

Prospective Eau – Agriculture  
– Changement climatique  
Synthèse de la revue  
bibliographique

---

I Care  
16/07/2021

1.	Périmètre de l'étude bibliographique .....	3
1.1.	Objectifs de la revue de littérature d'études prospectives « eau-agriculture-changement climatique » .....	3
1.2.	Méthode de la revue de littérature .....	4
1.3.	Eléments d'analyse bibliométrique.....	6
2.	Comparaison des approches des études prospectives.....	7
2.1.	Une typologie des études prospectives.....	7
2.2.	Méthode de chaque type d'étude .....	8
2.3.	Méthodologie des études « Filières agricoles » (type 1) .....	8
2.3.1.	Méthodologie des études « Agriculture et changement climatique » (type 2).....	9
2.3.2.	Méthodologie des études « Eau et changement climatique » (type 3) .....	9
2.4.	Consultation des parties prenantes .....	10
2.4.1.	« Filières agricoles » .....	10
2.4.2.	« Agriculture et changement climatique ».....	11
2.4.3.	« Eau et changement climatique » .....	11
2.5.	Bilan – comparaison des méthodologies des différentes études.....	12
3.	Analyse des scénarios rencontrés.....	14
3.1.	Méthode d'analyse des scénarios .....	14
3.2.	Scénario tendanciel .....	15
3.3.	Scénarios de rupture.....	15
3.3.1.	Scénario « Crise de l'eau » .....	15
3.3.2.	Scénario « Développement économique coûte que coûte » .....	16
3.3.3.	Scénario « Sobriété des usages de l'eau ».....	16
3.3.4.	Scénario « Technologies environnementales » .....	17
3.3.5.	Scénario « Local » .....	18
4.	Evaluation et choix de scénarios souhaitables/réalistes .....	19
4.1.	Evaluation des scénarios .....	19
4.2.	Choix de scénarios.....	19
4.2.1.	Scénarios souhaitables/réalistes.....	19
4.2.2.	Scénarios « à éviter à tout prix ».....	20
5.	Etude des recommandations.....	20
5.1.	Nature des recommandations.....	20
5.2.	Recommandations d'adaptations agricoles .....	21
5.3.	Recommandations concernant les autres usages de l'eau (alimentation en eau potable, énergie, industrie.....)	21
5.4.	Autres recommandations .....	21
6.	Conclusion.....	23
7.	Annexes.....	24

## 1. Périmètre de l'étude bibliographique

### 1.1. Objectifs de la revue de littérature d'études prospectives « eau-agriculture-changement climatique »

Le secteur agricole est l'un des principaux concernés par le changement climatique. En effet, c'est d'une part un secteur fortement contributif au changement climatique (émissions de dioxyde de carbone, de méthane et protoxyde d'azote notamment) qui est d'autre part fortement impacté par le changement climatique. Le changement climatique a notamment pour effet d'augmenter le besoin en eau des plantes. Par ailleurs, celui-ci impacte également la ressource en eau, qui est amenée à diminuer.

Dans ce contexte, des tensions sur l'eau entre différents usages peuvent apparaître, et il devient nécessaire de mettre en place des stratégies d'adaptation du secteur agricole.

Pour répondre à ces enjeux, le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES) et le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA) mettent en place des dispositifs pour accompagner des programmes d'action territoriaux pour une gestion équilibrée de l'eau. C'est notamment le cas de l'initiative PTGE, les projets de territoire pour la gestion de l'eau<sup>1</sup>.

Ces programmes ont pour objectif d'accélérer la sobriété des usages de l'eau et de faire émerger des solutions adaptées aux besoins des territoires, en anticipant les impacts du changement climatique et en s'y adaptant. Ces PTGE sont les premiers programmes sur l'eau qui intègrent une dimension prospective, à la fois sur les impacts du changement climatique sur la ressource et sur les façons de s'y adapter.

Or, les échanges récents entre les acteurs des PTGE et du MAA ont montré un réel besoin d'accompagnement et de formation des administrations publiques sur la démarche prospective<sup>2</sup>. La démarche prospective est une approche qui permet à plusieurs parties prenantes de se projeter dans plusieurs futurs possibles via la construction de scénarios (regroupement d'un futur possible et du cheminement pour y parvenir). Pour Fernandez et al.<sup>3</sup>, la prospective peut être une façon de gouverner le présent par le futur, de mettre en scène des questionnements stratégiques. Elle est à la fois un appui à la décision et à l'argumentation, une occasion d'interdisciplinarité et de dialogue entre plusieurs parties prenantes et disciplines. Elle permet d'identifier les facteurs et processus d'évolution, de structurer les débats sur l'avenir, et de concevoir des compromis socialement acceptables.

Cette étude tente de répondre à ce besoin, en proposant aux acteurs publics des documents de formation à la prospective sur les questions de gestion de l'eau en agriculture face au changement climatique :

- Un jeu de fiches « Connaissances », introduisant un socle de connaissances nécessaires pour être en mesure de traiter ces questions ;
- Des fiches variables sur les déterminants du système eau-agriculture-changement climatique, afin de donner aux pouvoirs publics des éléments prêts à l'emploi pour mener des prospectives sur leur territoire ;

---

<sup>1</sup> Décret n°2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau et à la gestion des situations de crise liées à la sécheresse, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043694462>

<sup>2</sup> Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, CGAEER, 2017. Eau, agriculture et changement climatique : Statut quo ou anticipation ? Synthèse et recommandations, rapport n°16072, 66p

<sup>3</sup> Sara Fernandez et al., « Prospective et tensions sur l'eau Des crises de l'eau en 2050 ? Note de synthèse », s. d., 11.

- Un guide d'utilisation des fiches, permettant à ces acteurs de se familiariser avec la méthode des études prospectives et leur donner les clés pour en réaliser sur leur territoire.

## 1.2. Méthode de la revue de littérature

Pour atteindre les objectifs mentionnés ci-dessus, une revue bibliographique des études prospectives existantes portant sur la gestion de l'eau en agriculture face au changement climatique a été réalisée. Une sélection d'études à considérer a été réalisée parmi l'univers des études prospectives. Cette revue de littérature a été synthétisée dans un tableau annexe, dont les éléments d'analyse sont présentés dans ce présent document.

Ce travail bibliographique remplit plusieurs objectifs :

- Fournir une liste d'études prospectives existantes sur l'évolution des systèmes agricoles et de la disponibilité en eau face au changement climatique ;
- Présenter les éléments clés de ces études sous la forme d'un tableau de synthèse (tableau excel joint à ce document) permettant de prendre en main chaque étude et ses éléments essentiels ;
- Offrir un set de fiches permettant de répliquer l'approche prospective à l'échelle d'un territoire, ainsi qu'un guide méthodologique (set de fiche et guide joint en annexe).

Ainsi, cette synthèse permet aux acteurs des territoires de prendre en main rapidement le corpus bibliographique des études existantes sur le système « Eau-Agriculture-Changement climatique ».

La liste des études prospectives étudiées de façon détaillée est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: Liste des études prospectives sur le système "Eau - Agriculture - Changement climatique" retenues

Nom de l'étude	Auteur	Date de publication	Horizon temporel	Territoire étudié
Agrimonde	CIRAD, INRAE	2009	2050	Monde
Aqua 2030 : Eau, milieux aquatiques et territoires durables 2030	Irstea, Futuribles, Acteon	2010	2030	France métropolitaine
Livre vert du projet Climator	ADEME, INRAE, Chambre Régionale d'Agriculture de Poitou-Charentes	2010	2050, 2070 et 2100	France métropolitaine
Clim'fourrel	INRAE, Météo France, SUAMME-Languedoc Roussillon, Chambres d'agriculture de l'Ardèche, de l'Aveyron, Montpellier Supagro, IDELE	2011	2050	Grand sud de la France
Explore 2070	Direction de l'eau et de la biodiversité, MTES, BRL Ingénierie, IRSTEA, météo France, Armines, BRGM, Présent pour l'Avenir, Acteon, Office international de l'eau, BIPE	2012	2050 - 2070	France métropolitaine et départements d'Outre-mer.
AFclim	CEP	2012	2050	France métropolitaine
Garonne 2050	Acteon environnement, Futuribles, Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne (CACG), IRSTEA	2014	2050	Bassin versant de la Garonne
Projet R2D2 2050	MTES, CGDD, IRSTEA	2014	2050	Bassin versant de la Durance
Adour 2050	Acteon, Futuribles, CACG	2018	2050 et 2070	Bassin versant de l'Adour et côtières basques
Projet AP3C	SIDAM, IDELE, Chambres d'agriculture	2019	2050	Massif Central
L'agriculture dans les zones intermédiaires et à faible potentiel : difficultés, ressources et dynamiques à horizon 2030	Acteon, AgroSup Dijon	2019	2030	Bourgogne Franche-Comté
Climaviande	IDELE, Chambres d'Agriculture de Saône et Loire	2019	2050	Pays de la Loire, bassin Limousin et bassin Charolais
Climalait	IDELE, Arvalis, BTPL, Chambres d'Agriculture, INRAE, Météo France	2019	2050	Différentes zones laitières
Agriadapt	Bodensee Stiftung, Eesti Maalikool (Estonian University of Life Sciences), Fundacion Global Nature, Solagro	2020	2050	Europe
Charente 2050	Agence de l'eau Adour-Garonne, Région Nouvelle Aquitaine	En cours	2050	Charente

Au total, **15 études ont été étudiées** en détail parmi les 47 références bibliographiques recensées sur le sujet « Eau, Agriculture et Changement climatique ». Les autres ont été écartées car elles ne constituent pas des études prospectives à proprement parler : il s'agit soit de projets de recherche ou de rapports généraux sur les effets du changement climatique sur l'eau ou sur les plantes, soit de documents explicatifs de modèles quantitatifs ou donnant des sources de données. **Plusieurs de ces études sont présentées de manière synthétiques en annexe.**

### 1.3. Éléments d'analyse bibliométrique

Parmi les 15 études prospectives sur l'eau, quelques éléments bibliométriques peuvent être observés :

- La plupart ont été publiées entre 2010 et 2020, comme le montre la figure ci-dessous :

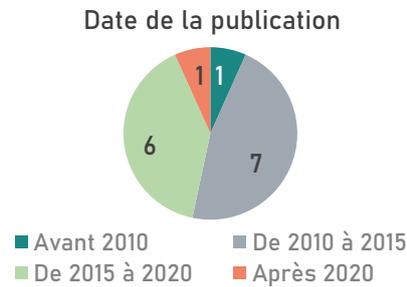


Figure 1: Répartition des études selon leur date de publication (nombre d'études concernées)

- L'horizon temporel principalement étudié est 2050 :

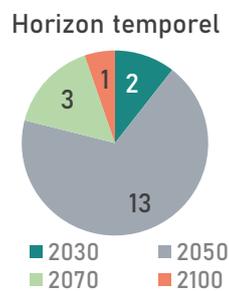


Figure 2: Répartition des études selon l'horizon temporel étudié (en nombre d'études). Nb: Une étude peut concerner plusieurs horizons temporels

- La plupart des études sont menées à une échelle infranationale (région ou bassin versant) :

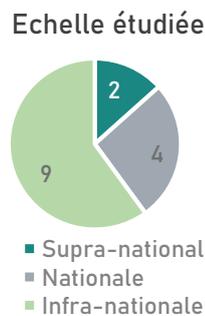


Figure 3: Répartition des études selon l'échelle territoriale à laquelle l'étude est menée

## 2. Comparaison des approches des études prospectives

### 2.1. Une typologie des études prospectives

La revue de littérature permet de distinguer trois types d'études prospectives, selon la manière d'étudier le système « Eau – Agriculture – Changement climatique », comme le résume le tableau ci-dessous :

Tableau 2: Présentation des trois types d'études prospectives du système "Eau-Agriculture-Changement climatique"

Type d'étude	Prise en compte du changement climatique	Prise en compte de l'eau	Echelle de la réflexion	Modélisation / Fermes expérimentales	Contenu des scénarios prospectifs	Etudes concernées
 Etudes de type 1 : Filières agricoles	Le changement climatique est l'une des composantes pouvant jouer dans le futur (une variable). Il est <b>pris en compte</b> uniquement à travers les <b>rendements</b> (végétaux et animaux)	Pas de zoom particulier sur la gestion de l'eau, hormis à travers l'irrigation	La réflexion est menée à l' <b>échelle</b> d'une <b>filière agricole</b> ou d'un <b>territoire</b>	Pas de modélisation ni d'études de cas	Les scénarios prospectifs incluent des éléments sur la gouvernance, le changement de pratiques agricoles, les débouchés. Ils cherchent à répondre à des <b>enjeux plus larges</b> que les impacts du changement climatique	Prospective lait Jura AOP, Prospective zones intermédiaires, Agrimonde
 Etudes de type 2 : Agriculture et changement climatique	Les <b>impacts du changement climatique</b> sont traduits à travers des <b>indicateurs agro-climatiques</b> . Ils intègrent <b>différents types d'impacts</b> (rendements, cycles culturaux, pression parasitaire, etc.)	La <b>disponibilité de l'eau de pluie est quantifiée</b> , mais pas la quantité d'eau disponible dans le milieu pour l'irrigation (provenant des cours d'eau ou des nappes) La <b>gestion de l'eau</b> est prise en compte à travers l' <b>irrigation</b> , mais aussi <b>les autres pratiques agricoles</b> ayant un impact sur la réserve utile des sols et le stockage de l'eau.	La réflexion est menée à l'échelle de la parcelle et/ou de l'exploitation agricole, ou encore d'une unité de production homogène (territoire)	Selon les études, modélisation des impacts du changement climatique (Livre Vert du projet Climator, AFClm), soit sur les <b>mesures d'adaptation</b> (AgriAdapt, Climalait, Climaviande, Clim'Fourrel)	Les <b>scénarios prospectifs</b> sont soit centrés sur les <b>impacts du changement climatique</b> (Livre Vert du projet Climator, AFClm), soit sur les <b>mesures d'adaptation</b> (AgriAdapt, Climalait, Climaviande, Clim'Fourrel)	AgriAdapt Climalait, Climaviande, Clim'fourrel, Livre Vert du projet Climator, AFClm, Projet AP3C
 Etudes de type 3 : Eau et changement climatique	Les impacts du changement climatique sont d'abord étudiés sur la ressource en eau. Sur l'agriculture, seuls les impacts sur les rendements sont considérés.	Les études sont centrées sur la disponibilité en eau pour l'ensemble des usages, et pas uniquement l'agriculture. La question de la répartition est ainsi posée entre l'alimentation en eau potable (AEP), les prélèvements pour l'industrie, l'agriculture, et le maintien de débits minimums	Les études sont menées à l'échelle d'un ou de plusieurs bassins versants	Les études incluent une modélisation de la ressource en eau face au changement climatique (ressources profondes et superficielles)	Les scénarios prospectifs incluent les impacts du changement climatique sur la ressource en eau, et des modifications de prélèvements en eau des différents secteurs mentionnés ci-dessus (agriculture incluse)	Explore 2070, Aqua 2030, Adour 2050, Garonne 2050, Charente 2050,, R2D2 2050

La distinction proposée de ces trois types d'études est importante. En effet, elle permet de mieux comprendre le périmètre de chacune, et les aspects les moins étudiés dans chaque cas. Par ailleurs, elles font toutes appel à des méthodologies différentes, comme expliqué dans le paragraphe suivant.

Parmi les 15 études étudiées, la répartition des études entre ces différents types est la suivante :

Type de prospective identifiée

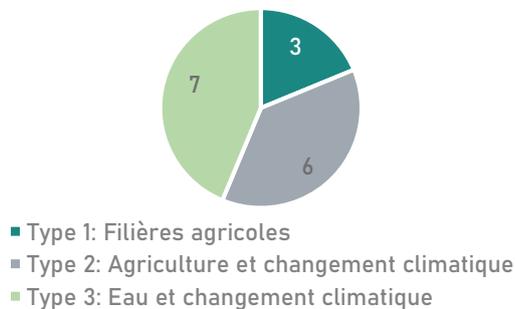


Figure 4: Répartition des études en fonction du type d'approche identifiée (en nombre d'études)

## 2.2. Méthode de chaque type d'étude

L'ensemble des études prospectives étudiées ont une méthodologie qui **regroupe plusieurs grandes étapes** :

1. Un diagnostic de la situation initiale
2. Des projections climatiques
3. Une formulation de scénarios prospectifs

Dans certains cas, d'autres étapes peuvent être rajoutées :

4. Une évaluation d'impacts des scénarios
5. Un choix de scénarios les plus souhaitables
6. Des recommandations de politiques publiques permettant de les atteindre.

Les périmètres des trois types d'études étant différents, ces étapes ne sont pas réalisées de la même façon. Nous présentons ci-dessous le détail de chaque approche, en soulignant ce qui les distingue, et notamment comment les composantes « eau », « agriculture » et « changement climatique » sont prises en compte.

### 2.2.1. Méthodologie des études « Filières agricoles » (type 1)

Dans les études « filières agricoles », la méthode est celle d'une prospective « classique ».

Le diagnostic de la situation initiale comprend :

- Une **description rapide** de la situation de départ (souvent actuelle) : description de la filière agricole, du territoire concerné et de quelques éléments technico-économiques structurants (pratiques agricoles si spécifiques, volumes concernés, principaux débouchés...)
- Une **réflexion autour des variables du système** : le choix et l'étude des variables permet de caractériser le système, et pose du même coup les limites de ce qui est étudié dans les scénarios prospectifs et ce qui ne l'est pas. L'identification et le choix des variables clés est réalisé grâce à l'intervention de **groupes prospectifs**.

Dans un second temps, les variables définies sont étudiées selon la **méthode des fiches variables**. En particulier, les évolutions passées des variables et des facteurs qui l'influencent sont étudiées, puis des hypothèses sur les futurs possibles de chaque variable sont proposées.

L'une de ces variables est le changement climatique. Il est étudié soit en tant que tel (prospective Lait AOP comté), soit en tant que facteur d'influence de la variable résilience économique des exploitations (Etude zones intermédiaires). Dans les deux cas, le changement climatique est étudié sans rentrer dans le détail : les principales tendances passées sur le niveau de précipitations et les températures moyennes sont présentées, sans plus d'indicateurs chiffrés ni modélisations sur le futur. Les hypothèses sur le futur concernent la capacité des exploitations à s'adapter.

Les variables les plus fréquentes pour ce type d'études sont :

- Des variables liées à la consommation (attentes des consommateurs, alimentation, ...)
- Des variables liées à la gouvernance de la filière (acteurs impliqués, objectifs de la filière, modes de prise de décision, ...)
- Des variables technico-économiques de description de la filière (volumes de production, prix, marges, débouchés, ...)

En s'appuyant sur ces fiches variables, chaque groupe prospectif combine les hypothèses possibles pour construire des **micro-scénarios**, et les associent pour en faire des **macro-scénarios** cohérents.

### 2.2.2. Méthodologie des études « Agriculture et changement climatique » (type 2)

Dans les études « Agriculture et changement climatique », le diagnostic de la situation initiale se concentre sur le système agricole.

Lorsqu'il s'agit d'études à l'échelle de l'exploitation agricole, les éléments principaux sont les suivants :

- Assolement
- Cheptel
- Type de productions

Dans un second temps, les **évolutions climatiques passées** sont décrites, et des **projections futures** sont réalisées sur les variables température et précipitations.

Le plus souvent, un **bilan hydrique du système ou des cultures concernées est réalisé**, avec un calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et du bilan *Pluies - ETP*. Le cas échéant, d'autres indicateurs agro-climatiques peuvent être étudiés (concentrations en CO2 dans Climaviande, radiation globale, épisodes de sécheresse, i.e. absence de pluies sur une certaine période). Des projections peuvent être faites sur le décalage de calendrier cultural (Livre Vert Climator, Climaviande, Climalait). Certaines études utilisent des modèles externes sur la pousse de certains végétaux (modèle STICS dans Climaviande).

Le bilan global de ces informations est traduit en **rendement global pour la production**.

Dans un troisième temps, des **scénarios prospectifs** sont formulés, qui sont une **proposition de solutions d'adaptation à l'échelle de l'exploitation** : nouvel assolement, nouveaux itinéraires techniques (calendrier cultural ou de pratiques agricoles). Dans les études considérées ici, ce travail est souvent mené par des experts techniques agricoles.

L'étude AFClm fait exception à cette règle. Sa méthodologie est un peu particulière, puisqu'elle se base sur des cas-types, comme l'ensemble des études de type 2. Dans un second temps, des propositions de scénarios prospectifs sont réalisés par des groupes prospectifs, mais sur des variables de contexte international. Enfin, l'étude croise les différents scénarios d'impacts du changement climatique aux différentes évolutions internationales, et en déduit les conditions de réalisation de telle ou telle adaptation.

### 2.2.3. Méthodologie des études « Eau et changement climatique » (type 3)

Dans un premier temps, un **modèle quantitatif sur la ressource en eau disponible** au long de l'année est développé, et constitue le diagnostic de la situation initiale. Le modèle est construit de la manière suivante :

- Etude du changement climatique (évolutions passées et projections futures)
- Traduction de ces impacts sur la ressource en eau dans le futur :
  - o Hydrologie superficielle : cours d'eau ;
  - o Hydrologie profonde : nappes phréatiques.
- La ressource disponible dans le futur est ensuite confrontée aux **besoins de prélèvement en eau**. Ces prélèvements sont, par construction, les variables des scénarios prospectifs ensuite proposés. Ils incluent notamment :
  - o Besoins en eau pour l'alimentation en eau potable (AEP) ;
  - o Besoins en eau pour l'industrie ;
  - o Besoins pour l'énergie ;
  - o Besoins en eau pour l'agriculture ;
  - o Maintien du bon état écologique des cours d'eau.

Ces usages de l'eau sont définis selon une hiérarchie, qui est celle de l'ordre présenté ci-dessus.

Dans un second temps, **plusieurs scénarios de prélèvements sont proposés**, grâce à une consultation des parties prenantes du monde de l'eau et de l'agriculture. Les scénarios prospectifs font ensuite l'objet d'une ou plusieurs évaluations d'impacts (économique, environnemental, etc.)

D'autres impacts peuvent être étudiés, notamment **socio-économiques** (coût économique des scénarios), comme dans Adour 2050, Garonne 2050. Les probabilités d'occurrence peuvent elles-aussi être étudiées.

Ces études d'impacts permettent de définir un ou plusieurs scénarios considérés comme les plus souhaitables. Sur cette base, des recommandations de politiques publiques peuvent alors être formulées.

Enfin, dans certaines études, les scénarios peuvent être traduits en impacts sur le paysage, à travers la réalisation de blocs diagrammes illustrant l'intégration paysagère des différents scénarios proposés (Aqua 2030).

### 2.3. Consultation des parties prenantes

Le plus souvent, les études prospectives font intervenir une **consultation d'acteurs** lors de la définition des scénarios prospectifs. Appelés « **groupes prospectifs** », ils sont consultés à chaque étape de la mise en place des scénarios, en particulier pour réaliser les arbitrages.

#### 2.3.1. « Filières agricoles »

La composition de ces groupes prospectifs et leur rôle au sein de l'étude diffèrent selon les trois types d'études présentées ci-dessus.

Dans les études de type 1, centrées sur les filières agricoles, les groupes prospectifs sont constitués de membres **représentatifs des acteurs des filières** :

- Représentants du monde agricole en majorité : agriculteurs, syndicats agricoles, Chambres d'Agriculture, instituts techniques, représentants de l'administration ;
- Représentants de l'aval des filières : coopératives, transformateurs, représentants des consommateurs ;
- Représentants du monde de la recherche.

Ces études ayant une méthodologie de prospective « classique », les groupes prospectifs sont consultés à toutes les étapes clés de la mise en place des scénarios :

- Choix des variables clés
- Choix des micro-scénarios
- Choix des macro-scénarios.

Globalement, le choix des macro-scénarios revient à consulter les acteurs sur les futurs possibles de leur filière.

### 2.3.2. « Agriculture et changement climatique »

Dans les études de type 2, centrées sur le système « Changement climatique – Agriculture », **il n'y a pas de consultation de parties prenantes à proprement parler**. Les études sont portées par différents acteurs : des représentants de la filière agricole (Chambres d'Agriculture), des instituts techniques, des institutions du monde de la recherche (INRAE notamment), avec un appui fréquent de Météo France.

Les études Climalait, Climaviande et Climfourrel se basent sur des cas types élaborés sur la base des réalisés observées sur le terrain, avec des projections sur des modèles élaborés et utilisés conjointement par les auteurs des études prospectives, les instituts techniques et les instituts de recherche.

Le Livre Vert Climator, quant à lui, est un document élaboré uniquement par un institut de recherche, l'INRAE, en collaboration avec l'ADEME.

Enfin, le projet AgriAdapt, mené à une échelle européenne, est le seul document qui fait une synthèse de retours d'expérience de la mise en place de mesures d'adaptation au sein des exploitations.

### 2.3.3. « Eau et changement climatique »

Enfin, les études de type 3, centrées sur le système « Changement climatique – eau » font également appel à des **groupes prospectifs**. Toutefois, la composition de ces derniers est différente des études de type 1, car ils rassemblent les **parties prenantes liés aux différents usages de l'eau** :

- Représentants du monde de l'eau : Agences de l'eau, OFB, associations environnementales, think tanks ;
- Un représentant du monde agricole : le plus souvent un représentant d'une Chambre d'Agriculture ;
- Un représentant du monde de l'énergie : EDF notamment ;
- Plusieurs représentants du monde de la recherche, parfois spécialisé sur les thématiques de l'eau (Ifremer).

Dans ces études prospectives, le côté « offre en eau » des scénarios prospectifs est fourni par le modèle. Les membres des groupes prospectifs ont ainsi pour rôle de **proposer des scénarios d'utilisation de l'eau**. En même temps que l'objectif de définition de scénarios, ces ateliers sont également une occasion de rassembler un ensemble de parties prenantes du territoire et d'initier un dialogue sur les futurs possible de l'utilisation de l'eau.

Dans un second temps, la confrontation de ces hypothèses de prélèvements aux conséquences sur la ressource, et éventuellement aux conséquences socio-économiques qui en découlent, **permet de dégager des scénarios plus souhaitables que d'autres**. Ce travail donne ainsi une autre dimension à ce travail de prospective, car il permet de créer une **vision partagée du futur par les usagers de l'eau**, et de réfléchir aux conditions de l'atteinte de ces scénarios.

## 2.4. Bilan – comparaison des méthodologies des différentes études

Le tableau ci-dessous résume les grandes lignes de la méthodologie pour chacune de ces grandes étapes :

Tableau 3: Comparaison des méthodes prospectives dans les trois types d'études

Etapes de la prospective	Etudes « filières agricoles »	Etudes « Agriculture et changement climatique »	Etudes « Eau et changement climatique »
<b>Éléments contenus dans le diagnostic initial</b>	Diagnostic qualitatif de la situation des filières, qui comprend les informations suivantes : Types de produits Éléments géographiques : carte, nombre d'agriculteurs concernés ; Éléments technico-économiques : quantités produites, prix, éventuellement éléments sur l'assolement type/ les pratiques agricoles ; Type de gouvernance pour la filière ; Le cas échéant, quelques éléments de cadrage sur le territoire concerné (démographie, emploi), permettant de faire le lien avec d'autres enjeux.	Etablissement de « cas-types » agricoles, soit à partir de retours d'expérience (suivi de fermes dans AgriAdapt), soit à partir de modèles types, construits à minima grâce aux données suivantes : De surfaces, d'assolement et de rotations types ; De taille de troupeau et de production (nombre d'UGB, de mères, quantités de lait/viande produite) ; Nombre d'unité de travail annuel (UTA).	Etablissement d'un modèle quantitatif sur l'eau, en fonction de données d'offre et de demande en eau. Les paramètres de l'offre sont : Des données d'hydrologie superficielle (débits, à l'étiage notamment) ; Des données d'hydrologie profonde (niveaux piézométriques des nappes) ne sont abordées que dans Explore 2070. Les composantes de la demande sont les prélèvements en eau pour : L'alimentation en eau potable (AEP) ; Les quantités irriguées ; Les quantités d'eau retenues par les ouvrages de stockage ; Les prélèvements industriels. Les débits sont ensuite comparés avec ceux qui sont nécessaires au maintien du bon état écologique des cours d'eau, définis par la DCE <sup>4</sup> .
<b>Projections climatiques</b>	Les évolutions passées du changement climatique sont analysées de manière globale (tendance d'évolution mais pas d'éléments sur l'intensité du changement). Les micro-scénarios prospectifs liés à cette variable concernent la capacité de résilience des exploitations agricoles.	Une étude de l'évolution récente du climat est présentée, et des projections sont faites selon différents scénarios. Les évolutions climatiques sont ensuite traduites en impact sur les exploitations. En particulier, un bilan hydrique est systématiquement réalisé : Modélisation de l'Evapotranspiration maximale (ETM) ; Calcul de l'évolution de la réserve utile. D'autres indicateurs agro-climatiques permettent ensuite de compléter ces informations (nombre de jours échaudant ou	Les évolutions du climat sont intégrées dans le modèle de la ressource en eau. Celui-ci est construit de la manière suivante : Projections climatiques Traduction des impacts du changement climatique sur la ressource en eau (hydrologie profonde et superficielle) Construction de scénarios prospectifs sur les composantes de la demande en eau Traduction en impacts sur la ressource : comparaison avec les débits d'étiage requis.

<sup>4</sup> Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:FR:HTML>

		de gel par exemple, nombre de jours chauds pour les animaux...).	
<b>Utilisation de micro et macro-scénarios</b>	Oui grâce à l'intervention de parties prenantes	Non, pas à proprement parler. Plutôt proposition d'adaptations au changement climatique	Oui, sur la base de consultations avec les parties prenantes
<b>Composition et rôle des groupes prospectifs</b>	Participation aux débats et à la constitution d'un futur commun pour la filière.		Participation au débat et à la construction d'un futur commun pour le territoire d'étude.
<b>Evaluation d'impacts des scénarios</b>	Oui sur des facteurs économiques liés à la filière : volumes produits, nombre d'exploitations agricoles, et parfois d'autres indicateurs (SAU, pratiques agricoles, prix de vente...).	Non	Oui : Evaluation des impacts sur l'eau (quantité et parfois qualité et biodiversité) Evaluation socio-économique

Il apparaît donc que ces trois types d'études répondent à des objectifs différents.

Les études « filière agricole » et « eau et changement climatique » constituent des occasions privilégiées de rencontres entre acteurs d'un même territoire ou d'une même filière agricole. En ce sens, elles permettent de faire échanger les parties prenantes sur les futurs possibles de ces-derniers, d'échanger sur les difficultés actuelles ou prévisibles, voire même de décider collectivement d'une direction commune pour le territoire ou la filière. Toutefois, ces études ne proposent pas explicitement de solutions techniques à mettre en œuvre ; la réflexion est collective, elle peut s'appuyer sur des experts qui proposent des pistes d'évolution, mais la décision des scénarios revient aux acteurs eux-mêmes. La faisabilité technique des scénarios élaborés et leur adéquation aux contraintes environnementales ne sont que secondaires, l'essentiel étant l'échange et l'implication des parties prenantes.

Les études « Agriculture et changement climatique » permettent, elles, de **fournir des réponses précises aux enjeux rencontrés par les agriculteurs** en lien avec le changement climatique (et donc le changement de disponibilité de la ressource en eau). Toutefois, les solutions techniques peuvent risquer d'être « hors-sol » car non élaborées par des acteurs de terrain. De plus, l'impact de ces mesures d'adaptation n'est pas traduit au niveau de la ressource, et il existe donc un risque que celles-ci ne suffisent pas à rétablir un bon équilibre entre l'offre en eau et les prélèvements. Cela est d'autant plus vrai que ces études sont centrées sur le secteur agricole, et que des efforts provenant uniquement de ce secteur peuvent ne pas être suffisants.

Si la typologie proposée nous semble pertinente pour épauler les acteurs d'un territoire souhaitant s'investir sur les sujets eau-agriculture-changement climatique, elle ne constitue pas un cadre parfait englobant toutes les approches possibles. C'est l'hybridation de ces méthodologies qui permet probablement de répondre au mieux aux enjeux d'un territoire précis, avec des moyens contraints.

### 3. Analyse des scénarios rencontrés

Les scénarios développés dans les études étudiées ici constituent le cœur de la prospective. Ce sont des projections du fonctionnement du système d'étude dans le futur, plus ou moins précises, qui posent des directions claires dans l'arbitrage des tensions actuelles révélées sur le système d'étude.

#### 3.1. Méthode d'analyse des scénarios

Comme expliqué précédemment, les études de type 2 (qui concernent le changement climatique et agriculture) ne proposent pas à proprement parler des scénarios prospectifs, mais plutôt une liste de mesures d'adaptation des exploitations agricoles. Ces études ne sont donc pas incluses dans cette partie.

De même, les études de type 1 (centrées sur les filières agricoles) ne sont pas traitées dans cette analyse transverse. En effet, bien qu'elles formulent des scénarios prospectifs en tant que tels, ces scénarios concernent d'avantage l'impact sur les conditions technico-économiques des filières et leurs débouchés que la gestion de l'eau.

Ainsi, **la comparaison des scénarios prospectifs est réalisée sur les études de type 3**, centrées sur les impacts du changement climatique et l'eau.

Les scénarios prospectifs rencontrés sont analysés au regard des grandes variables structurant les études de type 3 :

- Les **scénarios climatiques** considérés, qui sont intégrés aux modèles hydrologiques et déterminent les données d'offre en eau ;
- Des **éléments de contexte international**, déterminant le contexte socio-économique général dans lequel s'inscrivent les scénarios ;
- Des **éléments de politique énergétique et sur le développement des énergies renouvelables**. Ces paramètres influencent les besoins en eau pour la recharge des ouvrages de stockage hydraulique ; ainsi que la nécessité d'un maintien d'un débit minimal pour assurer le refroidissement des centrales nucléaires ;
- Des **éléments de contexte socio-démographique** national ou local, et en particulier la démographie, l'emploi et le mode d'urbanisation. Ces éléments influencent les prélèvements en eau pour l'alimentation en eau potable, les systèmes d'assainissement. La situation économique des territoires impacte également les prélèvements nécessaires à l'activité industrielle ;
- Des éléments concernant la **gouvernance locale de l'eau** : prix de l'eau, prélèvements autorisés pour l'irrigation ;
- Des éléments concernant **l'évolution des systèmes agricoles et l'évolution des prélèvements en eau pour l'irrigation** ;
- La **traduction de l'ensemble des prélèvements sur l'environnement** : l'état quantitatif et qualitatif des cours d'eau et la biodiversité ;
- Dans certaines études à l'échelle régionale, une traduction des impacts de l'environnement sur l'activité économique liée au tourisme (balnéaire en particulier) est proposée.

Les scénarios climatiques considérés dans les études avec des scénarios prospectifs se basent sur les scénarios RCP 4.5 (équivalent B1)<sup>5</sup> et RCP 6.0 (équivalent A1B)<sup>6</sup> du GIEC (et ne varient pas selon le

---

<sup>5</sup> Ce scénario prévoit une hausse probable de 1,8° des températures d'ici 2100 par rapport aux températures de la fin du XXème siècle.

<sup>6</sup> Ce scénario prévoit une hausse probable de 2,8° des températures d'ici 2100 par rapport aux températures de la fin du XXème siècle.

type de scénario exploratoire proposé) tandis que les études sans scénarios prospectifs se basent plus souvent sur le scénario le plus pessimiste du GIEC (RCP 8.5 équivalent A2)<sup>7</sup>.

### 3.2. Scénario tendanciel

Le scénario tendanciel est présent dans l'ensemble des études. Il est caractérisé de la façon suivante :

Tableau 4: Résumé des hypothèses du scénario tendanciel

	<b>Description du scénario : Scénario tendanciel : tension entre économie et environnement</b>
Contexte international	Arbitrages socio-économiques qui prévalent sur la préservation de l'environnement.
Démographie et population	Augmentation tendancielle de la population.
Urbanisation	Poursuite de l'étalement urbain.
Situation économique française et emplois	Croissance faible, taux d'emploi maintenu, mais la précarité et les inégalités augmentent.
Situation énergétique	L'énergie reste chère et sa consommation croissante. En France, le mix énergétique est globalement stable avec une légère réduction des énergies fossiles conventionnelles.
Gouvernance de l'eau et prix	Le prix de l'eau augmente.
Prélèvements Alimentation Eau Potable (AEP)	Les prélèvements AEP par habitant diminuent en moyenne. Cette diminution compense l'augmentation de la population : les prélèvements globaux diminuent légèrement.
Prélèvements industriels	Baisse lente des pollutions industrielles.
Adaptations de l'agriculture et prélèvements en eau	Coexistence de deux stratégies de production différenciées entre une production intensive et une production extensive avec peu d'intrants. Construction de stockages (retenues collinaires, bassines), financées par les Agences de l'Eau mais qui ne sont pas suffisantes pour réduire les prélèvements agricoles. Augmentation globale des prélèvements et des pollutions diffuses agricoles.
Impacts environnementaux	Les objectifs de la DCE ne sont globalement pas atteints malgré des progrès sensibles localement de réduction des pollutions et des prélèvements.
Tourisme	Scénario neutre à positifs sur le tourisme selon les zones.

### 3.3. Scénarios de rupture

Les études prospectives étudiées proposent plusieurs scénarios de rupture par rapport aux évolutions tendancielles. La présence de ces différents scénarios de rupture dans les études est présentée dans le tableau en annexe.

#### 3.3.1. Scénario « Crise de l'eau »

Un premier scénario de rupture présent dans les études prospectives est le scénario de « crise ». Il se caractérise par une augmentation des prélèvements coûte que coûte, au détriment des impacts environnementaux. Les principales hypothèses sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5: Résumé des hypothèses du scénario "Crise de l'eau"

	<b>Description du scénario : Développement des infrastructures de stockage pour augmenter les prélèvements</b>
Contexte international	Economie mondiale enfoncée dans une crise profonde qui dure. Dépenses publiques limitées. Augmentation des prix de l'énergie. Selon les scénarios, diminution ou augmentation des aides PAC.
Démographie et population	Population en croissance tendancielle.
Urbanisation	Double dynamique : Etalement des centres urbains

<sup>7</sup> Ce scénario prévoit une hausse probable de 3,4° des températures d'ici 2100 par rapport aux températures de la fin du XXème siècle.

	Dépeuplement des territoires plus éloignés.
Situation économique française et emplois	Précarité et accroissement des inégalités. Baisse générale du budget de l'Etat.
Situation énergétique	Développement des énergies renouvelables et augmentation de l'autonomie énergétique pour pallier à la hausse des prix de l'énergie.
Gouvernance de l'eau et prix	Délégation d'une partie des compétences aux collectivités locales, avec moins de budget. Par conséquent, pression réglementaire moins forte sur l'eau et moins de contrôles. Le prix de l'eau cherche à être maintenu, ce qui se traduit par moins d'entretien des infrastructures.
Prélèvements Alimentation Eau Potable (AEP)	Prélèvements en eau globalement constants, avec une augmentation de la population mais une économie d'eau par habitant. Peu d'entretien des réseaux, la qualité de l'eau diminue. Développement du stockage et de l'assainissement individuel, et pollutions locales. Pression accrue sur les nappes phréatiques. Parfois, des transferts interbassins sont envisagés (Adour 2050).
Prélèvements industriels	Selon les scénarios, les prélèvements restent constants (Garonne 2050) ou diminuent, en lien avec la délocalisation des entreprises (Aqua 2030). En revanche, la baisse des contrôles augmente les risques de pollutions locales.
Adaptations de l'agriculture et prélèvements en eau	En réponse au contexte de crise mondiale, aux prix forts de l'énergie et au manque d'eau, l'agriculture se tourne vers des objectifs d'autosuffisance alimentaire et d'approvisionnement local. Les exploitations se tournent vers des pratiques nécessitant moins de prélèvements en eau, d'achat d'intrants et d'investissements : extensification de surfaces, diminution des surfaces irriguées voire des surfaces cultivées. Cette dynamique s'accompagne d'une diminution du revenu agricole.
Impacts environnementaux	Nombreux prélèvements sans contrôle, ce qui provoque une baisse des débits annuels et d'étiage. De plus, augmentation des pollutions (notamment des particuliers). Au global, de forts impacts sur les milieux et la biodiversité, dégradation des milieux aquatiques.
Tourisme	Diminution du tourisme en lien avec la baisse de la qualité de l'eau

### 3.3.2. Scénario « Développement économique coûte que coûte »

Un autre scénario a pu être identifié dans les études prospectives, appelé « Développement économique coûte que coûte », similaire au scénario « Crise de l'eau » dans l'idée de crise mais sensiblement différent.

Dans ce scénario, les échanges internationaux sont entièrement libéralisés. Les marchés sont volatils, et il existe des fortes tensions sur les matières premières. Les négociations internationales sur les politiques climatiques et sur l'environnement n'ont pas progressé.

Dans ce scénario, les prélèvements continuent d'être importants, à la fois pour l'alimentation en eau potable, l'industrie et l'agriculture. En ce sens, il ressemble fortement au scénario « Crise », dans le sens où les impacts sur l'environnement sont importants.

En revanche, contrairement au scénario « Crise », l'agriculture ne s'adapte pas et reste fortement consommatrice d'eau.

### 3.3.3. Scénario « Sobriété des usages de l'eau »

Le scénario « sobriété des usages de l'eau peut être résumé de la façon suivante :

Tableau 6: Résumé des hypothèses du scénario "sobriété des usages de l'eau"

	<b>Description du scénario :</b> <b>Sortie de crise, sobriété des usages de l'eau (= diminution des prélèvements), intégration des valeurs et du fonctionnement des écosystèmes</b>
Contexte international	Suite à plusieurs catastrophes naturelles et industrielles majeures, la société dans son ensemble prend conscience des enjeux liés à l'environnement. Cette prise de

	conscience s'effectue à tous les niveaux : via des accords internationaux, des politiques nationales et dans l'opinion publique. La valeur des écosystèmes est socialement, culturellement et économiquement intégrée. Les modes de consommation se tournent vers la sobriété.
Démographie et population	Augmentation démographique.
Urbanisation	Respect des règles d'urbanisme, aménagement du territoire guidé par la prise de conscience écologique (logique de déplacements courtes distances, densification des centres).
Situation économique française et emplois	Maintien de l'emploi dans les villes.
Situation énergétique	Tensions sur les prix de l'énergie. Investissements publics qui se tournent vers le développement des énergies renouvelables.
Gouvernance de l'eau et prix	Politiques de l'eau fortement intégrées. Forte augmentation des prix de l'eau donc baisse des prélèvements et des pollutions diffuses. Forte ambition des décideurs à maintenir des débits d'étiage.
Prélèvements Alimentation Eau Potable (AEP)	
Prélèvements industriels	
Adaptations de l'agriculture et prélèvements en eau	Forte demande d'une alimentation de qualité avec diminution de la quantité de viande. Début de la transition qui démarre avec une concurrence entre les débouchés alimentaires et énergétiques de l'agriculture, en lien notamment avec les prix élevés de l'énergie. Petit à petit, développement d'une agriculture à forte performance environnementale. Entre autres, passage à des variétés adaptées à la sécheresse. Les filières agro-alimentaires s'orientent vers des demandes régionales. Selon les scénarios, diminution de l'irrigation ou augmentation (lorsque forte augmentation du foncier agricole, pour R2D2 uniquement).
Impacts environnementaux	Qualité de l'eau non dégradée, maintien d'une grande partie des services paysagers, récréatifs et économiques. Toutefois, une continuité écologique pas complètement préservée, au vu de l'exploitation au maximum du potentiel hydroélectrique.
Tourisme	

### 3.3.4. Scénario « Technologies environnementales »

Le scénario « technologies environnementales » peut être résumé de la façon suivante :

Tableau 7: Résumé des hypothèses du scénario "Technologies environnementales"

	<b>Description du scénario : Croissance économique avec technologies environnementales</b>
Contexte international	Développement d'industries de technologies « vertes » qui permettent de répondre aux enjeux environnementaux et de préserver les milieux. Sensibilisation des ménages suite à une intensification des événements climatiques extrêmes et consentement à payer pour l'environnement. Les politiques environnementales bénéficient de budgets conséquents.
Démographie et population	Population française en croissance forte (ou tendancielle selon les perspectives régionales).
Urbanisation	Les SCOT prennent en compte les SDAGE. La population se situe à proximité des grands bassins économiques urbains. La pression foncière est forte.
Situation économique française et emplois	Relance économique portée par une politique d'exportation sur les activités technologiques. La croissance économique se maintient ainsi que le taux d'emploi, et les revenus augmentent.
Situation énergétique	Pas de changement majeur du mix énergétique, hormis un développement important des ENR dont le taux passe à 25% en 2030, puis à plus de 50% en 2050.
Gouvernance de l'eau et prix	Le prix de l'eau augmente et permet d'effectuer des investissements sur l'AEP et l'assainissement. Par ailleurs, la pression fiscale sur les prélèvements et les rejets de polluants s'accroît pour tous les acteurs. Les espaces de fonctionnement des grands fleuves sont préservés par la technologie (bâtiments sur pilotis) ou recréés (déplacement du lit). Développement de nombreuses infrastructures sur le territoire (digues, aménagement pour la navigation, etc.) via un financement par une fiscalité sur l'environnement.

Prélèvements Alimentation Eau Potable (AEP)	Création de nouvelles ressources grâce à de nouvelles technologies (eaux usées, dessalement de l'eau de mer), et de l'énergie produites par les énergies renouvelables en plein développement.
Prélèvements industriels	Réduction de la consommation, diminution des rejets et de leur pollution.
Adaptations de l'agriculture et prélèvements en eau	Diversification des productions dans les exploitations agricoles.
Impacts environnementaux	Espaces de fonctionnement des grands fleuves sont préservés par la technologie (bâtiments sur pilotis) ou recréés (déplacement du lit). Les objectifs de la DCE sont atteints en grande partie grâce à des mesures de compensation.
Tourisme	

### 3.3.5. Scénario « Local »

Le scénario « local » peut être résumé de la façon suivante :

Tableau 8: Résumé des hypothèses du scénario "Local"

	<b>Description du scénario : Gouvernance décentralisée, forte hétérogénéité entre territoires</b>
Contexte international	Sensibilisation accrue aux préoccupations environnementales suite à une intensification des événements climatiques extrêmes. Sortie de crise pas un mouvement général de décentralisation et de relocalisation, en France comme en Europe. Croissance mondiale faible et marquée par des épisodes de récession. Echec du niveau étatique, le régional et le local prédominent. Un schéma de type « Länder » à l'allemande se met en place. Les régions françaises sont en charge de la plupart des politiques sectorielles, notamment dans les domaines de l'agriculture et de la forêt.
Démographie et population	
Urbanisation	Zones urbaines densifiées, limitation des dynamiques de périurbanisation et de mitage.
Situation économique française et emplois	Des déséquilibres économiques peuvent exister entre régions et créer des tensions.
Situation énergétique	Le système énergétique est fortement décentralisé, des efforts sont faits sur le développement des ENR et sur la sobriété. Globalement, les émissions de GES diminuent du fait d'un ralentissement de l'économie mondiale.
Gouvernance de l'eau et prix	Les collectivités locales adoptent des politiques différenciées en matière de prix de l'eau, qui peuvent conduire à une légère hausse de la consommation ou une baisse.
Prélèvements Alimentation Eau Potable (AEP)	Les situations sont hétérogènes selon les régions, à la fois en ce qui concerne les prélèvements et l'épuration.
Prélèvements industriels	R2D2 Durance : Nouvelles industries à haute valeur technologique investissent le littoral au détriment des anciennes industries (pétrochimie et chimie notamment).
Adaptations de l'agriculture et prélèvements en eau	La vocation exportatrice de l'agriculture française est remise en cause. La production agricole se tourne petit à petit vers des bassins d'approvisionnement locaux. Selon les régions, soutien du modèle intensif ou d'une agriculture de proximité avec des productions de qualité. En agriculture, les complémentarités amont-aval sont abandonnées.
Impacts environnementaux	La situation est hétérogène selon les territoires.
Tourisme	R2D2 Durance : tourisme très présent sur le territoire

## 4. Evaluation et choix de scénarios souhaitables/réalistes

### 4.1. Evaluation des scénarios

Les scénarios peuvent faire l'objet d'une **hiérarchisation** afin de sélectionner le ou les scénarios les plus souhaitables ou réalistes.

Parmi les études « Filières agricoles », certaines comportent une **évaluation des scénarios technico-économiques** des scénarios (notamment l'étude prospective « Lait AOP Comté ») et d'autres non (Agrimonde, Prospective zones intermédiaires). Cette évaluation sert à informer le lecteur des impacts des différents scénarios, mais elle n'est pas normative : elle n'a pas pour but de sélectionner les scénarios les plus souhaitables.

Les études « Agriculture et changement climatique » ne présentent généralement pas de scénarios de prospective, donc pas d'évaluation de scénario ni de hiérarchisation.

**Agrimonde** est la seule étude faisant exception à la règle, puisqu'elle comporte une évaluation de la disponibilité alimentaire (en kilocalories) en faisant un bilan entre les ressources et les besoins en biomasse alimentaire à l'échelle de différents territoires dans le monde.

Enfin, les études « Eau et changement climatique » présentent presque toujours à minima une évaluation. Celle-ci peut porter :

- Sur l'**aspect environnemental** des scénarios : respect des débits d'étiage, qualité de l'eau, impacts sur les zones humides, la continuité écologique, la biodiversité. On retrouve l'évaluation environnementale dans toutes les études sauf le Projet AP3C qui ne présente pas de scénarios.  
Sur le volet quantitatif, ces données sont des résultats en sortie des modèles hydrologiques utilisés.
- Sur les **aspects socio-économiques** des scénarios : risques liés aux crues, investissements nécessaires pour engager une transition dans telle ou telle direction, ou encore les impacts économiques au sein des différents secteurs pour faire face au manque d'eau ou bien les mesures d'adaptation et de transition mises en œuvre. Les études avec une évaluation socio-économique (Adour 2050, Charente 2050, Explore 2070) présentent également évaluation environnementale de leurs scénarios.

Cette évaluation de scénarios permet d'avoir une base chiffrée pour discuter des adaptations, et permet parfois de sélectionner les scénarios les plus souhaitables.

### 4.2. Choix de scénarios

#### 4.2.1. Scénarios souhaitables/réalistes

Parmi l'ensemble des études proposées, seule l'étude **Adour 2050 réalise un choix de scénarios considérés comme souhaitables**. Deux scénarios sont retenus. Le premier peut se rattacher à la catégorie des scénarios de sobriété des usages de l'eau (appelé « Prise en compte proactive des enjeux sociétaux et environnementaux par la puissance publique » dans Adour 2050), tandis que le second est à cheval entre la catégorie du scénario « local » et du scénario des « technologies environnementales » (ce scénario est appelé « L'environnement au cœur du développement économique » dans l'étude).

En particulier, cette étude évalue les scénarios au regard de 4 critères d'impacts sur la ressource en eau et les milieux aquatiques :

- Aspect quantitatif à travers le risque de non-respect du DOE actuel ;
- Aspect qualitatif à travers la qualité biochimique des cours d'eau ;
- L'état écologique des milieux aquatiques ;
- Le risque d'inondations lié aux crues décennales.

De plus, les scénarios sont évalués au regard de 6 critères d'impacts socio-économiques :

- Contributions financières à la charge des collectivités locales ;
- Impact potentiel sur l'emploi du territoire ;
- Dynamisme socio-économique du territoire (capacité à créer de la valeur) ;
- Charge financière pour les ménages ;
- Risque potentiel de conflits d'usages ;
- Risques potentiels pour la santé.

Des **notes** sont affectées à ces impacts. Elles sont sommées, d'une part sur les différents indicateurs environnementaux et sur les indicateurs économiques.

Les deux scénarios choisis sont ceux qui obtiennent les meilleures notes pour ces deux aspects.

L'étude Garonne 2050 sélectionne quant à elle **trois scénarios réalistes** (mais pas forcément souhaitables) de compensation de la baisse des débits d'étiage. Ces scénarios ont été retravaillés et validés par des experts du secteur de l'eau à partir des scénarios élaborés lors des ateliers de prospective. Les critères de sélection de ces scénarios réalistes ne sont cependant pas détaillés dans le rapport. **Ces scénarios font l'objet d'une quantification une fois sélectionnés** (à travers un modèle de gestion « besoins-ressources ») et d'une évaluation des conséquences environnementales et socio-économique des scénarios.

#### 4.2.2. Scénarios « à éviter à tout prix »

Les études « Eau et changement climatique » présentent parfois des « **scénarios du pire** » (aussi appelés scénarios « fataliste » ou « scénario de crise »).

Ces scénarios sont soit élaborés volontairement par les participants qui reçoivent cette consigne lors des ateliers participatifs (ex : Adour 2050). Les participants ont alors pour consigne de construire au moins un scénario de cette nature lors des ateliers participatifs afin de pouvoir ensuite réfléchir à des mesures à mettre en place pour éviter que ce scénario ne se concrétise.

Ces scénarios peuvent sinon être identifiés après les ateliers participatifs à partir d'une **évaluation environnementale** qui permet de faire apparaître le scénario le plus dommageable du point de vue de la gestion quantitative de l'eau (ex : Charente 2050).

## 5. Etude des recommandations

### 5.1. Nature des recommandations

Toutes les études prospectives mentionnées ci-dessus intègrent des **recommandations**, sauf le Livre Vert du projet Climator.

La nature des recommandations est très variable selon le type d'étude considéré. Il peut s'agir de :

- **Réflexions générales** sur les enjeux liés à l'adaptation au changement climatique ou des recommandations opérationnelles de politiques publiques (généralement dans les études de type 1 « Filières agricoles ») ;
- **Propositions de mesures d'adaptation** à l'échelle des exploitations et des filières (généralement dans les études de type 2 « Agriculture et changement climatique ») ;
- **Recommandations de politiques publiques** pour le secteur agricole et les autres secteurs économiques (généralement dans les études de type 3 « Eau et changement climatique ») ;
- **Recommandations non explicites mais incluses dans les hypothèses des scénarios** : il s'agit alors des conditions de réalisation des scénarios (rencontré dans quelques études de type 3 « Eau et changement climatique » comme les études « R2D2 Durance » et « Explore 2070 »).

Le **périmètre** des recommandations est également variable suivant les études :

- Recommandations générales c'est-à-dire non spécifiques à un scénario : elles sont également appelées « recommandations sans regrets », c'est-à-dire qu'elles sont valables quel que soit le futur possible ;
- Recommandations « exhaustives » c'est-à-dire détaillées pour chaque scénario exploratoire ;
- Recommandations déclinées à différentes échelles spatiales (études Climatlait, Climaviande et Clim'Fourrel) et/ou à différents horizons temporels (étude Charente 2050).

Dans les études qui sélectionnent des scénarios les plus souhaitables ou des scénarios du pire (Adour 2050 et Charente 2050), les recommandations sont détaillées pour tous les scénarios exploratoires et ne se limitent donc pas aux scénarios sélectionnés. L'étude Adour 2050, qui identifie deux scénarios plus souhaitables que les autres, propose notamment des recommandations spécifiques à l'atteinte de ces scénarios.

## 5.2. Recommandations d'adaptations agricoles

On retrouve généralement ces recommandations dans les études de type 2 « Agriculture et changement climatique » et 3 « Eau et changement climatique » :

- **Approche sobriété** : rationalisation des usages agricoles, leviers agronomiques et zootecniques pour valoriser au mieux l'eau (conservation de l'eau dans les sols, extensification, aménagement des bâtiments d'élevage, etc.) ;
- **Approche stockage** : développer les installations de stockage en automne hiver (pluviométrie élevée) ;
- **Approche technologie** : agriculture de précision, sélection de nouvelles variétés plus résistantes à la sécheresse ;
- **Approche organisationnelle** : à l'échelle des filières et des territoires (groupements de producteurs, mise en commun des moyens de production, valorisation des produits du terroir, recherche de nouveaux débouchés etc.).

## 5.3. Recommandations concernant les autres usages de l'eau (alimentation en eau potable, énergie, industrie...)

On retrouve généralement ces recommandations dans les études de type 3 « Eau et changement climatique ».

- **Approche sobriété** : une gestion plus sobre et optimisée de la ressource en eau pour tous les usages, une diminution du gaspillage de la ressource ;
- **Approche stockage** : développer les installations de stockage en automne hiver (pluviométrie élevée) (étude « Garonne 2050 » notamment) ;
- **Approche technologie** : prélèvement et de production de l'eau, désalinisation, récupération des eaux de pluie, développements R&D.

## 5.4. Autres recommandations

On retrouve ces recommandations transversales dans les trois types d'études :

- **Evolution des systèmes de gouvernance globale** : revoir l'attribution des compétences entre les acteurs publics et aller vers une gestion intégrée et concertée de la ressource en eau ;
- **Evolution des systèmes de gouvernance locale** : dynamiser le territoire avec la création de nouvelles filières/activités à forte valeur ajoutée pour le territoire ;
- Développer des **actions de sensibilisation** et de communication ;
- **Evolution du système alimentaire** : diminuer le gaspillage alimentaire et la surconsommation (étude Agrimonde) ;

- Approche **sécurité alimentaire** : sécuriser les échanges agricoles pour assurer l'approvisionnement même en période de crise (étude Agrimonde).

## 6. Conclusion

Cette revue de bibliographie a permis d'identifier trois grands types d'études, correspondant à des approches et des méthodologies différentes :

- Des **études centrées sur les filières agricoles**, qui formulent des futurs possibles pour les filières concernées et étudient les impacts technico-économiques de ces changements. Ces prospectives exploratoires construisent des scénarios grâce aux interventions d'un groupe prospectif, et n'ont pas recours à des modèles quantitatifs ;
- Des **études centrées sur les impacts du changement climatique sur les exploitations agricoles**, qui ne proposent pas de scénarios en tant que tel mais font des propositions d'adaptation agricoles. Elles n'ont pas recours à l'intervention de groupes prospectifs ;
- Des **études centrées sur l'eau et le changement climatique**, qui traitent de la gestion de l'eau dans un cadre plus général que celui de la filière agricole. Ces études s'appuient sur des groupes prospectifs, et les réunions de travail font alors office de lieu de rencontre et d'échange sur les futurs possibles de l'ensemble des parties prenantes du monde de l'eau. Des scénarios prospectifs sont proposés, et leurs impacts sur la ressource sont traduits grâce à l'utilisation de modèles quantitatifs.

Ces dernières proposent plusieurs types de scénarios, qui peuvent être résumés ci-dessous :

- Un **scénario tendanciel**, qui se caractérise par des arbitrages politiques économiques qui prévalent sur la gestion de l'environnement. Les prélèvements en eau augmentent globalement et la tension sur la ressource s'accroît ;
- Des **scénarios de crise**, où les prélèvements en eau augmentent fortement dans un contexte de démission de la puissance publique et de libéralisation des échanges ;
- Des **scénarios de transition environnementale**, selon des approches de sobriété ou de recours massif à des technologies vertes ;
- Des **scénarios de décentralisation de la gouvernance** à une échelle locale, avec des impacts sur les prélèvements qui sont très variables selon les zones et régions.

Aussi, les études clés sur le système « Eau – agriculture- changement climatique » sont identifiées et présentées. Elles constituent autant de ressources à exploiter pour des acteurs souhaitant mettre en place une démarche prospective à l'échelle de leur territoire, à savoir :

- Les études présentant des modèles quantitatifs sur la ressource en eau et les prélèvements à réexploiter ;
- Les études présentant des évolutions possibles de contexte international et national ;
- Les études présentant des éléments régionalisés qui témoignent du lien entre les évolutions internationales et nationales et leurs conséquences à une échelle plus locale.

## 7. Annexes

Ce tableau réprecise les différents scénarios analysés (et leurs études) et leur classification selon les éléments présentés plus haut.

Tableau 9 - Tableau présentant les études considérées et leurs scénarios pour l'étude des différents scénarios.

	Scénario Tendanciel	Scénario Démission de la puissance publique	Scénario développement économique coûte que coûte	Scénario intermédiaire	Scénario Sobriété	Scénario Technologies vertes	Scénario Local
AFClim	X « Métropolisation et consumérisme »		X « Libéralisation et priorité à la production »		X « Transition énergétique et environnementale »		X « Mosaïque de territoires et d'acteurs »
Explore 2070	X « Scénario tendanciel : changement climatique mais sans adaptation »		X « Augmentation des usages de l'eau »	X « Scénario intermédiaire »	X « Sobriété des usages de l'eau »		
R2D2 Durance	X « Tendanciel »	X « Crise »	X « Spécialisation »		X « Ecologie »	X « Investissement »	
Aqua 2030	X « Scénario tendanciel » : arbitrages éco qui prévalent sur environnement	X « A veau l'eau : la crise »			X « Le choix des technologies douces »	X « Techno-garden, anthropisation »	X « Des régions solidaires et solitaires ? Le local »
Adour 2050	X Scénario « tendanciel »	X « Démission de la puissance publique et déclin des activités »	X « Développement économique coûte que coûte », développement du stockage	X « Des (tous) petits pas »	X « Prise en compte proactive des enjeux sociétaux et environnementaux par la puissance publique »	X « L'environnement au cœur du développement économique des territoires »	X « Mutation agricole et reconversion vers de l'écotourisme »
Garonne 2050	X « Tendanciel : abandon partiel des politiques environnementales au profit d'une politique économique »	X « Stockage : augmenter les ressources disponibles »	X « Libéralisation et priorité à la production »		X « Sobriété : baisse drastique des usages »		X « Croissance verte décentralisée »

Des ressources sur les principales études sont présentées ci-dessous :

- AFClim
- Climaviande
- Climalait
- Agriadapt
- Adour 2050
- R2D2 Durance 2050
- L'agriculture dans les zones intermédiaires
- Filière Comté AOP
- EXPLORE 2070

## Exercice prospectif AFClim

### Vue d'ensemble

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Démarche originale, basée sur des études de cas, pour donner à voir les conséquences concrètes du changement climatique et imaginer les actions d'adaptation possibles</li> <li>Donner à voir de manière concrète les principaux effets du changement climatique sur l'agriculture en France métropolitaine, réfléchir aux stratégies d'adaptation possibles, et sensibiliser l'ensemble des acteurs concernés</li> </ul>
<b>Contexte et méthodologie de l'étude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitation au territoire métropolitain, horizon 2050 pour le secteur agricole, et prise en compte <b>d'un seul scénario climatique (A1B)</b></li> <li>Réalisation de <b>14 études de cas localisées</b> prenant en compte les changements du climat local, mais aussi les caractéristiques techniques et environnementales influençant l'adaptation des systèmes</li> <li>Construction de <b>4 scénarii de contexte</b> afin de prendre en compte des enjeux socioéconomiques et organisationnels, au-delà des enjeux techniques. Ces scénarii sont ensuite associés à l'une des options d'adaptation imaginées dans chacune des études de cas afin de tirer des enseignements sur les facteurs favorables ou défavorables aux actions d'adaptation</li> </ul>
<b>14 études de cas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'échelle des systèmes d'exploitation et de gestion, plus proche des problématiques des chefs d'exploitation et des gestionnaires forestiers, est susceptible de faciliter l'appropriation des enjeux par les acteurs de terrain</li> <li><b>Chaque étude de cas agricole</b> est un ensemble de données quantitatives et qualitatives renseignant sur le fonctionnement d'une exploitation agricole « archétype », fictive et non représentative statistiquement, mais cohérente et réaliste. Chaque étude de cas a fait l'objet d'une fiche.</li> </ul>
<b>4 scénarii de contexte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ce travail a commencé par une réflexion collective pour déterminer les facteurs socioéconomiques les plus influents sur le choix d'adaptation des agriculteurs. <b>Un trentaine de variables</b> regroupées en <b>quatre grandes composantes</b> ont ainsi été choisies</li> <li>Pour chaque composante, le CEP a construit <b>des micro-scénarios</b> en se basant sur des exercices de prospective récents. Ces micro-scénarios ont été discutés et amendés par le groupe prospectif.</li> <li>A partir de ce matériau de base, <b>la trame des scénarii de contexte</b> a été élaborée collectivement en séance par combinaison de micro-scénarios</li> <li>L'équipe projet du CEP a ensuite décrit et documenté ces 4 images contrastées du futur ainsi que les cheminements logiques qui y conduisent depuis la situation actuelle. <b>Les scénarii ainsi rédigés</b> ont été à nouveau soumis au groupe, pour être amendés puis validés collectivement.</li> </ul>



30 variables



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif AFClim

### Zoom sur la description des études de cas

<b>1. Description de l'exploitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Caractéristiques techniques</b> : vue technique de l'ensemble de l'exploitation (SAU, rotations, troupeaux, fourrages, quotas, production, parc matériel et bâtiments) et aperçu des atouts et contraintes actuels (autonomie alimentaire, dépendance aux intrants, ...)</li> <li><b>Caractéristiques économiques</b> : vision des charges et des produits de l'exploitation (EPF)</li> <li><b>Contexte local</b> : Agriculture, agro-environnement et paysage</li> <li>Sources : cas-types du réseau Inosys de l'APCA<sup>1</sup>, Agence de l'Eau</li> </ul>	<p>Ressource clé à étudier « La DRAAF fournit les données des fermes de référence » (CdC)</p>
<b>2. Effets probables du CC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Description des effets du changement climatique et des impacts attendus : fourniture de données et de modélisation par Météo France, pour les <b>indicateurs suivants</b> : température moyenne, cumul de précipitations, bilan hydrique (HTD), séquences de 5 jours avec au moins 1 jour sans pluie, séquences de quinze jours sans pluie, nombre de jours où l'AT excède 25°C</li> <li>Simulation climatique journalière par culture à partir de données Météo France : Pour chaque étude de cas, une à deux cultures sont analysées plus finement afin d'estimer le confort hydrique de la plante et de la restitution d'eau au milieu. Les <b>indicateurs</b> utilisés sont : le déficit hydrique, le confort hydrique de la plante, l'état quotidien de la réserve hydrique, la restitution au milieu.</li> <li><b>Tableau de synthèse des effets du changement climatique</b> : ils sont détaillés selon les paramètres suivants : durée des cycles culturaux, conditions de semis et de récolte, rendements, qualité des récoltes, qualité des sols, disponibilité en eau, bioagresseurs, auxiliaires des cultures, échaudage, aléas climatiques et destruction des récoltes</li> </ul>	<p>DRIAS fournit des données pour une large palette d'indicateurs, et pour différents scénarii</p>
<b>3. Hypothèses prospectives d'adaptation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chaque fiche se termine par la proposition de plusieurs hypothèses d'action. La synthèse des effets du CC permet en premier lieu de comprendre les grandes incertitudes autant que les <b>tendances</b> marquées du climat local futur</li> <li>Le nombre d'options d'adaptation varie pour chaque étude de cas. Chaque option d'adaptation débute par les objectifs de l'exploitant, avec si besoin une description de sa perception des risques climatiques à venir ou son aversion aux risques.</li> </ul>	

<sup>1</sup> : [http://fdels.fr/reseaux-et-partenariats/inosys-reseaux-delevage.html?tx\\_atolok%5Bfilters%5D%5B%5D=region%3ABourgogne&tx\\_atolok%5Bcontroller%5D=Solr&Hash=69c\\_ab0e52c35692bee4b591bd1cfc0c90](http://fdels.fr/reseaux-et-partenariats/inosys-reseaux-delevage.html?tx_atolok%5Bfilters%5D%5B%5D=region%3ABourgogne&tx_atolok%5Bcontroller%5D=Solr&Hash=69c_ab0e52c35692bee4b591bd1cfc0c90)



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif AFCLim (5/6) Zoom sur les scenarii

### Acteurs de la production agricole et forestière

- Formation des agriculteurs, des forestiers et des conseillers
- Profils des agriculteurs et des propriétaires forestiers
- Organisation politique, de producteurs (coopératives) et technique
- Évolution des industries d'aval, notamment évolution des normes et standards privés
- Aversion au risque et assurance climatique en agriculture
- Perceptions du changement climatique (dont progrès des prévisions météo saisonnières)
- Structures des exploitations agricoles et de la propriété forestière, travail
- Diffusion de l'innovation, liens entre recherche / agriculteurs et forestiers / conseillers
- Attachement des agriculteurs et des propriétaires forestiers au terroir et à leur patrimoine

### Demandes adressées à l'agriculture et la forêt

- Consommation et régimes alimentaires (dont demande de produits locaux et de terroirs)
- Demande sociale d'aménités (paysage, loisirs, etc.), demande en services écosystémiques
- Demande en bio-énergies et en biomatériaux
- Perception de l'agriculture et de la forêt par la société
- Relations villes / campagnes (représentations, usage des sols, etc.)

- Relations entre agriculture et forêt dans l'aménagement des territoires
- Projet pour l'agriculture française (dont vocation exportatrice)

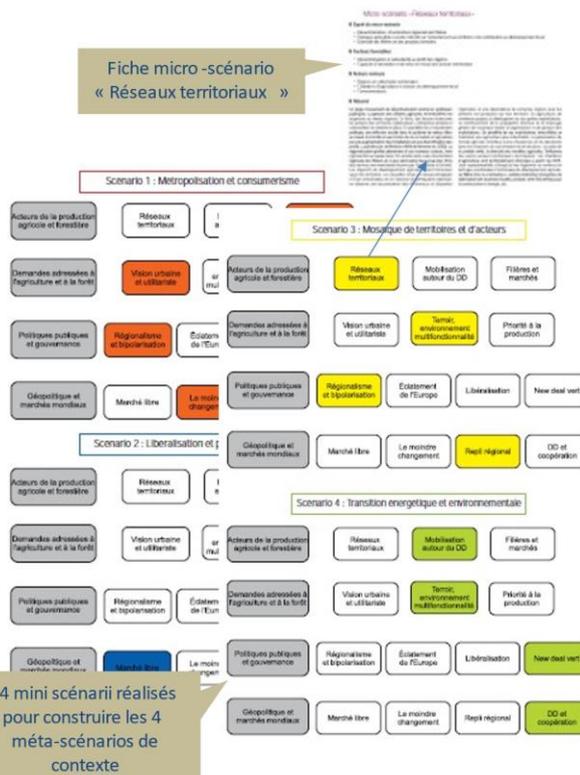
### Contexte global

- Prix de l'énergie, du bois, des produits agricoles
- Disponibilité des ressources (eau, pétrole)
- Compétitivité des zones de production agricole dans le monde
- Croissance économique
- Progres technique, innovation technologique
- Géopolitique et commerce international

### Politiques publiques et gouvernance

- Politique agricole commune
- Fiscalité en agriculture
- Politique environnementale, rémunération des services environnementaux
- Politique climatique (atténuation et adaptation)
- Politique énergétique (mix énergétique, développement des EnR, part de la bio-masse)
- Politiques d'aménagement des territoires, gestion territoriale
- Gouvernance de l'eau, gestion des conflits d'usage

### Fiche micro-scénario « Réseaux territoriaux »



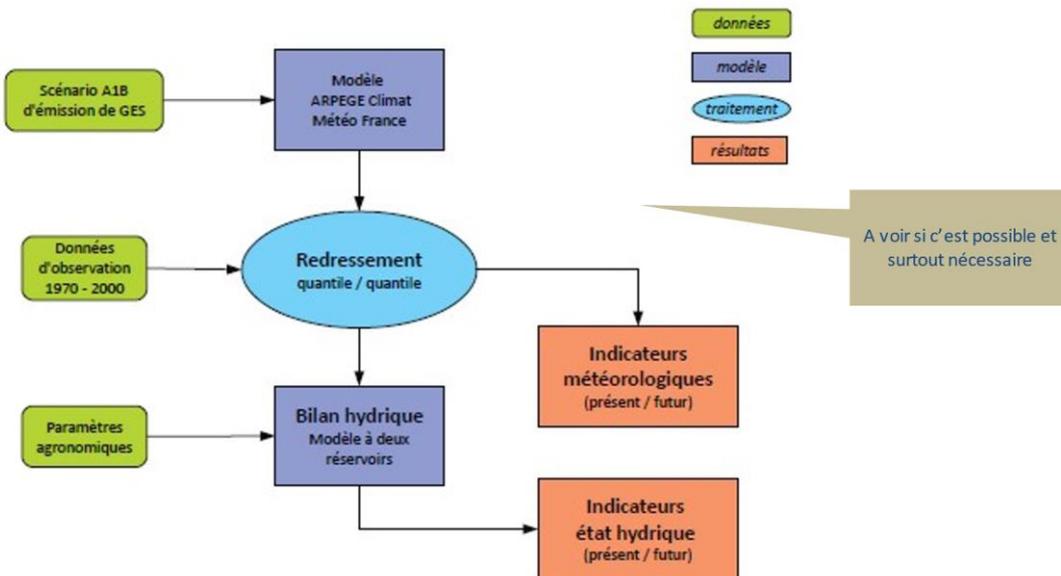
30 variables regroupées en 4 grandes composantes

14 mini scénarii réalisés pour construire les 4 méga-scénarios de contexte



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif AFCLim Zoom sur la modélisation



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice Climaviande Vue d'ensemble

**Auteurs:** Jean-Christophe Moreau et Véronique Gilles (IDELE et Réseau InosysChambre d'Agriculture de la Saône et Loire)  
**Date:** 2018-2019

### Apports à l'étude

- Aperçu d'une méthodologie à l'échelle d'une OTEX
- Pistes d'adaptation pour l'élevage bovin viande en BFC
- Jeu de plateau Rami Fourrager

### Objectifs

- Mesurer l'évolution des rendements fourragers avec le changement climatique Saône-et-Loire (Bassin limousin, Pays de la Loire et bassin charolais)
- Fournir aux éleveurs et aux conseillers de la filière les moyens de réfléchir à différentes pistes d'adaptation à l'échelle d'une exploitation type

### Modélisation et méthode

- **Etat des lieux des régions** concernées (relevé de données météo, caractérisation des itinéraires techniques)
- Modélisations climatiques **RCP 8.5 (modèle Aladin)** pour 2100, mais aussi **RCP 4.5 et 2.5** pour 2030-2059
- Modélisation des effets du changement climatique sur les systèmes fourragers et les unités d'élevage **modèle STICS (Simulateur Multidisciplinaire pour les cultures standard)** avec un paramétrage adapté aux zones d'étude (sols, itinéraires techniques)
- Cultures fourragères étudiées: **maïs, luzerne, prairie, ray-grass**
- **Ateliers participatifs** réunissant éleveurs et conseillers: **définition d'une OTEX archétype, sélection de 3 contextes climatiques** (passé, futur avec/sans aléa climatique) et discussion de **pistes d'adaptation autour du jeu de plateau « Rami Fourrager »**
- **Pas de macroscénario**

### OTEX modélisée

- 120 vaches, 155 ha, 2 UTH, finition des vaches, génisses et taurillons, ensilage maïs

### Contextes climatiques

- Passé (1989-2018);
- Futur proche (2035-2064);
- Année sèche (1 année sur 5)

### Actions d'adaptation

- **Leviers zootechniques** Avancement de la mise à l'herbe au printemps de 15 jours; augmentation des stocks de fourrage
- **Leviers agronomiques** Introduction de la culture de méteils ou de doubles fauches précoces. Accroissement de la sole céréalière. Introduction de la luzerne dans les rotations.



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif Climaviande Zoom sur le Jeu de plateau « Rami Fourrager »

Egalement utilisé dans l'étude Climalait

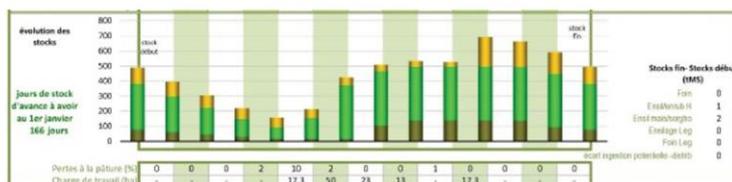
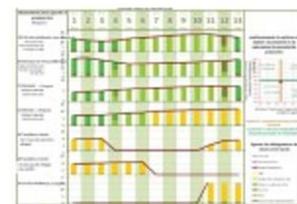
**Jeu de plateau** conçu par des chercheurs de l'INRA

Incorpore des **modèles informatiques simples** et permet d'animer **ateliers avec les éleveurs** pour débattre sur les hypothèses des modèles climatiques et les pistes d'adaptation de l'élevage

### Apports à l'étude

- Aperçu d'une méthodologie à l'échelle d'une OTEX
- Pistes d'adaptation pour l'élevage bovin viande en BFC
- Jeu de plateau Rami Fourrager

- **Modélise un système fourrager** selon les contraintes locales (climats, sols, itinéraires techniques)
- **Indicateurs** agronomiques, zootechniques, économiques: permet d'évaluer les pistes d'adaptation



En vente sur internet :

- plateau de jeu
- cartes et de baguettes fourrages
- module d'évaluation informatique
- manuel d'utilisation



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice Climalait

### Vue d'ensemble

**Auteurs:** Institut de l'Élevage en partenariat avec Arvalis, le BTPL, les Chambres d'Agriculture, l'INRA et MétéoFrance  
**Date:** 2015-2019

#### Objectifs

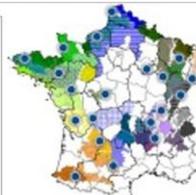
- Évaluer les impacts du changement climatique, à l'horizon 2050, sur les systèmes d'élevage laitier français.
- Informer et préparer les éleveurs au changement climatique sur le long terme.
- Discuter avec les éleveurs des pistes d'adaptation possibles pour les différents systèmes d'élevage

#### Modélisation et méthode

- Définition d'unités laitières agro-climatiques (homogénéité pédoclimatique, de système d'élevage et de fourrage et des évolutions climatiques)
- Simulation des évolutions climatiques: scénario RCP 8.5 avec 3 modèles (CNRM, SMHI, KMNI) à l'échéance 2020-2049
- Modélisation des effets du changement climatique sur les systèmes fourragers et les unités d'élevage: modèle STICS (Simulateur Multidisciplinaire pour les cultures standard) avec un paramétrage adapté à chaque zone laitière (sols, itinéraires techniques)
- Ateliers participatifs réunissant éleveurs et conseillers: définition d'une OTEX archétype, sélection de 3 contextes climatiques passés, futur avec/sans aléa climatique) et discussion de pistes d'adaptation autour du jeu de plateau «Rami Fourrager »
- Pas de macro scénarios

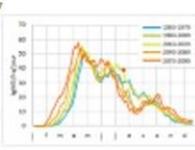
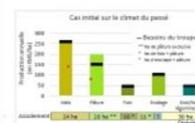
#### ~ 30 Fiches résultats

- Fiches résultat pour une trentaine d'unités laitières dont 3 en BFC
- Présentation des évolutions des rendements des cultures fourragères représentatives de la zone laitière
- Le nombre d'options d'adaptation varie pour chaque étude de cas. Options d'adaptation pour le futur proche et pour une année avec aléa climatique.
- Freins/faisabilité socio-technique discutée pour chaque option d'adaptation



#### Apports à l'étude

- Aperçu d'une méthodologie à l'échelle d'une OTEX
- Jeu de plateau Rami Fourrager
- Effet du changement climatique et pistes d'adaptation pour 3 zones laitières situées en BFC



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif Climalait

### Zoom sur les zones laitières situées en BFC

#### Apports à l'étude

- Aperçu d'une méthodologie à l'échelle d'une OTEX
- Jeu de plateau Rami Fourrager
- Effet du changement climatique et pistes d'adaptation pour 3 zones laitières situées en BFC

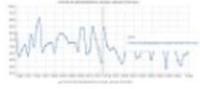


	Plateaux du Jura	La Bresse	Plateaux de Langres
Zone laitière	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une zone herbagère spécialisée, portée par des signes de qualité</li> <li>• Zone de montagne: températures froides, précipitations élevées, sécheresse agronomique estivale limitée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyculture élevage</li> <li>• Systèmes fourragers variés: maïs et prairies (permanentes, temporaires, artificielles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone de polyculture -élevage herbagé</li> <li>• AOP Langres et Epoisses</li> <li>• SAU moyenne élevée</li> <li>• Zone de montagne: températures froides, précipitations élevées, sécheresse agronomique estivale limitée</li> </ul>
OTEX modélisée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 105 ha de prairie</li> <li>• 54 vaches Montbéliarde</li> <li>• 6000 kg de lait produit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 ha</li> <li>• 70 vaches laitières</li> <li>• 7500 kg de lait produit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200ha dont 50% de surfaces fourragères</li> <li>• 80 vaches laitières</li> <li>• 7000 kg de lait</li> </ul>
Evolution des rendements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pousse de l'herbe plus précoce au printemps, ralentie printemps/été, reprise plus forte à l'automne</li> <li>• Augmentation des rendements de luzerne: possibilités de coupes plus fréquentes et plus nombreuses</li> <li>• Variabilité des rendements de maïs: floraison et récolte plus précoce</li> </ul>		
Scénarios climatiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1971-2000</li> <li>• 2020-2049</li> <li>• Année avec aléas climatiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1971-2000</li> <li>• 2050-2080</li> <li>• Années avec aléa climatiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1971-2000</li> <li>• 2055-2084</li> <li>• Année sèche</li> </ul>
Pistes d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stocker du foin durant les bonnes années</li> <li>• Réformer les vaches sans les engraisser durant les années d'aléa climatique ou diminuer les effectifs de génisses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Date de pâturage plus précoce, augmentation du chargement, semer plus tôt une variété de maïs plus tardive etc</li> <li>• Année sèche: une partie de la sole de maïs est ensilée; vaches rentrées au bâtiment en été</li> <li>• introduction sorgho/méteil/ prairies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avancer la mise à l'herbe pour diminuer les besoins en maïs</li> <li>• Années sèches: Réformer les vaches sans les engraisser durant les années d'aléa climatique voire diminuer les effectifs de génisses</li> <li>• Autres leviers: avancer l'âge au vêlage, diminuer l'élevage de génisse, faire des stocks au printemps</li> </ul>



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

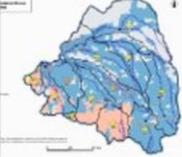
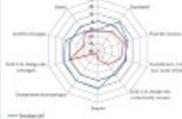
## Exercice prospectif AgriAdapt Vue d'ensemble

<p><b>Objectifs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluation des risques climatiques à l'échelle d'une ferme en utilisant données climatiques passées et projections sur l'avenir, en proposant une méthodologie commune aux quatre zones de risque identifiées en Europe.</li> <li>▪ Proposition de mesures d'adaptation</li> <li>▪ Diffusion des résultats par divers canaux de sensibilisation et d'outils opérationnels, auprès des agriculteurs et organisations agricoles et agroalimentaires.</li> <li>▪ À terme, contribuer à prendre en compte les impacts du CC dans l'élaboration de la PAC en remontant les meilleures pratiques et savoir-faire.</li> </ul>	
<p><b>Contexte et méthodologie de l'étude</b></p>	<p>Dans 126 fermes pilotes en Europe, réalisation d'un diagnostic puis d'un suivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluation de la vulnérabilité climatique             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Un scénario étudié, <b>A1B (GIEC)</b>, 4 sous-zones en Europe (Sud, Ouest, Europe centrale, Nord)</li> </ul> </li> <li>▪ Mise en place d'actions d'adaptation</li> <li>▪ Suivi et évaluation des impacts de ces actions</li> <li>▪ Synthèse des résultats et diffusion</li> </ul>	
<p><b>~ 200 actions d'adaptation étudiées</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Environ 200 actions répertoriées</li> <li>▪ Evaluation selon différents critères:             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eau (qualité et quantité)</li> <li>▪ Air (émissions ammoniac et GES)</li> <li>▪ Sol (compaction, érosion, stocks de carbone), biodiversité (faune et flore)</li> <li>▪ Bien-être animal</li> <li>▪ Impacts socioéconomique de l'exploitation (temps de travail, investissement, besoin en formation et /ou conseil technique...).</li> </ul> </li> <li>▪ Distinction d'actions de court terme, moyen ou long terme</li> </ul>	



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif Adour 2050 Vue d'ensemble

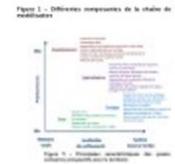
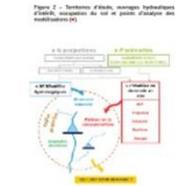
<p><b>Objectifs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Donner des clés d'argumentation lors des débats publics sur les changements liés à la gestion de la ressource en eau dans un contexte de changement climatique</li> <li>▪ Expliciter les futurs possibles</li> <li>▪ Identifier le futur le plus souhaitable (réalisable) au regard de critères sociaux, économiques, environnementaux et climatiques</li> <li>▪ Proposer des pistes d'adaptation techniques, financières et politiques) qui permettraient d'atteindre ce futur souhaitable</li> </ul>	
<p><b>Contexte et méthodologie de l'étude</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limitation au bassin de l'Adour et côtiers basques, horizon 2050, et prise en compte d'un seul scénario climatique (RCP 4.5 / B1)</li> <li>▪ Construction d'un diagnostic de la situation actuelle, d'un modèle quantitatif sur la ressource en eau et proposition d'un premier scénario Tendanciel. Diagnostic décliné en 11 zones permettant de réaliser une cartographie des niveaux de vulnérabilité</li> <li>▪ Organisation de 6 ateliers d'une demijournée pour construire des microscénarios (entre 3 et 6 par thème)</li> <li>▪ Construction de 6 macroscénarios de rupture avec le tendanciel</li> <li>▪ Evaluation de chacun des scénarios selon 10 critères: 4 environnementaux, 6 socioéconomiques</li> <li>▪ Choix de 2 scénarios plus souhaitables et recommandations pour atteindre ces scénarios</li> </ul>	
<p><b>30 variables étudiées, sur 4 thèmes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contexte politique et gouvernance de l'eau</li> <li>▪ Ressources en eau et énergie</li> <li>▪ Population et aménagement du territoire</li> <li>▪ Tourisme et loisirs « eau »</li> <li>▪ Agriculture</li> <li>▪ Industrie</li> </ul>	
<p><b>1 scénario tendanciel + 6 scénarios de rupture</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tendanciel</li> <li>▪ Démission de la puissance publique et déclin des activités</li> <li>▪ Développement économique coûte que coûte</li> <li>▪ « Des tout petits pas »</li> <li>▪ Mutation agricole et reconversion dans de l'écotourisme</li> <li>▪ Prise en compte proactive des enjeux sociétaux et environnementaux par la puissance publique</li> <li>▪ « L'environnement au cœur du développement économique »</li> </ul>	
<p><b>Evaluation des scénarios</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluation de chacun des scénarios selon 10 critères:             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 4 critères environnementaux</li> <li>▪ 6 critères socioéconomiques</li> </ul> </li> <li>▪ Cette évaluation réalisée grâce à un modèle d'évaluation qualitatif (+1 si amélioration ; 0 si stabilité, -1 si dégradation) par rapport à une situation de référence (début 2010), agrégation indicateurs qualitatifs et quantitatifs, pondérés selon l'importance de leurs effets</li> </ul>	



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif R<sup>2</sup>D<sup>2</sup> Durance 2050 Vue d'ensemble

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluer les impacts des évolutions anthropiques et climatiques sur la gestion de l'eau à l'échelle de la Durance.</li> <li>Elaboration d'une vision prospective quantifiée du devenir de la gestion de l'eau sous l'hypothèse du changement climatique global</li> </ul>
<b>Contexte et méthodologie de l'étude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Description du fonctionnement actuel du système Durance, description des outils de modélisation de la ressource &amp; des usages</li> <li>Elaboration de projections climatiques régionalisées (s'appuyant sur le scénario A1B), et modélisation de l'hydro-climatologie du bassin versant de la Durance en 2050 (les besoins en eau en 2050 (industriels, agricoles, etc.), de la gestion des ouvrages en 2050 &amp; gestion de l'eau</li> <li>Politiques d'adaptation</li> </ul>
<b>5 zooms sectoriels</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agriculture</li> <li>Alimentation en eau potable</li> <li>Tourisme</li> <li>Industrie</li> <li>Energie</li> </ul> <p>Perception des ressources, politiques, démographie, urbanisation, consommation unitaire, prix de l'eau, etc.</p>
<b>6 scénarios, 4 construits avec les acteurs locaux sur 3 ateliers d'1 j</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tendanciel</li> <li>Business-usual (photo du territoire en 2010)</li> <li>Investissement</li> <li>Spécialisation</li> <li>Ecologie</li> <li>Crise</li> </ul>
<b>Evaluation des scénarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les scénarios ont été réinterprétés dans les modèles et combinés avec les évolutions climatiques, pour fournir une vision quantifiée des besoins en eau du territoire en 2050.</li> <li>Baisse globale des besoins en eau agricole (hausse des rendements des réseaux, ou abandon)</li> <li>Plus de sollicitation des réserves (Serre-Ponçon), difficultés sur la production d'hydroélectricité</li> <li>Recommandations de politiques publiques : prendre des engagements de réduction des prélèvements d'au moins 20% par rapport à 1980-2008</li> </ul>



Composant	1980-2008	2050
Prélèvements agricoles	1000	800
Prélèvements industriels	500	500
Prélèvements domestiques	200	200
Prélèvements hydroélectricité	100	100
Prélèvements totaux	1800	1600
Précipitations	2500	2500
Évapotranspiration	1000	1000
Écoulements	700	700

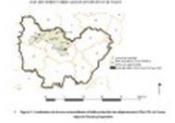


Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif : L'agriculture dans les zones intermédiaires Vue d'ensemble

**Auteurs:** Actéon, Agrosup Dijon, MAA, CRA de BFC  
**Date:** 2019

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etude du devenir des systèmes agricoles dans les zones intermédiaires à faible potentiel de l'Yonne &amp; Côte d'Or, surtout pour les grandes cultures</li> <li>Scénarios d'évolutions stratégiques, avec des leviers clés identifiés pour les agriculteurs du territoire</li> <li>Mobilisation des acteurs de terrain</li> </ul>
<b>Contexte et méthodologie de l'étude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 groupe prospectif avec des parties prenantes (institutions, entreprises, élus, agriculteurs, etc.) s'étant réuni 5 fois, avec pour mission de proposer &amp; prioriser les idées de base</li> </ul>
<b>Variables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboration des scénarios à partir :             <ul style="list-style-type: none"> <li>de constantes (pédologie, changement climatique, faible disponibilité en eau)</li> <li>De variables de contexte (sur lesquelles le territoire n'a pas de prise)</li> <li>De variables stratégiques (sur lesquelles le territoire peut peser), à l'échelle territoriale &amp; du monde agricole local</li> <li>De variables d'impact</li> </ul> </li> </ul>
<b>n scénarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction de 12 micro-scénarios (base, cheminement, image finale) sur les hypothèses de chaque variable</li> <li>Scénarios : agri-dustriel dans une économie mondialisée, diversification des productions (ateliers, gestion circulaire), entrepreneurs du territoire, agri-énergéticien, marque territoriale collective</li> </ul>
<b>Evaluation des scénarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les scénarios proposés en groupe prospectif ont été retravaillés par les organisateurs</li> <li>Chaque scénario a été ensuite commenté : souhaitabilité, leviers et propositions opérationnelles</li> </ul>
<b>Apport à la mission</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Données intéressantes sur l'état des lieux BFC</li> <li>Méthode : analyse des scénarios, commentaires, etc.</li> </ul>



Scénario	Impact
Scénario 1	Impact positif
Scénario 2	Impact négatif
Scénario 3	Impact neutre

Scénario	Impact
Scénario 4	Impact positif
Scénario 5	Impact négatif
Scénario 6	Impact neutre



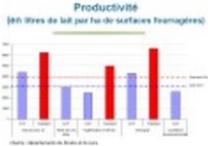
Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif Filière Comté AOP

### Vue d'ensemble

**Auteurs:** Acteon, IDELE, MAA, Comté  
**Date:** 2017

#### Apports à l'étude

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construire une vision argumentée et partagée des enjeux économiques, sociaux, environnementaux et sanitaires auxquels les exploitations laitières AOP seront confrontées à moyen et long terme</li> <li>Établir des scénarios prospectifs exploratoires pour donner à voir la pluralité des avenir possibles</li> <li>Mettre en place un processus participatif permettant à une diversité d'acteurs de la filière de travailler de manière collaborative</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aperçu d'une méthodologie à l'échelle « filières »</li> <li>Connaissance de la vision prospective des acteurs du l'AOP Comté pour le volet 2</li> </ul>   
<b>Contexte et méthodologie de l'étude</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 ateliers avec des professionnels des filières permettant de proposer des scénarios prospectifs</li> <li>Prospective centrée sur la production de lait</li> </ul>	
<b>30 variables de 14 thèmes (3-4 hypothèses par variables)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attentes des consommateurs par rapport à l'agriculture et à l'alimentation</li> <li>Identité du métier d'agriculteur</li> <li>Gouvernance de la filière</li> <li>Organisation économique et marchés</li> <li>Foncier</li> <li>Progrès technique et innovation</li> <li>Qualité des produits AOP</li> <li>Cahier des charges</li> <li>Conditions physiques et climatiques</li> <li>Politiques et réglementation</li> <li>Formation et savoir-faire</li> <li>Agriculture du territoire et systèmes agricoles</li> <li>Contexte économique</li> <li>Enjeux sanitaires et leur gestion</li> </ul>	
<b>5 scénarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chacun pour soi</li> <li>Ruée vers l'or blanc</li> <li>Hygiénisation et déclin</li> <li>Monopole</li> <li>Excellence environnementale</li> </ul>	
<b>Evaluation des scénarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traduction des scénarios en quelques éléments quantitatifs:             <ul style="list-style-type: none"> <li>SAU totale des exploitations laitières</li> <li>Nombre d'exploitations</li> <li>SAU moyenne par exploitation</li> <li>Production de lait (millions de litres)</li> <li>Productivité (en litres de lait/ha de surfaces fourragères)</li> <li>Prix du lait (en €/1000 L)</li> </ul> </li> </ul>	



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021

## Exercice prospectif Explore 2070

### Vue d'ensemble

**Auteurs:** MTEs, IRSTEA, Meteo France, BRL ingénierie, ACTEON, Office international de l'eau, BIPE, Armines  
**Date:** 2012

#### Apports à l'étude

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le projet Explore 2070 fait partie intégrante du PNA (Plan National d'Adaptation) du Gouvernement (2007).</li> <li>Aborder 4 questions clés:             <ul style="list-style-type: none"> <li>La confrontation offre/demande en eau (y compris demande écologique pour assurer le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques)</li> <li>Les risques côtiers (érosion du trait de côte, submersion temporaire ou permanente)</li> <li>Risques liés aux événements extrêmes</li> <li>Vulnérabilité des écosystèmes aquatiques face aux évolutions anthropiques et climatiques futures</li> </ul> </li> <li>Proposer des mesures d'adaptation, comprenant leur mise en œuvre opérationnelle et les enjeux économique qui y sont liés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiches méthodologiques et approche/ modèles</li> <li>Apport d'une réflexion systémique et d'une hiérarchisation des usages</li> <li>Fiches connaissances sur les impacts du CC sur les usages de l'eau (surtout hors agricole)</li> </ul>
<b>Modélisation et méthode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modélisation d'un système «Terre » en trois sous-systèmes: système physique, système humain, écosystèmes. En premier lieu, étude des effets du CC sur le système physique. Puis impacts de ce système physique sur les écosystèmes et humains. Traduction de ces impacts en risques structurels et conjoncturels, et enfin évaluation des coûts liés à ces risques.</li> <li>Echelle France métropolitaine avec des échelles intermédiaires (grands bassins versants)</li> </ul>	
<b>Impacts à 2070 et scénarios d'adaptation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un scénario général d'impacts à horizon 2070, avec 2 scénarios démographiques (concentration urbaine)             <ul style="list-style-type: none"> <li>Prospective climatique (1 scénario)</li> <li>étude des effets sur l'hydrologie profonde (évolution des niveaux piézométriques dans les principaux bassins)</li> <li>Etude hydrologie superficielle (évolution des débits des cours d'eau), tenant compte augmentation des prélèvements eau potable (hypothèses Bureau Information et de Prévisions Economiques BIPE)</li> </ul> </li> <li>3 stratégies d'adaptation             <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobriété des usages de l'eau</li> <li>Adaptation intermédiaire</li> <li>Augmentation des besoins en eau</li> </ul> </li> <li>Avec deux hypothèses énergétiques à chaque fois</li> </ul>	
<b>Evaluation des scénarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation des scénarios d'un point de vue économique</li> </ul>	



Etude prospective «eau-agriculture-changement climatique» – Janvier 2021