

# Prospective agricole sur le bassin de la Seine

## Rapport d'activité de l'année 2002

Xavier Poux<sup>1</sup> - AScA, RGTE ENGREF/CIRED

Guillaume Olive<sup>2</sup> — INA-PG, DEA EERN

<sup>1</sup> 8, rue Legouvé, 75010 Paris – [xavier.poux@free.fr](mailto:xavier.poux@free.fr)

<sup>2</sup> [guillaume\\_olive@hotmail.com](mailto:guillaume_olive@hotmail.com)

1.	Introduction : les objectifs du programme de travail et son positionnement dans le programme PIREN Seine/GICC .....	1
2.	Les enjeux méthodologiques du travail de prospective agricole engagé dans le GICC .....	2
2.1.	Les “ variables à expliquer ” .....	3
2.2.	Les enjeux de construction d'un cadre d'analyse spécifique (“ variables explicatives ”).....	4
2.3.	Les images prospectives retenues dans le cadre du GICC .....	6
3.	La construction des scénarios agricoles .....	7
3.1.	Phase analytique des variables .....	8
3.1.1	Variables géopolitiques mondiales.....	8
3.1.2	Marchés des produits agricoles .....	9
3.1.3	Contexte démographique, socio-économique Européen et demande sociétale .....	10
3.1.4	Modes de régulations agriculture société .....	10
3.1.5	Systèmes de production technologiques.....	10
3.2.	Phase synthétique : les six scénarios contrastés .....	11
3.2.1	Scénario 1 : Agriculture de masse raisonnée.....	11
3.2.2	Scénario 2 : cultures de masse et agriculture de conservation.....	12
3.2.3	Scénario 3 : Diversification et agriculture raisonnée.....	14
3.2.4	Scénario 4 : diversification et infrastructure écologique.....	15
3.2.5	Scénario 5 : Agriculture Biologique raisonnée .....	16
3.2.6	Scénario 6 : Agriculture biologique et infrastructure écologique.....	18
4.	Phase d'exploitation des scénarios .....	20
4.1.	Comparaison des modalités des “ variables à expliquer ” .....	20
4.2.	Analyse des relations entre déterminants d'évolution .....	20
5.	La suite des travaux pour 2003.....	22
5.1.	Croisement avec les scénarios de CC .....	22
5.2.	Traduction spatialisée des scénarios à l'échelle du bassin de la Seine.....	23
5.3.	Mise en discussion des résultats par rapports aux problématiques du PIREN Seine et du GICC .....	23
6.	Bibliographie.....	25

### 1. Introduction : les objectifs du programme de travail et son positionnement dans le programme PIREN Seine/GICC

Le projet de recherche sur la “ Sensibilité du Système Seine au changement climatique (projet GICC) ” a pour objectif d'étudier l'influence du changement climatique, en relation avec les changements des contraintes anthropiques directes, sur la ressource en eau dans le bassin de la Seine. Les résultats attendus sont de deux ordres : (i) présenter des résultats de simulations sur l'hydrosystème et (ii) proposer une analyse davantage qualitative sur la *nature* des impacts — et les

processus physiques et socio-économiques en jeu — et les différentes *marges d'adaptation* au CC, conformément à l'objectif plus général du programme GICC <sup>1</sup>.

Ce projet de recherche est organisé en cinq axes thématiques (“ actions ”), qui sont les suivants :

- Action 1. Scénarios de changement climatique sur le bassin de la Seine
- **Action 2. Scénarios des tendances lourdes de l'agriculture**
- Action 3. Viabilité des scénarios agricoles sous changement climatique
- Action 4. Prospective et scénarios sur d'autres contraintes anthropiques directe
- Action 5. Impacts des différents scénarios sur l'hydrosystème de surface
- Action 6. Impacts sur le domaine souterrain

L'action dont il est question dans le présent rapport est la 2. “ Scénarios des tendances lourdes de l'agriculture ”.

Pour reprendre le programme scientifique du PIREN Seine, l'objectif plus spécifique de cette action est le suivant :

*“ De l'analyse détaillée de l'évolution et de la spatialisation des pratiques agricoles dans le bassin complet de la Seine au cours des 30 dernières années, nous tenterons de dégager les tendances lourdes d'évolution future de ces pratiques. Cette action visera à construire des scénarios prospectifs spatialisés (description du système agricole, construction des hypothèses, élaboration de micro-scénarios) sur l'évolution des modes d'occupation du sol (assolements et successions de cultures) et des séquences techniques associées, de manière à constituer une partie des données de forçage d'une simulation prospective des flux d'azote dans l'hydrosystème de la Seine. La construction des scénarios sera basée sur l'analyse détaillée de l'évolution passée des pratiques agricoles à l'échelle des PRA conduite dans l'action 1, couplée à une analyse des déterminants des dynamiques agricoles initiée en 2001 par une enquête à dire d'experts sur le bassin de la Marne. Cette enquête reste à compléter à la fois géographiquement (sur le reste du bassin de la Seine) et thématiquement : en plus des déterminants relatifs à l'évolution des systèmes de production agricoles en partie liés à la Politique Agricole Commune et aux filières, nous aborderons d'autres déterminants qui influent plus spécifiquement sur l'évolution des successions et des techniques culturales (facteurs structurels, agronomiques, liés à la diffusion du progrès technique, à la contractualisation avec des industries agro-alimentaires, etc), en mobilisant notamment les acquis antérieurs des exercices de prospective déjà menés à l'INRA. ” [Programme scientifique du PIREN Seine, phase IV, p 31].*

Le programme de travail de l'année 2002 était consacré à l'analyse des déterminants d'évolution de l'agriculture du bassin (partie soulignée dans le texte ci-dessus), la phase de spatialisation et d'analyse spécifique en termes de systèmes de production faisant l'objet de la suite de la démarche (cf. dernier § du présent rapport sur les suites de la recherche).

Comme on le verra dans la suite du rapport, le travail de cette année a débouché sur la réalisation de scénarios contrastés qui seront articulés avec les autres composantes du projet de recherche. Il faut souligner ici le rôle central du travail réalisé lors du stage de DEA de Guillaume Olive dans le cadre du projet [Olive 2002] <sup>2</sup>.

## **2. Les enjeux méthodologiques du travail de prospective agricole engagé dans le GICC**

La réflexion prospective engagée ici faisait suite aux travaux engagés par l'INRA Mirecourt dans la phase précédente du PIREN Seine (sur la caractérisation de l'évolution des systèmes de production à l'échelle du bassin de la Seine) [Benoît *et al.* 1999] mais, surtout, à ceux de prospective agricole à l'échelle du bassin de la Marne [Poux et Dubien 2002]. Cette partie propose d'explicitier la manière dont les résultats de cette prospective sur la Marne ont été valorisés, mais aussi celle dont la

---

<sup>1</sup> — MATE (2001) *Programme "gestion et impacts du changement climatique"*, Appel à propositions de recherche 2001 (voir en particulier le thème 3 – Évaluation, impacts et stratégies d'adaptation au risque climatique, et les sous-thèmes “ agriculture ” et “ hydrosystèmes ”

<sup>2</sup> — Le rapport est accessible sur <http://www.sisyphe.jussieu.fr/Internet/gicc/rapports.html>.

problématique plus spécifique du CC a appelé des adaptations méthodologiques dans la manière de construire les problématiques d'analyse.

## 2.1. Les “ variables à expliquer ”

Ces travaux avaient permis de caractériser les “ *variables à expliquer* ” dans le cadre d'une analyse prospective. Les questions relatives à ces “ variables à expliquer ” sont les suivantes : de quoi veut-on rendre compte ? De quel objet parle-t-on et comment le décrit-on ? [Poux et Narcy, 2001].

Cette question de “ construction de la problématiques prospective ” doit prendre en compte à la fois les enjeux environnementaux du projet mais aussi la pertinence de l'objet par rapport aux enjeux prospectifs. Par exemple, il n'est pas crédible de traiter dans une seule approche synthétique à la fois des hypothèses sur le marché chinois en lien avec des pratiques de labour, il faut envisager des “ analyses relais ”.

Au total, les variables suivantes ont été définies comme devant faire partie des “ images ” prospectives à élaborer :

- **Les formes des systèmes de production** (orientations, surfaces des exploitations et main d'œuvre)
- Les **assolements**
- Les **pratiques structurantes** : gestion de l'espace, irrigation, drainage
- Les **logiques technico-économiques de conduite des exploitations et des IT.**

Les travaux de prospective engagés sur le bassin de la Marne ont conduit à élaborer trois scénarios contrastés avaient pu être définis, qui ont inspiré le cadrage des images reprises dans le GICC :

- **Deux scénarios tendanciels :**
  - Développement des céréales et des oléo-protéagineux
  - Développement des cultures industrielles
- **Un scénario de rupture :**
  - Intégration — politique et sociale — de l'environnement dans les filières

Dans le cadre d'une analyse spécifique au CC, ces variables à expliquer restent pertinentes. Elles doivent néanmoins être resituées et analysées de manière propre au regard des impacts potentiels du changement climatique que [Delécolle et al., 2000] ont pointé et qui sont reprises dans (Figure 1 : les impacts potentiels du changement climatique dans le bassin de la Seine) :

## Le changement climatique dans le bassin de la Seine

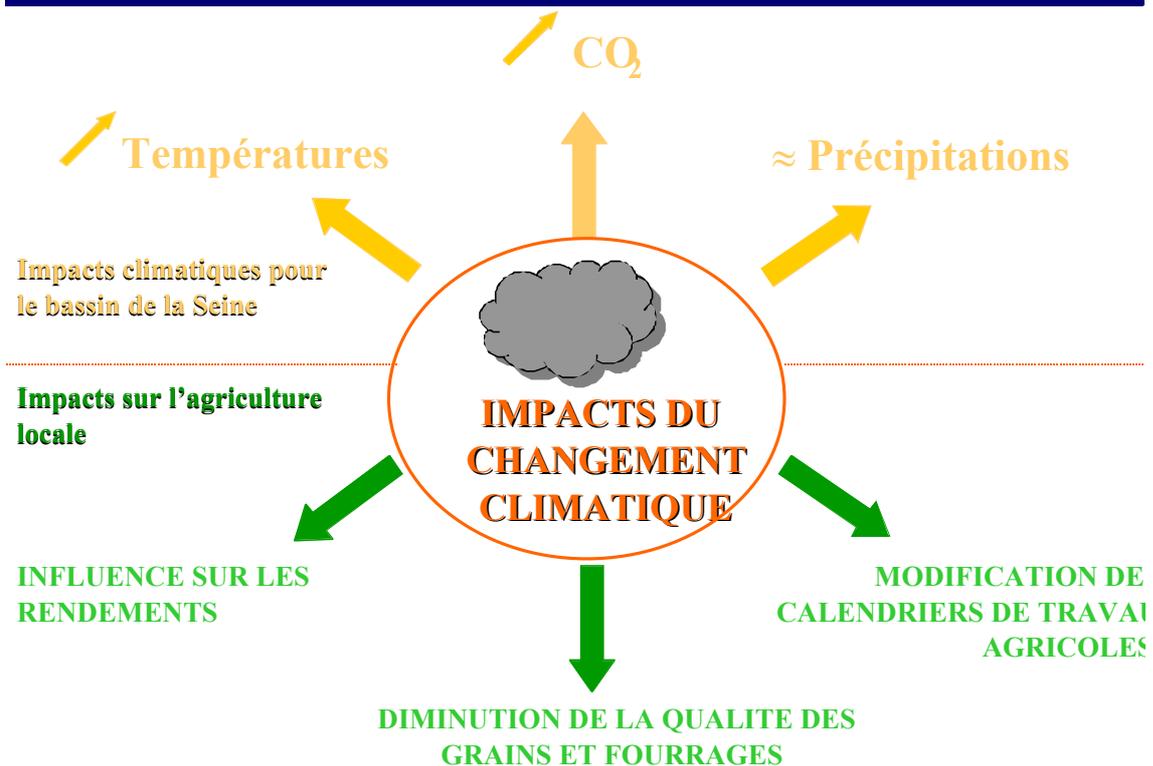


Figure 1 : les impacts potentiels du changement climatique dans le bassin de la Seine

On voit que ces impacts, par leur nature, renvoient à des déterminants d'ordres et de niveaux (géographiques) différents. Par exemple, alors que la modification des calendriers de travaux agricoles se pose essentiellement à l'échelle du bassin de la Seine (dans le sens où les agriculteurs auront à s'adapter), l'influence sur les rendements appelle une analyse à d'autres niveaux comme on le verra dans la suite du document.

### 2.2. Les enjeux de construction d'un cadre d'analyse spécifique (“ variables explicatives ”)

Les “ variables à expliquer ” renvoient à celles “ explicatives ”. L'analyse prospective engagée sur la Marne a contribué à poser une “ base ” d'analyse prospective — “ base ” au sens méthodologique des méthodes de scénarios [Jouvenel, 1993], [DATAR, 1975] — qui a montré comment la caractérisation en termes de systèmes agraires régionaux établie par l'INRA Mirecourt pouvait être resituée dans un cadre d'analyse socio-économique plus large (voir encore [Poux et Dubien, 2001] pour l'analyse synthétique de la rétrospective du bassin de la Marne). Ce travail a illustré la manière dont les “ images ” qui sont décrites dans les trois scénarios sur la Marne doivent et peuvent être argumentées sur la base d'une analyse spécifique. La figure suivante reprend le cadre organisé des “ variables explicatives ” retenu. Il fait ressortir les différents niveaux d'analyse géographiques mobilisés :

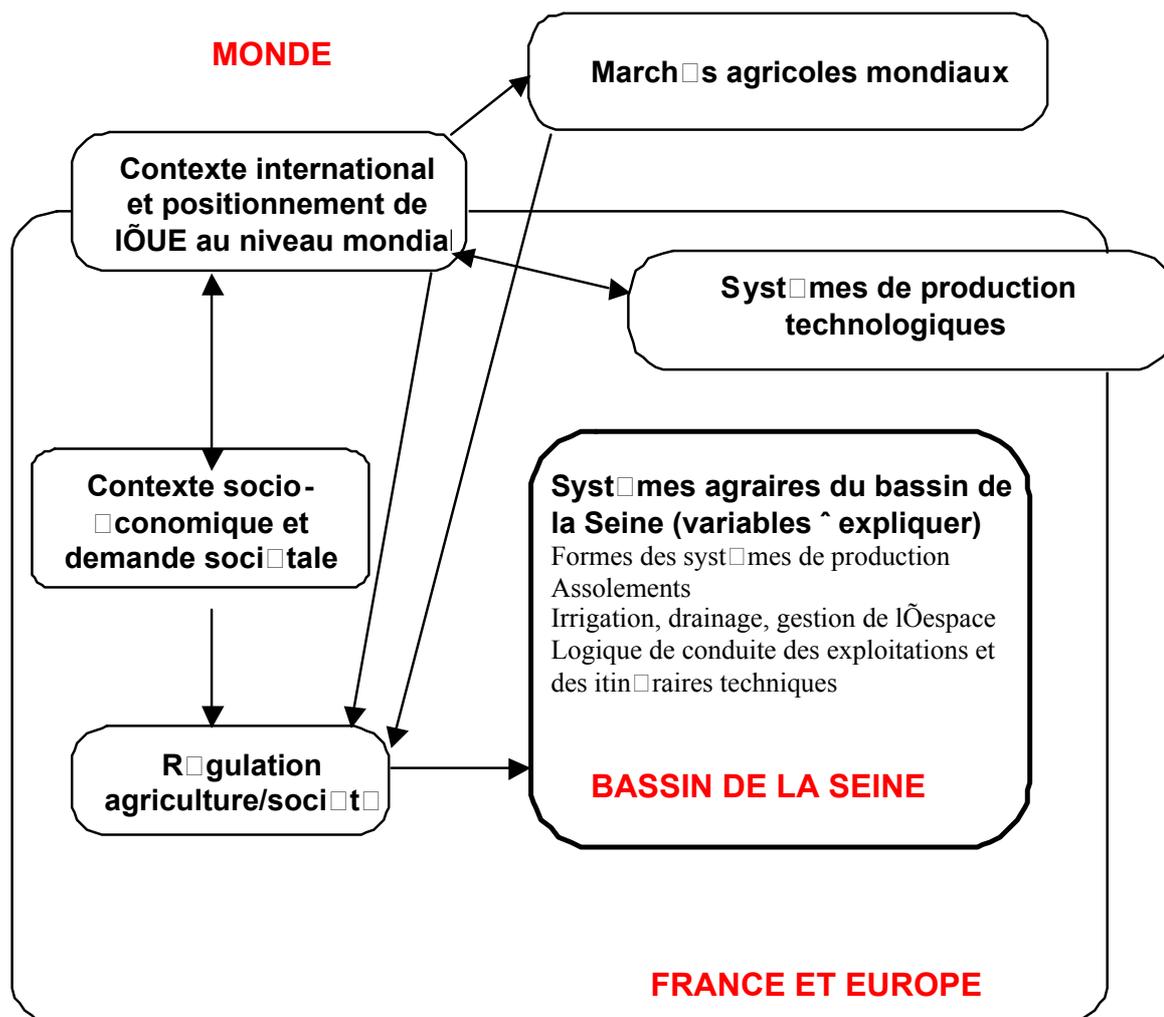


Figure 2: cadre d'analyse des "variables explicatives" (déterminants d'évolution)

Si les travaux entrepris sur la Marne constituent une base essentielle dans la démarche engagée dans le GICC, ils ne sont pas à eux seuls suffisants pour éclairer la question spécifique du changement climatique.

Dans la manière de poser la problématique des impacts du CC à l'échelle du bassin de la Seine, le projet du PIREN présente comme particularité de relativiser ces impacts par rapport à d'autres facteurs d'évolution de l'anthroposystème considéré. Autrement dit, il ne s'agit pas de raisonner le CC "toutes choses égales par ailleurs" mais d'analyser les synergies avec des tendances et évolutions dont on peut penser qu'elles se réaliseraient en grande partie indépendamment du CC.

En ce qui concerne le thème agricole, ce cadrage implique une double approche dans le "découpage" du système agricole considéré (nous entendons ici par système agricole l'ensemble des éléments influençant les activités agricoles : les systèmes de production, mais aussi l'organisation socio-économique, le foncier,...) :

- une approche des impacts liés au CC,
- une approche des autres déterminants d'évolution.

À ce découpage thématique, se combine un autre relatif aux niveaux d'organisation à prendre en compte dans l'analyse du système (cf. Figure 2: cadre d'analyse des "variables explicatives" (déterminants d'évolution). Au regard des dimensions économiques, politiques et sociales, l'hydrosystème ne peut être isolé de son contexte. Autrement dit, sans perdre de vue la question des

impacts du CC, il est clair que dans un système agricole comme celui de la Seine, particulièrement concerné par les marchés agricoles mondiaux (forte part des céréales), la manière dont la Chine s’approvisionnera en céréales est un thème qui peut paraître lointain des problématiques traitées dans la modélisation de l’hydrosystème, mais qui n’en est pas moins déterminant.

Une des premières tâches de l’année 2002 fut donc d’organiser les variables et thèmes à prendre en compte dans la construction de scénarios d’évolution du système agricole de la Seine. L’analyse de cet objet, dans la problématique qui est la nôtre, renvoie à une organisation et une typologie des variables explicatives que le tableau suivant résume :

Tableau 1 : organisation des variables explicatives par rapport à la problématique "changement climatique"

	BASSIN DE LA SEINE		EUROPE		MONDE	
	Facteurs d’origine agricole	Facteurs non agricoles	Facteurs d’origine agricole	Facteurs non agricoles	Facteurs d’origine agricole	Facteurs non agricoles
<b>Provoqués par le changement climatique</b>	Rendements  Qualité des grains et des fourrages  Modification des calendriers de travaux agricoles	Inondations  Déplacement de l’habitat sur les plateaux occupés par les terres agricoles	Modification des aires de culture  Avantages comparatifs entre pays  Adaptation de la PAC  Soutien aux biocarburants	Conflit d’usage de l’eau entre les différents secteurs économiques et les foyers domestiques	Dégradation des sols  Capacités d’autosuffisance alimentaire de certains pays  Modification des échanges agricoles mondiaux	Conventions internationales contre l’effet de serre  Limitation des transports  Création d’un marché de droits d’émissions de carbone
<b>Non liés au changement climatique</b>	Choix d’une filière biocarburant pour s’assurer des débouchés non alimentaires	Demande sociétale % pollution de l’eau par l’agriculture  Pression foncière de l’agglomération parisienne sur les terres agricoles (habitat/loisirs)	Contrôle des IAA sur l’agriculture  Réformes de la PAC  Préférence communautaire	Elargissement de l’UE  Protectionnisme ou libre-échange  Evolution de la consommation de viande	Dégradation des sols agricoles  Innovations technologiques  Evolution de l’élevage (fort consommateur de céréales)	Evolution de la demande solvable sur les marchés agricoles mondiaux  Prix du pétrole

On voit qu’une telle organisation des variables contribue à enrichir la manière dont les hypothèses prospectives peuvent être construites, en proposant un cadre systématique et global qui permette de les situer. On conçoit également qu’elle constitue une approche différente d’autres travaux de prospective agricole liés au changement climatique, dans lesquels le CC est d’emblée conçu comme la principale variable de “forçage” du système et, le plus souvent, en fonction des impacts agronomiques à l’échelle des systèmes de cultures et des conséquences macro-économiques (cf. par exemple projet “*Spatialisation des impacts de la régulation économique de l’effet de serre d’origine agricole*” dans le GICC, Jayet coordinateur). L’approche proposée ici est retenue dans le sens (i) où elle est compatible avec le cadrage général proposé dans la projet GICC qui est celui de l’analyse *relative* — et nous rajouterons ici systémique — (ii) elle semble mieux rendre compte de l’échelle de dynamique “régionale”.

### 2.3. Les images prospectives retenues dans le cadre du GICC

On conçoit que l’exploration d’un tel cadre d’analyse prospective débouche sur une combinatoire rapidement ingérable. C’est d’ailleurs un des principes fondateur de la méthode des scénarios que de

proposer des formes synthétiques, à l'aide de récits qui s'appuient sur des “ germes ” (des “ *plots* ” selon la terminologie de [Schwartz, 1998]). La manière de construire les images et les scénarios repose alors sur une démarche itérative d'enrichissement des germes initiaux et d'ajustement successif. Ces germes doivent être choisis au regard des enjeux décisionnels ou cognitifs qu'ils doivent éclairer, mais aussi au regard des ressources méthodologiques, données disponibles dans le cadre d'un programme de recherche [Mermet et Poux, 2002].

Dans le cadre du changement climatique sur la Seine, l'analyse déjà réalisée sur la Marne a pu être reprise pour identifier les germes. Il est de plus apparu pertinent de combiner à ces germes, essentiellement définis au regard d'une analyse technico-économique des systèmes de production (cf. encore [Poux et Dubien, 2001]) une analyse en termes de gestion environnementale. En effet, si l'économie reste un primat dans l'évolution des systèmes de production agricoles à l'échelle régionale, il est également clair que les “ dispositifs agri-environnementaux ” [Mormont, 1996] qui se traduisent à la fois (i) par les modes d'action techniques retenus et (ii) les objectifs politiques associés, influencent les dynamiques à long terme des systèmes de production. Dans le débat agri-environnemental actuel, trois modèles de gestion environnementaux ont pu être identifiés qui apparaissent pertinents au regard du CC et/ou de la qualité des eaux lors d'une réunion de travail avec l'INRA Mirecourt. Il s'agit :

- 1° de l'agriculture raisonnée (telle que décrite par exemple par [Paillotin, 2000] et traduite récemment dans l'arrêté du 29/03/02 du Ministère de l'Agriculture,
- 2° de l'agriculture de conservation des sols [FAO 2001],
- 3° des infrastructures écologiques.

Au total, c'est le croisement de deux ordres de variables, technico-économiques — reprises en grande partie des scénarios “ Marne ” — et technico-environnementales qui a été retenu pour les images dans le projet GICC. Le tableau 2 suivant résume les germes de scénarios sélectionnés :

*Tableau 2 : les images (germes) de scénarios retenues*

	Agriculture raisonnée	Agriculture de conservation	Infrastructures écologiques
Céréalisation et bioénergie (céréales et oléagineux)	Scénario 1	Scénario 2	
Diversification par les cultures industrielles	Scénario 3		Scénario 4
Agriculture biologique à grande échelle	Scénario 5		Scénario 6

Pour plus de détails sur la signification des scénarios, on se reportera à [Olive 2002] et [Poux et Dubien, 2002].

### 3. La construction des scénarios agricoles

Le cadre d'analyse prospective d'ensemble pour la construction de scénarios agricoles dans l'optique de l'analyse du CC sur le bassin de la Seine ayant été construit, la phase suivante fut consacrée à l'instruction de la “ base ” et à l'élaboration des scénarios proprement dits.

La démarche d'ensemble retenue pour la construction des scénarios, que nous détaillerons dans la suite, est la suivante :

- Analyse dynamique de chacun des composantes du système (“ variables explicatives ”), débouchant sur l'élaboration de “ micros-scénarios ” qui sont autant d'hypothèses balisant un “ champ des possibles ” à 50 ans pour chacun des thèmes [Godet, 1977] [Lacombe 2000].
- Combinaison des micros-scénarios au regard des images (“ germes ”) définies préalablement (cf. supra).
- Construction des récits prospectifs proprement dits.

Le schéma suivant résume cette démarche :

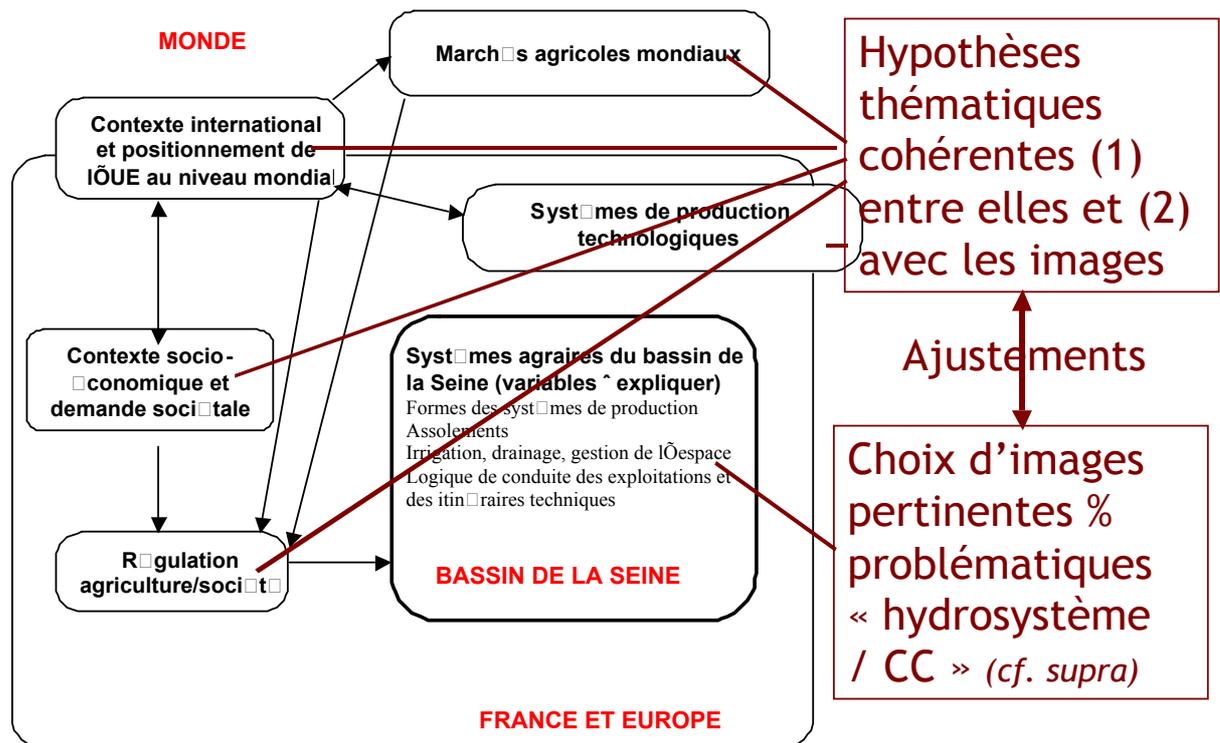


Figure 3 : méthode retenue pour la construction des scénarios

### 3.1. Phase analytique des variables

L'analyse des variables a reposé sur plusieurs sources :

- une analyse documentaire ;
- une série d'entretiens avec des experts (cf. liste en annexe de [Olive 2002])
- une reprise spécifique de travaux de prospective sur chacun des thèmes, quand ceux-ci existaient.

Dans les pages qui suivent, nous présentons rapidement les principaux champs de variables analysés dans la recherche entreprise.

#### 3.1.1 Variables géopolitiques mondiales

Nous ne rentrons pas ici dans le détail analytique — le lecteur désireux d'en savoir davantage se reportera encore une fois à [Olive 2002] — on retiendra ici que ces variables sont déterminantes pour fixer :

- (i) le niveau global de demande alimentaire, sur des plans quantitatifs et qualitatifs [FAO, 2000]. À ce titre, les micro-scénarios discutent en particulier les tenants d'une forte croissance dans une consommation de viande consommatrice de céréales.
- (ii) la manière dont la coopération (ou non entre États) et leurs relations politiques et économiques influence :
  - (ii-a) la capacité de développement endogène des États et des grandes régions du monde (par exemple : développement réparti ou maintien d'une fraction significative de pays en dessous d'un seuil de solvabilité alimentaire) [Gallopain et al., 1997] ;

- (ii-b) l'organisation du commerce mondial, et notamment le degré selon lequel les aires de production et de consommation agricoles sont dissociées (échanges mondiaux) ou non (souveraineté alimentaire).

Dans ce cadre, la place particulière de l'Europe — dans une optique plus ou moins libérale et/ou politique [EC, 1999] — est analysée dans le sens où il s'agit d'un niveau d'explication intermédiaire particulièrement pertinent dans notre travail.

### 3.1.2 Marchés des produits agricoles

Il est clair que les marchés de produits agricoles sont essentiels dans l'étude réalisée. Afin de faire ressortir la nature du travail entrepris et sa portée dans l'analyse, nous ne reprendrons ici que l'exemple du blé, en tant que production clé dans le bassin (rappelons que le bassin de la Seine produit environ 16% de la production de l'UE à 15 États Membres).

Une vision courante repose sur l'idée que le blé est une production très échangée au niveau mondial et que son avenir repose en grande partie sur la croissance prévisible de la demande alimentaire. Les corollaires attendus sont une augmentation à long terme du prix de la matière première et, par voie de conséquence, une affirmation tendancielle de la vocation agro-exportatrice (pour cette production) pour le bassin de la Seine, particulièrement bien placé au niveau mondial.

L'analyse de la situation actuelle relativise fortement cette vision. On rappellera ainsi que le premier producteur de blé est la Chine et que la fraction exportée est résiduelle (200 Mt échangées, soit moins de 10% de la production mondiale, avec une stagnation sur les dernières décennies). L'analyse des marchés montre que la demande est davantage déterminée par la demande solvable que par la demande alimentaire et que l'augmentation de la production en Europe et dans les pays exportateurs est plus rapide que celle de la demande solvable. Par ailleurs, plusieurs analyses font ressortir que les variables essentielles dans l'évolution du marché sont :

- La manière dont les pays s'adaptent à une grande variabilité de l'offre, essentiellement pour des raisons climatiques ;
- L'évolution de la production animale à base de céréales (fait dominant en Europe sur les dernières années et enjeu majeur pour la Chine à moyen terme [FAO, 2000, op. cit.]).

Dans cette optique, l'analyse pertinente pour le blé à long terme repose sur :

- les termes de l'équilibre entre (i) consommation solvable/ (ii) production/ (iii) les prix
- la variabilité climatique, sur laquelle le CC influe.

Sur ce dernier terme (CC), les travaux à 2050 réalisés par [Parry et al, 1999] font ressortir de grandes différences de sensibilité selon les aires productives (cf. Tableau 3 : conséquences possibles du CC sur la production de céréales à 2050 (en MT)).

Tableau 3 : conséquences possibles du CC sur la production de céréales à 2050 (en MT)

Région	HadCM2	HadCM3
Afrique	-22 à -12	-5
Amérique du Nord	+20 à +90	-60
Amérique latine	-3 à -8	-3
Asie du Sud-Est	-65 à -45	+2
Europe de l'Ouest	+3 à +8	+8
Europe de l'Est	-35 à -15	-65

Selon les modèles climatiques du Hadley Research Centre

*HadCM2 : test de plusieurs scénarios climatiques*

*HadCM3 : modèle climatique le plus récent, d'après Parry et al., 1999*

On tire de ce tableau (i) l'extrême variabilité potentielle de la production en Amérique du Nord et (ii) la relative stabilité de l'Europe sur ce point. Ce fait invite à proposer comme micro-scénario possible le fait que l'Europe se spécialise en tant qu'exportateur " sûr " en matière de céréales, par rapport aux

USA notamment. Mais plus globalement, c'est la place même de la place des exportations qui est questionnée, et qui invite à considérer comme autre micro-scénario la continuation de la situation actuelle, à savoir une place relictuelle sur des marchés globalement déprimés.

L'analyse présentée rapidement ici pour le blé a été réalisée pour les principales productions du bassin :

- Les céréales
- Les oléoprotéagineux
- La betterave à sucre
- Les biocarburants (colza, betterave et blé éthanol)
- L'élevage bovin et hors-sol
- La pomme de terre et le maraîchage.

### ***3.1.3 Contexte démographique, socio-économique Européen et demande sociétale***

Ce thème d'analyse est déterminant à plusieurs titres et peut s'appuyer sur des analyses démographiques à long terme [EC, 1999].

En premier lieu, ce thème renvoie à la disponibilité en main d'œuvre globale, en Europe et dans une zone comme le bassin de la Seine. Or, il existe une corrélation directe entre la situation générale de l'emploi et la main d'œuvre disponible en agriculture. En second lieu, la structure démographique, la répartition des catégories socioprofessionnelles et plus globalement le niveau de richesse global peuvent être interprétée en termes de demande alimentaire (préférences prix/qualité).

Sur un autre plan, plus local et spatialisé celui là, la démographie pourra avoir des conséquences sur la structure de l'habitat (extension des zones pavillonnaires ou pas, par exemple) et sur les "revendications" sur l'espace rural (demande récréative, environnementale ou déconnexion accrue entre l'urbain et le rural).

### ***3.1.4 Modes de régulations agriculture société***

Ce thème renvoie à la manière dont le secteur agricole interagit avec le reste de la société : au regard de quels intérêts (économiques, sociaux, environnementaux) ? selon quelles modalités (politiques, économiques, contractuelles) ? et avec quels acteurs (producteurs, industriels, pouvoirs publics, collectivités, société civile) ?

Nous ne détaillerons pas ici ce thème d'analyse, qui a fait l'objet de scénarios spécifiques dans le cadre de la DATAR [Lacombe, 2000]. Si l'horizon affiché de ces travaux est 2015, il est clair que les images proposées sont valables à un horizon temporel plus lointain.

Conformément à ce qui avait été initié dans la prospective "Marne", une pluralité de modes de régulation est envisageable, selon que les interactions restent inféodées à une logique économique dominante (qui peut être "pilotée" par les agriculteurs et/ou les industriels) ou à une demande plus territoriale.

### ***3.1.5 Systèmes de production technologiques***

Enfin, l'analyse engagée fait intervenir un thème rarement appréhendé en tant que tel, qui est celui de la manière dont "l'offre technologique" est susceptible d'évoluer et d'influencer les systèmes de production agricoles. Cette offre est décrite à travers deux sous-thèmes : (i) le "pilotage de la recherche" (qui oriente les recherches et selon quelles finalités générales) et (ii) la nature des thèmes pris en compte.

Le champ des possibles est alors déterminé entre une logique de "technological push" (l'offre est déterminante) dominante et une logique de "technological demand" (la recherche répond à des demandes sociales).

### 3.2. Phase synthétique : les six scénarios contrastés

Dans ce rapport de synthèse, il n'est pas possible de présenter l'intégralité des scénarios construits dans le cadre du projet. Nous renvoyons une fois de plus au rapport [Olive 2002], en nous contentant ici de reprendre les principales caractéristiques des images pour chacun d'entre eux.

#### 3.2.1 Scénario 1 : Agriculture de masse raisonnée

“ **Les céréales constituent la grande majorité des productions**, le bassin de la Seine s'y spécialisant à l'échelle mondiale avec l'Amérique du Nord, et le bassin Ukraine-Russie occidentale. Mais l'Europe ne produit pas que des céréales : chaque région européenne et d'ailleurs mondiale se spécialise dans la production pour laquelle elle dispose d'avantages comparatifs.

L'UE bénéficie de **conditions climatiques privilégiées face à ses principaux concurrents** internationaux, notamment sur le marché des céréales : l'Australie, l'Argentine, et dans une moindre mesure les Etats-Unis, doivent faire face à des périodes de sécheresse intenses qui affectent parfois gravement leur production et la rendent plus aléatoires (Déméter 2002 et IPCC 2001). L'UE dispose ainsi d'une certaine “ sécurité climatique ” qui incite le bassin de la Seine à jouer pleinement la carte de la production céréalière pour laquelle il bénéficiait déjà d'avantages comparatifs et les changements climatiques le confortent dans ce choix.

**Les productions agricoles sont des matières premières industrielles qui sont transformées ailleurs**, celles non utilisées sur place sont exportées hors du bassin de la Seine directement via les grands axes de communication.

Les moyens de transport en Europe se développent massivement afin d'assurer les échanges de matières premières agricoles : création d'un important réseau de voies maritimes (liaison d'Ouest en Est de Rouen à la mer Noire, et connexion avec l'axe Nord Belgique et Rhin-Rhône), et de fret de marchandises le long des lignes de Train à Très Grande Vitesse vers l'Europe du Nord, les pays de l'Est, et la façade méditerranéenne.

Les exploitations du bassin de la Seine adoptent certaines caractéristiques du modèle américain comme de grandes surfaces (800 à 1000 ha en moyenne), peu de main d'œuvre, mais s'en distinguent par des rendements élevés (150 q/ha pour le blé) obtenus grâce à une recherche agronomique efficace et à des sols fertiles. **Les facteurs concourant à une telle concentration des exploitations sont la faible valeur ajoutée par hectare** dégagée par les productions **et la volatilité des cours mondiaux** (la production céréalière américaine varie d'un facteur quatre entre les bonnes et les mauvaises années), si bien qu'il faut disposer d'une assise financière importante pour pouvoir résister.

Les itinéraires techniques minimisent l'utilisation de main d'œuvre par hectare, mais pas celle des intrants car les agriculteurs se situent dans une logique d'assurance (en les ajustant à un haut niveau pour exploiter pleinement le potentiel de croissance des plantes chaque année quelles que soient les conditions climatiques). Nous sommes donc en présence d'une agriculture à forte intensité énergétique.

Les agriculteurs s'adaptent à cet environnement économique qui les pousse à l'agrandissement en développant les solutions qui permettent de **diminuer les coûts de production à l'hectare**. Le recours à des prestataires de service permet de rationaliser les travaux aux champs et l'investissement moindre des producteurs dans le matériel assure une plus grande souplesse comptable. Tout concourt pour **augmenter la productivité du travail** : la large diffusion des OGM réduit le nombre de passages de produits phytosanitaires, les techniques culturales simplifiées sont adoptées afin de passer moins de temps par hectare, et la puissance du machinisme permet désormais à un céréalier de travailler seul sa terre sur 400 ha, voire plus.

Consécutivement à l'agrandissement de ces structures, le nombre d'agriculteurs et d'exploitations a fortement diminué entre les années 2006 et 2015 (diminution de plus de la moitié), pour ensuite presque se stabiliser jusqu'en 2050 avec une baisse légère inférieure à 1% par an.

**Les cultures oléagineuses ne sont quasiment plus destinées qu'à la filière biocarburant**, car l'Europe a fait le choix d'un approvisionnement en protéines végétales au moindre coût apparent et donc **elle importe massivement du soja américain** pour son élevage qui devient très dépendant du prix des protéines végétales contrôlé essentiellement par les Etats-Unis et dans une moindre mesure le Brésil.

Les biocarburants constituent une part relativement importante du revenu agricole dans la région, à partir de betterave sucrière et de colza, les organisations professionnelles agricoles ayant fait pression pour que l'agriculture occupe la part essentielle dans la production des biocarburants, au détriment des autres sources organiques (lignocellulose issue des déchets forestiers notamment).

L'élevage présent sur le bassin de la Seine est en grande partie devenu hors-sol, avec des **animaux à cycle rapide pour profiter des opportunités du marché**. Il s'agit principalement de volailles destinées à la Chine et à l'Asie du Sud-Est. **Ce système de production profite du faible coût des matières premières agricoles** (céréales et protéines végétales) qui ne sont plus soumises à taxation lors des échanges mondiaux.

L'irrigation est très peu utilisée du fait du prix de la ressource eau par rapport à la marge à l'hectare des productions.

Des efforts importants ont été effectués pour raisonner les pratiques agricoles et la gestion de l'azote est désormais maîtrisée partout dans le bassin de la Seine. Par maîtrise on entend un meilleur ajustement des intrants aux besoins des plantes au cours de chaque phase de leur développement, ce qui permet la limitation des intrants à l'optimum de rendement, grâce à la large diffusion des progrès de la recherche agronomique. Ainsi, même avec une logique d'assurance, les pertes de nitrates au champ sont réduites. Toutefois les pesticides restent des éléments indispensables dans la conduite de ces systèmes de production très simplifiés et leur usage n'a que peu diminué depuis le début du 21<sup>ème</sup> siècle. ”

### **3.2.2 Scénario 2 : cultures de masse et agriculture de conservation**

“ **L'image de ce scénario constitue une variante du précédent. Les orientations économiques des exploitations ainsi que leurs dynamiques d'évolution sont similaires**, bien que la demande environnementale des citoyens soit ici plus affirmée et que le contexte international soit radicalement différent, en raison des hypothèses de coordination au niveau international et des objectifs de durabilité fixés à l'échelle planétaire entre les gouvernements.

Les grands bassins de production de céréales dans les pays du nord reçoivent la mission explicitement formulée par les Nations Unies de participer au défi alimentaire qui attend la planète. Il s'agit de répondre à la demande alimentaire supplémentaire des pays en développement qui va être assumée à moindres coûts environnementaux par les pays du nord. Disposant d'avantages comparatifs importants liés à la qualité de ses sols et de son encadrement technico-économique, **le bassin de la Seine se spécialise alors dans la production céréalière de masse destinée à l'exportation** puisque les débouchés existent pour les exploitations les plus performantes.

Les exploitations du bassin de la Seine se sont progressivement converties à l'agriculture de conservation : il fallait s'adapter aux nouvelles conditions de marché pour pouvoir continuer à exporter. **Cette conversion n'a pas été sans difficulté** et il a fallu affronter l'inertie de certains responsables d'organisations professionnelles agricoles selon lesquels ces techniques ne comportaient pas d'avantages pour les agriculteurs du bassin de la Seine. En effet ils leur reprochaient de ne pas garantir une amélioration des rendements et d'induire un effort d'apprentissage supplémentaire pour les agriculteurs. Ils auraient préféré répondre aux attentes environnementales de la société par des méthodes moins radicales et qui impliquaient moins de changements pour les agriculteurs et leurs modes de travail et d'équipements. Ainsi, ils soutenaient plutôt un recours à l'agriculture raisonnée, qui aurait apporté une réponse technique d'optimisation de systèmes de production existants. Mais les

incitations financières de l'UE et le renforcement de l'accompagnement des producteurs par les organismes techniques de l'UE ont calmé ces craintes.

Le bassin de la Seine voit la disparition du modèle d'agriculture familiale s'opérer totalement. Les exploitations céréalières deviennent de grandes entités industrielles qui ont recours à des prestataires de service car ceux-ci maîtrisent mieux la conduite des cultures sous agriculture de conservation du fait des nombreuses connaissances techniques qu'il faut posséder. Seules des entreprises de travaux agricoles peuvent investir dans ce grand effort de formation agricole et ce, malgré les initiatives européennes pour vulgariser ces techniques auprès des agriculteurs individuels.

**La suppression des droits de douane agricoles aux frontières de l'UE a réduit la diversité des cultures dans le bassin de la Seine :** la betterave sucrière n'a pas résisté à la concurrence de la canne à sucre qui s'impose comme la seule plante sucrière dans le monde. Les autres cultures industrielles ont quasiment toutes disparu car les IAA se sont délocalisées vers les PECO du fait d'une main d'œuvre moins chère et d'une bonne diffusion des nouvelles techniques agricoles dans ces pays.

Le nombre d'exploitations bovines laitières a diminué car elles se sont regroupées dans le Grand Ouest, formant avec les IAA un impressionnant pôle agro-industriel. Quant aux exploitations bovines viande, elles se sont soit transformées en hors-sol, soit ont dû s'extensifier grandement. En effet, face aux importations carnées des PECO et de l'Amérique (à la fois USA et Argentine) il faut soit privilégier le positionnement sur un créneau de qualité moyenne et intensifier la production, soit diminuer la charge à l'hectare et compter une surface fourragère permanente importante afin de se démarquer commercialement et obtenir une image de qualité auprès du consommateur européen et bénéficier en plus des primes séquestration de carbone versée par l'UE suite à ses engagements post Kyoto.

Les techniques de l'agriculture de conservation permettent en effet de stocker du carbone dans les sols selon une moyenne européenne de 0,3 tonne de carbone, soit 1,1 tonne de CO<sub>2</sub>, par hectare et pour une durée comprise entre 30 et 100 ans, le temps d'atteindre l'état d'équilibre du sol (European Climate Change Programme, 2001 ; FAO, 2001).

La prime que l'UE accorde à la tonne de carbone enfouie constitue en fait une prime à la surface et peut être considérée comme une incitation à l'agrandissement. Néanmoins cette tendance est limitée par le montant de cette rémunération : dans le cas où la tonne de carbone enfouie serait payée 100 euros, la prime reçue par l'agriculteur par hectare et par an ne s'élèverait alors qu'à 30 euros. **Elle n'est donc pas suffisante pour constituer à elle seule un facteur déterminant de modification des assolements.** Ce sont en fait les régions marginales où la culture des céréales est peu rentable qui sont converties en forêts ou aménagées en prairies permanentes. Ce sont en effet les deux changements d'occupation du sol qui permettent de séquestrer le plus de carbone par hectare, avec des chiffres approchant la tonne. De plus les prairies offrent des pâturages pour les bovins et les forêts permettent de dégager un revenu complémentaire avec la vente de bois, encouragée dans le cadre du programme européen bioénergie qui favorise les énergies renouvelables. Les régions concernées sont principalement le Sud-Est du bassin de la Seine (Morvan).

Les élevages industriels de volailles se sont multipliés sur le bassin de la Seine et la progression la plus importante s'est opérée en Normandie du fait d'infrastructures favorables. En effet les ports du Havre et de Rouen jouent un rôle stratégique : les productions céréalières du bassin de la Seine y convergent en vue de leur exportation par cargo vers l'Afrique du Nord et le Moyen Orient et les protéines végétales indispensables à ces élevages y sont importées depuis les Etats-Unis. **La Normandie se trouve ainsi idéalement située pour développer une telle industrie dépendante des apports extérieurs.** Des contrats sont signés entre ces élevages hors sol et les céréaliers des alentours pour que les déjections animales soient épandues. En l'absence d'une réglementation européenne stricte, il s'agit d'une démarche volontaire des deux parties s'appuyant sur des bénéfices réciproques.

La conduite des systèmes de production sous agriculture de conservation est sensiblement différente de celle en agriculture conventionnelle : **les agriculteurs ne labourent désormais plus leur champ que lorsque des conditions exceptionnelles l'imposent**, comme dans le cas d'une population

d'adventices qui devient réellement problématique avec les traitements disponibles, ou si des pluies importantes ont creusé de trop grosses rigoles dans le champ. Un labour tous les 5 à 10 ans ne provoque qu'une faible diminution du stock de carbone dans le sol et ne remet pas en cause la stratégie d'enfouissement. La couverture permanente du sol protège les sols de l'érosion donc de la perte de matière organique et le retour des résidus de récolte à la terre constitue un engrais vert, si bien que non seulement les apports en engrais sont réduits mais en plus leur efficacité est augmentée car ils sont moins lessivés.

Les pratiques de semis direct permettent de diminuer à la fois la durée des travaux au champ et les intrants énergétiques (carburants et engrais) si bien que **les coûts de production à l'hectare diminuent et favorisent alors une gestion extensive des cultures**. Le besoin de main d'œuvre est moindre grâce à ces techniques culturales simplifiées et à un matériel qui a évolué pour répondre efficacement à ce nouveau contexte technique.

L'utilisation des herbicides avec les pratiques de semis direct est augmentée car l'absence de labour entraîne la prolifération des adventices. Les cultures OGM s'introduisent alors sur le territoire européen car elles présentent une réponse intéressante à la gestion des pesticides. **Contrairement au scénario 1 la diffusion des OGM ne se réalise pas ici dans un contexte de recherche de compétitivité mais dans celui de la réponse à un problème technique donné**. Cette adoption de l'agriculture de conservation en Europe a d'ailleurs vivement été poussée par le lobbying des grands groupes d'agrochimie détenteurs des brevets sur les cultures OGM résistantes aux pesticides. En effet des cultures OGM résistantes aux herbicides totaux type glyphosate peuvent être menées par des systèmes sans labour car l'application de ces produits vont éliminer toutes les adventices sans endommager les plantes cultivées.

La superficie d'oléagineux augmente dans le bassin de la Seine (80% de colza et 20% en tournesol) afin d'allonger les rotations des exploitations de grandes cultures. Cette disposition est nécessaire avec le semis direct pour diminuer les risques de maladies des céréales.

La faible valeur ajoutée dégagée par hectare et la productivité accrue du travail tendent vers une augmentation de la surface des exploitations tout comme dans le scénario 1. ”

### **3.2.3 Scénario 3 : Diversification et agriculture raisonnée**

“ L'agriculture du bassin de la Seine présente un visage plus diversifié qu'actuellement, mais on est loin d'un modèle traditionnel car la majorité des cultures produites le sont industriellement et s'insèrent dans des filières industrielles.

La culture des légumes se développe (carottes, épinards, oignons, salades...) et leur localisation dépend de l'usage qui en est fait : les légumes transformés à destination des conserves ou du surgelé se situent près des centres de transformation, principalement en Champagne et en Picardie. Les légumes frais sont quant à eux cultivés à proximité des grandes villes du bassin de la Seine afin de profiter de la demande des urbains.

**Les élevages sont très présents sur la zone et sont menés industriellement avec toutefois l'interdiction du hors-sol par l'UE** puisque les normes communautaires imposent de pouvoir épandre les déjections produites sur les seules terres de l'exploitation. Elles encouragent ainsi les complémentarités entre productions végétales et élevage au sein des exploitations et limitent les chargements à l'hectare. La localisation des élevages se fait en fonction de la proximité des villes, de manière à respecter le voisinage urbain, et même si des innovations ont permis de neutraliser chimiquement les odeurs, les urbains n'acceptent toujours pas volontiers des élevages industriels dans leur voisinage.

Concernant l'élevage bovin, les IAA, grâce à un marketing puissant augmentent la demande en segmentant les marchés et en établissant des marques de qualité. **Les quotas laitiers sont supprimés ce qui accélère la restructuration des exploitations et renforce l'intensification de la production par animal** : les vaches laitières, quasi exclusivement des Prim Holstein, produisent 10 000 L de lait

par an et sont nourries au maïs ensilage. La désintensification de l'élevage observé dans le Grand Ouest, et particulièrement en Bretagne, pour des raisons de pression environnementale trop importante, permet un redéploiement vers le bassin de la Seine qui voit son nombre de vaches laitières augmenter. Par ailleurs la consommation de produits laitiers augmente grâce au département recherche et développement des IAA : amélioration de la digestibilité du lait pour les bébés, fabrication de fromages allégés...). **Mais l'image malgré tout intensive des exploitations laitières offre peu de débouchés pour la viande issue de ces élevages et le marketing relance alors les élevages allaitants extensifs herbagers, signes véritables de qualité via les labels lancés par les IAA.**

Les zones à fortes contraintes herbagères qui autrefois faisaient de l'élevage laitier ont abandonné cette activité et certaines se reconvertissent vers l'élevage allaitant, comme en Haute-Normandie, et les régions traditionnellement allaitante, comme le Morvan, bénéficient également de ces opportunités de marché. Néanmoins la surface herbagère diminue car les exploitations se regroupent sur les meilleures terres, afin d'aller vers une intensification raisonnée des élevages allaitants.

Les régions du bassin de la Seine qui ne disposent pas d'un avantage comparatif déterminant sur les cultures à valeur ajoutée s'orientent vers des productions de masse, comme c'est le cas du plateau de Langres avec les cultures protéagineuses et le colza.

La Beauce conserve sa dominante céréales car depuis le 19<sup>ème</sup> siècle cette région a toujours su tirer profit de ce système et elle y est parfaitement adaptée, tant au niveau des sols que des infrastructures.

L'irrigation permet de cultiver de manière intensive les légumes et les autres cultures industrielles comme la betterave ou la pomme de terre et ainsi répondre correctement aux exigences qualitatives des industriels. Ce recours accru à l'irrigation pose des problèmes certaines années quand les pluies d'automne et de printemps n'ont pas suffisamment rechargé les nappes.

**Dans les scénarios 3 et 4 le foncier est cher** car les exploitations dégagent beaucoup de valeur ajoutée à l'hectare et dans l'ensemble elles ont une localisation stratégique à proximité d'un pôle urbain parisien de 11 millions d'habitants. **La dynamique d'évolution des exploitations tend alors vers un agrandissement, mais de manière modérée par rapport aux scénarios 1 et 2.** ”

#### ***3.2.4 Scénario 4 : diversification et infrastructure écologique***

“ Les productions et les systèmes présents dans le bassin de la Seine sont les mêmes que dans le scénario 3, excepté un plus grand développement ici de la vente à la ferme (légumes et exploitations bovines laitières) à proximité de l'agglomération parisienne et une moindre diminution des exploitations laitières à cause de la désintensification du Grand Ouest pour des raisons environnementales.

La politique de gestion spatiale définie comme modèle européen de développement concerne l'ensemble des espaces du bassin de la Seine, dont les territoires agricoles où elle prend la forme d'une politique d'infrastructure écologique mais à une échelle géographique supérieure à celle de l'exploitation et qui peut aller jusqu'à celle de bassin versant. Des haies et des bandes enherbées sont ainsi placées le long des rivières afin d'avoir une incidence sur l'ensemble de la zone écologique. Les bénéfices en terme de gestion de l'eau renvoient à une meilleure qualité de l'eau suite à un moindre ruissellement et à une prévention des inondations.

Des plans d'occupation des sols sont définis à l'échelle des communautés de communes afin de répertorier les attentes des habitants en matière d'aménagement de l'espace.

La répartition spatiale des terres agricoles est déterminée de manière à minimiser les impacts environnementaux et s'appuie à la fois sur les schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme et sur une coordination entre les agriculteurs à l'échelle des bassins versants. Les aides européennes du FEDL servent à créer des structures où sont associés techniciens agricoles, agriculteurs et médiateurs afin de répartir au mieux les terres agricoles selon le type de culture et la couverture du sol. ”

### 3.2.5 Scénario 5 : Agriculture Biologique raisonnée

“ Partant du constat qu’il est difficile de produire sans aucun intrant chimique des denrées alimentaires en quantité suffisante, l’UE a entamé une réflexion sur la manière de mener son agriculture d’une manière suffisamment productive pour nourrir toute sa population tout en respectant les exigences environnementales de la société. **Elle a alors trouvé un compromis et défini les conditions de production de l’agriculture européenne: il s’agit d’une agriculture dite biologique dans le sens où elle interdit le recours à tous les intrants de synthèse (donc les pesticides et les antibiotiques pour les animaux).** Une dose d’engrais de synthèse est néanmoins acceptée afin d’augmenter la productivité des cultures. Ce seuil a été déterminé par les organismes de recherche publics selon les grands types de sols et doit être ajusté dans le temps en fonction des besoins des plantes afin que les conséquences environnementales soient négligeables.

Cette même exigence de productivité formulée par les autorités européennes a stimulée les innovations technologiques pour résoudre le problème lié à la perte de productivité des cultures une fois qu’elles sont privées de pesticides et soumises à des restrictions d’engrais. Grâce aux biotechnologies les recherches agronomiques à la fois publiques et privées ont abouti à la création de plantes céréalières et légumières OGM fixatrices d’azote atmosphérique, ce qui rend moins pénalisante la diminution de l’utilisation des engrais azotés. **La population européenne n’a pas manifesté d’opposition franche à l’introduction d’OGM dans l’agriculture biologique car au début du 21<sup>ème</sup> siècle elle avait déjà connu la généralisation des cultures OGM** (le scénario 5, avant le repli sécuritaire européen, présente à ses débuts la même image que dans le scénario 1).

**Malgré toutes ces avancées réglementaires et technologiques pour augmenter la productivité de l’agriculture biologique, les rendements et productions par animal restent inférieurs à ceux réalisés sous agriculture conventionnelle.** Par conséquent, la surface agricole utile (SAU) de l’UE doit augmenter pour assurer un approvisionnement agricole suffisant. La SAU du bassin de la Seine progresse également. Cependant les terres agricoles à proximité des agglomérations sont âprement disputées par l’expansion urbaine, les besoins en infrastructures et en aménagement de l’espace pour les loisirs. C’est ainsi que l’UE adopte en 2030 une directive qui définit chaque année au niveau régional la proportion de terres agricoles qui peuvent être cédées en vue d’une utilisation non agricole, cette proportion étant indexée sur les gains de productivité réalisée par l’agriculture de la région l’année précédente. Les terrains agricoles sont ainsi protégés des besoins d’espace de l’agglomération parisienne.

**Les systèmes technico-économiques présents sur le bassin de la Seine reflètent une diversité importante des productions, même si les céréales dominent.** En effet, à l’échelle européenne les terres du bassin de la Seine s’avèrent bien adaptées à la conduite des céréales et les producteurs y recourent largement dans leurs assolements car ils arrivent à dégager des marges de production importantes par rapport aux autres régions européennes. Ces céréales sont systématiquement accompagnées de légumineuses pour conforter l’apport en azote et dégager des rendements importants (90 q/ha).

**Les légumes constituent la deuxième production en superficie : épinards, carottes, oignons et pomme de terre sont cultivés en plein champ.** Cette importance prise par la production de légumes s’explique par la plus grande consommation qu’en font les habitants dont le régime alimentaire exclue de plus en plus la viande, et particulièrement la viande rouge. Ils recherchent par ailleurs leur source de protéines dans la consommation de produits dérivés de soja comme le tofu. Ce soja est cultivé en partie dans le Sud de l’UE et importé sinon des Etats-Unis.

La consommation de viande se reporte surtout sur les viandes blanches comme les volailles qui sont élevées par milliers dans des parcs à herbe et nourries avec les céréales des exploitations environnantes.

**Conséquence de cette évolution de la demande carnée, les élevages bovins allaitants ne sont pas très nombreux dans l’UE d’autant plus qu’ils pâtissent de la concurrence des élevages laitiers qui sont devenus extensifs du fait des normes européennes et qui fournissent dès lors une viande**

**de bonne qualité.** On observe dans le bassin de la Seine peu de systèmes d'élevage totalement herbagers, la course à la productivité les rendant peu compétitifs face à ceux qui complètent avec des céréales et des protéines végétales. La région normande ainsi que le Sud-Est du bassin de la Seine voient se développer des élevages bovins laitiers car la consommation de produits laitiers n'a pas fléchi et les industries fromagères sont florissantes.

Les systèmes maraîchers se regroupent autour de l'agglomération parisienne afin de fournir les légumes et primeurs qui ne sont pas cultivés en plein champ. **La fertilisation azotée y est assurée par le compost issu des déchets ménagers de la ville et des déchets verts des jardins.** Il existe des normes strictes qui définissent la qualité des composts urbains.

Par souci de rareté des terres, le blé, la betterave sucrière et le colza ne sont plus cultivées à destination des biocarburants. **La production alimentaire est privilégiée et les biocarburants sont produits principalement à partir de déchets forestiers.**

La betterave sucrière bénéficie de l'isolement européen et de l'impossibilité d'importer de la canne à sucre : les surfaces semées sont multipliées par 2 dans le bassin de la Seine (particulièrement en Picardie et en Champagne Crayeuse) compte tenu également de la baisse de productivité à l'hectare. Les surfaces betteravières à l'échelle de l'UE auraient pu être supérieures mais sont modérées par la consommation accrue d'édulcorants de synthèse obtenus à partir d'une hydrolyse d'une matière amylacée (blé ou pomme de terre) et utilisés dans les produits allégés en sucre.

Les cultures oléoprotéagineuses (colza, tournesol, lupin et pois protéagineux) se développent car elles sont désormais indispensables à une gestion équilibrée des rotations culturales (pour minimiser les attaques des maladies) et fournissent les protéines végétales qui sont employées pour l'élevage.

**Les agriculteurs du bassin de la Seine sont désormais privés de soutiens communautaires directs** (et non indirects car l'UE ferme ses frontières et les protège de la concurrence étrangère) **et s'adaptent à ces conditions économiques en devenant pour la plupart des entrepreneurs.** Les exploitations agricoles devenues des entreprises comme les autres : les exploitants ne doivent compter que sur eux-mêmes pour assurer leurs revenus. Il s'en suit une attitude de prospection et d'anticipation visant à ne s'installer que sur des créneaux porteurs, car toutes les productions ne fournissent pas les mêmes opportunités de rémunération. La limite à ce raisonnement reste toutefois l'ancrage de l'exploitation dans une catégorie de production (élevage ou grandes cultures par exemple).

Par ailleurs ce comportement d'entrepreneur est conditionnée par le fait que le bassin de la Seine dispose de terres d'une bonne qualité donc adaptables à beaucoup de productions et que la présence de l'agglomération parisienne fournit des potentialités de commercialisation élevées. Cette logique implique un renforcement de l'activité des organisations professionnelles agricoles pour structurer les filières agricoles et défendre leur participation dans la chaîne agro-industrielle. Les agriculteurs développent des outils d'analyse des marchés agricoles et d'aide à la décision. Cette plus grande initiative des exploitants permet de stimuler la recherche de productivité et sert finalement l'objectif d'autosuffisance alimentaire de l'UE.

**Dans ce scénario la vision de l'agriculture biologique est sensiblement différente de l'image traditionnelle qu'on pouvait en avoir à la fin du 20<sup>ème</sup> siècle et au début du 21<sup>ème</sup>.** **Les exploitations sont gérées industriellement** : il s'agit de produire suffisamment par hectare ou par animal à grand renfort de moyens techniques tout en respectant les normes strictes de production. **Le machinisme est très développé** car il s'agit non seulement de faire face aux contraintes techniques de l'agriculture biologique qui imposent de nombreuses interventions au champ (désherbage notamment) mais aussi au déficit de main d'œuvre lié au déclin démographique de l'UE et à la faiblesse de l'immigration. Pour cela le recours à des prestataires de service se généralise car il permet de réduire les coûts d'équipement et de pouvoir se garantir l'utilisation des équipements les plus modernes.

L'agriculture de précision acquiert ici toute son importance afin de repérer les moments idéaux pour les interventions au champ, de surveiller les populations de ravageurs et d'adapter la fertilisation aux stricts besoins physiologiques des plantes. Elle s'effectue via un équipement technique perfectionné,

qui va de la télédétection satellitaire à l'analyse physico-chimique des sols agricoles par des capteurs électroniques in situ.

Les exigences des IAA pour leurs process de fabrication nécessitent une utilisation relativement importante de l'irrigation mais cette tendance est modérée par l'ajustement réalisé grâce aux techniques de l'agriculture de précision. Les plantes sélectionnées génétiquement offrent par ailleurs une résistance accrue au stress hydrique si bien que les conditions de sécheresse parfois engendrées par les changements climatiques n'accroissent pas les besoins en irrigation.

**On observe un agrandissement de la taille moyenne des exploitations en réaction à un environnement économique de libre concurrence où aucune aide communautaire n'est reçue par les exploitants.** Les formes de propriété des exploitations évoluent vers une participation par actionariat au capital terre, où le gérant n'est pas toujours le propriétaire. Le prix du foncier est élevé car les terres agricoles constituent une valeur sûre voire même refuge. ”

### *3.2.6 Scénario 6 : Agriculture biologique et infrastructure écologique*

“ Ce scénario s'appuie sur l'initiative originale des IAA qui dès 2008 définissent une stratégie de durabilité pour inscrire leur positionnement économique dans la durée. Il s'agit pour elles de continuer à s'approvisionner et à vendre leurs produits dans un horizon temporel lointain, à 20 ou 30 ans (Initiative pour une Agriculture Durable, [www.saiplatform.org](http://www.saiplatform.org)). **Cette démarche implique alors de garantir à la fois leur amont et leur aval : sécuriser leurs approvisionnements en matières premières agricoles, c'est-à-dire favoriser des pratiques agricoles durables, et consolider la confiance des consommateurs en assurant une qualité sanitaire irréprochable.**

Pour concilier ces deux objectifs, les IAA signent des contrats dans le bassin de la Seine avec les dix plus grands agriculteurs pour chaque production, des céréales aux légumes en passant par le sucre.

**Des conditions de production draconiennes sont adoptées dans les cahiers des charges de ces contrats : les intrants chimiques de synthèse sont supprimés** car suspectés de réduire le potentiel productif de la terre et d'avoir des risques potentiels sur la santé des consommateurs. Cette stratégie permet d'assurer une diffusion importante de ces nouvelles exigences agricoles car les surfaces consacrées sont d'emblée élevées (on signe avec les plus grosses exploitations) et les autres exploitations sont ensuite tentées de suivre le mouvement une fois cette nouvelle niche commerciale lancée.

Ces nouveaux modes de conduite agricoles vont par ailleurs bénéficier du soutien considérable de l'agglomération parisienne, avec à sa tête le maire écologiste de Paris et les responsables de la SAGEP qui vont décider de s'attaquer de front au problème de la qualité de l'eau et plus généralement des pollutions agricoles en soutenant notamment toutes les mesures qui limitent l'usage des pesticides dans le bassin de la Seine. **Forts du soutien d'une population parisienne à haut pouvoir d'achat et sensibilisée à l'environnement, les élus parisiens prennent des mesures d'envergure pour assurer le développement d'un modèle agricole respectueux de l'environnement,** comme l'obligation d'approvisionner les cantines scolaires en produits issus de l'agriculture biologique. Cette décision, symbolique au plus haut point car signifiant que l'agriculture biologique est la meilleure façon de préserver la santé des enfants, interpelle les citoyens et crée un vaste marché pour l'agriculture biologique à l'échelle du bassin de la Seine.

Mais les exigences vont au-delà de la suppression des engrais de synthèse et des pesticides, il s'agit que l'agriculture maximise les avantages environnementaux nés des derniers travaux de la recherche. Pour cela **elle se dote d'une infrastructure écologique et revêt une fonction d'aménagement du territoire et de préservation des sols et de la biodiversité.** Contrairement au scénario 4 où elle représentait un outil d'aménagement du territoire développé par les pouvoirs publics locaux sous couverts d'une législation européenne, **l'infrastructure écologique est ici choisie par les agriculteurs pour mener à bien leur système de production,** elle fait partie intégrante des outils techniques et organisationnels utilisés par les exploitants. L'agriculture accroît sa multifonctionnalité. Par exemple non seulement les haies et bandes enherbées implantées en bordure de champ constituent

un réservoir d'auxiliaires des cultures qui permettent de mener une lutte biologique contre les ravageurs, mais en plus elles contribuent à l'entretien des paysages ce qui est un service fourni à la société.

**L'agriculture biologique s'étend alors sur 80% de la SAU du bassin de la Seine en profitant à la fois des exigences environnementales des habitants et de la forte demande pour ces produits dans le commerce.**

Cette conversion à l'agriculture biologique préserve néanmoins d'importantes différences régionales, liées aux conditions pédoclimatiques et économiques (organisation des filières et traditions de production). **Six types majeurs de systèmes technico-économiques se retrouvent dans le bassin de la Seine et ils se fondent sur la présence obligatoire de légumineuses afin d'apporter une dose complémentaire d'azote et ainsi compenser la suppression des engrais chimiques :**

- Les systèmes grandes cultures avec blé, sarrasin ; luzerne, légumineuses et lentilles ; betterave ; lin et chanvre.
- Les systèmes légumes de plein champ : épinards, pomme de terre, carottes, oignons, avec toujours une partie en céréales et légumineuses.
- Les systèmes de polyculture élevage bovins et ovins, lait ou viande, avec céréales et légumineuses.
- Les systèmes totalement herbagers pour produire de la viande et du lait.
- Les systèmes granivores, avec céréales et légumineuses.
- Les systèmes maraîchers et les vergers, alimentés avec du fumier et du compost.

**La fertilisation des cultures est en fait assurée via trois moyens : les légumineuses, le compost certifié, et les déjections des élevages.** Le compost certifié est issu des déchets ménagers de l'agglomération parisienne. La mise en place de cette filière de compost certifié est permise par la réorganisation du traitement des ordures ménagères : chacun effectue ainsi un tri chez lui en isolant notamment les déchets organiques et des organismes de collecte sont chargés de les récupérer et de les regrouper avec les autres déchets verts (jardins, espaces publics...) pour les acheminer vers des stations de compostage. Les autorités publiques ont aussi un rôle de création de normes et de contrôle afin de déterminer les niveaux maximum autorisés pour les différents polluants comme les métaux lourds. **Une vigilance particulière est en effet accordée à la qualité des intrants agricoles pour que les sols soient exempts de toute contamination.** Le même travail de vérification est aussi nécessaire dans le cas des boues issues des stations d'épuration. Seules les entreprises certifiées par la puissance publique peuvent alors fournir des intrants à l'agriculture du bassin de la Seine.

Les prairies représentent désormais une part importante de la SAU des zones d'élevage car **les systèmes de production d'agriculture biologique encouragent la complémentarité culture/élevage nécessitant une surface importante en prairie.** Les anciennes primes européennes au maïs ensilage handicapaient le développement des prairies si bien que leur suppression les rend plus attractives économiquement. Cette suppression a certes diminué la productivité du cheptel mais cela n'a pas eu de conséquence au niveau macro-économique car les consommateurs européens mangent moins de viande.

La filière biocarburant ne se développe pas dans ce scénario pour plusieurs raisons : il s'agit de ne pas faire de concurrence à la production alimentaire dans un contexte où l'UE doit être autosuffisante, et d'autres moyens plus respectueux de l'environnement et plus économes en surface ont été trouvés avec l'utilisation des déchets agricoles et forestiers dont les déchets de cellulose (provenant de l'industrie de pâte à papier).

La mise en place de cette infrastructure écologique permet aux systèmes agricoles d'être moins sensibles aux effets des changements climatiques : les haies implantées luttent contre l'érosion en maintenant les sols et diminuent les risques de crue. ”

## 4. Phase d'exploitation des scénarios

### 4.1. Comparaison des modalités des “ variables à expliquer ”

Chacun des scénarios renvoie à des modalités différentes quant aux “ variables à expliquer ” (cf. supra), que les tableaux suivants reprennent de manière synthétique.

Tableau 4 : modalités des variables à expliquer dans les scénarios 1 et 2

	Scénario 1	Scénario 2
Assolements	Céréales et oléoprotéagineux	Idem sauf extensification élevage bovin (prime carbone)
Besoins en main d'œuvre	Faibles car retour à des prestataires de services	Faibles
Irrigation	Très peu, car le prix de l'eau est élevé par rapport aux marges sur la production	Idem
Logique de conduite des itinéraires techniques	Minimisation de la main d'œuvre à l'ha, mais pas des intrants (logique d'assurance)	L'agriculture de conservation renforce la logique de diminution des coûts de production à l'ha
Agrandissement des exploitations	++	++

Tableau 5 : modalités des variables à expliquer dans les scénarios 3 et 4

	Scénario 3	Scénario 4
Assolements	Cultures industrielles (betteraves, légumes), céréales, élevage bovin	Idem + développement vente à la ferme
Besoins en main d'œuvre	Importants	Importants
Irrigation	Très importante (exigence des IAA)	Idem
Logique de conduite des itinéraires techniques	Intensification	Idem
Agrandissement des exploitations	Faible : +	Faible : +

Tableau 6 : modalités des variables à expliquer dans les scénarios 5 et 6

	Scénario 5	Scénario 6
Assolements	Grande variété, sauf élevage bovin allaitant	Idem + développement vente à la ferme
Besoins en main d'œuvre	Très importants + développement machinisme	Très importants + développement salariat agricole
Irrigation	Importante, mais limitée par OGM et agriculture de précision	Plus faible
Logique de conduite des itinéraires techniques	Forte intensification	Idem
Agrandissement des exploitations	Faible : +	Faible : +

### 4.2. Analyse des relations entre déterminants d'évolution

Conformément au cadre d'analyse construite en amont de la démarche (cf. Tableau 1 : organisation des variables explicatives par rapport à la problématique "changement climatique"), différents niveaux géographiques et différents types de déterminants jouent dans chacun des scénarios.

Les 2 premiers scénarios s'inscrivent dans une logique de "mondes conventionnels" (pour reprendre la terminologie de [Galopin et al, 1999]) à dominante plutôt libérale, dans laquelle l'agriculture du bassin est finalement une résultante selon la loi de l'avantage comparatif Ricardienne [Darwin, 1999]. Dans ces scénarios, la principale variable d'ajustement politique retenue quant à l'effet de serre passe par une convention internationale sur l'agriculture de conservation, dans une logique de correction environnementale (ou de limitation) d'un impact économique attendu. Un premier examen des scénarios (qui devra être approfondi par la suite) laisse supposer que cette approche laisse espérer des marges de manœuvre réelles mais limitées sur la qualité globale de l'hydrosystème, au regard de la continuation de tendances lourdes qui restent d'actualités dans ce scénario. La (Figure 4 : variables agissantes dans les scénarios 1 et 2) résume la manière dont ces variables se combinent dans les deux premiers scénarios.

Figure 4 : variables agissantes dans les scénarios 1 et 2

	Bassin de la Seine		Union européenne		Monde		
	Facteurs d'origine agricole	Facteurs non agricoles	Facteurs d'origine agricole	Facteurs non agricoles	Facteurs d'origine agricole	Facteurs non agricoles	
<b>Image du bassin de la Seine en 2050 :</b> spécialisation vers une Céréalisation			Europe relativement épargnée par le changement climatique : facteur favorable aux céréales		Variabilité de la production céréalière mondiale	Résolutions internationales fortes en faveur du développement durable : choix de l'agriculture de conservation	<b>Facteurs provoqués par le changement climatique</b>
					Libéralisation des marchés agricoles		<b>Facteurs non liés au changement climatique</b>

Les scénarios 3 et 4 reposent eux sur une affirmation plus marquée d'une volonté politique à l'échelle Européenne et d'une régulation "en amont" des échanges et de l'économie agricole. Dans ces scénarios, la principale variable agissante sur le changement climatique est la limitation des transports, alors que le pilotage de l'agriculture reste dominé par une logique économique, mais davantage professionnelle cette fois (alors que dans les scénarios 1 et 2 ce sont les opérateurs d'export qui interviennent avant tout). On notera que, malgré des changements significatifs entre les scénarios, des pressions sur l'hydrosystème demeurent, mais selon des modalités différentes (irrigation notamment). La variante "infrastructures écologiques" renvoie à une réponse environnementale qui assume une certaine séparation entre les espaces agricoles et ceux jouant une fonction environnementale.

Figure 5 : variables agissantes dans les scénarios 3 et 4

	Bassin de la Seine		Union européenne		Monde		
	Facteurs d'origine agricole	Facteurs non agricoles	Facteurs d'origine agricole	Facteurs non agricoles	Facteurs d'origine agricole	Facteurs non agricoles	
Image du bassin de la Seine en 2050 :  <b>Diversification</b>  Scénario 3				Marché communautaire autonome		Limitation des transports entre grandes zones géographiques	<b>Facteurs provoqués par le changement climatique</b>
Scénario 4				Demande sociétale			<b>Facteurs non liés au changement climatique</b>

Enfin, les scénarios 5 et 6 sont ceux qui présentent la rupture la plus nette quant à la situation présente, tant qu'en modalités techniques (l'agriculture biologique) que dans les modes de régulation entre le secteur agricole et le reste de la société. Ils reposent sur une hypothèse que la demande sociale est déterminante dans l'évolution des systèmes agricoles, avec cependant — là encore — des modalités et des enjeux de gestion significativement différents.

## 5. La suite des travaux pour 2003

Les cadres d'analyse et les scénarios élaborés lors de l'année 2002 du programme GICC-PIREN Seine et présentés ici constituent une première étape de réflexion. Leur statut est multiple : certains résultats peuvent être considérés comme d'ores et déjà utiles au regard des objectifs du projet (par exemple, l'organisation des variables déterminantes à différents niveaux d'organisation et selon différents thèmes d'analyse – cf. tableau 1). On peut également faire valoir que le cadrage même de la prospective engagée ici, qui considère le bassin de la Seine comme un ensemble régional cohérent à l'échelle de l'Europe dans son ensemble constitue une approche complémentaire d'autres entreprises dans le cadre du PIREN Seine, qui enrichit la manière de poser les enjeux de gestion à long terme et rentre en résonance avec des réflexions émanant d'autres disciplines [Meybeck, 2002].

Mais il faut être conscient que d'autres résultats ont encore un statut intermédiaire, qui méritent d'être affinés et discutés. Les jeux de scénarios constituent une contribution au débat scientifique sur les impacts du CC sur le bassin de la Seine qui devront être confrontés à d'autres approches :

### 5.1. Croisement avec les scénarios de CC

En premier lieu, il apparaît nécessaire de confronter les images obtenues aux scénarios climatiques établis sur le bassin de la Seine, dans le cadre de ce même projet (action 1, voir en introduction). Autrement dit, les modifications en termes de pluviométrie et/ou de température seront-elles

susceptibles de remettre en cause les images proposées ici, ou d'inciter à envisager des adaptations significatives. La réponse à cette question, qui fait l'objet de l'action 3 du projet, mobilisera les résultats issus des simulations à l'aide de STICS.

À un autre niveau d'analyse, mondial celui là, il sera pertinent d'analyser dans une optique plus systématique la mesure dans laquelle les scénarios climatiques sont compatibles avec les hypothèses de marchés agricoles, à l'instar de la reprise des travaux de [Parry, 1999] ou [Darwin, 1999] présentés pour les céréales. Il faut néanmoins être conscient du fait que les gammes de variabilité des scénarios climatiques sont telles que l'interprétation de la compatibilité "macro" entre scénarios climatiques et les scénarios économiques présentés ici devra être prudente.

## **5.2. Traduction spatialisée des scénarios à l'échelle du bassin de la Seine**

Afin de pouvoir estimer les impacts du CC sur l'ensemble du bassin de la Seine, il sera nécessaire de "traduire" les hypothèses libellées en termes encore généraux (par exemple "extensif", "grandes exploitations", "part importante des céréales"... ) en des modalités techniques plus précises, et utilisables dans les modélisations de type STICS et MODCOU.

Pour ce faire, la démarche envisagée repose sur les étapes suivantes :

- Définition d'un zonage synthétique à l'échelle du bassin (a priori, 8 grandes zones agraires qui reprennent les travaux de l'INRA Mirecourt en particulier).
- Constitution d'une base de données agricole synthétique, à l'échelle de ces 8 zones, qui servira de référentiel "t0" (en 2000). Cette base devra intégrer les variables suivantes :
  - SAU sur surface totale de la zone
  - nombre d'exploitations par OTEX
  - données de structure : main d'œuvre et SAU
  - surface irriguée et consommation d'eau/ha
  - surface drainée
  - assolements et cheptel
  - productions principales (en tonnes), si possible en intensité économique (Marge Brute Standard/ha)
- Traduction des hypothèses dans chacun des scénarios, en instruisant systématiquement les variables "structurelles" ci-dessus (scénario 1/zone A : la SAU évolue de  $x$  %, la répartition des OTEX est de  $y$  % en céréales,  $z$  % en élevage, etc.). Ce travail nécessitera une analyse technico économique appropriée, précisant les relations entre systèmes de production et assolements en particulier (par exemple : dans quelle mesure les structures de production déterminent les assolements ou, réciproquement, les systèmes de cultures présents les structures d'exploitation ; lequel des deux termes, assolement/système de production, "sélectionne" l'autre ?).
- Traduction des hypothèses structurelles de l'étape précédente en hypothèses agronomiques, compatibles avec la mise en œuvre de STICS à l'échelle des 8 grandes zones agraires définies préalablement :
  - Assolements → rotations
  - Rotations et données structures → pratiques de conduite des cultures (travail du sol, fertilisation,...).

## **5.3. Mise en discussion des résultats par rapports aux problématiques du PIREN Seine et du GICC**

Les étapes techniques décrites ci-dessus devront être resituées par rapport au débat plus global sur l'adaptation au changement climatique et à la gestion de l'hydrosystème, tel qu'il s'engage en particulier dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (voir prospective tendancielle). La formulation des questions pertinentes dans cette perspective nécessitera une réflexion spécifique, qui ne résultera pas entièrement de l'analyse "technique" des résultats des scénarios et des simulations. À titre d'exemple, alors que les "infrastructures écologiques" sont sans doute un thème majeur quant à la gestion à long terme de l'hydrosystème (érosion, inondation, pesticides, épuration, biologie), il apparaît difficile de le traiter entièrement à l'aide de la traduction spatialisée des scénarios agricoles en 8 grandes zones. De nombreux thèmes d'analyse relatifs à ce thème se jouent à des échelles plus fines

(celle des paysages par exemple), renvoient à des données d'organisation humaine (qui gère de telles infrastructures ?). Le recours à des analyses plus qualitatives sera ici pertinent.

Sur un autre plan, les enseignements prescriptifs de l'étude pour les gestionnaires de l'eau sur le bassin renverront à des enjeux d'organisation (quels acteurs mobiliser et pour quelles fonctions ? à quels niveaux) et de théorie d'action (sur quelle composante du système jouer ? selon quelle modalité ?). Il sera alors nécessaire d'envisager une mise en discussion des résultats selon des grilles d'analyse adaptées à la gestion à long terme, conciliant les enjeux d'adaptation au changement climatique et ceux de la préservation de la ressource en eau.

## 6. Bibliographie

- Benoît M., Mignolet C., Caty M., Bienaimé E. (1999) *Rapport scientifique d'étape PIREN Seine* - contrat de recherche INRA/CNRS, programme PIREN Seine 1998-2001 - INRA SAD Mirecourt
- Darwin R. (1999) A FARMer's View of the Ricardian Approach to Measuring Agricultural Effects of Climatic Change, *Climatic Change* 41 (3-4): 371-411, March, 1999 - April, 1999
- DATAR (1975) *La méthode des scénarios, une réflexion sur la démarche et la théorie de la prospective*. Documentation Française, Paris. 112 p + annexes
- Delécolle R., Jayet P.-A., Soussana, J.-F. (2000) "Agriculture française et effet de serre : quelques éléments de réflexion" in *Impacts potentiels du CC en France au XXIème siècle : quelques éléments de réflexion*. 2<sup>nd</sup>e édition. MIES, Paris. pp 74-80
- EC Forward Studies Unit (1999) *Scenarios Europe 2010. Five possible futures for Europe*., European Commission, Brussels, pp. 121.
- FAO (2000), *Agriculture : Towards 2015/2030*, Technical Interim Report.
- FAO (2001) *Soil carbon sequestration for improved land management*, World soil resources report, n° 96, 54 p + annexes
- Gallopín G., Hammond A., Raskin P., Swart R. (1997) *Branch Points : Global Scenarios and Human Choice*, Stockholm Environment Institute, PoleStar Series Report n°7
- Godet M. (1977) *Crise de la prévision, essor de la prospective*. PUF
- Jouvenel (de) H. (1993) Sur la démarche prospective, un bref guide méthodologique. *Futuribles*, septembre 1993 ; pp 51-71
- Lacombe P., Guihéneuf P.-Y. (2000) *Entre marché, État et territoires : quels scénarios pour l'agriculture française ?* DATAR, série études et prospectives, décembre 2000, n°2, 21-36
- Mermet L., Poux X. (2002) Pour une recherche prospective en environnement : repères théoriques et méthodologiques *Natures, Sciences, Sociétés*, vol 10, n°3, 6-14
- Meybeck M. (2002) Riverine quality at the Anthropocene: Propositions for global space and time analysis, illustrated by the Seine River, *Aquatic Science*, 64 (2002) 376-393
- Mormont M. (1996) Agriculture et Environnement : pour une sociologie des dispositifs. *Économie Rurale*, n°236, p 28-36
- Olive G. (2002) *Prospective et changement climatique : six scénarios pour l'agriculture du bassin de la Seine à l'horizon 2050* – Mémoire de DEA EERN
- Paillot G. *L'agriculture raisonnée*. Rapport au Ministre de l'Agriculture et de la Pêche, février 2000
- Parry M. Rosenzweig C, Iglesias A, Fischer G, Livermore M (1999) Climate change and world food security: a new assessment. *Global Environmental Change* 9, S51-S67.
- Poux X. Narcy J.B. (2001) *Quels cadrages sur les recherches prospectives dans le PIREN Seine ?* Rapport scientifique au PIREN Seine. ENGREF-RGTE, 44 p.
- Poux X., Dubien I. (2002) *Quelle prospective pour l'agriculture de la Seine amont ? L'enseignement de trois scénarios sur le bassin de la Marne* Rapport scientifique au PIREN Seine. ASca-RGTE, 49 p. + annexes
- Schwartz P. (1998) *The art of the long view*. John Wiley & Sons, Chichester, UK