

Anne Catlow  
Julien Lefevre  
Antoine Rose

# Scénarios socio-économiques et changements climatiques dans l'Estuaire de la Seine : bilan et propositions

*Rapport de Travaux de Groupes d'Elèves*

Soutenu le mardi 24 février à l'Université de Rouen

Etude commanditée par : Benoît Laignel, Université de Rouen

Tuteur ENGREF : Sébastien Treyer

*AgroParisTech-ENGREF , l'Université de Rouen et le GIP Seine-Aval n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux thèses et opinions émises dans ce rapport ; celles-ci doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.*

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>PREAMBULE : CONTEXTE</b>	<b>INSTITUTIONNEL</b>
<b>5</b>	
<b>I. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES ENJEUX A L'ECHELLE D'UN ESTUAIRE. ....</b>	<b>6</b>
A. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, LES SCENARIOS DU GIEC ET LES POLITIQUES D'ATTENUATION .....	6
B. PERTINENCE DE LA PRISE EN COMPTE DES EFFETS DE LA PROBLEMATIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS UNE ETUDE PROSPECTIVE A L'HORIZON 2050 SUR UN TERRITOIRE COMME L'ESTUAIRE DE LA SEINE. ....	9
<b>II. RENCONTRE AVEC L'ESTUAIRE : ETAT DES LIEUX, RECENSEMENT DES DONNEES DISPONIBLES.....</b>	<b>14</b>
A. IDENTIFICATION DES ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES PREDOMINANTS DANS L'ESTUAIRE DE LA SEINE. ....	14
B. UN REFLET DES POINTS DE VUE DES ACTEURS LOCAUX .....	20
C. METHODE D'INTERVIEW TELEPHONIQUE .....	20
<b>III. METHODOLOGIE : STRUCTURATION D'UN CADRE D'ANALYSE CONCEPTUEL POUR LA MISE EN PLACE D'UNE DEMARCHE PROSPECTIVE.....</b>	<b>22</b>
A. CONSTRUCTION D'UNE DELIMITATION DU SYSTEME « ESTUAIRE DE LA SEINE » .....	22
1. <i>Définition</i> .....	22
2. <i>L'estuaire de la Seine : un mot pour plusieurs concepts</i> .....	23
a) Sens géographique et hydrographique.....	23
b) Sens administratif.....	24
c) Sens du GIP Seine-Aval .....	25
3. <i>Choix de délimitation pour le groupe d'expertise collective</i> .....	25
B. STRUCTURATION INTERNE DU SYSTEME .....	26
1. <i>Conceptualisation des secteurs d'activité socio-économiques</i> .....	26
a) Choix des secteurs à considérer.....	26
2. <i>Définition des variables descriptives de chaque secteur indépendamment des autres</i> .....	27
C. INTERACTIONS ENTRE LES COMPOSANTES / COMPARTIMENTS DU SYSTEME.....	27
1. <i>Liens entre secteurs et fonctionnement physique et écologique de l'estuaire</i> .....	28
2. <i>Liens intersectoriels directs</i> .....	28
3. <i>Facteurs externes</i> :.....	28
D. METHODE DE PROSPECTIVE : .....	30
1. <i>Stratégies d'élaboration des scénarios</i> :.....	30
2. <i>Etude de la vulnérabilité des territoires</i> .....	31
<b>IV. MISE EN PLACE D'UNE DEMARCHE PROSPECTIVE .....</b>	<b>32</b>
A. DEPENDANCE DE CHAQUE SECTEUR VIS-A-VIS DES AUTRES SECTEURS ET DU MONDE EXTERIEUR .....	32
1. <i>Concepts de dépendance et d'influence</i> .....	32
2. <i>Dépendance de chaque secteur aux autres secteurs (facteurs internes)</i> .....	32
a) Dépendance et influence globale de chaque secteur d'activité.....	32
b) Mise en place des liens entre les différents secteurs d'activité.....	33
3. <i>Dépendance de chaque secteur aux facteurs externes</i> .....	36
B. IMAGINATION D'IMAGES CONTRASTES DU TERRITOIRE DE L'ESTUAIRE DE LA SEINE A ECHEANCE 2050	38
1. <i>Scénario 1 : scénario catastrophe</i> .....	38
2. <i>Scénario 2</i> :.....	40
3. <i>Scénario 3</i> :.....	42
<b>CONCLUSIONS : UNE BASE POUR DE FUTURS APPROFONDISSEMENTS .....</b>	<b>45</b>

## Introduction

La période 1995-2006 présente onze années figurant parmi les années les plus chaudes depuis 1850, qui marque le début des relevés météorologiques (GIEC, 2007). Sur la même période, le niveau moyen des océans a augmenté, et cette tendance semble se renforcer. Parallèlement à ce phénomène global, des modifications dans les climats régionaux se font d'ores et déjà ressentir. On attribue par exemple la très forte diminution des rendements céréaliers en Afrique de l'Ouest à une augmentation des températures et une diminution locale de la pluviométrie.

Les conséquences du changement climatique à l'échelle locale sont encore mal connues. Cependant, il est important dans une logique de développement durable d'anticiper des changements majeurs qui peuvent intervenir sous contrainte climatique. Certaines zones sont identifiées comme sensibles à ces changements : soit parce qu'elles présentent une vulnérabilité importante aux risques climatiques (à une montée des eaux par exemple), soit parce que la probabilité d'occurrence du risque est considéré comme fort.

Les zones littorales en font partie : d'une part, une montée des niveaux des mers aurait un impact direct sur leur morphologie et d'autre part elles sont souvent de sièges d'activités socio-économiques important ; le coût lié à des dommages physiques sur les infrastructures industrielles ou touristiques y est donc conséquent. L'Estuaire de la Seine, notre zone d'études, correspond tout à fait à cette description.

Des travaux de recherche en prospective ont été menés par le passé à l'échelle de ce territoire ; s'ils permettaient de mettre en évidence des scénarios d'évolution des secteurs d'activité socio-économiques, ils ne tenaient pas compte des variables de forçage d'origine climatique. Ce travail vise à intégrer ces variables dans les réflexions portant sur l'avenir de l'estuaire.

## Préambule : contexte institutionnel

Ce rapport présente les travaux commandités par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval dans le cadre d'une étude prospective multidisciplinaire des impacts du changement climatique sur l'estuaire de la Seine. Le GIP Seine-Aval, créé en 2003, est constitué de onze membres qui assurent son pilotage et son financement sous l'égide du préfet de Haute-Normandie (il regroupe l'Etat, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, les Grands Ports Maritimes du Havre et de Rouen, les Conseils Régionaux de Basse et Haute-Normandie, les Conseils Généraux du Calvados, de Seine-Maritime et de l'Eure, l'Association Syndicale de l'Industrie et du Commerce pour l'Environnement et l'Union des Professionnels de la Chimie-Normandie). Il a été créé dans le prolongement du programme de recherche scientifique Seine-Aval qui a été mis en place en 1995, qui était focalisé sur des problèmes environnementaux. Aujourd'hui, les activités de recherche menées par le GIP recouvrent l'ensemble des secteurs socio-économiques qui structurent l'Estuaire de la Seine.

En particulier, la quatrième phase du programme Seine-Aval vise à étudier, par le biais d'une expertise collective, les **effets du changement climatique dans le contexte des changements globaux à l'échelle de l'Estuaire**. Dix équipes de recherche, chacune spécialisée dans un domaine (hydrologie, qualité de l'eau, microbiologie, hydrobiologie, avifaune, flore, économie, sociologie et prospective) ont été mises en place. C'est dans le thème « Prospective », pris en charge par Sébastien Treyer (D4E), que s'inscrit l'étude présentée ici.

### Problématique :

Quelles images de l'Estuaire de la Seine peut-on imaginer à l'horizon 2050, en tenant compte des forçages anthropiques et du changement climatique ?

### Objectifs :

IDENTIFIER des scénarios de forçage anthropique, outre le changement climatique

- Etablir une synthèse bibliographique des analyses prospectives existantes
- Recenser les acteurs socio-économiques et collecter les données nécessaires à la description de l'état actuel et de l'état futur de l'Estuaire.
- Proposer des images contrastées de l'état des secteurs socio-économiques de l'Estuaire en 2050.

## I. Le changement climatique et ses enjeux à l'échelle d'un estuaire.

En 2007, le GIEC (Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) en anglais, reçoit le prix Nobel de la paix pour sa mobilisation de la recherche scientifique sur les questions relatives au climat qui a permis d'améliorer la compréhension des évolutions passées et d'apporter une visibilité sur les évolutions futures. Cet événement marque une étape déterminante dans la prise de conscience par la communauté internationale de l'importance de ce phénomène.

### A. Le changement climatique, les scénarios du GIEC et les politiques d'atténuation

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque comme le prouvent en particulier les hausses de température des océans et de l'atmosphère. La plus grande part de l'accroissement constaté dans les températures mondiales depuis le début du XXème siècle est très probablement due à l'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre (GES) anthropiques. Une poursuite des émissions de GES à un niveau égal ou supérieur au niveau actuel causerait un réchauffement supplémentaire et, au cours du 21ème siècle, induirait dans le système climatique global de nombreux changements qui seraient très vraisemblablement plus importants que ceux qui ont été observés au cours du 20ème siècle. (d'après le 4<sup>ème</sup> rapport du GIEC de 2007)

Le GIEC travaille depuis le début des années 90 sur une caractérisation de plus en plus précise des futurs possibles via la définition de scénarios prospectifs. Ces scénarios, qui ont été proposés en 2000 dans le Special Report on Emissions Scenarios encore appelés scénarios SRES et qui ont servi pour les travaux du 3<sup>ème</sup> rapport, décrivent différentes trajectoires de la socio-économie mondiale à l'horizon 2100 afin de caractériser des trajectoires d'émissions de GES. Ces trajectoires d'émissions sont ensuite couplées à des modèles climatiques qui permettent de définir des scénarios d'évolution du climat et de ses caractéristiques.

Ces scénarios n'incluent pas d'initiatives supplémentaires par rapport à ce qui est réalisé aujourd'hui en terme de gestion du changement climatique et se divisent en 4 grands groupes en fonction de 4 grandes hypothèses d'évolution socio-économique à l'échelle mondiale. Ceci est décrit dans le schéma ci-dessous :

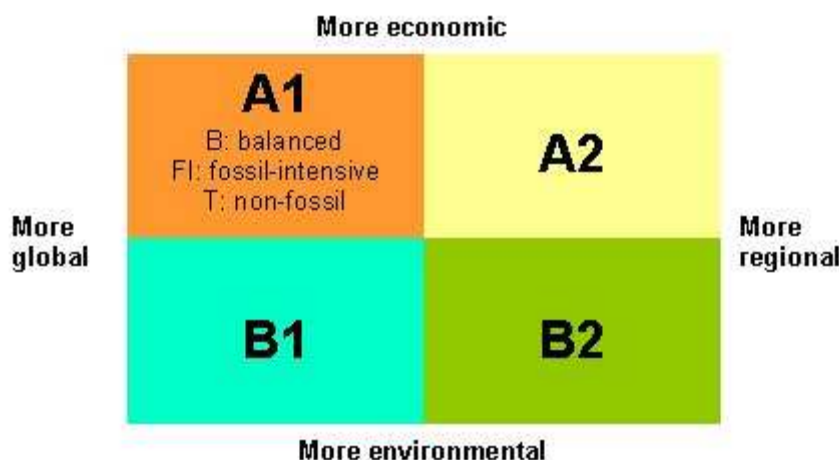


Figure 1 : scénarios du Special Report on Emissions Scenarios (SRES), GIEC, 2000

Voici la définition de ces scénarios d'après le SRES:

A1 : Le canevas et la famille de scénarios A1 décrivent un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant. La famille de scénarios A1 se scinde en trois groupes qui décrivent des directions possibles de l'évolution technologique dans le système énergétique. Les trois groupes A1 se distinguent par leur accent technologique: forte intensité de combustibles fossiles (A1FI), sources d'énergie autres que fossiles (A1T) et équilibre entre les sources (A1B) ("équilibre" signifiant que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies de l'approvisionnement énergétique et des utilisations finales).

A2 : Le canevas et la famille de scénarios A2 décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.

B1. Le canevas et la famille de scénarios B1 décrivent un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans le canevas A1, mais avec des changements rapides dans les structures économiques vers une économie de services et d'information, avec des réductions dans l'intensité des matériaux et l'introduction de technologies propres et utilisant les ressources de manière efficiente. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.

B2. Le canevas et la famille de scénarios B2 décrivent un monde où l'accent est placé sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2, il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les canevas et les familles de scénarios B1 et A1. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, mais ils sont axés sur des niveaux locaux et régionaux.

Un scénario d'illustration a été choisi pour chacun des six groupes de scénarios A1B, A1FI, A1T, A2, B1 et B2. Tous sont également fiables. Les scénarios SRES n'incluent pas d'initiatives climatiques supplémentaires, ce qui signifie que l'on n'inclut aucun scénario qui suppose expressément l'application de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ou des objectifs du Protocole de Kyoto pour les émissions.

Les conclusions quantitatives du 4<sup>ème</sup> rapport en terme de changement climatique simulé sont les suivantes : (d'après le rapport de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) *Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France*, 2008)

- Une augmentation de 3 degrés en moyenne à la fin du siècle, selon les «valeurs les plus probables » pour une stabilisation moyenne des émissions de GES.

La figure suivante représente les répercussions en termes de projection des températures au niveau mondial des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre du GIEC. A gauche, les courbes représentent les projections d'émissions mondiales de GES selon six scénarios SRES.

A droite, les courbes représentent les niveaux de températures moyennes pour les scénarios A2, A1B, B1 et dans le cas d'une concentration en GES maintenue constante au niveau de 2000, tandis que les barres de droite renseignent sur la valeur la plus probable (en foncé) et la fourchette de température probable pour les six scénarios.

### Scénarios d'émission de GES de 2000 à 2100 (en l'absence de politiques climatiques supplémentaires) et projections des températures de surface

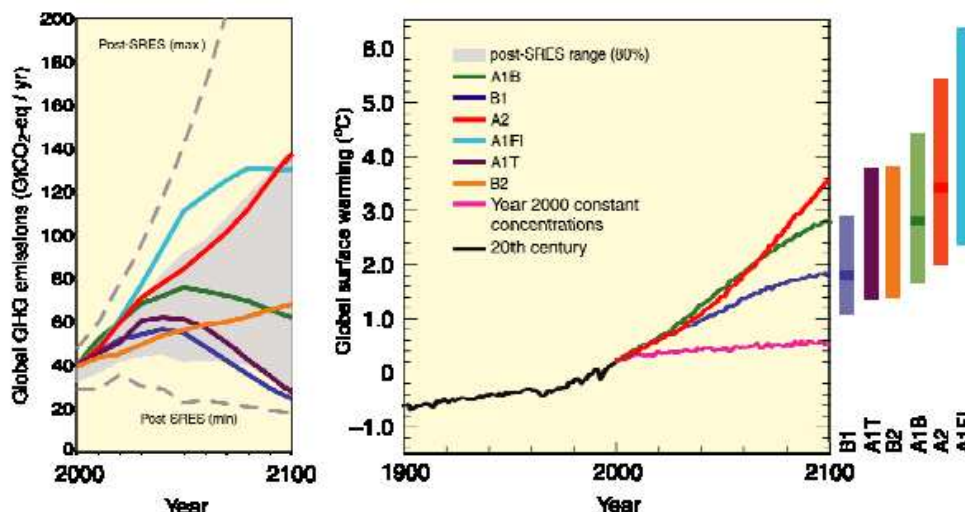


Figure 2 : d'après le Special Report on Emissions Scenarios (SRES), GIEC, 2000 ?

- Le niveau des océans pourrait s'élever à la fin du siècle de 20 à 60 cm en moyenne.
- Le GIEC juge « très probable » - plus de 90% de chances contre 60% en 2001 – que les gaz à effet de serre émis par les activités humaines soient responsables de l'essentiel du réchauffement observé depuis le milieu du 20<sup>ème</sup> siècle.
- Les émissions « passées et futures de CO<sub>2</sub> continueront à contribuer au réchauffement et à l'élévation du niveau des mers pendant plus d'un millénaire », compte tenu de leur durée de vie dans l'atmosphère.
- Le GIEC juge « vraisemblable » que les cyclones tropicaux futurs, ainsi que les typhons et ouragans, deviennent plus intenses, avec des vents plus forts et des précipitations plus fortes.
- Les impacts seront différenciés selon les régions : en Europe, la zone méridionale est susceptible d'être la plus affectée.
- Une augmentation de 2°C de la température moyenne est jugée comme un seuil « fatidique » en termes d'impacts potentiels. Rester en deçà de ce seuil impose de viser un objectif de stabilisation à long terme de concentration du CO<sub>2</sub> bien en dessous de 550 ppm (niveau en 2005 : 379 ppm) ce qui nécessite des réductions drastiques d'émissions (objectif global d'une division par 2 d'ici 2050).

Il ne fait par ailleurs aucun doute que ces impacts à l'échelle mondiale ont un coût macro-économique substantiel qui suffit à motiver une action concertée de la communauté internationale. Le rapport Stern commandé par le gouvernement britannique a contribué par son succès médiatique à la prise de conscience de l'ampleur potentielle des impacts du changement climatique. L'intérêt d'une évaluation par les coûts est clair dans une perspective de sensibilisation et d'implication des acteurs, même si les méthodes utilisées restent sujet de débat. Le rapport présente une analyse du changement climatique à travers le prisme de l'économie du risque, avec un parti-pris éthique qui ne pénalise pas les générations futures (faible taux d'actualisation). Les conclusions principales sont les suivantes : (d'après Stern Review Executive Summary, HM Treasury).

- Coûts estimés d'une non-action climatique : perte de 5% du PIB mondial/an au



minimum (voire 20% si certains risques supplémentaires sont pris en compte).

- Coûts de l'action, dans le cadre d'une action internationale concertée : 1% du PIB mondial/an (investissement nécessaire à une stabilisation de la concentration de GES à un niveau compris entre 500 et 550 ppm).

Ces évaluations macroéconomiques des impacts et des coûts du changement climatique ont montré l'urgence d'une action efficace à l'échelle mondiale. Dans son dernier rapport, le GIEC précise l'existence de nombreux leviers d'action qui s'offrent aux décideurs qui s'appuient sur des potentialités technico-économique. La première approche abordée par les décideurs depuis le protocole de Kyoto en 1997 est de travailler à l'atténuation du changement climatique via la réduction des émissions de GES. Le GIEC explique que les potentiels techniques sont importants en la matière même s'il existe encore des incertitudes importantes sur ces potentiels comme le montrent les études technologiques et économiques. Par ailleurs pour créer des mesures d'incitation aux actions d'atténuation, de nombreux instruments sont à la disposition des gouvernements, comme la fiscalité énergétique ou les marchés de quotas de GES. Face à ces constats, des programmes d'atténuation du changement climatique via la réduction d'émissions de GES sont planifiés à des échelles multiples, ces plans étant amenés à se développer dans les années et décennies à venir.

A l'échelle mondiale, la communauté internationale débat en ce moment sur les mesures à prendre pour succéder au protocole de Kyoto qui a fixé les premiers objectifs quantitatifs de réduction d'émissions aux pays développés et a mis en place un système de quotas échangeables d'émissions de CO<sub>2</sub> pour ces mêmes pays. L'Europe a également mis en place un système interne de permis d'émissions échangeables et son paquet «Energie-Climat » a été adopté par la Commission en 2008. Ce plan prévoit d'atteindre l'objectif des « trois vingt » d'ici à 2020 :

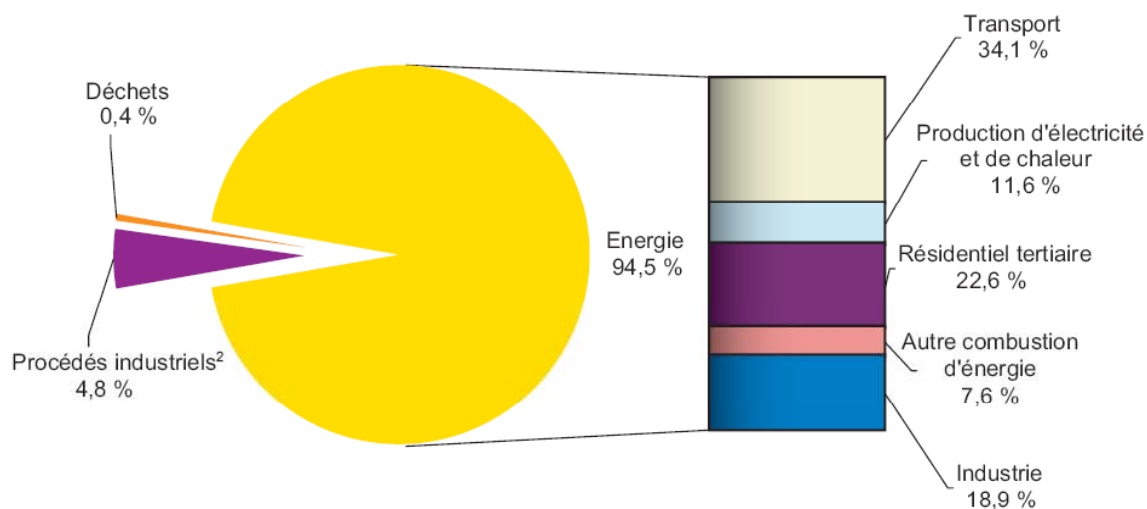
1. Moins 20% d'émissions de GES par rapport à 1990
2. 20 % d'énergie renouvelable dans l'énergie finale
3. Amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique

La France se positionne également dans la lutte contre le changement climatique à l'occasion des débats parlementaires actuels sur le vote de la loi Grenelle issue des groupes de travail du Grenelle de l'environnement qui a eu lieu en 2007. Ce projet de loi fixe comme objectif de respecter la directive de Bruxelles et inclut l'objectif de diviser par quatre les émissions de GES en 2050 par rapport au niveau de 1990. Les mesures nationales pour atteindre cet objectif porteront en priorité sur la baisse de la consommation énergétique des bâtiments et la diminution des émissions dans les secteurs des transports et de l'énergie. L'Etat entend également étendre le système de permis échangeables à d'autres secteurs de l'économie et étudie la question de développer une fiscalité énergétique sur les biens de consommation afin d'encourager les comportements sobres en carbone. L'Europe et la France semblent donc bien engagés dans un processus d'atténuation plutôt raisonnable du changement climatique, dans la mesure où les efforts d'atténuation consentis à 2020 ou 2050 rendent possible une réduction par deux des émissions à l'échelle mondiale en 2050 par rapport au niveau de 1990. Cet objectif global correspond à la limite basse de la fourchette d'objectifs d'atténuation permettant probablement de stabiliser la concentration en GES à 450 ppmCO<sub>2</sub>eq et de ne pas dépasser une augmentation de température moyenne mondiale de 2°C à l'horizon 2100 par rapport à l'ère pré-industrielle.

## **B. Pertinence de la prise en compte des effets de la problématique du changement climatique dans une étude**

### prospective à l'horizon 2050 sur un territoire comme l'estuaire de la Seine.

Au cours de nos travaux, nous avons pu recenser un certain nombre d'études prospectives déjà existantes à l'échelle de l'estuaire de la Seine, soit portant sur l'ensemble de la socio-économie locale soit portant sur un secteur particulier. Dans la plupart des cas, l'échéance est bien moins lointaine que dans le cas qui nous concerne, ces études prenant tout au plus comme horizon 2025. A cette échelle là, il est peut-être raisonnable de penser que les mesures prises au niveau national en terme de participation à l'effort mondial d'atténuation du changement climatique, ne changeront pas de manière significative la donne en ce qui concerne la socio-économie de l'estuaire de la Seine. En revanche, lorsqu'on passe de 2025 à 2050, on passe d'un objectif de diminution d'un peu plus de 20% des émissions à un objectif aujourd'hui affiché de division par quatre des émissions nationales. Regardons la répartition sectorielle actuelle des émissions de CO2 pour comprendre un peu mieux les enjeux :



**Figure 3 : Répartition des émissions de CO2 en France par source en 2006 d'après l'Agence Européenne de l'Environnement.**

Comme nous le mettrons en évidence, l'estuaire de la Seine est un territoire dynamique avec des secteurs économiques d'envergure nationale et internationale comme les activités portuaires et logistique, industrielles (Automobile, Raffineries, industrie pharmaceutique, ...) soutenus par un important réseau de transport multimodal. Ce territoire est donc fortement concerné par l'effort à fournir pour parvenir à l'objectif « facteur 4 » en 2050. De plus on peut se poser la question de savoir s'il serait éventuellement possible de diminuer de 20 % les émissions à moyen terme sans bouleverser la donne socio-économique. On peut trouver quelques éléments de réponses dans le rapport du groupe facteur 4. On pourrait par exemple s'attacher à travailler sur certains « incontournables » comme l'amélioration de l'efficacité énergétique et la maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur résidentiel en particulier ou en travaillant sur l'offre d'électricité à l'échelle de la France. On peut également penser que certains secteurs industriels sont suffisamment rentables pour pouvoir améliorer à moyen terme leur efficacité carbone via certains investissements.

En revanche, on peut assez facilement imaginer que pour diviser par quatre les émissions, des changements plus drastiques sont nécessaires avec éventuellement des effets de seuils : disparition entière d'un secteur, nouveaux modes d'organisation urbaine en matière d'habitat et de transport,... Il apparaît donc tout à fait pertinent de prendre en compte les effets des mesures d'atténuation sur la socio-économie de l'estuaire à l'horizon 2050.

Par ailleurs, si le changement climatique est un phénomène qui se manifeste à l'échelle

mondiale en terme de conséquences sur le climat et les milieux, il faut avoir à l'esprit que les acteurs locaux de l'estuaire seront touchés par les impacts locaux qu'il va engendrer. Une fois encore la différence d'horizon temporel est importante car les impacts supposés du changement climatique à l'échelle de la France et sur le territoire estuarien de la Seine diffèrent significativement selon si on se projette à 2025 ou 2050. En effet, selon le GIEC, il est extrêmement probable que la France de 2050 soit plus chaude de 2°C alors que pour 2025 on se situerait peut-être encore en dessous de 1°C. Les climatologues nous apprennent que cette différence d'apparence minime est associée en pratique à des phénomènes climatiques d'une ampleur réellement différente. Rappelons également, que le GIEC fixe à 2°C le seuil fatidique d'augmentation de la température moyenne mondiale en terme d'impacts potentiels. Il semble donc dans ce contexte tout à fait raisonnable de prendre en compte les impacts locaux du changement climatique dans une étude prospective à 2050.

Quels sont plus précisément les impacts potentiels régionaux du changement climatique à 2050 ? Le rapport de l'ONERC fait un bilan de ces impacts potentiels sur la France et propose des traductions des simulations en aléas et risques sectoriels. Précisons ici que les prévisions régionales en la matière (à l'échelle du bassin de la Seine par exemple) sont encore trop imprécises pour anticiper les choses de façon efficace. et font l'objet de travaux de recherches en cours. En particulier pour ce qui concerne l'impact du changement climatique dans l'estuaire de la Seine, l'expertise collective en cours devrait permettre de préciser les éléments de connaissance sur ces différents impacts directs (hydrologie, variations du niveau des mers, etc...).

Voici les conclusions principales à l'échelle de la France tirées du rapport de l'ONERC qui seront utilisées dans le présent rapport comme indication générale des impacts possibles du changement climatique dans l'estuaire, à défaut de disposer aujourd'hui d'une synthèse plus précise :

Les simulations du climat futur nous montrent en effet qu'il est extrêmement probable<sup>42</sup> que la France de 2050 soit plus chaude (d'environ 2°C) et connaisse des hivers plus pluvieux et des étés plus secs. L'augmentation des pluies hivernales ne compensant pas la baisse aux autres saisons, on devrait aussi subir une baisse des ressources en eau par rapport à ce que nous connaissons aujourd'hui. Il est très probable que le nombre de jours de forte chaleur augmente, d'un facteur qui pourrait être de 4 à 6 selon certains scénarios climatiques. On s'attend à une augmentation très probable de la durée des sécheresses estivales, plus marquée dans la partie sud du pays, mais aussi à une augmentation probable du nombre de jours consécutifs de fortes pluies en hiver dans la plupart des régions. La diminution déjà constatée du

nombre de jours de gel et de neige en plaine devrait également s'accroître en moyenne. En revanche, de même que nous ne notons pas de tendance significative sur la fréquence et l'intensité des tempêtes des cinquante dernières années, les simulations climatiques ne montrent pas d'évolution marquée de la fréquence des vents forts en liaison avec les émissions anthropiques.

Les simulations réalisées indiquent pour l'hexagone, une augmentation notable des températures pour la période 2040-2059 par rapport au climat de référence (période 1980-1999) : s'agissant des températures annuelles moyennes, le modèle projette dans le scénario B2 une hausse de 0.99°C à l'horizon 2050; et dans A2, une hausse de 1.37°C pour 2050. Le modèle met également en avant une hausse du nombre moyen de jours d'une période chaude<sup>44</sup> sur l'année (passant de 36.25 sur la période de référence, à 54.06 et 98.6 jours à l'horizon 2050 pour le scénario B2 ; et à 73.71 et 134.84 jours à l'horizon 2050 pour le scénario A2) ; et une diminution du nombre de jours moyens d'une période froide dans les deux scénarios. S'agissant des précipitations, les résultats du modèle sont plus ambigus : dans le scénario B2, les précipitations moyennes<sup>45</sup> augmenteraient légèrement à l'horizon 2050 (+0.09mm/jr), alors qu'une diminution est projetée dans le scénario A2 (-0.2 mm/jr).

On peut anticiper, avec un niveau de certitude « élevé »<sup>47</sup>, des aléas tels que l'augmentation de la température de l'air, des cours d'eaux et des lacs, l'élévation des températures de la surface de la mer, la réduction de la durée de l'enneigement, l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des vagues de chaleur et des sécheresses, ou encore l'amplification des phénomènes de crues de surcotes marines. On peut citer, avec un degré de certitude « moyen », des aléas tels que la recrudescence des feux de forêts, la diminution des nappes phréatiques et leur salinisation, ou encore la modification de l'aire de distribution de certains pollens et vecteurs d'activités microbiennes. D'autres impacts possibles concernent par exemple l'augmentation des crues éclairées et progressives, et la diminution de la qualité de l'air, avec un niveau de certitude ici jugé plus faible.

On peut donc décrire les conséquences locales du changement climatique sous la forme d'aléas qui représentent des modifications quantitatives de l'environnement par rapport à une situation de référence. On classe les aléas en deux grandes catégories : les modifications « graduelles » d'une part qui correspondent à des changements en moyenne (hausse des températures moyennes, hausse du niveau des océans et des mers,...) et les modifications « extrêmes » d'autre part correspondant à des événements de type catastrophe naturelle (canicule, sécheresse, fortes crues, tempête,...). On traduit ensuite ces aléas en impact à proprement parler sur les activités humaines et les milieux naturels en terme de dommages et de coûts induits. Ces coûts et dommages vont dépendre de la vulnérabilité du territoire et des secteurs économiques qui le composent.

La vulnérabilité potentielle d'un secteur ou d'un territoire dépend de plusieurs facteurs :

- son exposition au changement
- sa sensibilité (paramètres socio-économiques qui vont déterminer les dommages effectifs), notamment en fonction de sa dépendance directe au changement climatique
- sa capacité d'adaptation et de réaction

En ce qui concerne l'estuaire de la Seine, comme évoqué en introduction, il semble que la vulnérabilité du territoire au changement climatique puisse être significative. En effet, par sa position géographique le territoire semble très exposé à des aléas comme la montée du niveau de la mer et plus simplement les aléas liés à la ressource en eau (crues, débits,...). Sa

sensibilité est cependant différenciée mais potentiellement importante selon les activités socio-économiques du territoire.

Les actions qui consistent à diminuer la vulnérabilité des secteurs socio-économiques soit de manière spontanée soit par anticipation puis planification forment la notion récente d'adaptation au changement climatique qui est considérée comme un outil complémentaire de l'atténuation nécessaire pour lutter contre le changement climatique. Il apparaît donc que la gestion locale des impacts directs du changement climatique peut être déterminante à l'horizon 2050 et il semble tout à fait pertinent de la prendre en compte.

Néanmoins, les études régionales des aléas potentiels, les évaluations d'impact et les études sur les mesures d'adaptation à prendre sont encore à leur début. Nous tenterons néanmoins de travailler sur les tendances générales qualitatives en la matière afin de prendre en compte dans notre étude les impacts locaux directs du changement climatique sur les activités humaines et le patrimoine naturel de l'estuaire de la Seine.

## II. Rencontre avec l'Estuaire : état des lieux, recensement des données disponibles.

Il s'agit dans cette partie de présenter l'Estuaire de la façon la plus objective possible et les éléments qui ont façonné notre raisonnement au cours de notre travail, aboutissant à la conceptualisation systématique de l'Estuaire décrite dans la partie III. La méthodologie précisant, entre autre la définition du système Estuaire de la Seine, figure dans la partie III. Cette première rencontre avec l'Estuaire, quelque peu naïve, nous a orientés vers les acteurs du territoire qui nous ont renseignés sur leurs activités. Cette partie II constitue un premier cadrage qui se finalisera dans la partie III. Elle présente également la recherche bibliographique qu'il a été nécessaire de réaliser pour affiner cette première rencontre avec l'Estuaire de la Seine, et l'apport des entretiens avec les acteurs locaux.

### A. Identification des enjeux socio-économiques prédominants dans l'Estuaire de la Seine.

Cette vision de l'Estuaire de la Seine est la vision première de ce territoire qui nous a guidé dans notre démarche, qui nous a amené à considérer tel ou tel acteur, à examiner tel ou tel secteur socio-économique. Mais elle n'est en aucun cas le résultat final de notre travail résumant notre compréhension du territoire.

#### **Vision première des enjeux socio-économiques prédominants dans l'Estuaire de la Seine.**

D'un point de vue socioéconomique, nous avons considéré que l'estuaire de la Seine est géographiquement défini comme le territoire traversé par le fleuve Seine avant qu'il ne se jette dans la Manche (NB : une définition plus fonctionnelle de l'estuaire est proposée dans la partie III). La Seine est un des grands fleuves français qui a façonné le territoire national tant économiquement que socialement. De grandes villes se sont construites tout au long de son cours, comme Paris, Rouen ou Le Havre, et ont rassemblé les hommes et les activités économiques liées au commerce de marchandises transportées grâce à la Seine.

Cependant le territoire de l'Estuaire de la Seine n'a jamais eu vraiment d'identité bien marquée. Il a toujours été composite, comme le montre la mosaïque administrative dont il fait l'objet. L'estuaire est partagé entre le Calvados au sud et la Seine maritime au nord, entre les deux régions normandes, la Haute Normandie et la Basse Normandie. Concrètement, cet enchevêtrement administratif se traduit par une multitude de conseils et d'instances décisionnelles à des échelles différentes, mais souvent redondantes. Ainsi une réflexion à l'échelle de l'estuaire est un véritable enjeu pour le devenir de ce territoire qui correspond à une réalité fonctionnelle économique, sociale, hydrographique...

La grande proximité de Paris a eu et a toujours un effet majeur sur l'estuaire de la Seine. Paris est la capitale d'un Etat encore fortement centralisé, et entré depuis plusieurs décennies dans une dynamique de décentralisation. C'est une ville qui concentre bon nombre d'activités économiques, qui nécessitent de forts axes de communication. Et la Seine et sa vallée en sont un tout choisi.

L'influence de l'agglomération parisienne a conditionné depuis longtemps l'ouverture vers l'international de l'estuaire de la Seine. Ce territoire possède un riche passé portuaire et industriel. En revanche, la marine militaire pour la défense nationale n'a pas été prépondérante. Cet axe de communication majeur que constitue la Seine a permis à l'estuaire de jouer un rôle essentiel tant dans l'import de matières premières que l'export de produits manufacturés. L'exigence d'efficacité de production au cours de l'ère industrielle du XIXème siècle a encouragé le rapprochement des unités de productions des unités d'import/export.

Ainsi se sont constitués de grands pôles économiques rassemblant les activités portuaires, logistiques, de stockage, de raffinage, pétrochimiques, de construction automobile...

Si le territoire s'est façonné par l'ouverture vers le monde industriel, il en est donc fortement dépendant. Dans ce siècle du changement, sa grande dépendance vis-à-vis des activités commerciales et de l'énergie de son passé industriel (le pétrole) constitue un enjeu socio-économique de première importance pour l'estuaire de la Seine.

Socialement le territoire est marqué par un fort passé ouvrier et portuaire, particulièrement marqué sur la rive nord de l'estuaire. Si la reconversion du tissu socio-économique paraît nécessaire, il existe cependant de nombreux freins d'origine politique, financière et sociale.

L'activité de production agricole a été repoussée sur les plateaux calcaires bordant l'estuaire de la Seine par pression foncière due aux enjeux industriels. Seules subsistent des prairies d'élevage dans les boucles de la Seine, dans les zones fréquemment inondées. En revanche, l'agriculture du bassin versant et celle du bassin parisien a largement bénéficié de la possibilité d'exportation de céréales via le port de Rouen. L'agriculture constitue un enjeu fort en terme de pollution de l'eau par les nitrates, et autres intrants...

La gestion de la ressource en eau au sein de l'estuaire de la Seine semble être un enjeu de toute première importance. Outre les besoins agricoles et la pollution associée, sur la ressource en eau s'exercent la demande d'eau potable de pôles urbains que sont Le Havre et Rouen, la pression industrielle et les besoins des activités portuaires. La concentration des activités anthropiques sur le territoire de l'estuaire de la Seine fait peser une menace forte sur l'environnement et la qualité du cadre de vie pour les résidents.

La qualité et la régulation de la ressource en eau dans l'estuaire sont un indicateur intégré de l'efficacité des politiques environnementales et de gestion sur l'ensemble du fleuve Seine. Au niveau de l'estuaire, la vasière est fortement influencée par les activités anthropiques (pollution, aménagements des berges, ...) et constitue un écosystème particulier jouant un rôle de nourricerie pour le stock halieutique.

Un dernier enjeu socio-économique du territoire est constitué par les conséquences du réchauffement climatique. Même si la Seine est un fleuve anthropisé depuis longtemps ou canalisé, la vulnérabilité de l'estuaire de la Seine à une montée des eaux, à des inondations accrues, à des tempêtes de plus en plus fréquentes est à examiner avec attention. Des incidences fortes directes ou indirectes du réchauffement climatique sont à anticiper.

### **L'Estuaire de la Seine : un territoire dynamique marqué par l'existence de nombreux plans d'aménagement et de gestion.**

Comme nous l'avons appréhendé plus haut, le territoire de l'estuaire de la Seine est un territoire à forts enjeux socio-économiques. L'estuaire est une entité fonctionnelle tant sur le point de vue écologique qu'économique, et d'intérêt local et national. Le découpage administratif complexe de l'estuaire a conduit à la réalisation de nombreux plans d'aménagement et de gestion de la part des pouvoirs publics, visant à une meilleure coordination des différents acteurs.

Il nous est donc apparu pertinent de recenser les documents de planification existants ou des études menées sur ce sujet afin de mieux comprendre le fonctionnement de ce territoire et de préciser notre vision de ses enjeux socio-économiques.

Nous avons recensé :

- le diagnostic SRADT (Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire)
- le CPER (Contrat de Projet Etat/Région) Haute-Normandie

- le plan Seine
- la thèse sur les activités industrielles dans l'estuaire de la Seine de Dimitri Laroutis
- la DTA (Directive Territoriale d'Aménagement) de l'estuaire de la Seine
- les SAGE (Schéma d'Aménagement et Gestion des Eaux) Seine-Aval
- le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux) Seine-Normandie
- le Plan de Gestion Globale de l'Estuaire
- le mémoire de masters sur l'économie de l'environnement et des ressources naturelles de Guillaume Olive
- la charte du PNR (Parc Naturel Régional) des Boucles de la Seine
- la démarche prospective à l'horizon 2025 sur l'estuaire de la Seine menée par les bureaux d'études BIPE et GERPA.

L'ensemble de ces documents est présenté succinctement dans des tableaux synthétisant les informations relatives à l'auteur, à l'échéance du document, à son aire d'action, à sa portée réglementaire, aux secteurs socio-économiques concernés et à son contenu. Quelques documents d'importance sont résumés de façon exhaustive dans des fiches de lectures présentes en annexe 1 du rapport.

Diagnostic SRADT	
Auteurs	Conseil Régional Haute Normandie
Echéance	Contrat de projet 2007-2013
Territoire	Région Haute-Normandie
Portée réglementaire	Non – Prépare élaboration SRADT et Charte ambition de la région déclinée en objectifs
Secteurs	ports, transports-logistique, industries, agriculture, pêche, urbanisation, environnement
Contenu	diagnostic stratégique, enjeux, déclinaison prospective



CPER	
Auteurs	Conseil Régional Haute Normandie - Préfecture
Echéance	Contrat de projet 2007-2013
Territoire	Région Haute-Normandie et départements
Portée réglementaire	Oui – Contrat d’actions à mener dans la région par les collectivités territoriales
Secteurs	ports, transports-logistique, industries, agriculture, pêche, urbanisation, environnement

Plan Seine	
Auteurs	Préfet coordonnateur de bassin Seine-Normandie / Agence de l’eau / Direction Régionale Environnement d’Ile de France
Echéance	2007-2013
Territoire	Bassin de la Seine
Portée réglementaire	Oui – Contrat de projet interrégional
Secteurs	Environnement/ risques inondations
Contenu	Plan d’action pour la qualité de l’eau et des milieux

Thèse sur les activités industrielles	
Auteurs	Dimitri Laroutis du Centre d’Analyse et de Recherche en Economie de l’université de Rouen
Echéance	
Territoire	Bassin de la Seine
Portée réglementaire	Non
Secteurs	Industrie
Contenu	Etudes des tendances en cours

Directive Territoriale d'Aménagement de l'Estuaire de la Seine 10/07/2006	
Auteurs	Etat (préfecture Haute-Normandie en coordination avec Basse Normandie)
Echéance	Horizon 20-25 ans
Territoire	Estuaire de la Seine
Portée réglementaire	Non- Politiques d'accompagnement des collectivités locales et orientations des PLU/SCOT
Contenu	Diagnostic, Objectifs, Orientations, Politiques d'accompagnement
Secteurs concernés	Ports, activité logistique, aménagement urbain, environnement, pêche, Industrie

Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux Seine-Aval Estuaire, Amont et Aval	
Auteurs	Commission Locale de l'Eau
Echéance	2015, 2021,2027
Territoire	Seine-Aval Estuaire, Moyen, Amont (sous-bassins hydrographiques)
Portée réglementaire	Suit le SDAGE. Cadre de référence de la gestion de l'eau. Définit les orientations d'une politique intégrée de l'eau à l'échelle locale.
Contenu	Carte des objectifs assignés aux masses d'eau, caractéristiques de l'unité hydrographique, principales actions à mettre en oeuvre
Secteurs concernés	Environnement, Agriculture, Industrie, Ports, Urbanisme,

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux	
Auteurs	Agence de l'Eau Seine-Normandie
Echéance	2015, 2021,2027
Territoire	Grand Bassin Seine-Normandie
Portée réglementaire	Suit la LES et la DCE. Cadre de référence de la gestion de l'eau. Définit les orientations d'une politique intégrée de l'eau.
Contenu	Objectifs (8 « défis » ) et leviers
Secteurs concernés	Environnement, Agriculture, Industrie, Ports, Urbanisme,

Plan de Gestion Globale de l'Estuaire de la Seine Volet environnemental 2000-2006	
Auteurs	Etat (Préfecture)
Echéance	2006
Territoire	Estuaire de la Seine
Portée réglementaire	Obligations de moyens plus que de résultats
Contenu	Orientations et plans d'actions
Secteurs concernés	Environnement, Industries, ports, Pêche

Mémoire de Master Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles	
Auteurs	Guillaume Olive (AscA, DEA économie de l'environnement et des ressources naturelles)
Echéance	2050
Territoire	Bassin de la Seine
Portée réglementaire	aucune
Contenu	Prospective en 6 scénarios
Secteurs concernés	Agriculture

Charte PNR des Boucles de la Seine Normande	
Auteurs	Syndicat mixte du PNR
Echéance	2011
Territoire	PNR BSN
Portée réglementaire	Obligation de moyens plus que de résultats
Contenu	Orientations et plans d’actions
Secteurs concernés	Environnement

Démarche Prospective à l’horizon 2025 sur l’estuaire de la Seine	
Auteurs	Cabinet BIPE et GERPA, commande AESN et DIREN Haute Normandie
Echéance	2025
Territoire	Estuaire de la Seine
Portée réglementaire	aucune
Contenu	diagnostic et scénarios prospectifs
Secteurs concernés	Ports, activité logistique, aménagement urbain, environnement, pêche, Industrie

## **B. Un reflet des points de vue des acteurs locaux**

Pour réaliser une démarche prospective, il est nécessaire de comprendre la position des différents acteurs du territoire afin d’imaginer quels pourraient être les points de tension, les points de bifurcation, les tendances lourdes dans l’évolution de ce territoire dans les décennies à venir. L’objectif était de connaître l’ensemble des points de vue des acteurs locaux sur leur territoire, sur ses évolutions probables, sur les craintes et leurs certitudes, sur leur perception du réchauffement climatique et de ses impacts sur l’estuaire de la Seine.

## **C. Méthode d’interview téléphonique**

Pour ce faire nous avons entrepris un recensement des acteurs du territoire des différents secteurs socio-économiques aussi exhaustif que possible. Nous les avons contacté afin d’obtenir une interview téléphonique. Nous soumettions à nos interlocuteurs avant l’interview une trame de questionnaire pour présenter notre démarche et préciser nos attentes.

L'interview se déroulait en trois étapes :

- une étape « diagnostic », qui était l'occasion pour l'acteur de présenter son secteur, ses missions et son état actuel.
- une étape « orientations », qui permettait d'évoquer les plans de développement mis en place, les tendances affirmées à l'échelle de la prochaine décennie, les choix nécessaires qui allaient se présenter au secteur incessamment sous peu, les risques et opportunités à venir.
- une étape « à long terme... », qui déplaçait l'interview à l'horizon 2050, qui cherchait à souder la perception du réchauffement climatique de l'acteur et de ses éventuels impacts sur le territoire de l'estuaire, son implication dans des travaux prospectifs sectoriels. Cette étape a l'avantage de placer le débat à un horizon temporel déconnecté des tensions actuelles, de lever une certaine inhibition psychologique liée aux contraintes quotidiennes fortes.

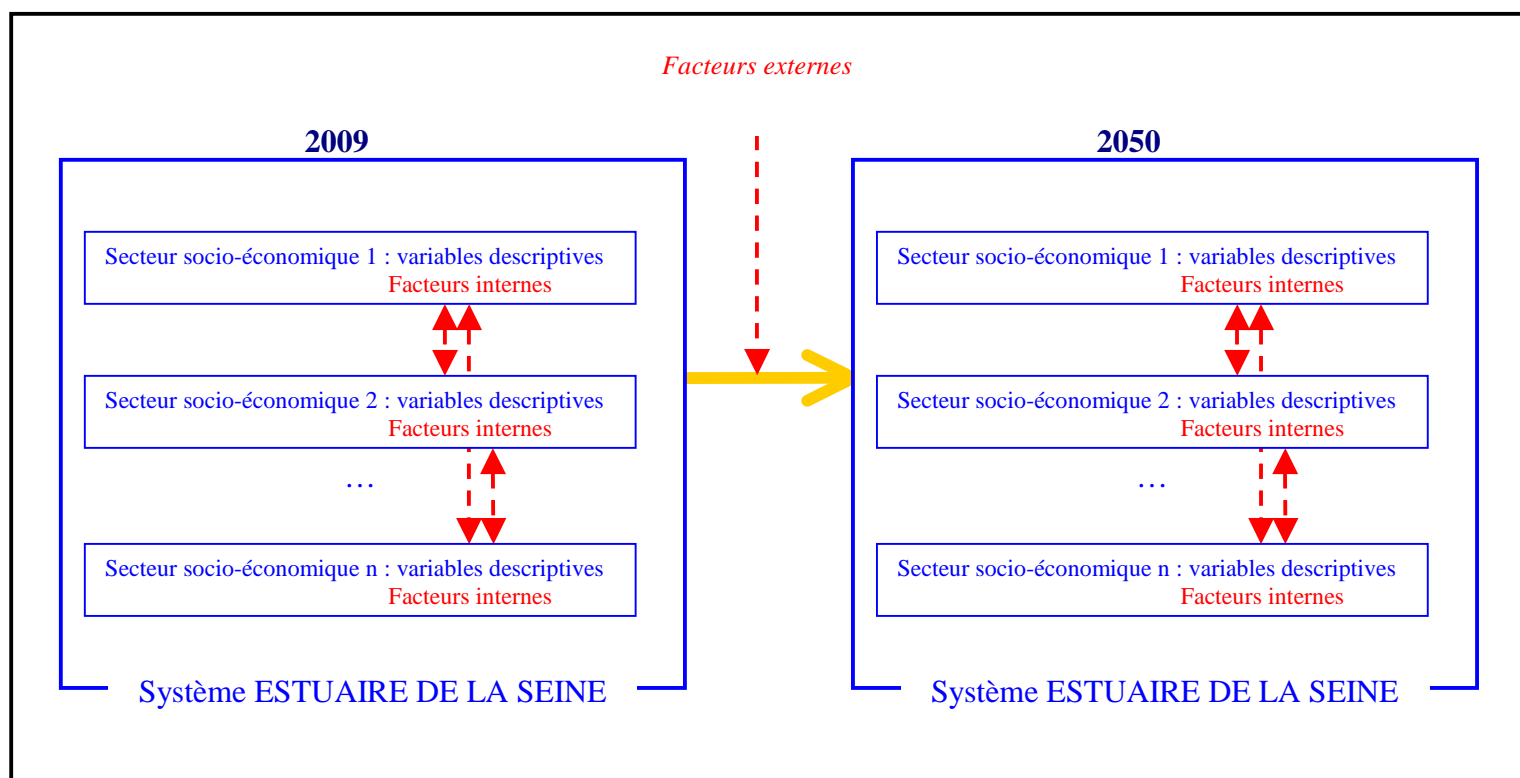
Un compte-rendu de chaque entretien est disponible en annexe 2.

Les entretiens ont été un moyen efficace d'explorer chaque secteur, les positions des acteurs, les rapports de force et les tensions liées aux enjeux de l'Estuaire de la Seine. Ils ont permis de décrire une réalité qui constitue la base de l'étude prospective et identifier les tendances ou les déterminismes à court ou moyen terme du système Estuaire. En revanche, cette phase d'entretiens téléphoniques avec les acteurs, tout comme la phase de recherche bibliographique, s'est révélée infructueuse en matière d'images de l'estuaire de la Seine à l'horizon 2050. L'approche méthodologique prospective présentée dans la partie III vise à lever cette difficulté et à permettre de générer des images plausibles à l'horizon 2050.

### III. Méthodologie : structuration d'un cadre d'analyse conceptuel pour la mise en place d'une démarche prospective

Outre les éléments de connaissance du terrain apportés, ce travail pose les bases d'une méthodologie qui peut être adoptée par l'ensemble des équipes de travail de l'expertise collective.

Une part très importante du temps alloué à cette étude a en effet été consacré à l'élaboration d'une méthode permettant de décrire le système estuarien dans sa complexité. Elle se base sur une approche « systémique » du problème posé, dans le sens où l'estuaire est étudié comme un **système**, organisé en différents **secteurs**. Ces secteurs sont décrits par des **variables**, sur lequel agissent un certain nombre de **facteurs** provenant de l'univers extérieur (facteurs externes) ou de l'un des secteurs (facteurs internes).



#### A. Construction d'une délimitation du système « Estuaire de la Seine »

##### 1. Définition

- Sur le plan *morphologique*, on définit un estuaire comme une vallée fluviale ouverte sur l'océan.
- Sur le plan *écologique*, un estuaire est un écosystème qui constitue une zone d'interface entre les domaines continentaux et marins
- Sur le plan *fonctionnel*, l'estuaire est un goulet d'étranglement situé entre les domaines continentaux et marins ; il s'agit donc d'une zone de transit et de stockage.

Une première définition unique de l'estuaire a été proposée en 1967 par Pritchard, qui

considère que la zone estuarienne est la zone dans laquelle les eaux d'origine marine sont diluées de manière mesurable par les eaux douces. Cependant, cette définition a été principalement utilisée dans le cadre d'études portant sur les effets de la salinité. En 1980, Fairbridge propose une autre définition qui place la limite de l'estuaire à la zone soumise aux mouvements de la marée dynamique. Il propose en outre un découpage des zones estuariennes:

*« Un estuaire est un bras de mer pénétrant une vallée fluviale jusqu'à la limite amont de propagation de la marée, habituellement divisible en trois zones :*

- *Un bas estuaire, ou estuaire marin*
- *Un estuaire moyen, sujet à d'importants mélanges entre eaux douces et salées*
- *Un haut estuaire ou estuaire fluvial, caractérisé par de l'eau douce mais soumis au mouvement dynamique des marées. »* (Fairbridge, 1980)

Cette définition générale doit maintenant être appliquée à l'estuaire de la Seine.

## 2. L'estuaire de la Seine : un mot pour plusieurs concepts

La limite amont de la zone estuarienne est très claire : elle est marquée par le barrage de Poses (point kilométrique 202), qui bloque la propagation de la marée. Elle se situe à 160 km de l'embouchure du fleuve.

L'expression « Estuaire de la Seine » désigne en fait des territoires légèrement différents selon le contexte. Il est ainsi défini de manière variable dans les documents (officiels ou non) que l'on trouve dans la littérature. Nous avons donc recensé les différentes significations de l'expression avant de réfléchir au dimensionnement adapté à notre étude.

### a) Sens géographique et hydrographique

Dans les documents publiés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie (Schémas d'Aménagement pour la Gestion de l'Eau), la zone « Estuaire de la Seine » est composée des trois sous-unités hydrographiques Seine-estuaire amont (Sav 23), Seine-estuaire moyen (Sav 24) et Seine-estuaire aval (Sav 25). L'Estuaire est limité latéralement par les lignes de partage des eaux, c'est-à-dire par les limites des trois sous-bassins versants constitutifs de la zone d'intérêt. Pour être précis, ce découpage englobe donc l'Estuaire de la Seine proprement dit et les bassins-versants qui lui sont associés.

Cette définition s'applique bien aux études hydrographiques axées sur des problématiques physiques ne nécessitant pas de prise en compte du découpage administratif de la zone.

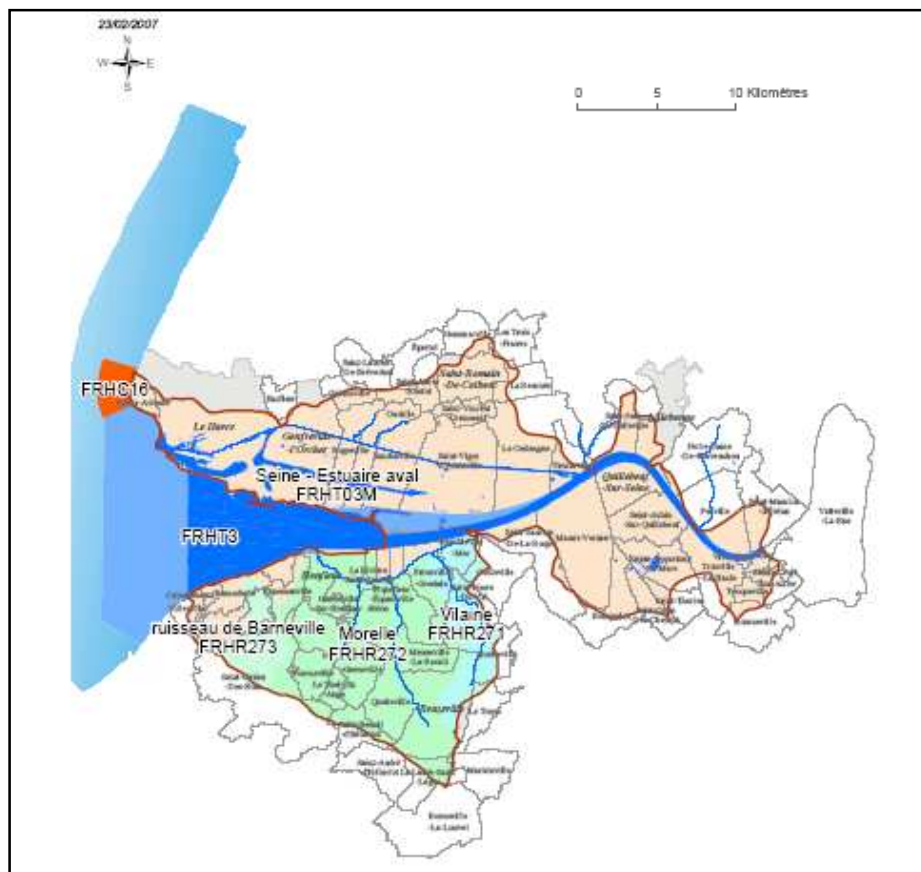


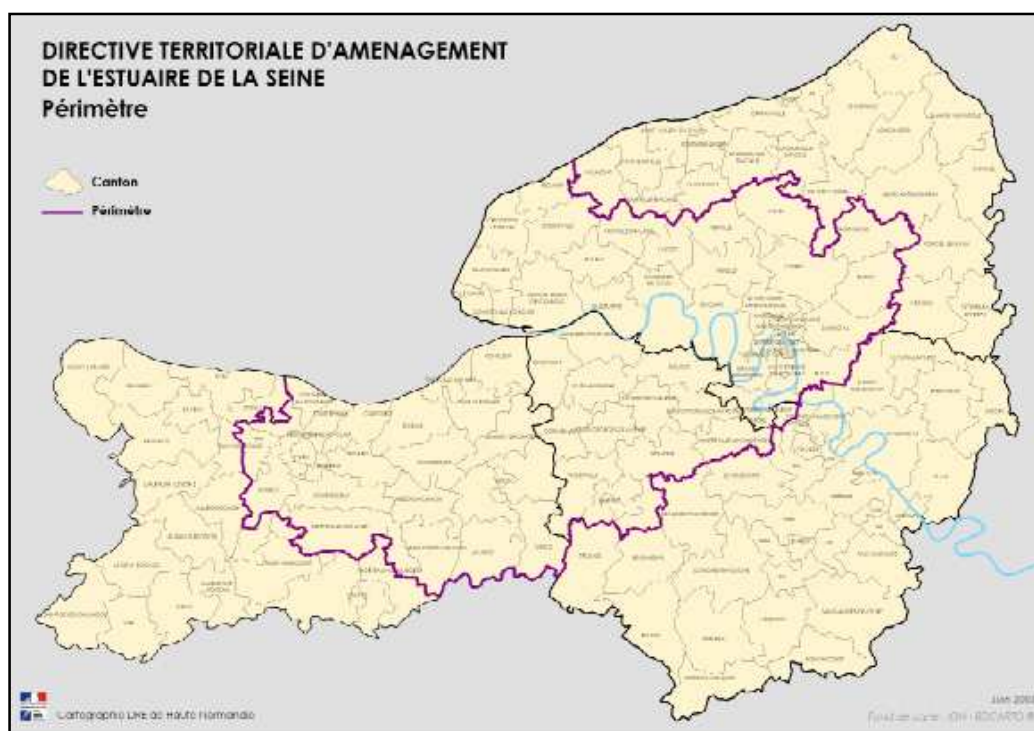
Figure 4 Le bassin versant de l'estuaire de la Seine. in SDAGE Seine Estuaire Aval, AESN.

#### b) Sens administratif

D'autres documents de planification ne tiennent compte que de limites administratives pour définir l'Estuaire de la Seine. C'est le cas de la Directive Territoriale d'Aménagement de l'Estuaire de la Seine, qui fait coïncider les frontières de la zone d'intérêt avec les limites des communes. La limite de l'Estuaire sur la Seine est toujours matérialisée par le barrage de Poses ; en revanche, les limites latérales du territoire diffèrent largement de ce que nous avons vu précédemment.

On note que ce territoire est bien plus grand que ce qu'il ressort de l'utilisation du sens géographique et hydrographique du concept « Estuaire de la Seine » : il couvre 700 000ha, et recouvre une large partie du département du Calvados.





**Figure 5 Territoire "Estuaire de la Seine" de la DTA, in Directive Territoriale d'Aménagement de l'Estuaire de la Seine.**

### c) Sens du GIP Seine-Aval

Les limites géographiques du GIP, sont fixées :

- à l'amont : par le barrage de Poses
- à l'aval : au tiers oriental de la Baie de Seine, soit la zone comprise au sud d'un parallèle passant à Antifer et à l'est d'un méridien passant à Ouistreham ;
- et incluent pour l'emprise latérale : tous les bassins versants internes au système estuarien et leurs milieux associés (zones connexes : vasières, zones humides, zones de confluence des affluents de l'estuaire interne).

Cette définition est plus proche de la définition géographique du terme estuaire. Il restreint en fait l'emprise latérale au lit majeur du fleuve, qui est constitué par la plaine alluviale incluse entre les coteaux calcaire qui bordent la Seine.

### 3. Choix de délimitation pour le groupe d'expertise collective

Une première phase de réflexion a donc porté sur le choix de la définition de l'Estuaire qui conviendrait le mieux à l'ensemble des groupes de travail du GIP.

Dans la mesure où l'étude présentée ici relève à la fois de domaines physiques et socio-économiques, il paraît aussi délicat de favoriser la définition administrative vis-à-vis de la définition géographique que l'inverse.

Le choix effectué dans la présente étude s'est donc porté sur la définition proposée par le GIP Seine-Aval, ce qui présente l'avantage d'assurer une cohérence avec les travaux entrepris précédemment par le groupement. Toutefois, il ressort de cette étude que le concept d'estuaire de la Seine ne recouvre pas la même zone selon les acteurs auxquels on s'adresse.

## **B. Structuration interne du système**

Le système ainsi délimité n'est pas considéré comme une « boîte noire ». L'estuaire est représenté comme un ensemble de secteurs socio-économiques qui coexistent et interagissent.

### **1. Conceptualisation des secteurs d'activité socio-économiques**

Dans l'étude prospective réalisée en 2004 sur l'estuaire de la Seine en 2025, le système Estuaire était considéré comme un ensemble de **fonctions**, sur lesquelles agissaient des facteurs externes ou internes.

Nous avons opté pour une autre représentation, plus proche du travail conceptualisé par G. Olive dans son mémoire de fin d'études sur les évolutions du secteur agricole à l'échelle de tout le bassin versant.

#### **a) Choix des secteurs à considérer**

L'Estuaire de la Seine est le siège de nombreuses activités. La Seine est en effet un élément très fortement structurant de la région normande autour duquel se sont développées de nombreuses activités.

Un estuaire est avant tout une interface entre les eaux fluviales et marines. Son fonctionnement physique est régi par les lois de l'hydrographie, de l'hydrogéologie, du fonctionnement océanique. Il convient donc d'étudier ce fonctionnement physique. Il ne s'agit pas à proprement parler d'un secteur d'activité socio-économique ; toutefois il s'agit d'un domaine structurant dans l'étude de l'estuaire.

L'estuaire de la Seine regroupe une forte population : les villes du Havre (250 000 habitants) et de Rouen (390 000 habitants) en particulier. Le mode d'urbanisme, la répartition de la population autour du fleuve et le long du littoral sont des variables clé pour décrire l'estuaire.

L'activité économique de la région relève de différents secteurs socio-économiques qu'il convient de prendre en compte. L'agriculture, la pêche, le secteur industrie et services, le secteur portuaire, la logistique et l'organisation des transports et le tourisme sont des secteurs qui permettent de prendre en compte l'ensemble des activités socio-économiques dénombrées dans l'Estuaire de la Seine.

Enfin, un dernier secteur a été identifié : il s'agit du secteur « Patrimoine Naturel ». Il est certes restrictif de considérer que les fonctions environnementales de l'estuaire constituent un secteur économique. Cependant, il diffère du fonctionnement purement physique de l'estuaire (il prend en compte les aspects « écosystèmes », y compris les services écosystémiques. Il permet de tenir compte de l'état de la biodiversité, (mais également la qualité générale des eaux etc. ...) qui d'une part permettent de décrire l'estuaire mais également sont une source de variabilité importante pour d'autres secteurs.

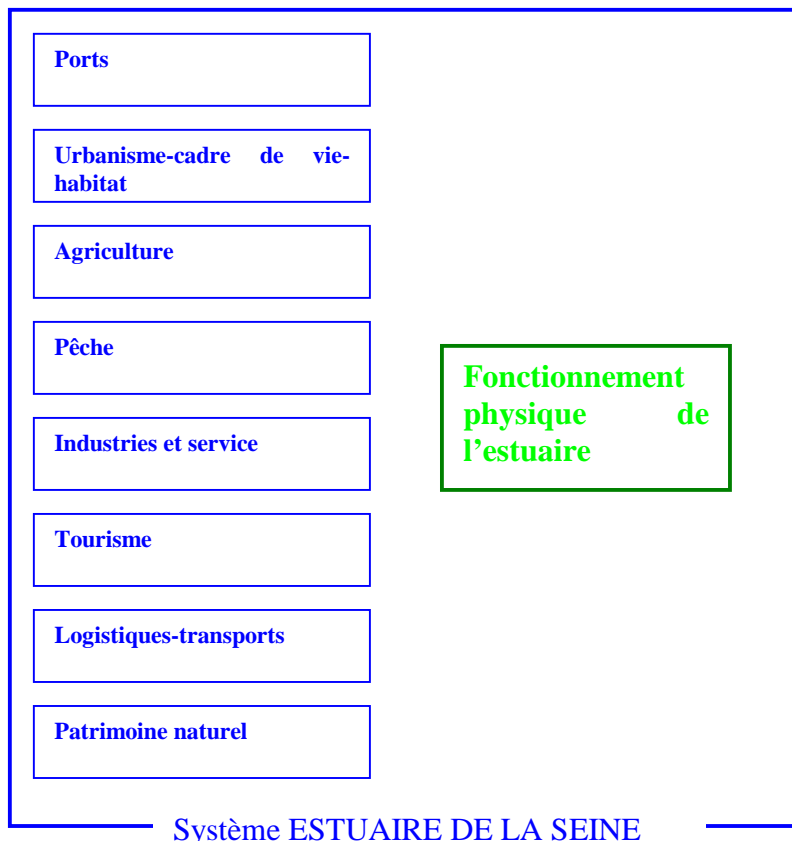


Figure 6 Structure interne du système "Estuaire de la Seine": les secteurs d'activité socio-économiques

## 2. Définition des variables descriptives de chaque secteur indépendamment des autres

Un panel de **variables** a été mis en place pour décrire chaque secteur. Pour identifier ces variables descriptives, le travail effectué par le CESR pour le SRADT a été très utilisé. A la lueur de la bibliographie et des interviews des acteurs locaux, il a pu être mis en évidence d'autres variables que celles présentées dans le SRADT.

L'ensemble des variables permettant de décrire chaque secteur est présenté en annexe.

Le fait d'établir des listes de variables nous a permis de pouvoir identifier plus rapidement et de façon plus objective les liens entre les secteurs. Il s'agit dans ce cadre d'une étape méthodologique. Cependant, il est tout à fait envisageable, dans le cadre d'un travail de prospective plus poussé, d'utiliser ces variables comme véritables indicateurs de l'état de chaque secteur, et de proposer des évolutions éventuellement quantitatives de chacune de ces variables.

## C. Interactions entre les composantes / compartiments du système

Pour mettre en place une réflexion prospective d'ensemble sur les secteurs socio-économiques de l'estuaire, il faut également prendre en compte les interactions entre les secteurs définis précédemment. Ceux ci peuvent être de plusieurs types.

## 1. Liens entre secteurs et fonctionnement physique et écologique de l'estuaire

Le fonctionnement physique fluvial et marin constitue un élément clé dans le système « Estuaire de la Seine » : il contribue en effet énormément à la structuration géographique du territoire.

### - Implantation physique

L'implantation géographique des secteurs d'activité dans le lit majeur de la Seine les rend extrêmement **vulnérables** à des modifications de son fonctionnement physique.

### - Des secteurs d'activité dépendant de l'eau

Il est également notoire que de nombreuses activités dépendent très fortement de l'eau. Ainsi, la pêche et les activités portuaires dépendent très directement du milieu marin et des écosystèmes de l'estuaire. Mais d'autres activités sont également très dépendantes de la ressource en eau : le secteur industriel, le secteur agricole, le tourisme

## 2. Liens intersectoriels directs

Les secteurs d'activité socio-économiques sont interdépendants à l'échelle de l'Estuaire : l'évolution d'une activité peut influencer l'évolution d'autres activités.

Il s'agit de **facteurs internes** d'influence. Ceux ci seront précisés plus loin.

## 3. Facteurs externes :

La définition des **facteurs externes** influençant les évolutions futures de l'estuaire a été faite en considérant chaque secteur successivement, toujours en suivant une méthodologie commune, détaillée ci-dessous.

### - Définition des niveaux d'échelle pertinents :

L'univers dans lequel évolue le système « estuaire de la Seine » a lui aussi été systématisé pour faciliter l'étude prospective, et structuré en plusieurs niveaux d'échelle.

Cette conception du monde environnant permet de définir quels sont les niveaux d'échelle qui influencent l'évolution de chaque secteur, et l'échelle d'impact de chaque facteur.

Plusieurs niveaux d'échelle ont été considérés, trois ont été retenus. L'échelle globale est un niveau incontournable, dans la mesure où le système « estuaire » peut réagir à des signaux définis à l'échelle mondiale. De même, il est nécessaire de considérer l'échelle européenne, qui est aujourd'hui une échelle-clé dans la législation (en particulier la législation environnementale).

Les échelles nationales et Bassin Versant sont fusionnées : en effet, ces deux niveaux d'échelle sont très proches. Les deux niveaux sont importants pour des raisons différentes (législation, plans nationaux pour l'échelle nationale, facteurs physiques et économiques pour l'échelle du Bassin Versant) mais une prise en compte séparée de ces deux niveaux serait trop lourde.

### - Distinction des facteurs d'origine sectorielle/non sectorielle

Il est également intéressant d'évaluer la dépendance de chaque secteur avec l'état général de ce secteur (aux trois niveaux d'échelle considérés).

- Distinction des facteurs liés ou non au changement climatique

Cette étude a pour objet les impacts possibles du changement climatique sur le système que nous avons défini. Le système « estuaire » est influencé par des facteurs externes, dont certains sont liés au changement climatique.

Nous avons vu précédemment que les impacts du changement climatique étaient de trois types : impacts physiques, mesures d'atténuation ou mesures d'adaptation. A l'extérieur du système Seine, c'est-à-dire à tous les niveaux d'échelles supérieurs au niveau d'échelle locale, il est considéré dans cette étude que les impacts physiques du changement climatique n'influencent pas directement l'Estuaire de la Seine. Les facteurs externes liés au changement climatique sont donc des mesures d'adaptation ou d'atténuation.

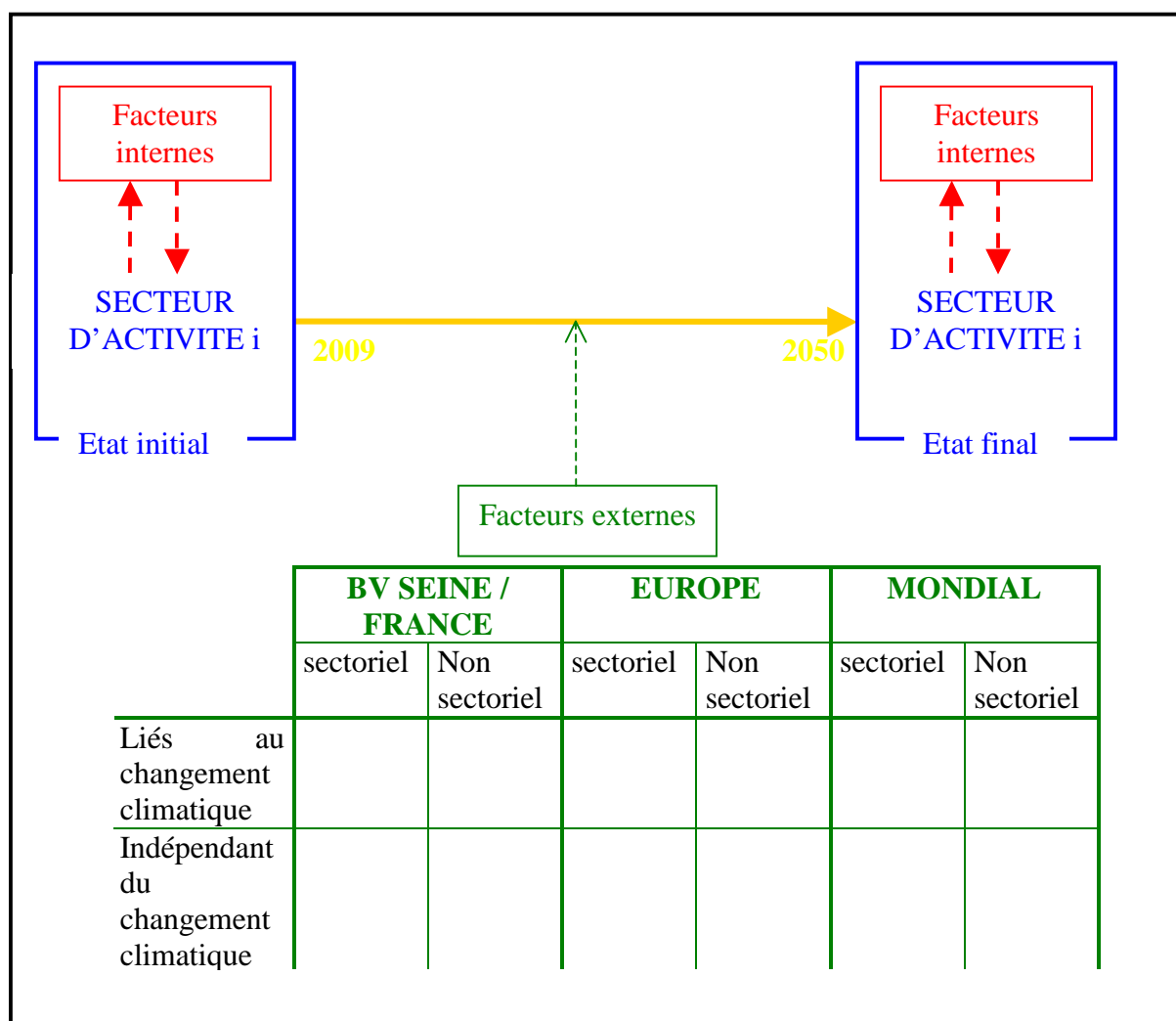


Figure 7 Classification des facteurs externes influençant l'évolution d'un secteur d'activité socio-économique

- Simplification du système : l'influence de l'estuaire sur le monde extérieur est négligeable

Ceci revient à formuler l'hypothèse que l'Estuaire de la Seine n'influence pas les niveaux d'échelle supérieurs. Si cette simplification ne semble pas excessive pour le niveau européen et a fortiori le niveau mondial, on peut douter de sa légitimité en ce qui concerne le niveau du Bassin de la Seine. En effet, il est tout à fait concevable que les activités

économiques (en particulier portuaires et industrielles) aient une influence tangible sur certains secteurs socio-économiques du Bassin de la Seine (l'agriculture par exemple).

L'ensemble des facteurs externes identifiés dans cette étude sur la base de la bibliographie lue, des interviews d'acteurs et de réflexions personnelles est présenté en annexe.

A ce stade, le système « Estuaire de la Seine » est défini, délimité et structuré. Un cadre d'analyse des interactions de l'Estuaire avec le monde extérieur a été mis en place. La partie suivante va permettre au lecteur de comprendre comment ce cadre d'analyse théorique s'insère dans l'analyse prospective à proprement parler.

## D. Méthode de prospective :

### 1. Stratégies d'élaboration des scénarios :

Il existe deux types d'analyses prospectives. La méthode du forecasting s'appuie sur l'image actuelle du système à décrire, et, à partir de tendances mises en évidence et de points de bifurcation identifiés, mène à différentes images du système à l'échéance souhaitée.

La méthode du back-casting, au contraire, est basée sur l'imagination d'images du système considéré à échéance, puis à la construction de scénarios qui permettent de relier de façon cohérente la situation initiale du système aux différentes images construites.

Nous avons opté pour la première méthode. Réfléchir à échéance 2050 suppose d'imaginer un monde extrêmement différent du monde que l'on connaît aujourd'hui. L'évolution des facteurs externes aura donc une influence majeure sur l'état de l'estuaire de la Seine à cet horizon. Ainsi, il nous a paru opportun de mettre en avant différentes tendances d'évolution du contexte économique global et d'imaginer l'image de l'Estuaire de la Seine dans chacun de ces mondes.

Cette méthode conduit certainement à une sous-évaluation du rôle des acteurs locaux dans le développement de l'Estuaire. Toutefois, elle est justifiée par le fort taux de dépendance de certains secteurs d'activité socio-économiques structurants dans l'Estuaire (activités portuaires et industrielles en particulier), mis en avant dans la Directive Territoriale d'Aménagement de l'estuaire de la Seine -vis-à-vis de variables de forçage extérieur.

Nous nous sommes appuyés sur les facteurs d'évolution du SRES (intensité de la mondialisation et degré de prise en compte de l'environnement), en y ajoutant un facteur « intensité de la lutte contre le changement climatique » découlant de la spécificité de notre étude. .

Parmi les 18 possibilités de scénarios que le croisement de ces facteurs produit, nous en avons retenu 3, qui permettent d'imaginer des contextes mondiaux variés.

engagement échelle mondiale contre CC	politique publique environnementale	globalisation	régionalisation
Fort	Forte		
	Modérée	scénario 2	
	Limitée		
Modéré	forte		scénario 3
	Modérée		
	Limitée		
Faible	forte		
	Modérée		
	Limitée	scénario 1	

## 2. Etude de la vulnérabilité des territoires

Chaque étape de la méthodologie prospective mise en place aboutit à une réévaluation de la vulnérabilité des différents secteurs face aux risques liés au changement climatique.

L'évaluation de cette vulnérabilité est très succinctement réalisée dans ce travail préliminaire. Il conviendra par la suite de déterminer des critères objectifs permettant de préciser cette évaluation. A termes, on pourrait envisager une approche du type « analyse coûts / bénéfices » des impacts physiques du changement climatique sur les différentes images de l'estuaire, ce qui montrerait avec forces l'importance des mesures d'adaptation locales.

#### IV. Mise en place d'une démarche prospective

##### A. Dépendance de chaque secteur vis-à-vis des autres secteurs et du monde extérieur

###### 1. Concepts de dépendance et d'influence

Dans la représentation que nous avons mise en place et dont les caractéristiques sont développées dans la partie précédente, l'évolution de chaque secteur d'activité socio-économique est régie par des facteurs internes (c'est-à-dire par les autres secteurs) et par des facteurs externes.

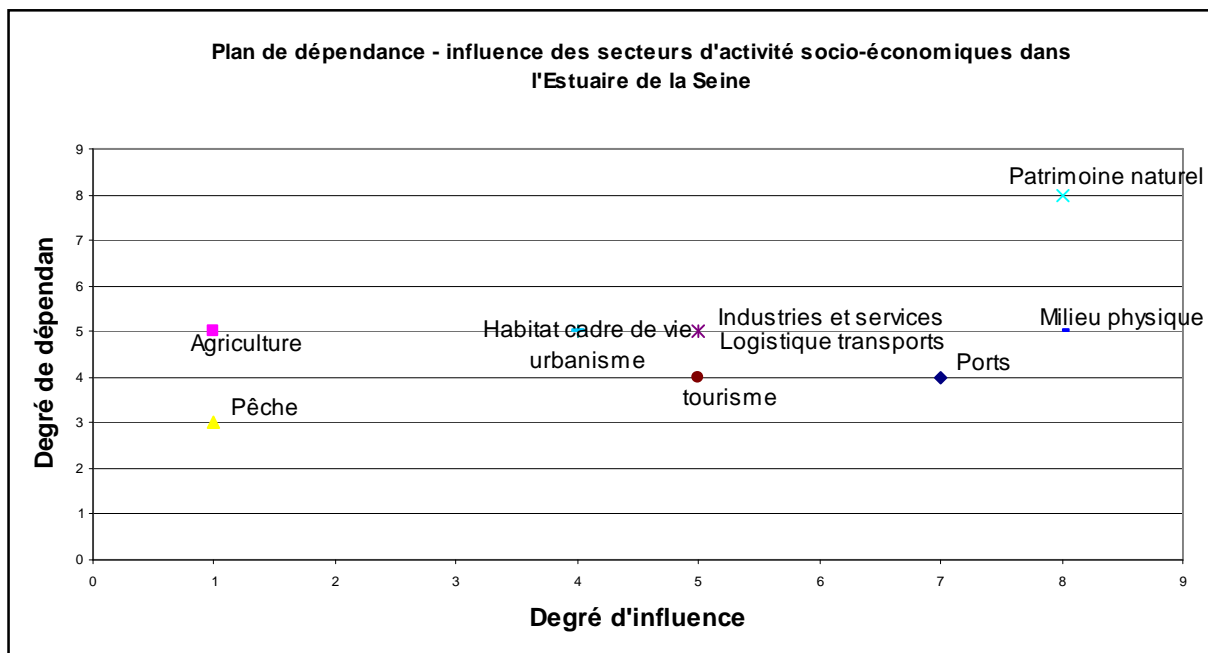
En retour, l'évolution de ce secteur d'activité peut influencer l'évolution d'autres secteurs. Nous avons formulé l'hypothèse qu'en revanche l'influence d'un secteur d'activité sur les facteurs externes est négligeable, et ce quel que soit le niveau d'échelle auquel intervient ce facteur (national, européen ou international).

###### 2. Dépendance de chaque secteur aux autres secteurs (facteurs internes)

###### a) Dépendance et influence globale de chaque secteur d'activité

Nous avons cherché à quantifier l'intensité de la dépendance de chaque secteur vis-à-vis des autres secteurs, et le pendant de ce résultat, c'est-à-dire l'influence de chaque secteur sur l'ensemble du système.

Pour cela, nous avons appliqué la méthode du plan d'influence / dépendance. Nous avons pris le parti d'utiliser notre propre vision de l'estuaire, et avons donc rempli nous-mêmes la matrice de motricité-dépendance à l'origine de ce graphe.



Si ce graphe met en avant des hétérogénéités certaines entre les secteurs (la pêche notamment semble être un secteur peu dépendant directement de l'évolution d'autres secteurs), il convient de nuancer cette indépendance relative. En effet, toutes les variables sont

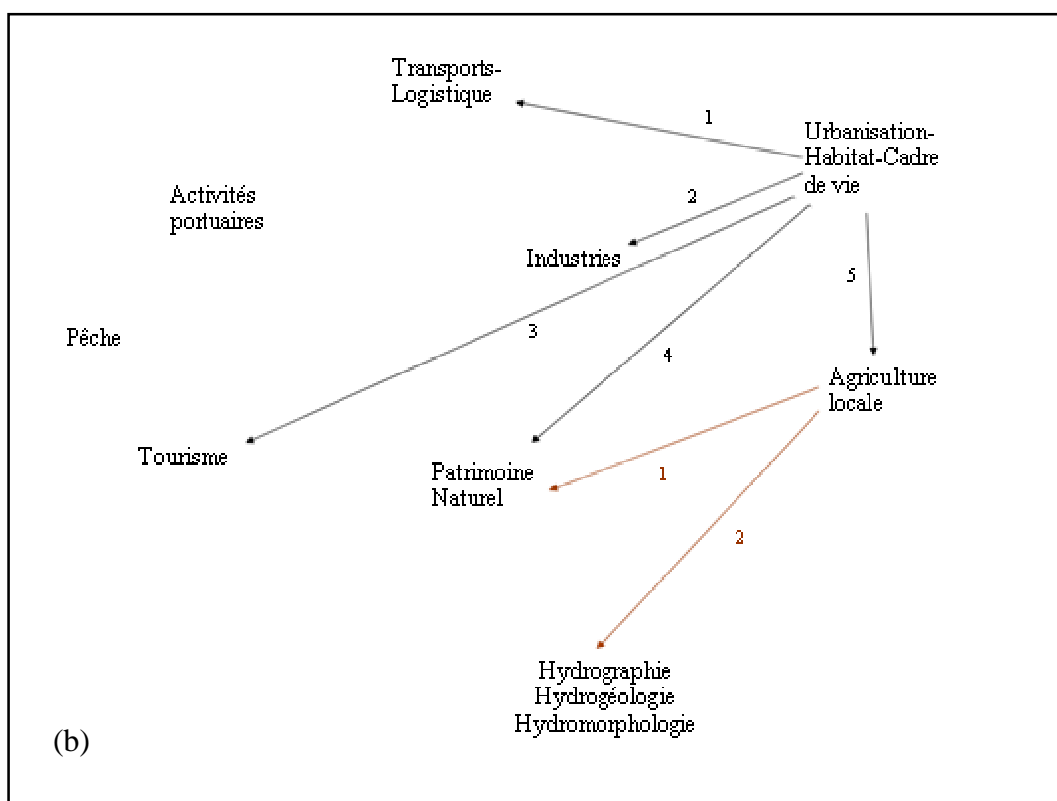
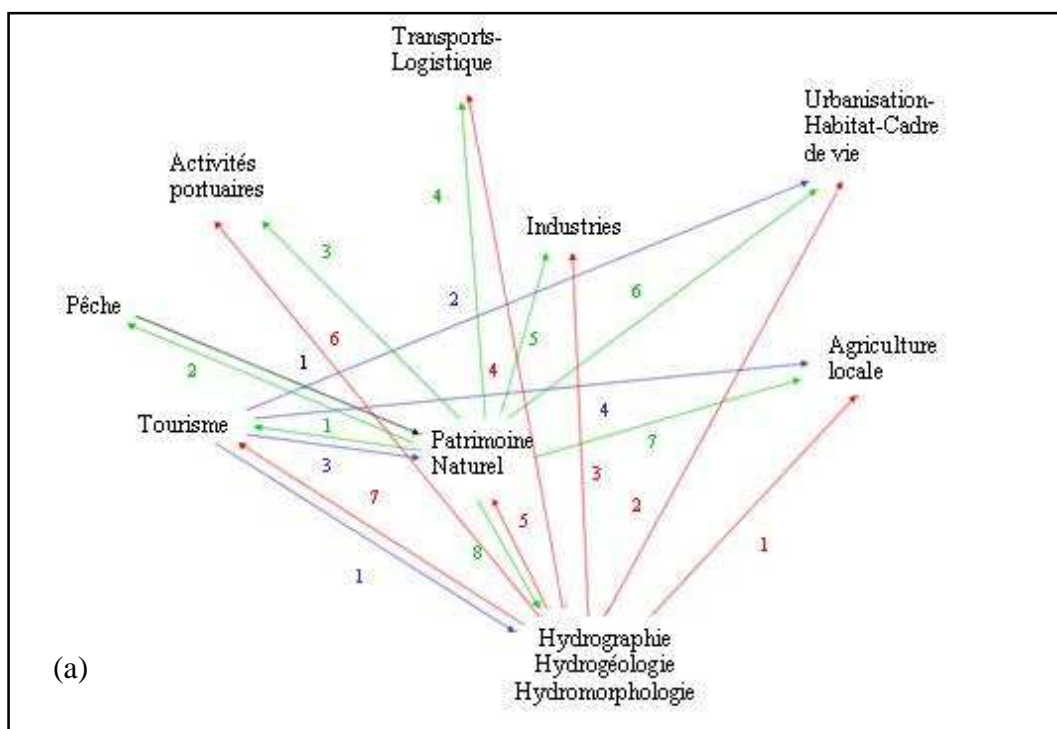


reliées via leur dépendance et leur influence envers le patrimoine naturel, qui constitue un maillon central de notre système.

Ce premier résultat met en évidence l'importance qu'il convient d'accorder à ce secteur : la santé socio-économique de l'estuaire est extrêmement dépendante du milieu naturel. La recherche d'un développement économique durable est donc un enjeu de premier ordre.

Ces résultats sont confortés par les conclusions du rapport de prospective à horizon 2025 sur l'Estuaire de la Seine, qui mettait en avant le caractère central des fonctions environnementales de l'estuaire, sorte de maillon permettant de relier l'ensemble des acteurs de la zone.

b) Mise en place des liens entre les différents secteurs d'activité



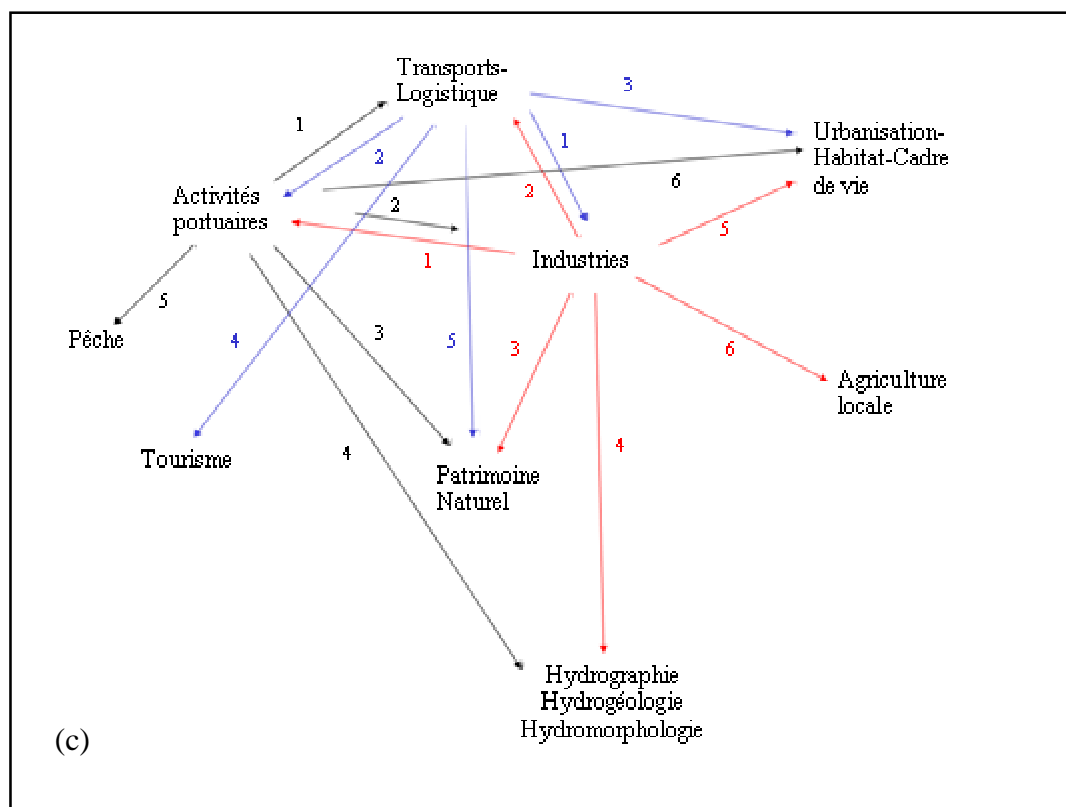


Figure 8 a. b.c Liens intersectoriels prédominants provenant des secteurs milieu physique, patrimoine naturel, tourisme et pêche (a) ; urbanisme et agriculture de l'estuaire (b) ; transports portuaires, transports-logistique et industries (c). Les flèches référencées sont justifiées dans les encadrés ci-dessous

## Commentaire flèches d'influence

### **Activités portuaires :**

- 1 : les flux portuaires ont un lien direct avec le volume d'activité logistique et les flux de transport en volume et nature. Il existe aussi un lien entre les installations portuaires et les installations logistiques en terme de concurrence foncière,
- 2 : Les activités portuaires ont une influence sur l'industrie car les installations portuaires peuvent être un facteur limitant aux volumes d'import/export
- 3 : Les aménagements des berges peuvent avoir un impact sur les espaces environnementaux privilégiés : compétition foncière. Le trafic de gros conteneurs et le dragage peuvent également avoir un impact sur les ressources halieutiques.
- 4 : L'aménagement des berges et les installations portuaires (canaux,...), le dragage ont un impact certains sur l'hydromorphologie
- 5 : La pêche dépend des installations disponibles pour les chalutiers.
- 6 : Compétition foncière. Dynamisme des ports attire les populations.

### **Industries :**

- 1 : Les orientations des productions industrielles ont une influence sur l'import et l'export
- 2 : Liens volumes de production et flux de transport
- 3 : pression foncière et rejets industriels polluants (air, eau et sol)
- 4 : aménagement des berges et prélèvement de la ressource en eau, évolution de la température de la ressource
- 5 : attractivité du territoire (structure de la population) , compétition foncière
- 6 : compétition foncière

### **Transports/logistique**

- 1 : lien au réseau, attractivité territoire
- 2 : Inter modalité du réseau
- 3 : Accessibilité du territoire
- 4 : Accessibilité du territoire
- 5 : Concurrence foncière de la logistique, impacts environnementaux des transports en marge

### **Pêche :**

- 1 : Impact sur les ressources halieutiques

### **Tourisme :**

- 1 : Aménagements des cotes et des berges, consommation ressource en eau (piscine)
- 2 : Dynamisme local urbain
- 3 : Pression foncière et anthropique (qualité de la ressource en eau, biodiversité,...), demande ne espaces protégés (tourisme vert)
- 4 : Demande produits terroirs et entretien paysager

### **Hydromorphologie :**

1. Qualité et quantité ressource en eau, salinité
2. Partage de la ressource, impacts locaux du cc (trait de côte, vulnérabilité des infrastructures)
3. Partage de la ressource, impacts locaux du cc (vulnérabilité des infrastructures)
4. Partage de la ressource, impacts locaux du cc (vulnérabilité des infrastructures)
5. Evolution trait de côte, partage de la ressource en eau (continuité écologique), perturbation des écosystèmes, évolution du trait de côte, vulnérabilité des infrastructures, profondeur du chenal

### **Patrimoine naturel**

1. Attractivité paysagère, qualité de l'air et de l'eau (baignade, marées vertes)
2. Ressources halieutiques
3. Espaces protégés (réserves, zones natura 2000), état du bouchon vaseux
4. Espaces protégés (réserves, zones natura 2000)
5. Espaces protégés (réserves, zones natura 2000), qualité de l'eau
6. Espaces protégés (réserves, zones natura 2000)
7. Espaces protégés (réserves, zones natura 2000), qualité de l'eau, services écosystémiques
8. Invasions biologiques (eutrophisation, castors)

### **Urbanisme cadre de vie habitat :**

1. Pression foncière
2. Pression foncière
3. Attractivité des villes
4. Rejets urbains, aménagement du territoire
5. Pression foncière

### **Agriculture :**

1. Demande en eau

### 3. Dépendance de chaque secteur aux facteurs externes

#### - Méthode :

L'influence de chaque facteur d'origine externe au système sur chaque secteur socio-économique reçoit une note comprise entre 0 et 2 censée représenter son intensité (0 signifie que le facteur n'influence pas le secteur, 2 qu'il l'influence très fortement).

Les facteurs sont classés selon le niveau d'échelle auquel ils agissent et selon leur dépendance/indépendance du changement climatique.

La note d'influence du facteur j au niveau d'échelle a sur le secteur i se note ainsi :

$$N_{facteurj}^{echellea} = [0;1;2]$$

La dépendance de chaque secteur à chaque niveau d'échelle est représentée par la somme des notes reçues par ce secteur au niveau d'échelle considéré

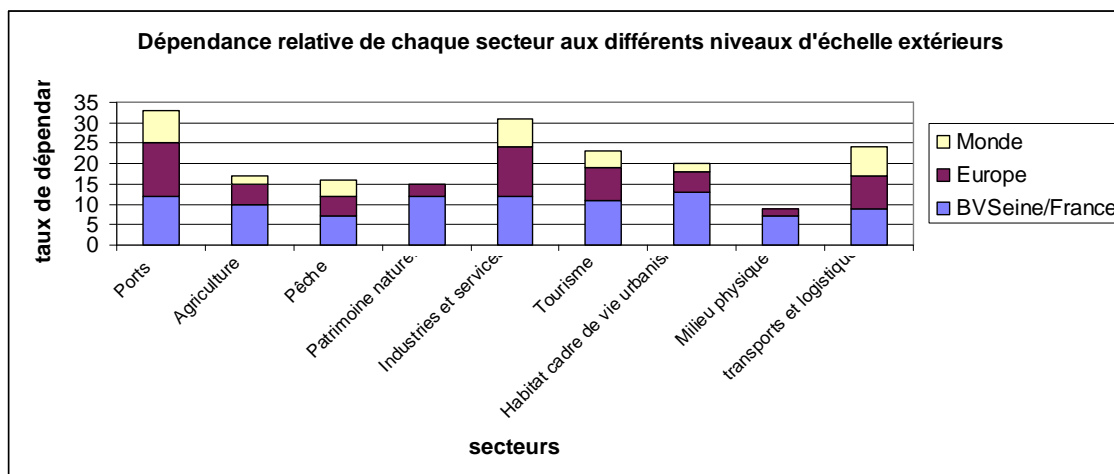
$$D_i^{echellea} = \sum_{facteurs} N_{facteur}^{echellea}$$

$$D_i = \sum_{echelles} D_i^{echelle}$$

La dépendance relative de chaque secteur est ensuite calculée, afin de pouvoir comparer la dépendance vis-à-vis des différents niveaux d'échelle entre les secteurs.

$$Direlative^{echellea} = \frac{D_i^{echellea}}{D_i} \times 100$$

## - Résultats



### Les secteurs fortement dépendants de l'échelle mondiale :

L'évolution des secteurs « activité portuaire », « industries et services » et transports et logistiques semblent très dépendants de facteurs externes. Cet élément est important : il permet de souligner la forte vulnérabilité du territoire considéré à l'économie mondiale. Il reflète le fort taux de dépendance de la région (notamment en matières d'industries et d'échanges).

En particulier, ces secteurs sont fortement influencés par le niveau d'échelle mondial.

### Les secteurs moins dépendants du monde extérieur :

Un des résultats qui ressort de ce graphe est la faible dépendance des secteurs « patrimoine naturel » et « milieu physique » vis-à-vis de l'extérieur du système de l'estuaire. Cette indépendance relative permet de mettre en avant l'importance des actions menées à l'échelle locale pour infléchir les tendances lourdes que présentent ces secteurs.

### Limites de la méthode utilisée :

Il s'agit évidemment d'une méthode extrêmement subjective. Il serait très utile de soumettre les tableaux source à différents acteurs pour obtenir une vision plus objective de chaque secteur.

A titre indicatif, nous pensons qu'il est utile de vérifier la propension de chaque acteur à attribuer une note plutôt qu'une autre lors du remplissage du tableau.

Dans notre cas, la répartition est la suivante :

histogramme	
Classes	Fréquence
0	55
1	62
2	63

Finalement, on retiendra :

- Le fort taux de dépendance des secteurs portuaires, industriels et logistiques aux facteurs extérieurs
- La forte dépendance du milieu naturel à l'ensemble des activités socio-économiques de la région
- La forte influence du milieu naturel sur l'ensemble des activités socio-économiques de la région.

Ceci justifie qu'on puisse considérer qu'il est nécessaire que l'ensemble des acteurs locaux a intérêt, à long terme, de mettre en place des politiques de défense de l'environnement. Cette analyse rejoint celle proposée par l'étude prospective socio-économique de l'estuaire de la Seine à horizon 2025.

## **B. Imagination d'images contrastées du territoire de l'estuaire de la Seine à échéance 2050**

Nous présentons ici 3 scénarios parmi les 18 possibles envisagées dans notre méthodologie. Ces 3 scénarios ont été choisis car ils généraient des images très contrastées, voire caricaturales, de l'estuaire de la Seine à l'horizon 2050 et permettaient ainsi d'illustrer les grands phénomènes et les mécanismes structurant du territoire. Ils représentent également une utilisation de la méthodologie détaillée plus haut, une sorte de test de fonctionnement. Les 3 scénarios présentés reposent sur de grandes hypothèses générales sur la situation socio-économique mondiale en 2050 suivant les facteurs suivants : intensité de la mondialisation, intensité de la prise en compte environnementale dans les politiques de développement et enfin intensité de la lutte contre le changement climatique. Ces grandes hypothèses révèlent des facteurs d'influence externe importants. Ces facteurs désignent sous tel ou tel scénario de secteurs moteurs à l'échelle de l'estuaire de la Seine. Ces secteurs moteurs influencent les autres secteurs de l'estuaire via les règles d'interdépendance sectorielle identifiées préalablement. On obtient finalement une image socio-économique de l'estuaire de la Seine à l'horizon 2050 en cohérence avec la situation socio-économique mondiale. C'est ainsi qu'on était dessiné l'ensemble des scénarios, à l'aide de la méthodologie prospective mise en place.

### **1. Scénario 1 : scénario catastrophe**

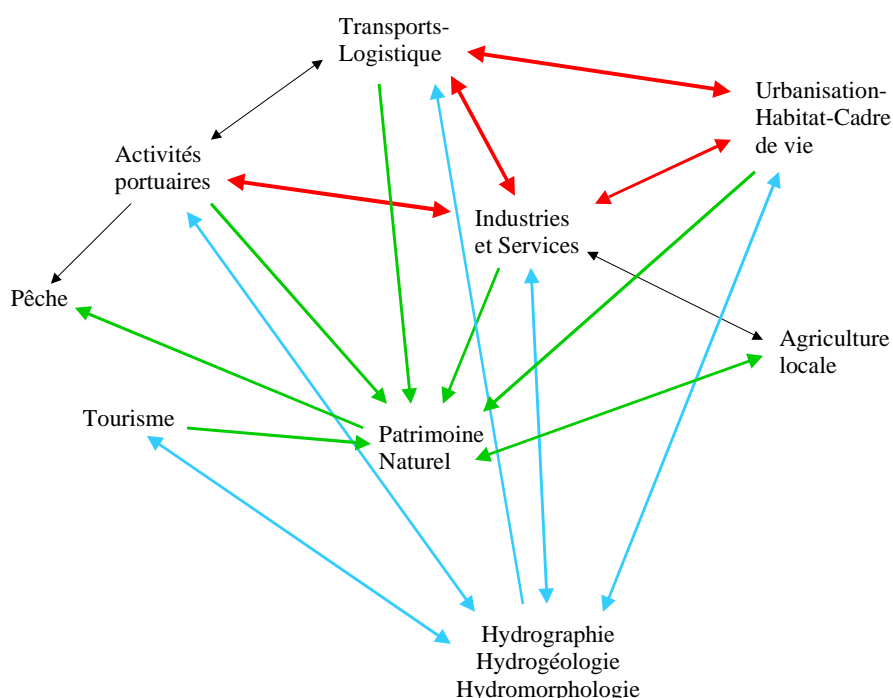
Ce scénario s'inspire du scénario A1FI du GIEC. On se place dans un monde qui suit la tendance actuelle à la globalisation, avec un fort développement des échanges. Ceci est associé à une croissance forte jusqu'à 2040 puis une récession due à l'explosion du prix du pétrole et la raréfaction de la ressource. On assiste également à l'augmentation rapide de la population mondiale qui atteint son maximum vers 2050. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant. Dans ce scénario, on fait l'hypothèse qu'aucun accord mondial de lutte efficace contre le changement climatique n'émerge. L'Europe qui s'était engagée pour 2020 ne poursuit pas la tendance. La demande sociétale pour la protection environnementale reste insuffisante et les pouvoirs publics soutiennent l'activité économique toujours basée sur la consommation d'énergie fossile. La plupart des pays du monde restent dépendants des pays producteurs de pétrole sur le plan énergétique, ce qui est à l'origine d'une crise mondiale accentuée par les impacts du changement climatique.

### **Contexte externe :**

La forte globalisation à l'échelle mondiale, soutenue par la croissance rapide des pays en développement et en particulier la Chine et l'Inde engendre une forte augmentation des échanges mondiaux de biens, de services, de capitaux et de personnes jusqu'à l'apparition de la crise. La croissance de l'économie mondiale forte est essentiellement portée par l'augmentation de la demande d'une nouvelle classe moyenne mondiale qui aspire au mode de vie occidental plus que par l'innovation technologique. Comme aucun objectif quantitatif d'atténuation du changement climatique n'est fixé, l'économie mondiale reste très intensive

en combustible fossile et les dépendances énergétiques sont très fortes. La volatilité du prix du brut qui finit par exploser engendre une récession mondiale avec atténuation de la croissance. Jusqu'aux années 2020, l'Europe est d'abord pénalisée par sa politique de lutte contre le changement climatique. Elle subit des « fuites aux frontières » caractérisée par la délocalisation des industries les plus intensives en carbone. A partir de ce moment là, elle rectifie la trajectoire, mais sa croissance reste en deçà de la croissance mondiale. Les politiques européennes en faveur de l'environnement ne se développent guère beaucoup plus que ce qu'elles sont dans les années 2000. La France paie également son engagement pour l'atténuation du changement climatique. Un revirement s'opère pour survivre à la conjoncture mondiale caractérisé par le développement d'une économie non durable. La relance est assurée par un équilibre entre secteur tertiaire, industrie et agriculture. Les politiques publiques de protection de l'environnement n'évoluent que très peu comme la mobilisation de l'opinion.

### **Etat de l'estuaire dans ce contexte.**



**Figure 9 Liens intersectoriels prédominants dans le scénario 1**

### **Mise en évidence des liens intersectoriels structurants dans le scénario 1 :**

#### **Une socio-économie intensive en carbone organisée autour des activités industrialo-portuaires**

Dans le contexte décrit précédemment, l'activité économique est le moteur du territoire d'autant plus que l'estuaire est une interface privilégiée entre l'économie nationale et le reste du monde. Dans le secteur de l'industrie et des services, on assiste à un retour des industries traditionnelles au début des années 2020 après un déclin relatif associé à la lutte nationale contre le changement climatique et le développement finalement largement freiné des pôles de R&D. La croissance de ces secteurs est la seule solution pour maintenir l'emploi dans la région. L'activité portuaire et logistique ne cessent d'augmenter avec la réalisation de projets successifs de type Port 2000 afin de s'adapter aux échanges mondiaux. En matière de

transport, la route reste le moyen le plus pratique et flexible pour la chaîne de fret aval. Dans l'ensemble on développe tous les modes de transport pour répondre à la densification des flux. Dans l'ensemble l'espace s'en trouve extrêmement anthropisé et une compétition foncière s'opère au détriment de la qualité de vie et de l'habitat. La péri urbanisation se développe jusqu'aux limites des installations industrielles.

### **Un patrimoine naturel durablement dégradé**

Les faibles investissements publics en matière de protection de l'environnement laissent les organisations locales de protection de la nature impuissantes face aux enjeux du développement économique. En particulier, la qualité de la ressource en eau et des sols se dégrade en raison des rejets industriels et ménagers. La compétition foncière sur les berges et les cotes se fait au détriment des zones naturelles autrefois protégées (zones humides,...).

Au total, l'axe Seine se trouve complètement anthropisé et dégradé. La pêche est également en déclin en raison de la disparition des nourriceries. La biodiversité est globalement très affectée et les écosystèmes sont très perturbés. L'Agriculture perd du terrain en raison de la compétition foncière et la dégradation des sols. Le tourisme vert disparaît quasiment au profit d'un tourisme balnéaire qui anthropise d'autant plus le littoral.

### **Les impacts du changement climatiques sont très importants**

Selon les scénarios climatiques du GIEC, un tel scénario impliquerait en 2050 une hausse de près de 3°C par rapport à l'ère pré-industrielle, ce qui est au delà du seuil fatidique considéré par le GIEC. Les impacts locaux sont nombreux et ont des conséquences importantes sur l'hydromorphologie de l'estuaire: hausse du niveau de la Seine dans l'estuaire, crue centennale plus fortes et plus fréquentes,... Dans ce contexte, la vulnérabilité du territoire est devenue importante et est aggravée par la localisation et la nature des infrastructures.

## **2. Scénario 2 :**

Ce scénario s'inspire des scénarios A1T et B1 du GIEC. On se place dans un monde qui suit la tendance actuelle à la globalisation, tendance qui s'accroît d'ici à 2050 avec un fort développement des échanges. Ceci est associé à une croissance forte et une augmentation rapide de la population mondiale qui atteint son maximum vers 2050. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant. On suppose ici que pays industrialisés et pays en voie de développement s'engagent fortement dans l'atténuation du changement climatique et suivent les préconisations du GIEC pour ne pas dépasser le seuil fatidique des + 2°C et minimiser les impacts locaux du changement climatique. En Europe et en France, ceci se traduit par la division par 4 des émissions en 2050. L'indépendance énergétique est quasiment atteinte, la dépendance aux énergies fossiles ayant presque disparue. Par ailleurs, à l'échelle mondiale l'accent est placé sur des solutions orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité.

### **Contexte externe :**

La forte globalisation à l'échelle mondiale, soutenue par la croissance rapide des pays en développement et en particulier la Chine et l'Inde engendre une forte augmentation des échanges mondiaux de biens, de services, de capitaux et de personnes.

En parallèle, le monde s'engage pour une atténuation efficace du changement climatique.



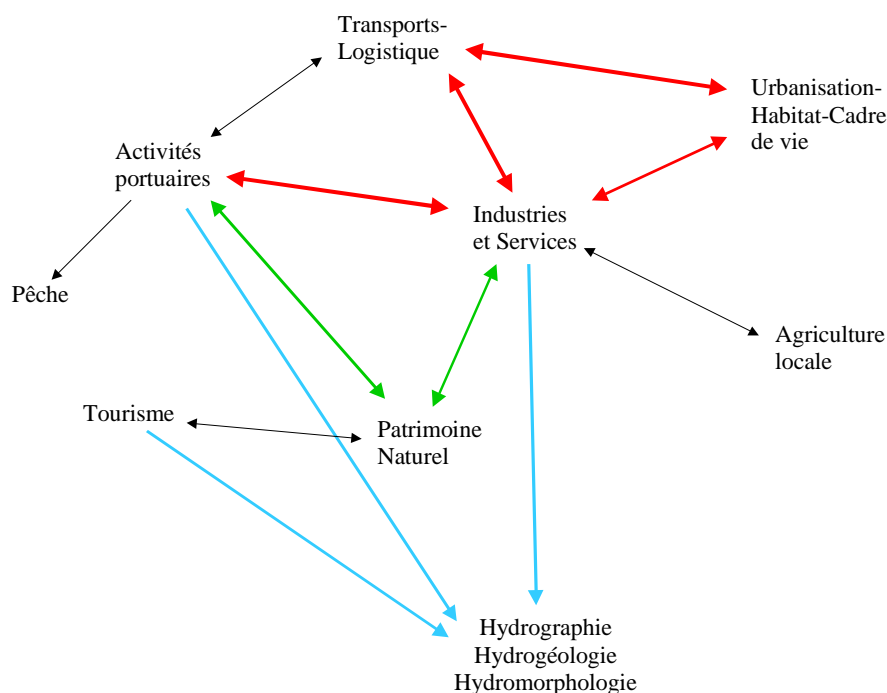
Cet engagement, s'accompagne d'un développement et une diffusion efficace et rapide à l'échelle mondiale des technologies propres alternatives dans tous les secteurs de l'économie : production d'énergie, transports, urbanisation, habitat,...

L'Europe bénéficie d'une belle prospérité économique et se dote d'une gouvernance politique et écologique forte associée au développement de directives pour la préservation de l'environnement avec cependant un accent mis sur la lutte contre le changement climatique via une extension du paquet énergie-climat. Ceci se traduit par une extension à toute l'économie du marché d'émissions de GES avec des plafonds de plus en plus bas. La préférence communautaire maintenue permet au nouveaux entrants de se développer les échanges intra-européen deviennent très importants.

La France qui a pris le leadership de la lutte contre le changement climatique réalise les objectifs fixés dans son plan climat grâce à des investissements massifs dans les technologies propres en partie financés par une fiscalité énergétique de plus en plus coercitive. Ceci s'accompagne en particulier d'une sortie de l'aire pétrolière et de la dépendance énergétique externe. Par ailleurs la France développe une politique nationale pour les transports au profit du fer et du fluvial. En matière d'environnement, la France se conforme aux directives de Bruxelles.

### Etat de l'Estuaire dans ce contexte.

#### Mise en évidence des liens intersectoriels structurants dans le scénario 2 :



**Figure 10 : Liens intersectoriels prédominants dans le scénario 2 :**

**En rouge les interdépendances entre les secteurs « portes d'entrée »**

**En vert, les interactions principales des autres secteurs avec le patrimoine naturel**

**En bleu, les influences principales des autres secteurs sur l'hydromorphologie**

#### **Une socio-économie propre et dynamique organisée autour des activités industrialo-portuaires et du tertiaire en lien étroit avec l'urbanisation et les transports**

Dans ce contexte et face aux facteurs externes engendrés par celui-ci, au niveau de l'estuaire de la Seine, la reconversion industrielle est réussie grâce à l'efficacité des investissements dans les technologies vertes associée au développement des activités de R&D et du tertiaire. Ceci a favorisé le développement d'écoparcs et d'activités industrielles et de services

desservis par des transports en commun. En particulier, on assiste à la délocalisation du secteur automobile et la quasi disparition des activités liées au pétrole (raffinerie,...). Dans un contexte économique mondial dynamique le territoire conserve néanmoins de nombreuses fonctions productives. Comme développé sur le schéma, dans ce scénario, les activités industrielles et de service sont en interaction forte avec les transports et la logistique, les activités portuaires et l'urbanisation. Les ports du havre et de Rouen ont largement développé leur activité pour s'adapter au dynamisme de l'économie locale dans un contexte très fortement mondialisé. Par ailleurs, la forte poussée démographique du territoire qui a significativement accru son attractivité a engendré l'installation de pôles d'emplois dans le tertiaire auprès des zones urbaines. La politique nationale de transport ferré a entraîné une densification du réseau et la relocalisation de certaines activités industrielles près des axes de communication. En ce qui concerne l'évolution de l'habitat et de l'urbanisation, tous les pôles urbains se sont équipés de transports en communs propres avec disparition du véhicule personnel en milieu urbain. L'heure est par ailleurs à l'écoconstruction et à l'organisation périurbaine en éco-quartiers, à la fois sobres en énergie et respectueux des autres domaines de l'environnement.

### **Un résultat environnemental en demi-teinte**

Même si les politiques locales pour la préservation de l'environnement sont actives, la priorité du territoire reste le développement économique et le rayonnement de la région à travers son industrie et ses activités portuaires, ce qui engendre certains effets collatéraux sur le patrimoine naturel à travers une anthropisation très forte des berges et de la côte.

Ajoutons ici que le secteur touristique se développe fortement soutenu par la plus grande mobilité des personnes à toutes les échelles et l'attractivité du territoire. Ceci contribue également à l'anthropisation de l'estuaire.

Certes la qualité de la ressource en eau s'est améliorée grâce à des politiques écologiques actives en matière de gestion des déchets, processus industriels propres, traitement des eaux,... En revanche, la compétition foncière entre les installations industrialo-portuaires et les zones protégées engendre un certain recul des espaces protégés. Malgré une population résolument pro-environnementale, les fonctions biologiques et environnementales de l'estuaire ne sont pas réellement restaurées.

### **Les impacts du changement climatique sont faibles.**

Enfin, les efforts mondiaux d'atténuation ont été fructueux et les impacts locaux du changement climatique se font relativement peu sentir. Certes la température moyenne s'est élevée d' 1°C mais ni la hausse du niveau des mers, ni les variations dans la fréquence et la force des crues, ni les variations dans les débits ne sont vraiment significatifs et n'aggrave pas réellement la vulnérabilité du territoire. On assiste simplement à une amélioration de la prévision des risques et de la gestion des crises liées aux catastrophes naturelles.

## **3. Scénario 3 :**

### **Contexte externe :**

Le troisième scénario proposé reprend l'idée développée dans le scénario B2 du GIEC : il s'appuie sur une **régionalisation** du monde, un **engagement modéré dans la lutte contre le changement climatique à l'échelle mondiale** mais une **forte demande sociétale pour une préservation de l'environnement** (notamment en termes de biodiversité et de paysages).

La régionalisation du monde provient de mesures de protectionnismes appliquées aux frontières européennes. L'Union Européenne demeure une zone de libre-échange. Cette

situation suppose une diminution des échanges mondiaux mais une augmentation des échanges intra-européens. En outre, l'accroissement démographique est moindre.

Les mesures de protectionnisme mises en place et les tensions géopolitiques en résultant poussent l'Europe à développer son indépendance énergétique, mais cela ne provient pas d'une volonté de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cela se traduit par un boom d'activité dans le secteur nucléaire, dans le secteur des énergies renouvelables. L'utilisation d'énergie non fossile augmente, y compris pour les véhicules sur route, ce qui permet de maintenir leur utilisation raisonnée.

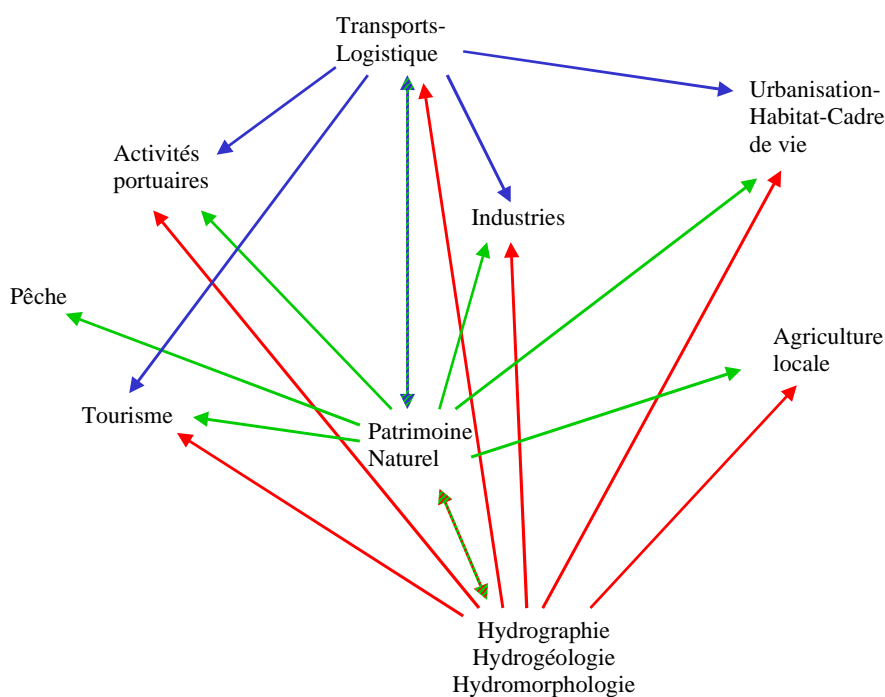
Du fait de l'isolation des différentes régions du monde, aucun accord post-Kyoto n'est trouvé. L'Europe, qui s'était engagée à diminuer d'au moins 20% ses émissions de gaz à effet de serre en 2020 par rapport aux émissions de 1990 se rétracte peu à peu devant le faible dynamisme mondial en termes de lutte contre le changement climatique. Les effets d'atténuation sont donc minimes dans ce scénario : les impacts physiques du changement climatique sont donc lourds.

Pour pallier à ces impacts physiques, l'Union Européenne s'est donnée les moyens de mettre en place des stratégies d'adaptation au changement climatique portée par les acteurs locaux.

La demande sociétale pour un environnement (au sens de cadre de vie en quelque sorte) est forte. Ainsi, des mesures de protection de l'environnement sont prises, en particulier aux niveaux européens, nationaux et locaux.

### **Etat de l'Estuaire dans ce contexte**

#### **Mise en évidence des liens intersectoriels structurants dans le scénario 3 :**



**Figure 11 Liens intersectoriels prédominants dans le scénario 3**

Dans ce scénario, les impacts physiques du changement climatique sont importants et vont fortement influencer l'état socio-économique de l'Estuaire de la Seine.

### **Les impacts physiques du changement climatique sont forts :**

La forte augmentation des températures rend la région extrêmement attractive pour les touristes. Cependant la diminution de la pluviométrie provoque une forte tension sur la ressource en eau, rendue acceptable par la bonne communication qui existe entre les acteurs au niveau local.

Le trait de côte est modifié : certaines plages sont inondées : le tourisme balnéaire se réoriente peu à peu vers un tourisme vert.

L'augmentation forte de la fréquence d'occurrence des événements violents (tempêtes en hiver) pose de gros problèmes aux villes du Havre et de Rouen : une grande partie des zones habitées est régulièrement inondée.

### **Un transfert de menaces envers l'environnement :**

Les entreprises ne constituent plus une menace majeure envers l'environnement. De nombreux efforts ont été faits dans ce sens.

Le port de Rouen est uniquement tourné vers le transport fluvial (la chenalisation et le dragage sont strictement réglementés). Le ferroutage est devenu la norme : les espaces fluviaux sont considérés comme des niches de biodiversité qu'il est important de maintenir.

A ce titre, les boucles de la Seine ont été classées. De nombreuses autoroutes, voies de chemins de fer et canaux sont construits.

Dans l'établissement des schémas de cohésion territoriale, des Plans Locaux d'Urbanisme, des plans de développement des ports, une large place est accordée à l'environnement.

Cependant, les impacts physiques constituent une menace pour la conservation des écosystèmes actuels.

La salinisation du fleuve provoquée par la montée des eaux s'est traduit par une forte dégradation des sols agricoles dans le lit majeur de l'Estuaire. Les agriculteurs se sont réorientés vers une agriculture extensive (bovins et ovins sur prés salés). Le lit majeur ayant été reconnecté au lit mineur, les débordements sont de plus en plus fréquents en hiver.

De même, malgré la mise en place d'une Politique Commune de la Pêche très exigeante d'un point de vue environnemental, la montée de la température de l'eau et la modification des courants marins empêche les grands migrateurs de revenir dans l'estuaire.

### **Un remaniement dans l'industrie et le secteur portuaire:**

Les raffineries et industries pétrochimiques ont disparu de l'estuaire. Les friches industrielles ont été réhabilitées et transformées en zones humides ou en nouveaux quartiers résidentiels (selon leur implantation).

De nouvelles industries se sont développées : des centrales nucléaires ont été implantées dans l'estuaire.

Les politiques environnementales fortes ont permis de revenir à un bon état physico-chimique et écologique des eaux. L'état des stocks de ressources halieutiques est correct et permet au secteur de la pêche de se développer. L'activité portuaire au Havre s'est maintenue. Il fonctionne en synergie totale avec les ports d'Anvers et de Rotterdam, avec lesquels il est relié par voie fluviale. Les volumes d'échanges ont diminué légèrement, toutefois les exportations de céréales et de produits manufacturés restent très importantes vers les autres régions du monde. Les importations sont régies par des accords bilatéraux et leur volume reste à peu près constant.

Les fonctionnalités environnementales sont restaurées dans ce scénario. L'espace est partagé entre de nombreuses activités socio-économiques qui, toutes, tiennent compte de la forte demande sociétale pour un environnement préservé.

## **Conclusions : une base pour de futurs approfondissements**

La méthode de la prospective est extrêmement utile pour sensibiliser les responsables locaux (qu'ils soient élus, chefs d'entreprise, membres d'associations, représentants de l'Etat ou des collectivités territoriales) aux risques du laisser-faire ou du « mal-faire » sur l'évolution de certains secteurs socio-économiques.

L'estuaire de la Seine est une zone qui accumule les fonctionnalités économiques, sociales, environnementales. Cela représente une grande force, mais cette multifonctionnalité la rend également vulnérable à une multitude de risques. Nous avons vu que les risques liés au changement climatique représentent une réelle menace à l'horizon 2050.

Si les scénarios du GIEC permettent de donner des tendances d'évolution du climat au niveau global, les impacts physiques du changement climatique au niveau local sont encore très incertains.

Il nous a été délicat, dans un laps de temps assez restreint, de bien cerner l'ensemble des enjeux d'actualité dans l'Estuaire, dans l'ensemble des secteurs d'activités. C'est l'un des aspects qu'il conviendra de développer pour approfondir l'étude prospective.

Le travail que nous avons réalisé et présenté ici propose un cadre particulier d'analyse de l'estuaire. Nous avons en effet considéré l'Estuaire comme un échantillon du monde, qui présente certes des particularités locales (liées à son positionnement, à ses caractéristiques environnementales...) mais dont l'évolution à long terme était majoritairement gouvernée par l'évolution du contexte socio-économique mondial, qui peut prendre des directions extrêmement variées.

Si cela reflète dans une certaine mesure le fort taux de dépendance de la région au monde extérieur, cette vision des choses est certainement biaisée par notre méconnaissance des leviers d'actions qui existent au niveau local. En outre, il met paradoxalement en avant l'impuissance relative des acteurs locaux pour orienter l'évolution des secteurs d'activité socio-économiques au sein de l'Estuaire. Cette représentation des choses a fait l'objet de nombreux débats au sein du groupe.

## Bibliographie

### **Documents relatifs à l'Estuaire de la Seine**

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2007. Schéma d'Aménagement et Gestion des Eaux Seine-Aval.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2007. Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux du Bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands

Comité de bassin Seine-Normandie, 2005. Plan Seine, Version validée dans son contenu par le comité de bassin du 30 novembre. 123pp

Conseil Régional de Haute-Normandie, 2006. Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire. 87pp

Direction Régionale de l'Équipement de la Haute-normandie, 2007, La mobilité en baie de seine : 4 scénarios d'évolution, Document de travail

Ferlin Ph., Treyer S., 2008. Rapport sur la Pêche et l'Aquaculture. Conseil Général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux.

Laroutis, 2006. Les activités économiques liées à l'estuaire de la Seine et leurs impacts environnementaux : analyse coûts/bénéfices pour une gestion prospective intégrée. Thèse soutenue le 20 novembre 2006, Université de Rouen

OLIVE G., 2002. Prospective et changement climatique : six scénarios pour l'agriculture du bassin versant de la Seine en 2050. Mémoire de master soutenu le 22 octobre 2002 à l'INA PG

Préfecture de Haute-Normandie, 2006. Contrat de Projet Etat-Région Haute-Normandie. 129pp

Préfecture des régions de Haute-Normandie et de Basse-Normandie, 2006. Directive Territoriale d'Aménagement de l'estuaire de la Seine, approuvée en Conseil d'Etat le 10 juillet 2006.

Préfecture de Haute-Normandie, 2006. Plan de Gestion Globale de l'Estuaire

Syndicat mixte du Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine, Charte environnementale de la zone d'activités du Malaquis.

### **Documents relatifs au changement climatique**

GIEC, 2000, Special Report on Emissions Scenarios.

GIEC, 2001, Third Assessment Report

GIEC, 2007, Fourth Assessment Report

MEEDDAT, novembre 2007, *Résumé à l'intention des décideurs du quatrième rapport d'évaluation du GIEC*

Mission Climat, Caisse des Dépôts, 3<sup>ème</sup> trimestre 2008, *ClimatSphère, la Lettre de l'économie du changement climatique*

Mission Climat, Caisse des Dépôts, 2009, *Repères CO2 et Energie*

ONERC, 2008, *Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France*

Sénat, 10 février 2009, *Projet de loi de programme relatif à la mise en oeuvre du Grenelle de l'environnement*, texte modifié n°49