition actuelle de l'effluent de l'entreprise. Nous remarquons que les valeurs les plus contraignantes sont celles liées au milieu naturel et au maintien des services écosystémiques produits par la Jalle de Blanquefort et l'estuaire fluvial Garonne aval.

**Tableau 37 : Concentrations maximales acceptables pour le rejet en milieu naturels des effluents aqueux de l'entreprise Castel Frères (site de Blanquefort) en fonction des critères de maintien des services écosystémiques produits par le territoire et de la réglementation en vigueur pour le secteur d'activité - calcul des rendements nécessaires pour les procédés de traitement à mettre en place**

c	Seuils de concentration maximum acceptables par le milieu $C_{AMAX}$	Valeurs limites d'émission générales applicables (Arrêté du 02/02/98)	Valeurs limites d'émission définies par l'arrêté sectoriel du 19/03/99	Seuils de concentrations retenus pour le rejet de l'entreprise de débit $Q_R$ $C_{RMAX}$	Effluent brut entreprise (moyenne annuelle) $C_R$	Rendement minimum des filières de traitement (%)
Débit (m <sup>3</sup> /j)	273 ( $Q_R$ )	-			273	-
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	23	30	30	23	1935	98.8
NKJ (mg/L)	19	-	-	19	20	5
Phosphore total (PT) (mg/L)	0	-	-	0.01	11	99.9
MES (mg/L)	0	35	35	2	171	98.8
Cuivre (µg/L)	23.7	500	-	23	40.7	44
Zinc (dureté moyenne)(µg/L)	0	200	-	4	228	98.2
Chloroforme (µg/L)	41.5	-	-	41	34.11	-
Chrome (µg/L)	58.9	500	-	58	13.5	-
Nonylphénols (µg/L)	3.28	-	-	3.2	2.06	-
Nickel (µg/L)	366.8	500	-	366	11.1	-
Plomb (µg/L)	138.6	500	-	138	5.95	-

## VI Conclusion

Toutes les étapes de la méthode ont pu être réalisées. Les problèmes rencontrés ont été liés aux données sur les milieux récepteurs parfois incomplètes. L'entreprise de l'étude de cas étant déjà en activité depuis longtemps, nous avons pu identifier les parties prenantes actuelles en relation avec l'entreprise dans le cadre de la gestion de ses rejets aqueux (rejetés actuellement en station d'épuration urbaine). Nous avons donc comparé les parties prenantes déjà présentes avec les résultats de l'étape 3.3 de la méthode. Ainsi, plusieurs nouvelles parties prenantes ont pu être identifiées dans l'hypothèse d'un rejet en milieu naturel : des syndicats mixtes ou associations d'industriels et des associations de pêche.

Le résultat de cette étude de cas donne des valeurs seuil pouvant servir de guide à l'entreprise dans le cas où celle-ci souhaiterait effectuer un rejet direct dans la Jalle. En particulier, les rendements nécessaires à l'obtention de ces seuils (établis dans le Tableau 37) sont très élevés pour certains paramètres. Il serait donc intéressant d'étudier la provenance des polluants concernés afin de pouvoir les réduire à la source. D'autre part, d'un point de vue technico-économique il resterait certainement plus intéressant de prétraiter les eaux usées et de les acheminer en station d'épuration urbaine car l'obtention de rendements proches de 100% (pour le phosphore, les MES et le zinc) peut s'avérer techniquement compliqué et donc avoir des répercussions importantes en termes de coût.

# **Chapitre 6**

## **Discussions et perspectives**



# I Introduction

Ce chapitre a pour objectif de revenir sur les différentes hypothèses formulées lors de ce travail de thèse afin de vérifier ou non leur validité dans l'objectif de répondre à la question de recherche. Les différents éléments de la thèse sont rappelés sur la Figure 57 :

<p style="text-align: center;"><b>Problématique générale</b></p> <p>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.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Question générale</b></p> <p>Comment dimensionner les rejets industriels pour l'atteinte de ces objectifs ?</p>
<p style="text-align: center;"><b>Hypothèse 1</b></p> <p>La structure actuelle des processus décisionnels qui régissent la fixation de seuils d'émission pour les effluents aqueux industriels ainsi que les disparités de force des acteurs au sein de ces processus constituent un verrou pour l'atteinte des objectifs de la DCE.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Hypothèse 2</b></p> <p>Il est possible d'aborder la gestion de la qualité des effluents au travers de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• l'application des principes directeurs de l'ISO 9000,</li><li>• la considération d'un effluent industriel comme un produit,</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Hypothèse 3</b></p> <p>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.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Question de recherche</b></p> <p>Peut-on 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?</p>

Figure 57 : Eléments de travail de la thèse

## II Confrontation des hypothèses avec les résultats

Dans les deux premiers chapitres, nous avons établi trois hypothèses (Figure 57). Lors de la construction de la méthode et son application à une étude de cas, nous avons pu valider ou non ces hypothèses.

### 1 Les acteurs et les processus décisionnels

Le Chapitre 1, au travers de l'analyse du contexte réglementaire et de l'ensemble des processus décisionnels liés à l'élaboration de seuils de rejet pour les ICPE a permis d'établir une première hypothèse :

*La structure actuelle des processus décisionnels qui régissent la fixation de seuils d'émission pour les effluents aqueux industriels ainsi que les disparités de force des acteurs au sein de ces processus constituent un verrou pour l'atteinte des objectifs de la DCE.*

#### a Déséquilibres de pouvoir entre acteurs

Une des conclusions du Chapitre 1 est la mise en évidence d'un déséquilibre entre les acteurs dans le processus décisionnel. Nous avons identifié deux acteurs forts (l'industriel et le préfet de département délivrant l'autorisation) et des acteurs faibles, notamment les acteurs représentant les milieux naturels. La méthode proposée permet d'identifier à un stade précoce du projet l'ensemble des parties prenantes potentiellement concernées par les effets du rejet afin de mieux prendre en compte leurs besoins vis-à-vis des services écosystémiques produits par le milieu récepteur. Ces besoins sont ensuite pris en compte pour l'élaboration de seuils de rejet correspondant aux besoins les plus contraignants. Ainsi, un certain équilibre est rétabli entre acteurs forts et acteurs faibles grâce à une prise en compte directe des milieux naturels et parties prenantes associées par le porteur de projet.

L'adoption par l'entreprise d'une démarche d'anticipation basée sur une étude du territoire et de ses occupants (acteurs, parties prenantes) dans le respect de la réglementation, s'inscrit dans une démarche « beaucoup plus active de prévention et d'anticipation » qui relève de la responsabilité sociétale (Germain, Trébucq 2003).

## **b Des acteurs aux référentiels différents**

L'application de la méthode élaborée a mis en exergue la divergence entre les paramètres de suivi des masses d'eau et les paramètres de contrôle de l'entreprise Castel, notamment sur les paramètres « classiques ». En effet, pour l'entreprise, des paramètres tels que la DCO, la DBO<sub>5</sub> et l'azote Kjeldhal sont mesurés dans le cadre de son arrêté d'autorisation, alors que pour la masse d'eau réceptrice du rejet, les paramètres de suivi sont le carbone organique, la DBO<sub>5</sub>, l'ammonium, les nitrites et les nitrates.

Ce point particulier met en évidence le manque de lien entre la réglementation environnementale « industrielle » (ICPE, IED...) et celle sur les milieux (DCE), en particulier dans la partie réglementaire. Ceci entraîne donc certaines difficultés dans la mise en application.

Pour assurer l'atteinte du bon état, et anticiper les effets des rejets sur les masses d'eau, il serait probablement pertinent d'adopter une « *mutualisation de l'information entre les acteurs du territoire* », c'est-à-dire d'avoir les mêmes paramètres de suivi de part et d'autre, afin de faciliter les évaluations d'impacts et le dialogue entre les différents acteurs dans un objectif d' « *intelligence territoriale* » (Herbaux, Bertacchini 2007).

## **c Apports de la méthode**

Ces éléments permettent de valider les verrous identifiés pour l'atteinte des objectifs de la DCE (Hypothèse 1). La méthode proposée répond aux deux verrous identifiés en proposant de manière pédagogique :

- d'une part d'identifier les parties prenantes liées au projet, leur rôle dans les processus décisionnels, ainsi que leur(s) lien(s) avec le milieu récepteur véhiculé(s) par les services écosystémiques produits.
- d'autre part, la méthode proposée pour la fixation des seuils d'émissions compatibles avec le respect des besoins de l'ensemble des parties prenantes impliquées repose en premier lieu sur une étude du territoire et du milieu récepteur. Le calcul de la capacité d'acceptation de rejet du milieu en fonction de sa composition actuelle pose ainsi une base de paramètres physicochimiques (paramètres contrôlés dans le milieu en application de l'arrêté du 25 janvier 2010 sur le bon état des masses d'eau) à suivre pour la fixation de seuils.

## 2 La gestion de la qualité des effluents

La seconde hypothèse fondatrice de ce travail de thèse a été développée dans le Chapitre 2.

*Il s'agit d'aborder la gestion de la qualité des effluents au travers de :*

- *l'application des principes directeurs de l'ISO 9000,*
- *la considération d'un effluent industriel comme un produit,*
- *la prise en compte d'un milieu naturel comme client.*

### a Application des principes de la démarche qualité

Dans ce travail, nous nous sommes concentrés sur les étapes a et b de la démarche qualité établi par l'ISO 9000. Cependant l'ensemble des étapes de la démarche qualité sont tout à fait en accord avec le contexte actuel

- d'une réglementation toujours plus complète et transverse sur les problématiques industrielles, technologiques et environnementales (IED, DCE) d'une part,
- et, d'autre part, la volonté d'acteurs de plus en plus nombreux de s'insérer dans des démarches d'écologie industrielle dans lesquelles tout déchet a vocation à devenir un produit.

Ceci permet de valider l'applicabilité des principes de la démarche qualité définis par l'ISO 9000 à la gestion des eaux usées industrielles.

### b Considération des eaux usées comme produit

La définition de « produit » établie dans l'ISO 9000 comme résultat d'un ou plusieurs processus (voir Chapitre 2) n'exclut pas de traiter les coproduits, déchets, effluents... de la même manière. Ceci apparait particulièrement pertinent dans le cadre de démarches d'écologie industrielle (Grazilhon et al. 2015).

### **c Prise en compte d'un milieu récepteur naturel comme client**

La problématique principale de la transposition des principes de l'ISO 9000 à la gestion d'effluents aqueux industriels a été l'application de la notion de client à un écosystème aquatique récepteur (étape a de la démarche qualité). En effet, nous avons montré dans le chapitre 2 qu'il existe de nombreuses barrières pour l'identification et l'évaluation des besoins d'un milieu récepteur de type « écosystème aquatique ». Il a donc été impossible d'appliquer directement cette notion dans notre cas.

Ces éléments permettent de conclure sur l'applicabilité des principes de management de la qualité à la gestion d'effluents (industriels dans notre cas) en ce qui concerne la transposition des principes généraux et l'utilisation de la notion de produit. Cependant, nous avons montré que nombre de barrières existent en ce qui concerne la prise en compte des écosystèmes comme clients. Le dernier élément de notre Hypothèse 2 n'est donc pas validé.

### **3 L'utilisation des services écosystémiques**

La troisième hypothèse de ce travail repose sur l'invalidation d'une partie de la seconde hypothèse : la prise en compte de milieux récepteurs naturels comme clients. Ainsi, Nous avons élaboré une méthode basée sur les besoins de l'homme vis-à-vis des services écosystémiques produits par les milieux. Ce sont donc les besoins de l'Homme, en tant que clients secondaires, ou parties prenantes, qui sont pris en considération.

Comme suggéré par différents éléments de la littérature (WRI), (Baker et al. 2012), la notion de services écosystémique a été utilisée d'un point de vue local. Ainsi, du fait de l'échelle de travail, certains services écosystémiques ont été écartés de l'étude. Par exemple les services « support » qui soutiennent l'ensemble des autres services mais qui ne répondent pas directement aux besoins de l'homme n'ont pas été retenus.

Les matrices portraits élaborées dans les étapes 2.2 et 3.3 permettent d'identifier des dommages potentiellement générés par le projet, c'est-à-dire les services écosystémiques pouvant être impactés. Suivant les services et les composantes concernés, les cibles potentielles sont identifiées comme parties prenantes à l'étape 3.3. Les besoins des cibles vis-à-vis des services sont identifiés à l'étape 4 et permettent d'établir des seuils en termes de concentrations de différents paramètres pour la composante concernée. Ces seuils identifiés pour le milieu permettent de calculer une capacité d'acceptation de rejet.

Ainsi, la méthode proposée permet à l'entreprise, « à priori », d'aboutir à des caractéristiques de rejet qui soient compatibles avec les besoins des parties prenantes vis-à-vis des services produits par les milieux. Nous avons ainsi validé que la modélisation du territoire du point de vue des services écosystémiques permet une visualisation des impacts et dommages potentiels des activités anthropiques ainsi que la prise en compte des besoins de l'ensemble des parties prenantes pour l'élaboration de seuils de rejets (Hypothèse 3).

### **III Discussions autour de la méthode proposée**

Nous proposons à travers ce travail une approche nouvelle dans l'élaboration de seuils de rejets aqueux pour une entreprise implantée sur un territoire précis en tenant compte en premier lieu des services écosystémiques produits sur ce territoire ainsi que des besoins des acteurs vis-à-vis de ces services. Certains points doivent cependant être développés afin de mettre en lumière les limites de cette méthode.

#### **1 Validation de la méthode**

Pour des raisons de temps, la méthode a été validée à travers une seule étude de cas. Il sera donc intéressant de procéder à une seconde étude de cas afin d'améliorer la généralité de cette méthode. Pour cela l'application à un ou plusieurs cas de nature différente du point de vue de la composition des effluents, de la saisonnalité, du territoire, des acteurs... est nécessaire.

#### **2 Approche anthropocentrée**

L'objectif initial de considérer le milieu naturel comme un client direct a été écarté et l'approche proposée reste anthropocentrée. Dans le Chapitre 2, nous avons montré que la prise en compte du milieu naturel comme client nécessite de pouvoir évaluer ses besoins, ce qui revient à pouvoir identifier et quantifier l'ensemble des processus participant à l'homéostasie du système. Ceci nécessiterait des études au cas par cas longues et coûteuses difficilement applicables dans le cadre d'aide à la décision pour des études préliminaires, même si à long terme, de telles études sont nécessaires afin d'améliorer la connaissance des écosystèmes aquatiques et leur fonctionnement en vue notamment de pouvoir les modéliser.

#### **3 Lien entre les seuils acceptables par les milieux et les seuils de rejet**

Actuellement, la réglementation RSDE impose aux entreprises un flux de rejet inférieur à dix pourcents du flux admissible pour le milieu en ce qui concerne les substances dangereuses. Cependant, si 10 entreprises rejettent 10% du flux admissible dans un milieu, alors le milieu atteint son flux admissible. Tout nouveau rejet de cette substance dans le

milieu devient alors en théorie interdit. D'autre part, qu'advient-il des milieux situés en aval ?

Dans l'étude de cas, nous avons calculé à l'étape 4 un seuil maximal pouvant être rejetés dans le milieu (pour les deux masses d'eau susceptibles de subir des effets suite au rejet) pour ne pas dépasser le flux admissible. Et nous avons considéré que l'entreprise pouvait occuper l'espace de rejet disponible pour l'ensemble des paramètres. Cependant, comme cela est demandé dans le cadre des études d'impact, il aurait été plus juste de prendre en considération les autres projets potentiels avec des rejets sur dans le milieu (appelé calculs des impacts cumulatifs). En effet, si un autre projet est déclaré à la préfecture au moment de l'étude, ses impacts potentiels doivent également être pris en compte. Pour des raisons de simplification, cette démarche n'a pas été intégrée dans l'étude de cas.

De manière générale, il paraît intéressant de consulter les documents d'urbanisme de la commune d'implantation du projet pour évaluer la potentialité d'installation de nouvelles activités sur le territoire afin d'anticiper des rejets potentiels et de laisser de l'« espace de rejet » disponible.

Une des perspectives est la possibilité d'intégrer d'autres projets dans la démarche, en accord avec la demande d'évaluation des impacts cumulatifs qui apparaît dans l'étude d'impact.

#### **4 Echelles de temps et d'espace associées à l'évaluation des impacts**

La méthode proposée traite la question de spatialisation des impacts sur un territoire. Les impacts planétaires (acidification des océans...) ne sont pas traités. L'évaluation de la portée des impacts est donc locale. Par ailleurs, nous n'avons pas traité les échelles de temps d'impact (ponctuel, à court, moyen ou long terme). En considérant un effluent moyen et régulier dans l'étude de cas, nous considérons évaluer l'impact sur un plan de moyen et long terme.

Dans un objectif de réduction des impacts au niveau global, cette méthode ne peut donc pas être utilisée de manière isolée, mais de manière couplée avec d'autres telles que l'analyse de cycle de vie, l'usage de technologies propres ou écotecnologies, la réduction des consommations de ressources...

## **IV Perspectives du travail de recherche**

Le développement de la méthode, les simplifications faites ainsi que le retour d'expérience ont mis en exergue plusieurs perspectives de travail. La liste présentée ici n'a pas pour objet d'être exhaustive mais représente celles qui sont à notre avis les plus immédiates.

### **1 Intégration d'outils de modélisation des bassins hydrographiques**

Dans la méthode proposée, nous avons évalué les effets des rejets sur les masses d'eau aval par calculs de dilution (étape 3.2). Cependant, des outils, comme le logiciel PEGASE©, permettent de modéliser la qualité de l'eau sur le territoire de plusieurs bassins hydrographiques. Ces outils utilisent les données sur l'eau récoltées dans le cadre de l'application de la DCE, ce sont donc les mêmes données que celles que nous avons utilisées. Comme décrit dans le chapitre 3, ces outils permettent de visualiser la qualité de l'eau sur le bassin et de modéliser les effets d'un rejet sur la base de plusieurs équations représentant de manière simplifiée les processus d'autoépuration dans les masses d'eau. De manière localisée, ces équations sont calibrées grâce à des paramètres empiriques qui représentent la spécificité de chaque écosystème. Il serait donc intéressant d'intégrer les données de rejet dans ce type d'outil afin d'évaluer les effets de manière plus précise sur l'ensemble des masses d'eau aval et de comparer les résultats obtenus avec ceux calculés par effets de dilution. Dans le cas où l'intérêt d'utiliser ces outils serait avéré, encore faudra-t-il évaluer la possibilité d'accessibilité de ces outils par les industriels, puisqu'ils sont aujourd'hui à usage exclusif des agences de l'eau. Ceci pose des questions en termes d'accès à proprement parler mais également en termes de facilité d'utilisation : ces outils permettent-ils un usage par des personnes non spécialistes ? Si non, les agences de l'eau seront-elles en mesure de traiter des demandes d'industriels pour l'évaluation de l'effet de ses rejets dans le cadre des procédures d'autorisation ?

### **2 Utilisation pour différentes caractéristiques du projet**

#### **a Installation existante et nouveau projet**

L'étude de cas porte sur une installation existante avec un nouveau projet : le rejet de ses effluents en milieu naturel. Le fait que l'étude de cas soit une entreprise déjà en activité

présente l'avantage que ses rejets sont connus en termes de quantité et de composition, ainsi que de variabilité temporelle. Ceci permet à l'étape 4 de pouvoir calculer des objectifs de rendements pour la filière de traitement à mettre en œuvre.

Il a été constaté lors de l'étude de cas que pour certains paramètres, le milieu avait atteint son flux admissible. Les équations utilisées pour le calcul des concentrations admissibles dans le milieu pour le rejet donnent alors des résultats négatifs ( $C_{AMAX} < 0$ ), ce qui n'est pas possible. Plusieurs solutions peuvent alors être envisagées :

1. interdire le rejet (« zéro-rejet »)
2. effectuer un rejet avec une concentration inférieure ou égale au seuil retenu pour le milieu pour ce paramètre ( $C_{AMAX} \leq C_{REF}$ )
3. reconsidérer l'ensemble des autorisations de rejet sur le milieu

La première proposition n'aggrave pas la situation mais ne résout en rien le problème si le milieu est saturé.

La seconde aura pour effet une baisse plus ou moins significative de la concentration du composé concerné dans le milieu, et donc de ce point de vue là un impact positif sur le milieu (du point de vue des concentrations, mais pas du flux).

La troisième proposition paraît nécessaire en complément aux propositions 1 et 2 afin de traiter également les entreprises sur le territoire et ne pas se contenter de la loi du « premier arrivé, premier servi ». Cette proposition nécessite un investissement humain important dans la gestion des entreprises sur le territoire afin de rassembler les différentes parties prenantes autour d'un projet de gestion durable dudit territoire. En rapport avec cette question, il semble encore que l'approche par les services écosystémiques est pertinente dans le sens où elle permet de visualiser les relations entre l'Homme et son territoire et l'approche par les flux permet d'identifier les relations entre les différentes composantes du territoire.

## **b Installation existante et projet existant**

Dans le cas d'un projet existant, la méthode proposée pourrait être utilisée afin d'évaluer les effets induits par le projet (comparaison « à priori »/« à posteriori ») et les impacts sur les services afin d'affiner le territoire d'étude, et de réajuster potentiellement les seuils de rejet. La méthode proposée pourra notamment être utilisée en parallèle avec

les procédures de révision de l'arrêté d'autorisation, notamment la mise en conformité avec la mise à jour des BREFS et des conclusions sur les MTD.

### **c Nouvelle installation et nouveau projet**

Dans le déroulement strict de la méthode proposée, le cas d'un nouveau projet avec des rejets inconnus (même si une estimation est possible), ne pourra que donner des estimations de rendements à mettre en œuvre pour la filière de traitement. La précision des estimations des rejets aura un impact sur la précision des rendements et certainement sur les choix qui seront faits lors des phases d'études techniques.

Les problématiques liées à la composition du milieu et au respect des besoins de l'homme vis à vis des services écosystémiques produits sur le territoire d'une installation nouvelle et d'un nouveau projet ont des conséquences en termes de choix techniques de traitement des effluents.

Il peut donc paraître pertinent de prendre en compte ces considérations à des stades très précoces du projet, notamment au moment du choix du site d'implantation. En fonction de l'effluent estimé en sortie, trouver un site qui correspond à la meilleure compatibilité entre le milieu et le rejet permettrait de minimiser d'une part les impacts locaux sur les milieux et leurs usagers et, d'autre part, les investissements technologiques liés à la filière de traitement. Une filière de traitement plus simple peut impliquer une baisse de coûts liés au projet, aussi bien en termes d'investissement que d'exploitation :

- électricité / énergie
- matériaux de construction (béton, acier...),
- matériaux spécifiques liés au traitement (membranes, céramiques...),
- produits chimiques pour le traitement (coagulants, floculants...).

En outre, l'ensemble de ces éléments sont responsables d'impacts environnementaux planétaires. La démarche de choix de site d'implantation dans l'objectif d'améliorer la compatibilité entre le projet et son environnement paraît potentiellement intéressante, mais doit bien sûr être associée à une réflexion sur d'autres questions comme le transport des marchandises et des personnes, entre autres.

Cette démarche doit également s'articuler avec d'autres, notamment la réduction de la pollution à la source par la mise en place des Meilleures Techniques Disponibles, l'usage de technologies propres, etc.

### **3 Utilisation de la méthode pour la gestion générale de projet**

En premier lieu, le cadre d'évaluation des impacts et dommages potentiels liés aux effluents liquides pourrait être adapté pour d'autres types d'impacts d'une activité (occupation des sols, autres types d'émissions,...). Mais pour aller plus loin, la démarche pourrait être adaptée pour la gestion du projet en général, c'est-à-dire :

- servir de cadre pour la phase de screening précédant les études d'impact, permettant notamment d'identifier et faire participer les parties prenantes concernées par le projet,
- permettre de cibler la prise de données et leur utilisation lors de l'étude de l'état initial (EIE),
- servir à l'élaboration de critères « environnementaux » pour le projet (seuils d'émission, etc.),
- identifier les parties prenantes « cibles » du projet afin de valider dans le temps l'écocompatibilité du projet,
- évaluer les impacts à postériori,
- mettre en place éventuellement des actions correctrices.

### **4 Perspectives en termes d'aménagement du territoire**

Dans un cadre territorial plus général que les questions abordées précédemment, il paraît intéressant de s'interroger sur la planification territoriale abordée du point de vue des services écosystémiques produits localement. Notamment l'évaluation des capacités d'acceptation des masses d'eau sur l'ensemble du territoire en fonction de la composition des masses d'eau et besoins en services écosystémiques relativement à chaque paramètre de qualité de l'eau. Cette méthode pourrait ainsi être utilisée dans le cadre de l'élaboration de plans d'urbanisme et de l'aménagement du territoire (Plan Local d'Urbanisme, etc.).

## V Conclusion

Une ou plusieurs autres études de cas pourront permettre d'affiner la méthode et la rendre plus générique. Par ailleurs, plusieurs autres perspectives paraissent intéressantes pour compléter ce travail et le rendre applicable à l'échelle d'un bassin hydrographique, notamment le couplage de la méthode proposée avec l'utilisation d'outils de modélisation de la qualité de l'eau ainsi que l'évaluation des impacts cumulatifs. D'autre part, le raisonnement général de la méthode pourra être utilisé pour gérer de manière plus globale les impacts environnementaux d'un projet. Ainsi, l'intégration d'installation d'industries sur le territoire pourrait être optimisée de manière à générer le moins possible d'impacts, voire à éviter ces impacts potentiels par deux moyens :

- le choix d'un site d'implantation propice à l'activité (territoire et milieu de rejet),
- l'élaboration d'un projet compatible avec le territoire, les services écosystémiques produits et les bénéficiaires de ces services.



## Conclusion générale

A l'heure de conclure ce travail, bien qu'étant en 2015, le bilan sur la qualité des masses d'eau en Europe n'est pas encore disponible. Quand il le sera, de nouveaux objectifs seront fixés pour l'horizon 2021. De manière générale, le système tel qu'il existe aujourd'hui montre une faible possibilité d'atteinte d'objectifs de grande ampleur. Sur certains cours d'eau artificialisés, de travaux de renaturation ont été menés et ont permis d'améliorer la qualité de l'eau mais la question de la gestion des rejets anthropiques reste une question majeure, qui se mêle à d'autres questions que sont celles de l'emploi, des lobbys, etc. qui n'ont pas été abordées dans ce manuscrit mais qui sont pourtant bien présentes. Dans le contexte actuel où malgré une réglementation foisonnante en matière de protection de l'environnement, l'Europe fait face à des difficultés dans l'atteinte des objectifs de qualité de ses milieux aquatiques, nous nous sommes interrogés sur l'élaboration de seuils de rejets aqueux écoresponsables. Aujourd'hui, les seuils de rejets pour les entreprises soumises à la réglementation ICPE et IED sont fixés à partir d'arrêtés sectoriels ou généraux (comme l'arrêté du 02/02/1998) ou selon les performances des MTD pour chaque secteur d'activité en lien avec les niveaux d'émission associés aux MTD. En théorie, l'étude d'impact doit également démontrer la compatibilité du rejet avec les objectifs de qualité des milieux (DCE). En pratique, cette évaluation reste un exercice complexe et la méthode proposée par la réglementation pour le calcul des flux admissibles possède des limites, évoquées dans le Chapitre 1. Nous avons également observé des déséquilibres de force entre les types acteurs pour les différentes phases du processus d'autorisation. Notamment, les acteurs / parties prenantes pour les milieux naturels sont des acteurs de faible pouvoir décisionnaire.

L'idée de ce travail de recherche a donc été de penser différemment en faisant appel à des notions qui ne sont habituellement pas utilisées en sciences de l'environnement, comme par exemple les notions de client ou de qualité. Ainsi, ce travail se trouve à la frontière de plusieurs disciplines à travers les différentes hypothèses qui ont été formulées.

La première approche que nous avons explorée sur le positionnement des milieux naturels comme clients, qui paraissait être la « clé du problème », n'a finalement pas apporté les réponses escomptées. En effet, l'identification et l'évaluation des besoins d'un écosystème ne sont pas des actions évidentes à mener, malgré les efforts de modélisation de la part de la communauté scientifique, elles restent en suspens. Ainsi il apparaît que toute démarche de prise en compte des problématiques environnementales ne peut servir

qu'à limiter les impacts sur l'Homme. De ce fait, la préoccupation principale est de faire en sorte que l'ensemble de la population puisse bénéficier des services écosystémiques pour leur bien-être et d'assurer que les générations futures puissent bénéficier du même bien-être. La trajectoire de recherche combinant l'approche qualité (ISO 9000) et celle des services écosystémiques développée dans le Chapitre 2 a permis d'aboutir à l'élaboration d'un outil en quatre étapes afin de proposer des objectifs de rejet. Les trois hypothèses de travail ont été validées entièrement ou partiellement (comme développé dans le Chapitre 6) au travers de la méthode proposée et son application à une étude de cas (Chapitres 3, 4 et 5) et nous avons pu démontrer qu'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. Nous avons donc ainsi répondu à notre question de recherche.

L'outil proposé à l'issue de ce travail de recherche permet donc de déterminer un territoire pour l'étude des impacts et des dommages potentiels causés par un rejet d'effluents aqueux dans le milieu naturel (Étape 1 de la méthode), de décrire et d'analyser ce territoire du point de vue de sa composition et des services écosystémiques qu'il produit (Étape 2). L'étape 3 permet d'identifier les services écosystémiques produits par le territoire pouvant subir des dommages suite au rejet. Finalement, les cibles des dommages sont identifiées ainsi que leurs besoins vis-à-vis des services écosystémiques produits par les différents écosystèmes. Ces besoins sont ensuite pris en compte pour l'élaboration de seuils de rejet pour l'entreprise (étape 4).

L'étude de cas a montré que malgré la simplicité de l'outil proposé, la collecte des données n'est pas toujours aisée. De plus, le manque de cohérence et de liens clairement identifiés entre les référentiels réglementaires (DCE/IED) pose des problèmes dans l'évaluation à priori des effets, et des impacts des rejets aqueux dans les milieux naturels aquatiques.

Les travaux qui ont été menés admettent quelques limites développées dans le Chapitre 6, il s'agit notamment de sa validation à travers une étude de cas unique, une approche qui reste anthropocentrée, et des seuils de rejet proposés qui correspondent à un rejet « seul » dans le milieu, c'est-à-dire que les capacités d'acceptation du milieu sont utilisées en totalité, ne laissant pas de « place » à un autre rejet éventuel.

Ce travail permet d'entrevoir de multiples perspectives de par son approche. Développées dans le Chapitre 6 de ce mémoire, nous les évoquons simplement ici. La première perspective de ce travail est l'intégration d'outils de modélisation de bassins

versants à la méthode afin de pouvoir prendre en compte les phénomènes d'autoépuration des milieux ainsi que les impacts cumulatifs avec d'autres rejets/prélèvements, confluences, etc. dans l'élaboration de seuils de rejets. La seconde est l'utilisation de l'outil dans d'autres configurations que celle de l'étude de cas où l'industrie est déjà en exploitation et où de nombreuses données sont donc disponibles. Cette approche paraît également intéressante pour d'autres types d'impacts et à différents stades de l'EIE, en particulier au moment du screening (phase préliminaire à des études plus approfondies). En outre, des perspectives plus larges en termes d'aménagement du territoire sont également envisagées.



# Bibliographie

- Abraham, B. & Goascoz, M.L. 2000, "Processus de gestion de l'environnement à l'échelle locale", *Norois*, vol. 185, no. 1, pp. 41-52.
- ADEME 2014, , *Certification HQE*. Available: <http://www2.ademe.fr/servlet/list?catid=16140>
- Agence de l'Eau Adour-Garonne 2013, 01/02-last update, *Lutte contre la pollution industrielle* [Homepage of Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie], [Online]. Available: <http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/quelle-politique-de-l-eau-en-adour-garonne/un-outil-le-programme-d-intervention-de-l-agence/les-aides-de-l-agence/lutte-contre-la-pollution-industrielle.html> [2014, 07/03].
- Agence de l'eau Loire-Bretagne 2010, *SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015 mode d'emploi*, MEDDE, France.
- Bahoken, F. 2011, "Représentation graphique des matrices. Graphe et/ou carte des flux?", *halshs-00641733, version 1*, .
- Baker, J., Sheate, W.R., Phillips, P. & Eales, R. 2012, "Ecosystem services in environmental assessment – Help or hindrance?", *Environmental Impact Assessment Review*, , no. 0.
- Barbault, R. 2005, "Biodiversité, écologie et sociétés", *Ecologie & politique*, vol. 30, pp. 27-40.
- Barbier, R. & Trepos, J. 2007, "Humains et non-humains, un bilan d'étape de la sociologie des collectifs", *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 1, no. 1, pp. 35-58.
- Bossard, M., Feranec, J. & Otahel, J. 2000, *Corine Land Cover technical guide - addendum 2000*, European Environment Agency, Copenhagen.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F. & Windhorst, W. 2009, "Landscapes' capacities to provide ecosystem services—a concept for land-cover based assessments", *Landscape online*, vol. 15, pp. 1-22.
- Cannon, W.B. 1932, *The wisdom of the body*, Norton & Co.
- CGDD, M. 2012, *Mise en oeuvre de la directive cadre sur l'eau: position de la France en Europe en 2009*, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, La Défense, France.
- Clavier, J. 2013, "Qualité et qualitique", *Techniques de l'ingénieur Qualité et sécurité des systèmes industriels*, vol. base documentaire : TIB153DUO., no. ref. article : a8750.
- CNRS 2014, , *Dégradations - La pollution par les matière organique et la pollution microbiologique*. Available:

[http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/05\\_pollution.htm](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/05_pollution.htm)  
[2015, 03/19].

CNRS & ATILF 2012, , *Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales*. Available:  
<http://www.cnrtl.fr/definition/milieu> [2012, 09/25].

Commission Européenne , *Summary of Directive 2010/75/EC on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)*. Available:  
<http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/ied/legislation.html>  
[2011, 10/17].

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt, M. 1997, "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, vol. 387, pp. 253-260.

Cox, B.-. 2003, "A review of currently available in-stream water-quality models and their applicability for simulating dissolved oxygen in lowland rivers", *Science of The Total Environment*, vol. 314-316, no. 0, pp. 335-377.

Cundy, A. 2001, "Water Pollution: Terrestrial and Groundwater" in *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, eds. N.J. Smelser & P.B. Baltes, Pergamon, Oxford, pp. 16377-16382.

de Groot, R.S., Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J. 2002, "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services", *Ecological Economics*, vol. 41, no. 3, pp. 393-408.

DREAL Champagne-Ardenne 2011, "Eaux usées et ICPE", , APR 14.

Eaufrance 2015, , *Système d'information sur l'eau du Bassin Adour Garonne*. Available:  
<http://adour-garonne.eaufrance.fr/> [2015, 03/17].

Encyclopédie Universalis , *Pollution*. Available: <http://universalis-edu.com/encyclopedie/pollution/> [2013, 07/10].

Germain, C. & Trébucq, S. 2003, "L'intégration des dimensions sociétales dans le pilotage de la performance de l'entreprise: problématiques et conjectures", *Actes du Congrès de l'Association Francophone de Comptabilité*, .

Ghitti, J.-. 2010, "Le milieu : ses significations et ses valeurs", *Le Portique*, vol. 25.

Grafton, R.Q. & Hussey, K. 2011, *Water Resources Planning and Management*, Cambridge University Press.

Grazilhon, S., Piatyszek, E., Hausler, R. & Laforest, V. 2013, "Needs oriented approach for decision support of industrial wastewater management", , ed. Wessex Institute of Technology, Southampton, UK, 2013, 4-6 September.

- Grazilhon, S., Piatyszek, E., Laforest, V. & Hausler, R. 2015, "Méthodologie d'aide à la décision pour la qualité globale des effluents et la protection du milieu récepteur", *Ecologie industrielle et territoriale*, ed. Presses des Mines, , 2012.
- Herbaux, P. & Bertacchini, Y. 2007, "La rupture, un des corollaires de la vitesse. L'intelligence territoriale, une posture d'anticipation", *Actes du Colloque sur les Systèmes d'Information élaborée/Tic & Territoire: quels développements*.
- IGN 2015, , *Géoportail, portail des territoires et des citoyens* [Homepage of IGN], [Online]. Available: <http://www.geoportail.gouv.fr> [2015, 03/17].
- INSEE , *Définitions et méthodes* [Homepage of Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques], [Online]. Available: <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/etab-pub-cooper-intercom.htm> [2014, 07/03].
- ISO 2005, *ISO 9000:2005 Systèmes de management de la qualité - Principes essentiels et vocabulaire*, AFNOR, La-Plaine-Saint-Denis.
- Jones, K.C. & de Voogt, P. 1999, "Persistent organic pollutants (POPs): state of the science", *Environmental Pollution*, vol. 100, no. 1-3, pp. 209-221.
- Knowles, G. & Wakeford, A.C. 1978, "A mathematical deterministic river-quality model. Part 1: Formulation and description", *Water research*, vol. 12, no. 12, pp. 1149-1151.
- Landsberg, F., Treweek, J., Stickler, M.M., Henninger, N. & Venn, O. 2013, *Weaving ecosystem services into impact assessment*, World Resources Institute, Washington DC, USA.
- Larousse 2014, , *Qualité* [Homepage of Larousse Edition], [Online]. Available: <http://www.larousse.fr/>
- Larousse , *Ecosystème*. Available: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/%C3%A9cosyst%C3%A8me/45649> [2014, 02/28].
- Legrand, P. & Perrier, A. 1994, "Une politique de l'environnement à l'INRA", *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, vol. 21, pp. 52-58.
- Lemoigne, J.L. 1977, *La théorie du système général, Théorie de la modélisation*, Presse Universitaire de France.
- Liu, C. & Zhang, K. 2013, "Industrial ecology and water utilization of the marine chemical industry: A case study of Hai Hua Group (HHG), China", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 70, pp. 78-85.
- Lofrano, G. & Brown, J. 2010, "Wastewater management through the ages: A history of mankind", *Science of The Total Environment*, vol. 408, no. 22, pp. 5254-5264.

- Maslow, A.H. 1943, "A theory of human motivation", *Psychological Review*, vol. 50, pp. 370-396.
- MEDDE 2013, *Nomenclature des installations classées - Liste des activités soumises à la TGAP*, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, La Défense, France.
- MEDDE 2010, *Référentiel pour la constitution d'un Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (DDAE) des installations classées en Nord Pas-de-Calais*, République Française, France.
- Michel, P. 2001, *L'étude d'impact sur l'environnement*, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.
- Millenium Ecosystem Assesment 2005a, *Ecosystems and human well-being - Synthesis*, Island Press edn, , Washington, DC.
- Millenium Ecosystem Assesment 2005b, *Ecosystems and human well-being: Wetlands and water - Synthesis*, World Resources Institute, Washington, DC.
- Narodoslawsky, M. & Krotscheck, C. 1995, "The sustainable process index (SPI): evaluating processes according to environmental compatibility", *Journal of hazardous materials*, vol. 41, no. 2-3, pp. 383-397.
- ONEMA 2013, 06/27-last update, *Glossaire sur l'eau* [Homepage of Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie], [Online]. Available: <http://www.glossaire.eaufrance.fr/concept/masse-d%27eau> [2014, 07/03].
- OREE 2009, *Mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle sur un parc d'activités*, SAP.
- O'Reilly, A.J. 2000, "Waste water treatment process selection: An industrial approach", *Chemical Engineering*, vol. 78, no. 6, pp. 454-464.
- Paran, F., Graillet, D. & Dechomets, R. 2010, "Caractérisation spatio-temporelle des échanges nappes/rivière à l'échelle de deux grands fleuves français :application aux secteurs de Donzère-Mondragon (Rhône) et Ecozone du Forez (Loire)", *Colloque Eau, Déchets et Développement Durable* Alexandrie, Egypte, 31 Mars 2010.
- Parlement européen et conseil de l'Union Européenne 2010, *Directive n°2010/75/UE du 24/11/2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) (Refonte)*, Directive edn, Union Européenne.
- Parlement européen et conseil de l'Union Européenne 2000, *Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*, Directive edn, Union Européenne.
- Périgord, M. 1987, *Réussir la qualité totale*, Editions d'Organisation.

- Piper, B.S., Ishemo, P.G. & Whitehead, P.G. 1988, "River water quality models for environmental planning and management", *The problems Facing Eastern Europe* Bulgarie.
- Postel, S. & Richter, B. 2003, *Rivers for life: Managing water for people and nature*, Island Press.
- Project Management Institute 2000, *A guide to the project management body of knowledge*, Project Management Institute.
- Pykh, Y.A. & Malkina-Pykh, I.G. 1997, "POLMOD.PEST – the model of pesticides dynamics in the elementary ecosystems", *Ecological Modelling*, vol. 98, no. 2-3, pp. 215-236.
- Ranganathan, J., Raudsepp-Hearne, C., Lucas, N., Irwin, F., Zurek, M., Benett, K., Ash, N. & West, P. 2008, *Ecosystem services - A guide for decision makers*, World Resouce Institute.
- République Française 2002, *LOI n° 2002-285 du 28 février 2002 autorisant l'approbation de la convention sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement*, Paris.
- Ruffier, C. 2006, "Acté, acteur ou actant? Le statut des objets techniques en sociologie", *Sociologie des transferts de techniques et d'organisations*, vol. 1.
- service-public.fr 2014, 12/02-last update, *Associations de protection de l'environnement*. Available: <http://vosdroits.service-public.fr/associations/F638.xhtml> [2015, 03/10].
- Tabuchi, J., Benard, L., Gousailles, M., Legruel, S., Nedelec, R., Blanchet, B. & Poulin, M. 2012, "Apports de la modélisation de la qualité de la Seine à la définition des projets de stations d'épuration et à la gestion en temps réel du système d'assainissement", *IS.RIVERS 2012* France.
- UNEP 2008, *Water quality for ecosystem and human health*, United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme, Ontario, Canada.
- Vagnetti, R., Miana, P., Fabris, M. & Pavoni, B. 2003, "Self-purification ability of a resurgence stream", *Chemosphere*, vol. 52, no. 10, pp. 1781-1795.
- Villemeur 1988, *Sureté de fonctionnement des systèmes industriels*, Eyrolles, Paris
- Wallis, C., Blancher, P., Séon-Massin, N., Martini, F. & Schouppe, M. 2011, *Mise en oeuvre de la Directive Cadre sur l'Eau - Quand les services écosystémiques entrent en jeu*, Bruxelles.
- Wenning, R.J. & Martello, L. 2014, "Chapter 8 - POPs in Marine and Freshwater Environments" in *Environmental Forensics for Persistent Organic Pollutants*, eds. G. O'Sullivan & C. Sandau, Elsevier, Amsterdam, pp. 357-390.
- Whitehead, P.G., Williams, R.J. & Lewis, D.R. 1997, "Quality simulation along river systems (QUASAR): model theory and development", *Science of The Total Environment*, vol. 194-195, no. 0, pp. 447-456.

Wukovits, W., Harasek, M. & Friedl, A. 2003, "A knowledge based system to support the process selection during waste water treatment", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 37, no. 3, pp. 205-215.

NNT : 2015 EMSE 0787

Sophie GRAZILHON

DECISION MAKING METHODOLOGY FOR INDUSTRIAL EFFLUENTS QUALITY  
MANAGEMENT – A territory approach based on the needs related to ecosystem services  
produced by the receiving environment

Speciality : Environmental Sciences and Engineering

Keywords : Ecosystem services, industrial effluents quality, wastewater management, decision  
making, actor, receiving media...

Abstract :

Despite the precautions taken by Europe through numerous regulatory texts, the current management of industrial wastewater shows various problems. The achievement of water bodies quality targets set for 2015 will go through a real ownership of the issues by every actor in order to implement customized treatment processes. In the current framework of industrial ecology, waste becomes product; we therefore explored the possibilities of using quality management principles prescribed by the ISO 9000 for industrial wastewater management, with potential customers such as industries (reuse), communal wastewater treatment plants, but also ecosystem receptors. The consideration of ecosystems as customers nevertheless raises sensitive issues such as the assessment of their needs. The complexity of this evaluation led us to consider the territory in terms of ecosystem services (that is to say, services provided ecosystems that contribute to human well-being) to identify human targets able to express their needs concerning their environment. These needs are then converted, according to local and regulatory data, in qualitative requirements for liquid emissions. This approach was materialized as a tool for industrials or other actors with no particular competence in the field of water management. The contribution of this thesis is the analysis of local environmental issues to contribute to the specification of the treatment processes of industrial aqueous effluents by setting release thresholds.

École Nationale Supérieure des Mines  
de Saint-Étienne

NNT : 2015 EMSE 0787

Sophie GRAZILHON

METHODE D'AIDE A LA DECISION POUR LA QUALITE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS - Une approche territoriale orientée sur les besoins vis-à-vis des services écosystémiques produits par les milieux récepteurs

Spécialité: Sciences et Génie de l'Environnement

Mots clefs : services écosystémiques, qualité des effluents industriels, management de l'eau, acteurs, milieux récepteurs...

Résumé :

La gestion actuelle des eaux usées industrielles présente des problématiques diverses, malgré les précautions prises par l'Europe à travers de nombreux textes règlementaires. L'atteinte des objectifs de qualité des masses d'eau fixés à l'horizon 2015 devra passer par une réelle appropriation des enjeux par l'ensemble des acteurs afin de mettre en place des filières de traitement adaptées à chaque cas. Dans le cadre conceptuel actuel d'écologie industrielle où les déchets deviennent produits, nous nous sommes donc penchés sur les possibilités d'utilisation des principes de gestion de la qualité prescrits par l'ISO 9000 à la gestion des effluents industriels, avec comme clients potentiels des industries (réutilisation), des stations d'épurations communales, mais également les écosystèmes récepteurs. La prise en compte d'écosystèmes comme clients pose néanmoins des questions délicates telles que l'évaluation de leurs besoins. La complexité de cette évaluation nous a poussé à considérer le territoire du point de vue des services écosystémiques (c'est-à-dire les services rendus par les écosystèmes qui contribuent au bien être de l'Homme) afin d'identifier des cibles humaines aptes à exprimer leurs besoins afin d'en tirer des exigences vis-à-vis du milieu. Ces exigences sont ensuite converties, en fonction de données locales et règlementaires, en exigences qualitatives vis-à-vis des rejets. Cette démarche a été matérialisée sous la forme d'un outil destiné aux industriels ou tout autre acteur sans compétence particulière dans le domaine de l'eau. L'apport de ce travail de thèse est donc l'analyse des enjeux environnementaux locaux pour contribuer au cahier des charges des filières de traitement d'effluents aqueux industriels par l'élaboration de seuils de rejet.