



CGAAER

CONSEIL GÉNÉRAL

DE L'ALIMENTATION

DE L'AGRICULTURE

ET DES ESPACES RURAUX

Rapport n° 16072

Eau, agriculture et changement climatique :

Statu quo ou anticipation ?

Synthèse et recommandations

Rapport du CGAAER établi par

Guillaume Benoit

Thierry Berlizot

Serge Bortolotti

Yves Brugière

Denis Domallain

Geneviève Jourdier

Marie-Laurence Madignier

Claude Mailleau

Hervé Piaton

Didier Pinçonnet

Roland Renoult

Sylvie Rocq

Ingénieur(e)s généraux des ponts, des eaux et des forêts

juin 2017

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	5
TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RECOMMANDATIONS.....	11
1. CONTEXTE ET ENJEUX.....	12
1.1. Eau, sols, agro-systèmes et bioéconomie durables : réussir l'adaptation et l'atténuation et assurer la sécurité alimentaire	12
1.2. Eau, alimentation et changement climatique aux niveaux mondial et interrégional : quels sont les enjeux pour l'Europe ?	14
1.3. L'eau, l'irrigation, la société et les politiques publiques en France : quelles évolutions ?	17
1.3.1. L'irrigation mobilise 1,7 % de la ressource en eau, son efficience a progressé de 30 %.....	18
1.3.2. Un double déséquilibre de l'action publique au détriment de notre agriculture, un problème d'ordre sociétal.....	19
1.4. Ressources en eau et changement climatique en France : la montée annoncée des problèmes.....	23
1.4.1. Aridification, méditerranéisation, variabilité climatique et annonce de sécheresses extrêmes	23
1.4.2. Les impasses annoncées par les prospectives « Explore 2070 » et « Garonne 2050 »	24
2. STATU QUO OU ANTICIPATION : QUELS IMPACTS POUR NOS SIX TERRITOIRES ET POUR LA FRANCE ?	26
2.1. Le scénario de « <i>statu quo</i> » met en danger territoires et biens publics	26
2.1.1. Vers une Méditerranée non durable ? Le cas du Languedoc et de la viticulture	26
2.1.2. Une ruralité de grande qualité en danger : la Drôme	28
2.1.3. Des systèmes herbagers et des montagnes rurales en risques d'effondrement : la Lozère	29
2.1.4. Situation conflictuelle en Poitou-Charentes : quelle conséquences pour le bassin de la Boutonne ?	31
2.1.5. La Beauce, première région irriguée de France en risque climatique.....	32
2.1.6. Les cultures légumières sous contrat dans les Hauts-de-France : pertes d'emplois et risques de délocalisation.....	33
2.1.7. Coûts et risques pour la France du scénario de « <i>statu quo</i> »	34
2.2. D'autres itinéraires sont possibles : les scénarios d'anticipation	36
2.2.1. En Languedoc, bassin de l'Hérault	36
2.2.2. En Drôme	38
2.2.3. En Lozère.....	39
2.2.4. Dans le bassin de la Boutonne	39
2.2.5. Dans la Beauce.....	41
2.2.6. Dans les Hauts-de-France	42
2.2.7. Conclusion : des solutions de développement durable sont possibles, elles nécessitent d'adopter une vision de type « BRBS » : besoins, ressources, biens et services.....	43

3. SIX QUESTIONS EN DÉBAT	45
3.1. Alimentation : service marchand ou bien public ? La nouvelle dimension géostratégique du sujet « eau et agriculture »	45
3.2. Jusqu'où l'agriculture pluviale ou une agriculture irriguée peu consommatrice d'eau peuvent-elles couvrir les besoins ?	46
3.3. Faut-il opposer l'eau « milieu » et l'eau « ressource » ? Quelle vision des services écosystémiques et de l'écologie adopter ?	48
3.4. Quelles cultures faut-il irriguer ?	50
3.5. Le stockage de l'eau et la continuité écologique sont-ils compatibles ?	51
3.6. Qui doit financer les investissements pour le stockage et l'irrigation ?	53
4. S'ÉLARGIR A L'APPROCHE « BESOINS, RESSOURCES, BIENS ET SERVICES » POUR RÉUSSIR UNE ANTICIPATION A GAINS MULTIPLES : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU RAPPORT	55
4.1. Afficher une nouvelle vision stratégique sur l'eau agricole et le développement durable et restaurer un dialogue interministériel avec le Département en charge de l'environnement	55
4.2. Porter le débat aux niveaux national et régional en s'appuyant sur la prospective, organiser des conférences-débat avec les Régions et une conférence-débat nationale, reverser le rapport aux démarches en cours (PNACC, SRADDET ...)	56
4.3. Porter la synthèse des débats aux élus de la nation pour refonder la politique de l'eau, apporter un soutien financier accru à la transition vers une agriculture durable	57
4.4. Inciter les Régions et les territoires à prendre en main les stratégies et projets d'adaptation, mettre en place des projets territoriaux d'agriculture durable (PTAD)	59
4.5. Mobiliser la recherche pour chiffrer les externalités de la bioéconomie, des scénarios « statu quo » et des stratégies alternatives dans les territoires	59
4.6. Communiquer et former les jeunes générations aux enjeux liés de l'alimentation durable, du climat et de la gestion intégrée des ressources, mobiliser l'appareil de formation agricole	60
4.7. Développer une vision européenne et interrégionale sur l'eau, la sécurité alimentaire et le développement durable dans le contexte du changement climatique	60
ANNEXES	61
Annexe 1 : Lettre de mission	63
Annexe 2 : Liste des sigles utilisés	65

RÉSUMÉ

Le changement climatique impacte le cycle de l'eau et l'agriculture. Les cinq grands risques identifiés par le dernier rapport du GIEC sont relatifs à l'eau, à l'agriculture et aux moyens de subsistance. Le risque est mondial, régional (Afrique, Méditerranée, Asie du Sud...), national et local. La sécurité alimentaire sera affectée sous ses quatre aspects (accès, stabilité, disponibilité, qualité) tout au long du siècle (GIEC, 2015).

La mission du CGAAER a considéré la problématique sous l'angle du *développement durable*, c'est-à-dire en développant une analyse systémique et prospective intégrant la question des besoins à satisfaire et celle des « externalités » (les impacts positifs et négatifs). Elle a synthétisé les statistiques et les documents internationaux (rapport du GIEC...), régionaux (méditerranéens et européens) et nationaux, puis elle a analysé six territoires représentatifs de la diversité française pour en explorer deux ou trois avenir possibles.

Le rapport alerte sur les impacts du défaut d'anticipation (scénario *statu quo*). Il démontre la possibilité de solutions d'adaptation conformes à l'Accord de Paris (COP 21) dans les six territoires. Il met en débat six questions puis formule sept recommandations pour la réussite du développement durable.

1. L'importance unique du « secteur des terres » (agriculture, forêts, sols et eau agricole) et la vulnérabilité des sols et de l'agriculture française au dérèglement climatique

Le 5^{ème} rapport du GIEC a souligné *l'importance unique du secteur des terres* (sols, agriculture et forêt) conférée à la fois par ses rôles sur l'alimentation, sur l'emploi et sur les équilibres territoriaux, par sa vulnérabilité au changement climatique et par sa contribution décisive possible à la protection du climat.

Des progrès à gains multiples sont possibles. Comme le rappelle l'équation de la photosynthèse ($6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{lumière} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$), améliorer la fonction chlorophyllienne de l'eau permet un captage accru du carbone en excès dans l'atmosphère (présent sous forme de CO_2) et sa réorganisation, afin de : i) transformer une partie du CO_2 qui menace notre planète en élément de fertilité des sols, et ii) produire d'avantage d'oxygène et de matière renouvelable par biosynthèse pour l'alimentation ainsi que pour les vêtements, la construction, la chimie verte, les transports et l'énergie, avec des effets de substitution puissants au service du climat (réduction des émissions de GES dans les autres secteurs).

Relever le défi du développement durable dans le *secteur des terres*, c'est réussir à s'adapter au changement climatique et à assurer la sécurité alimentaire en préservant les ressources. C'est aussi contribuer significativement à l'effort de protection du climat comme à la création d'emplois.

La question des sols, et donc celle de la gestion de l'eau, est fondamentale car :

- La réussite suppose des sols vivants, sols dont le bon état est aujourd'hui affecté par la variabilité climatique croissante ainsi que par l'aridification (dans le sud du pays) et par la méditerranéisation (dans la partie intermédiaire) en cours.
- Le rapport *Climator* (ANR/INRA) annonce des baisses sensibles et croissantes d'humidité des sols dès les années 2020 au début du printemps (avril), période cruciale pour les cultures.
- Selon *Climsec* (Météo France), les sécheresses agricoles pourraient devenir *extrêmes sur la majeure partie du territoire dès les années 2080, avec des durées totalement inconnues dans le climat actuel.*

2. Le scénario de statu quo : quels impacts pour nos six territoires et pour la France ?

Les impacts annoncés sont lourds dans toutes les dimensions du développement durable.

□ Au plan économique

Les pertes annoncées concernent la production agricole (en quantité et en qualité), les revenus et la compétitivité.

- A Montpellier, la température moyenne estivale s'est accrue de 2,3°C en 30 ans et la région est passée en zone climatique « semi-aride ». Dans la plaine du *Languedoc* comme dans la *Drôme*, la dégradation du bilan hydrique des sols, résultat de l'augmentation de l'évapotranspiration, est telle que nombre de cultures qui se faisaient en sec il y a quelques années ne peuvent plus se concevoir sans un apport modéré en eau à la période cruciale pour la plante. Dans la *Drôme des collines*, la diminution préconisée de 40 % des volumes prélevables en eau aboutirait à court terme à des pertes de production (abricot, maïs...) équivalent pour ce petit territoire à 6 millions €/an et à 10 millions € en année sèche. Pour le *Languedoc*, le chiffre d'affaires de la filière viti-vinicole pourrait être réduit de moitié à terme.
- La *Lozère*, département pauvre, vit de l'élevage à l'herbe. Le climat « tempéré humide » de Mende est devenu « tempéré méditerranéen ». La perte de productivité est de l'ordre de 11 % (rapport de recherche Climfourrel). Le coût des calamités agricoles pour raisons climatiques révèle une perte financière de 14 millions €/an pour la *ferme Lozère*, représentant environ 30 % du revenu agricole moyen par exploitation. Le scénario *statu quo* annonce d'ici dix ans une nouvelle perte de 20 % du revenu agricole. Toute l'économie risque de s'effondrer à terme.
- Sur le bassin de la *Boutonne* (bassin à cheval sur la Charente et les Deux Sèvres), aujourd'hui consacré aux grandes cultures, l'irrigation concerne moins de 20 % des exploitations. Elle permet le maintien d'une diversité de petites exploitations : 67 éleveurs bovins, 40 petites exploitations céréalières (55 ha/exploitation) et une coopérative d'agriculteurs bio qui développe une gamme de 14 cultures. Les relations conflictuelles entre agriculteurs et associations environnementales annoncent un risque d'échec du « projet de territoire » alors qu'il n'y a pas de « plan B ». La perte de compétitivité serait de 10 %. A l'horizon 2050, toute l'agriculture irriguée aurait disparu.
- La *Beauce*, première région irriguée de France (340 000 ha équipés, 241 000 irrigués en 2010) recourt en moyenne au moins 2 années sur 5 à une irrigation d'appoint pour les céréales (40 à 70 mm/an). L'irrigation sert d'assurance récolte et d'assurance qualité (taux protéique des blés). Le reste de la sole irriguée est consacré aux cultures de diversification (pommes de terre, légumes) ainsi qu'aux semences. Le scénario *statu quo* annonce la fin de l'agriculture irriguée, ce qui aurait un impact économique majeur.
- Dans les *Hauts-de-France*, le scénario annonce une perte de chiffre d'affaires (cultures maraîchères et de semences irriguées sous contrats) de 14 millions €/an sur l'agriculture et de 75 millions €/an pour l'industrie agro-alimentaire, soit une perte économique de 5 % par an pour la filière, avec à la clef un risque supplémentaire de délocalisation à l'étranger de l'industrie de transformation.

L'impact économique global serait lourd : perte de compétitivité du pays, déficit de la balance commerciale, coût des calamités et assurances agricoles ainsi que des mesures de soutien aux agriculteurs, impacts sur le tourisme (ex *Languedoc*) ainsi que sur les autres secteurs de l'économie dans les zones rurales pauvres.

□ **Au plan social et de la justice climatique**

Le scénario annonce à la fois :

- *Des pertes d'emplois* (directs, indirects et induits). Elles sont chiffrées à 500 emplois productifs (agricoles et industriels) par an dans les *Hauts-de-France*, emplois induits donc non compris. Sur le *Languedoc*, la perte cumulée d'emplois productifs pourrait être à terme de 50 000.
- *Un recul des systèmes alimentaires territorialisés / circuits courts* (*Drôme / Lyon, Beauce / Paris*).
- Une forte *injustice climatique*. Le cas de la *Lozère* est emblématique. L'effondrement possible du « Département des sources » aurait des conséquences sur toutes les composantes de la vie sociale.

□ **Au plan environnemental**

Les impacts annoncés, tout aussi importants, concernent de nombreuses composantes écologiques :

- *Simplification des paysages et pertes de biodiversité terrestre*. Dans tous les territoires, le scénario *statu quo* annonce : i) une forte dégradation du bilan hydrique des sols, et, par suite, de leur biodiversité, ii) l'agrandissement des exploitations et la simplification des systèmes (céréalisation), iii) une perte de diversité agricole ainsi que le recul des systèmes herbagers et une forte « désagricolisation », soit un nouveau recul des « milieux ouverts » (une des causes principales de perte de biodiversité en France).
- *Risques de feux et d'inondations accrus*. En *Languedoc*, *Drôme* et *Lozère*, le recul de l'agriculture conduira *de facto* à accroître les risques. Quand la vigne recule dans le *Languedoc*, elle est remplacée par la friche (non gérée) ou par le béton (ce qui empêche l'infiltration de l'eau). Et quand l'herbe disparaît en *Lozère* ou dans la montagne drômoise, c'est la friche, prête à brûler, qui y succède.
- *Croissance des émissions de GES*. L'augmentation du risque feux et l'étalement urbain annoncés sont aussi des risques pour le climat (déstockage de carbone, émissions accrues des secteurs du transport et du bâtiment). Le nouveau recul de la production de fruits et légumes imposera des importations accrues de pays, voisins ou éloignés, avec des consommations de transports d'autant augmentées.
- *Pollutions de l'eau accrues*. Avec l'augmentation de l'évapotranspiration, les étiages seront bien plus sévères : les baisses de débits dépasseront 50 % sur certains bassins. Le scénario du *statu quo* annonce par suite une forte concentration des pollutions. De plus, le recul annoncé de l'irrigation n'est pas favorable à la bonne gestion de l'azote.
- *Perte de biodiversité aquatique* (pour mémoire). Tous les scénarios de la prospective *Explore 2080* du ministère en charge de l'écologie ont montré des milieux et une biodiversité aquatique sous forte pression en 2080. Ils ont aussi révélé que le sacrifice de l'agriculture irriguée n'y changerait pas grand-chose, ce que confirme le présent rapport (ex de la *Boutonne*).

□ **Au plan international**

Le scénario conduirait :

- *Au non respect par la France de l'Accord de Paris (COP 21)*, lequel impose des efforts d'adaptation et d'atténuation tels qu'ils ne menacent pas la production alimentaire.
- *A menacer notre souveraineté alimentaire* et à amplifier la montée des risques d'insécurité alimentaire interrégionaux (Europe/Méditerranée/Afrique) et donc d'instabilités. En effet, l'Union européenne est à nouveau dépendante des importations, à hauteur de 10 % en calories ; la balance commerciale agro-alimentaire de la France, hors secteur des vins et spiritueux, excédentaire en 2000, est devenue déficitaire (chute de plus de 4 milliards € en 15 ans) et la dépendance alimentaire du Maghreb pourrait passer de 50 % aujourd'hui à 70 % en 2050 (étude INRA Pluriagri).

- A une *dégradation accrue des milieux aquatiques de pays bien plus pauvres en eau* que la France.

3. Des solutions sont possibles : les scénarios d'anticipation

D'autres itinéraires sont possibles. Des acteurs se mobilisent sur le terrain pour faire bouger les lignes : c'est le cas notamment en Vendée et en Languedoc. Les solutions d'intérêt général explorées par le rapport du CGAAER dans les six territoires reposent sur la mobilisation conjointe de plusieurs types de leviers.

□ Développer la ressource en eau utilisable

Dans tous les territoires, le développement de la ressource utilisable (au-delà de la seule substitution de prélèvements estivaux par des prélèvements en période de hautes eaux) est une *condition sine qua non d'un scénario d'intérêt général*. Il peut prendre, selon les cas, plusieurs formes :

- *Stockage d'une petite partie des excédents hivernaux pour un report d'utilisation aux périodes déficitaires afin de satisfaire les nouveaux besoins de l'étiage*. C'est une nécessité dans tous les territoires. Sur la *Boutonne*, stocker 4 % des écoulements annuels permettrait d'éviter les assècs annoncés, de répondre aux besoins agricoles et de gagner en compétitivité. Un tel taux (4 %) est faible en comparaison des taux observés en Espagne (Ebre : 50 %) ou au Maroc (Oum er Rbia : 200 %).
- *Pompage dans les fleuves ou nappes à ressources abondantes et/ou transferts de cours d'eau excédentaires vers des cours d'eau déficitaires*. La réalisation du projet AquaDomitia par l'ex région Languedoc-Roussillon a permis de satisfaire les besoins urbains et des milieux littoraux (soutien d'étiage) et de sauvegarder, avec les autres mesures mises en œuvre, 30 % du vignoble languedocien. Pompages et transferts font partie des solutions pour la *Drôme* et pour les *Hauts-de-France*.
- *Réutilisation d'eaux usées traitées*. Cette solution vaut notamment pour la *Beauce* et pour le *Languedoc*.

□ Améliorer l'efficacité de l'irrigation

Des progrès significatifs ont été réalisés en France : i) l'irrigation gravitaire ne concerne plus qu'une exploitation sur dix en 2010 contre une sur trois en 1979, ii) un irrigant sur quatre est équipé en micro-irrigation en 2010 contre seulement 3 % en 1979, et iii) la productivité de l'eau d'irrigation en grandes cultures (tonne de matière sèche produite par m³ d'eau prélevé) a progressé de 30 % en 20 ans. Quatre leviers ont contribué au progrès de l'efficacité : la *réduction des pertes dans les réseaux*, l'*aide à la décision pour le pilotage de l'irrigation*, la *sélection génétique* et les *stratégies d'esquive* (décalage des cycles culturaux).

Des progrès sont encore possibles, en économie d'eau ou en résilience, notamment par la *sélection génétique* (blé, maïs) et par la promotion d'*irrigations de précision et de type « agro-écologique »*. Ils sont une condition du scénario d'anticipation, notamment en *Beauce*. L'*effet de mulch* procuré par les résidus végétaux ou des couverts vivants (« agriculture de conservation ») limite l'évaporation directe du sol et augmente la résilience aux sécheresses : c'est une autre voie de progrès possible.

□ Adapter les systèmes de culture

En *Lozère*, l'adaptation de la conduite des systèmes fourragers aux nouvelles conditions climatiques fait partie des leviers de l'adaptation. Sur la *Boutonne*, le projet de territoire promeut des cultures moins gourmandes en eau comme celle du sorgho. La recherche (INRA) met au point des systèmes pour aider les agriculteurs à faire les bons choix de culture en temps réel, selon la disponibilité en eau projetée.

□ **Baisser les DOE (débits d'objectif d'étiage) pour les adapter aux nouvelles données hydrologiques de l'étiage**

La prospective *Garonne 2050* de l'Agence de l'eau Adour-Garonne a montré que les deux mesures déterminantes de l'adaptation sont, d'une part, la baisse des DOE, et, d'autre part, l'augmentation de la capacité de stockage d'une partie des excédents hivernaux. Selon *Garonne 2050*, réduire les DOE en proportion de la baisse annoncée du fait du changement climatique (-50 %) remettrait en cause les services multiples rendus par la Garonne en été. Les maintenir au niveau actuel serait hors de prix car nécessiterait des investissements considérables d'infrastructures (stockage). Un juste milieu doit donc être trouvé : baisse relative des DOE pour les adapter aux nouvelles données hydrologiques de l'étiage et stockage accru. Le présent rapport montre qu'en réalité, tous les territoires sont concernés.

□ **Valoriser les produits et préserver le foncier irrigué**

Un scénario d'intérêt général suppose de mobiliser d'autres leviers que d'agir sur l'*offre* (stockage, transferts, réutilisations) ou sur la *demande* (efficacité de l'irrigation, adaptation des systèmes de cultures, baisse des DOE). En *Lozère*, mieux valoriser les produits locaux (création de valeur) permettrait de compenser pour partie la perte de revenus constatée et annoncée. En *Languedoc* et en *Drôme*, il est urgent de stopper la perte de terres équipées pour l'irrigation causée par l'étalement urbain.

□ **Faire émerger un nouveau dialogue sociétal et une nouvelle génération de projets, promouvoir une approche d'économie verte de type « BRBS » (besoins, ressources, biens et services)**

Dans tous les territoires, le passage à un scénario de développement durable nécessite un dialogue sociétal renouvelé, l'émergence de « projets de société » fondés sur une vision prospective (développement durable) et une capacité à arbitrer et à mettre en œuvre les projets, donc aussi des capacités de maîtrise d'ouvrage.

Le développement de la ressource en eau utilisable imposera d'élargir la politique publique de l'eau d'une approche d'abord environnementale de type PER (pression état réponse) à une approche de développement durable de type BRBS (besoins, ressources, biens et services).

Cette évolution pourrait conduire à des scénarios de durabilité allant bien au-delà de la seule préservation de l'existant : développer un peu plus d'eau utilisable permettrait par exemple de créer 500 emplois/an dans les *Hauts-de-France*, de produire des CIPAN (cultures intermédiaires pièges à nitrates) ou de transformer une part du vignoble du *Languedoc* en cultures de fruits et légumes (circuits courts).

4. Six questions en débat

Le rapport met en débat six questions :

1. *Alimentation : service marchand ou bien public ?* Le rapport rappelle la position du *Forum des ONG* sur le droit à la « souveraineté alimentaire », l'importance stratégique nouvelle de la gestion de l'eau et la nécessité absolue de ne pas mettre en opposition consommateurs et producteurs. *Chacun doit pouvoir se nourrir et notre indépendance alimentaire, qui est directement liée à la disponibilité en eau, doit pouvoir être préservée* (Rapport « Eau : urgence déclarée », Délégation sénatoriale à la prospective, mai 2016).
2. *Jusqu'à où l'agriculture pluviale ou une agriculture irriguée peu consommatrice d'eau peuvent-elles couvrir les besoins ?* Si la grande diversité française appelle à des solutions d'adaptation elles-mêmes diversifiées, le rapport du CGAAER souligne les limites des solutions « pluviales ». Il met en exergue une conclusion importante : l'irrigation, considérée jusqu'ici comme un facteur de production, devrait être comprise aujourd'hui comme un facteur de « durabilité » pour sa contribution à la diversité et à l'emploi, au maintien d'un maillage d'exploitations familiales ou encore à la gestion/prévention des risques.

3. *Faut-il opposer l'eau « milieu » et l'eau « ressource » : quelle vision adopter des services écosystémiques et de l'écologie ?* Le rapport questionne les impacts possibles sur les milieux aquatiques de la satisfaction des nouveaux besoins en eau agricole. Le doublement de la demande en eau agricole à l'horizon 2050 pour l'Europe de l'Ouest, retenu par le scénario « durabilité » du Centre des systèmes environnementaux de l'Université de Kassel, amènerait en France à prélever 3,4 % de la ressource renouvelable, ce qui est modeste par rapport aux pays déjà en situation de stress hydrique. Par exemple, l'Espagne mobilise 19,2 % de sa ressource pour l'irrigation et elle a encore planifié une augmentation de 20 % de la superficie irriguée de 2015 à 2021, soit + 700 000 ha. Le rapport invite à adopter une vision écologique globale n'opposant pas milieux aquatiques et milieux terrestres. Il rappelle une conclusion du rapport sénatorial à savoir que *le bon état des eaux ne peut s'appréhender sous l'angle seulement national et qu'il serait peu responsable de déplacer encore plus nos problèmes sur des pays qui ont moins d'eau et qui rencontrent bien plus de difficultés que le nôtre.*
4. *Quelles cultures faut-il irriguer ?* A moins d'envisager une modification en profondeur des régimes alimentaires des français, il paraît raisonnable de sécuriser les productions qui concourent aujourd'hui à ces régimes. Le rapport rappelle que le choix des cultures à irriguer, dans le contexte du changement climatique, ne peut s'affranchir de la grande diversité d'enjeux portés par l'agriculture dans les territoires.
5. *Le stockage de l'eau et la continuité écologique sont-elles compatibles ?* Le rapport souligne l'importance nouvelle du stockage de l'eau, mise d'ailleurs en exergue par le dernier rapport du GIEC. Il rappelle la possibilité, dans biens des cas, de concilier stockage et continuité écologique.
6. *Qui doit financer les investissements pour le stockage et l'irrigation ?* Le niveau d'investissements est tel qu'il est en général hors de portée des agriculteurs seuls. Si l'on accepte l'idée que le stockage et l'irrigation sont indispensables pour s'adapter au climat et assurer la souveraineté alimentaire à long terme du pays, la question posée est donc de savoir qui doit prendre en charge le coût des investissements, à côté des agriculteurs : les consommateurs ou les citoyens (contribuables) ?

5. Sept recommandations pour la réussite de l'anticipation

Le rapport se conclut par la formulation des sept recommandations suivantes :

1. Restaurer un dialogue interministériel entre les ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement pour promouvoir des scénarios de type gagnant – gagnant
2. Porter le débat au niveau national (plan d'adaptation au changement climatique) et dans les Régions volontaires en s'appuyant sur la prospective (organisation de conférences-débats)
3. Porter la synthèse des débats devant la représentation nationale pour refonder la politique de l'eau et sa planification (SDAGE), apporter un soutien financier accru à la transition vers une agriculture durable
4. Inciter les Régions et les territoires à prendre en main les stratégies (schémas régionaux SRADDET) et les projets d'adaptation, mettre en place des *projets territoriaux d'agriculture durable*
5. Mobiliser la recherche pour chiffrer les externalités de la bioéconomie, des scénarios de *statu quo* et des stratégies alternatives dans les territoires
6. Communiquer et former les jeunes générations aux enjeux liés de l'alimentation, du changement climatique et de la gestion/activation intégrée des ressources, mobiliser l'appareil de formation agricole
7. Développer avec les ministères en charge des affaires européennes et étrangères et de la défense, une vision européenne et interrégionale sur l'eau, la sécurité alimentaire et le développement durable dans le contexte du changement climatique, adapter les politiques communautaires

Mots clés : Eau, changement climatique, agriculture, adaptation, bioéconomie, sécurité alimentaire, France, Europe

Eau, agriculture et changement climatique

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RECOMMANDATIONS

Réussir une anticipation gagnant/gagnant par l'élargissement de l'approche PER (pression, état, réponse) à l'approche BRBS (besoins, ressources, biens et services)		
Recommandations	Suites opérationnelles	
1	<p>Afficher la nouvelle vision stratégique du ministère en charge de l'agriculture (MAA) sur l'eau agricole et le développement durable et restaurer un dialogue interministériel avec le Ministre de la transition écologique et solidaire (MTES) pour réussir une anticipation de type gagnant/gagnant</p>	<p>Réunion des deux Ministres, Présentation du rapport au Ministre de la transition écologique et solidaire, Affichage d'une position commune en conférence de presse. Travail conjoint pour la préparation du volet eau et agriculture du futur plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)</p>
2	<p>Porter le débat sociétal aux niveaux national et régional en s'appuyant sur la prospective</p>	<p>Conférence-débat nationale multi acteurs (OPA, Sénat, Régions de France, élus locaux, recherche, ONG, EDF...) Présentation du rapport à Régions de France. Conférences-débat avec les Régions volontaires Reverser le rapport du CGAAER aux démarches stratégiques en cours sur l'adaptation (Plans d'adaptation des Agences de l'eau, PNACC,) et sur le développement durable (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires, SRADDET)</p>
3	<p>Porter la synthèse des débats aux élus de la nation pour refonder la politique de l'eau, apporter un soutien technique et financier accru à la transition vers une agriculture durable</p>	<p>Travailler aux évolutions législatives et réglementaires à envisager Réserver une part des financements du plan de relance agro-alimentaire de 5 Md€ pour l'eau agricole</p>
4	<p>Inciter les Régions et les territoires à prendre en main les stratégies d'adaptation</p>	<p>Appui du CGAAER aux Régions qui le souhaiteraient pour l'élaboration des SRADDET Circulaire interministérielle MAA/MTES en lien avec Régions de France pour la mise en place de projets territoriaux d'agriculture durable (PTAD)</p>
5	<p>Mobiliser la recherche pour chiffrer les externalités de la bioéconomie, des scénarios « statu quo » et des stratégies alternatives dans les territoires</p>	<p>Lettre conjointe MAA/MTES aux présidents de l'IRSTEA et de l'INRA et suivi au niveau de leurs conseils d'administration</p>
6	<p>Communiquer et former les jeunes générations aux enjeux liés de l'alimentation durable, du climat et de la gestion intégrée des ressources, mobiliser l'appareil de formation agricole</p>	<p>Demander au DGER de mobiliser sur ce thème l'appareil de formation agricole Mise en place d'un plan de communication (service communication du MAA)</p>
7	<p>Développer une vision européenne et interrégionale sur l'eau, la sécurité alimentaire et le développement durable dans le contexte du changement climatique</p>	<p>Faire prendre en compte le sujet par la future PAC (notamment modification du règlement de développement rural, RDR) et le processus de révision de la directive-cadre sur l'eau, DCE Se rapprocher des ministères en charge des affaires étrangères et de la défense pour une réflexion partagée</p>

1. CONTEXTE ET ENJEUX

1.1. Eau, sols, agro-systèmes et bioéconomie durables : réussir l'adaptation et l'atténuation et assurer la sécurité alimentaire

L'agriculture n'est pas possible sans eau. Les sécheresses et les canicules affectent la vie biologique des sols, la biodiversité et toutes les fonctions liées (encadré 1). Dans les pays confrontés au stress hydrique, l'irrigation remonte ainsi à l'histoire la plus ancienne¹. Il en allait de la sécurisation des systèmes alimentaires et du progrès humain. L'épanouissement de civilisations brillantes - mésopotamienne et égyptienne, inca et aztèque, méditerranéennes et oasiennes,... - y trouve son origine.

La France méditerranéenne a toujours été confrontée au problème de l'eau. Les cours d'eau, pour la plupart capricieux, connaissent des étiages sévères. Les fins de printemps et les étés sont chauds et très secs. Les pluies automnales, souvent d'une grande violence, provoquent des inondations dévastatrices. La ressource en eau fait défaut les mois d'été, ceux qui concentrent l'essentiel des besoins, alors qu'elle est en fort excès à l'automne et en hiver. La « maîtrise de l'eau » et l'irrigation y sont donc multiséculaires (encadré 2) : elles ont puissamment contribué à dessiner des *paysages méditerranéens*, riches en biodiversité² et de grande valeur culturelle et touristique.

Aujourd'hui, l'agriculture et la gouvernance de la gestion des ressources naturelles, doivent, comme le reste de l'économie, réussir des *transitions*. Le défi à relever est considérable car :

- de nombreux systèmes agricoles dans le monde sont dégradés et considérés comme « en danger » par la FAO pour diverses raisons : érosion et salinisation des sols, pertes de biodiversité, surexploitation des nappes, pollutions...,
- les systèmes agricoles intensifs conventionnels sont trop dépendants de la chimie et du pétrole,
- la production alimentaire mondiale doit s'accroître d'au moins 60 à 70 % d'ici 2050 (FAO),
- les processus hydrologiques, la vie biologique des sols, la production alimentaire et les revenus des ruraux sont et vont être de plus en plus impactés par le *dérèglement climatique*.

L'économie de la photosynthèse va devoir aussi apporter sa contribution aux *autres grands défis du siècle* :

- la *lutte contre le changement climatique* et l'économie de l'« après pétrole » (en substituant des produits biosourcés à des produits issus de ressources minières très émetteurs de gaz à effet de serre),
- la prévention des risques naturels (inondations, canicules...) et la gestion dynamique de la biodiversité,
- l'emploi et l'équilibre urbain/rural.

Selon la manière dont elle pourra se développer ou non, la *bioéconomie* pourra accroître les problèmes, ou, tout au contraire, assurer durablement notre alimentation tout en produisant d'autres biens ainsi que d'importants services environnementaux dont la lutte contre le changement climatique (encadré 3).

Comme l'ont souligné le dernier rapport du GIEC et la COP 21, le grand défi mondial sera de *réussir ensemble l'atténuation, l'adaptation et la sécurité alimentaire*.

¹ L'irrigation est née il y a environ 7 500 ans sans doute près de l'actuelle Palmyre en Syrie ; soit près de 2 000 ans avant la création des premières vraies villes. Parmi les gravures vieilles de 4 000 ans retrouvées sur le mont Bego (Vallée des merveilles, Alpes maritimes), nombre d'entre elles sont consacrées à la fertilisation de la terre par le captage de l'eau et l'irrigation.

² La Méditerranée est un des grands sites de la biodiversité mondiale : on compte bien plus de biodiversité dans le seul département des Alpes Maritimes que dans toutes les îles britanniques, et encore bien plus en Turquie.

Encadré 1. Sols, vie biologique, biodiversité et climat

La vie sur terre dépend des sols, mince pellicule, fruit et support de la végétation. Dans chaque gramme de sol agricole, on compte environ 1 milliard de bactéries (et plus de 10 000 espèces) ainsi que des algues, des champignons... Cette vie microbienne assure des fonctions essentielles : décomposition des matières organiques, recyclage et solubilisation des nutriments, fixation de l'azote atmosphérique, fourniture de substances complexes organiques, approvisionnement en eau des plantes... Elle constitue la base de la production alimentaire.

Ces micro-organismes et le bon état écologique des sols sont dépendants de la température et de l'état hydrique des sols, les optimums étant une température de 20 à 30°C et un taux d'humidité de 30 à 60 % de la capacité au champ. Les sécheresses et canicules ont des effets à la fois directs (mortalités) et indirects (changements des habitats microbiens). Toutes les fonctions microbiennes et la biodiversité sont touchées. Même si la pluie revient au bout d'un certain temps, le retour de la vie microbienne n'a rien d'assuré : il y a des effets de seuils possibles.

(Source : INRA)

Encadré 2. Paysages méditerranéens et gestion de l'eau en bien commun dans le Sud de la France

Depuis l'époque romaine, des ouvrages ont amené l'eau aux villes et aux cultures. Dès le Haut Moyen Âge, des associations d'irrigants se sont constituées à l'échelle des « bassins déversants ». Des collectifs s'imposaient pour construire les ouvrages et gérer l'eau en « bien commun », c'est-à-dire pour édicter les règles permettant d'assurer le partage équitable de la ressource et l'entretien des canaux. Plusieurs associations syndicales autorisées (ASA) d'aujourd'hui en sont les descendantes directes.

Plus récemment, des sociétés d'aménagement régional ont été constituées pour amener l'eau aux villes et aux champs à partir de fleuves puissants ou de barrages à buts multiples (hydroélectricité, stockage) où des réserves agricoles ont été financées dès l'origine. Ces ouvrages jouent souvent un rôle important pour le soutien d'étiage, donc pour les milieux aquatiques. Certains lacs de retenues permettent des activités récréatives et touristiques non négligeables ou sont devenus des zones d'intérêt écologique signalé. Comme l'herbe et l'agriculture, lorsqu'elles assurent une bonne infiltration de l'eau, les retenues contribuent aussi à la réduction des risques d'inondations.

Encadré 3. L'importance « unique » du secteur des terres dans le nouveau contexte planétaire

L'économie de la *photosynthèse* ($6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{lumière} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$) ou « bioéconomie » a ceci d'unique de pouvoir capter du carbone en excès dans l'atmosphère sous forme de CO_2 (gaz carbonique) pour : i) le *stocker* dans les sols (sous forme de matière organique) et dans les tissus (bois, fibres...), ii) produire des denrées alimentaires, et iii) *substituer* matériaux, chimie et énergie biosourcés renouvelables à des produits conventionnels (ciment, charbon, hydrocarbures, plastiques à base de pétrole...) non renouvelables et très émissifs de GES. La bioéconomie produit en outre de nombreux emplois directs, indirects et induits, trop souvent mal chiffrés et sous-estimés.

Le dernier rapport du GIEC a souligné, pour la première fois, l'importance « unique » du secteur des terres (agriculture, forêt, eau agricole et sols). Celle-ci est conférée à la fois : i) par ses rôles sur l'alimentation, sur l'emploi et sur les équilibres territoriaux ; ii) par sa grande vulnérabilité au changement climatique ; et iii) par sa contribution décisive possible à la réussite de l'atténuation. Il est en effet possible de jouer de différents leviers : *réductions* directes des émissions de GES du secteur agricole ; *stockage* de carbone dans les sols, les forêts et dans les utilisations d'aval (bois, béton de chanvre...) ; réduction de l'étalement urbain, de la déforestation et des feux (et donc du déstockage de carbone) ; réduction du gaspillage alimentaire ; accroissement de l'offre en produits biosourcés (fibres, chimie du végétal, bioénergies) pour amplifier l'effet de *substitution* et réduire ainsi les émissions d'autres secteurs (énergie, transports, bâtiment). Selon le GIEC, le secteur représente au total 40 % de la solution climatique à l'horizon 2030. Le rapport du CGAAER « *Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique* » (2015) a montré que ce chiffre valait aussi pour la France.

Plus que jamais, l'importance stratégique des *ressources rurales*³ (l'eau douce, les sols, la forêt, la biodiversité, l'agriculture et ses savoir-faire) nécessite ainsi d'être soulignée.

1.2. Eau, alimentation et changement climatique aux niveaux mondial et interrégional : quels sont les enjeux pour l'Europe ?

□ L'eau et l'alimentation au niveau mondial : une ressource mal répartie, sur ou sous-exploitée

L'alimentation des populations est un élément essentiel du bilan hydrologique mondial : l'eau agricole représente 70% du total d'eau douce prélevé par les hommes⁴. L'agriculture, comme les autres usages, ne fait cependant qu'« emprunter » l'eau : la part « consommée » (évapotranspirée), qui représente 60 % du total prélevé⁵, n'est pas perdue (cycle de l'eau). Le reste s'écoule en aval, revient aux milieux, en crée parfois de nouveaux (zones humides) ou s'infiltre dans les sols jusqu'à atteindre les nappes.

Si, à l'échelle globale, l'eau douce ne fait pas défaut, la ressource en eau est fort mal répartie dans le temps comme dans l'espace. Or, immense paradoxe mondial, depuis plusieurs décennies, la croissance démographique est en moyenne double dans les zones sèches (régions arides et semi-arides) que dans les zones mieux arrosées. Ainsi, dans les pays de la rive Nord de la Méditerranée, du Portugal à la Turquie, la demande en eau ne représente que 13 % des ressources conventionnelles potentielles. Pour une large part utilisée pour la production d'énergie, l'eau prélevée revient pour l'essentiel très vite aux cours d'eau. A contrario, dans les pays de la rive Sud, du Maroc à la Syrie, la demande en eau, essentiellement agricole, représente 105 % de la ressource conventionnelle potentielle⁶. L'eau prélevée au Maghreb est à 30 % d'origine non durable (prélèvements dans des nappes fossiles, sur-prélèvements dans les nappes renouvelables)⁷. En Afrique sub-saharienne, en revanche, la ressource est encore relativement peu mobilisée alors que les besoins alimentaires et d'emplois sont pourtant immenses et mal satisfaits.

□ Le changement climatique menace l'agriculture et la sécurité alimentaire

Le changement climatique accroît les besoins en eau de l'agriculture, augmente l'occurrence des risques et menace la sécurité alimentaire (encadré 4).

Encadré 4. Les cinq grands risques identifiés pour le monde par le GIEC

Les cinq grands risques futurs relevés par la communauté scientifique avec une confiance élevée (5^{ème} rapport du GIEC) sont tous relatifs à l'eau et à la sécurité alimentaire :

- « mise en péril des moyens de subsistance suite aux inondations »,
- « rupture des systèmes alimentaires suite à la variabilité des pluies et aux sécheresses »,
- « perte de revenus ruraux et de moyens de subsistance suite à un accès insuffisant à l'eau d'irrigation et à la diminution de la productivité agricole »,
- « perte de services écosystémiques en zones côtières avec leurs impacts sur la pêche »,
- « risques systémiques résultant des événements météorologiques extrêmes »

Le GIEC conclut que toutes les dimensions de la sécurité alimentaire (accès à l'alimentation des populations pauvres, stabilité, qualité, disponibilité) seront affectées tout au long du siècle.

³ Les ressources territoriales sont données (l'eau et les ressources naturelles en général) ou construites (par ex : accumulation d'un savoir faire), génériques (ex : eau disponible non utilisée,...) ou spécifiques. Elles constituent un potentiel à exploiter, organiser ou révéler, et pour qu'il y ait développement, il faut les « activer ».

⁴ Et plus de 90 % du total d'eaux vertes et bleues utilisés par les hommes : cf. *État de l'art* § 2.1.

⁵ Cf. *État de l'art*, tableau 1 Bilan hydrologique mondial

⁶ Calcul Plan Bleu (J. Margat) pour le séminaire SESAME 1, Montpellier, 2013.

⁷ Calcul Plan Bleu

Ses effets sur la production et sur les revenus ruraux, déjà sensibles, menacent de nombreux pays où la dégradation de la base productive (sols et eau) et la pauvreté rurale accroissent la vulnérabilité⁸.

□ **Les avancées des COP 21 (Paris, 2015) et 22 (Marrakech, 2016)**

La COP 21 a permis de mettre la question de l'« *adaptation* » au même niveau que celle de l'« *atténuation* ». Les contributions des pays (NDCs⁹) ont mis en exergue les deux grandes priorités mondiales : *l'agriculture et l'eau*. L'Accord de Paris a décidé (article 2) que les efforts d'adaptation et d'atténuation devront dorénavant être conduits « *de façon telle que la production alimentaire ne soit pas menacée* ».

Les Ministres de l'agriculture se sont fortement mobilisés. Les initiatives « *4/1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat* » et « *Adaptation de l'Agriculture Africaine* » (Triple A) ont été successivement lancées à Paris et Marrakech. Les trois priorités de l'initiative Triple A sont l'eau, les sols et les financements.

□ **Face aux contraintes de la disponibilité en eau, quelles stratégies d'adaptation ?**

Face aux contraintes croissantes relatives à la disponibilité en eau, trois grands types de stratégies sont possibles :

1. *Ajuster l'offre à la demande d'eau par le développement de nouvelles ressources*, c'est-à-dire : i) stocker l'eau en surface ou/et dans les nappes, en prélevant une part des excédents d'écoulements des périodes pluvieuses pour un report d'utilisation aux périodes déficitaires, ii) transférer de l'eau de bassins excédentaires à des bassins déficitaires, iii) promouvoir des systèmes qui permettent une meilleure collecte et infiltration de l'eau, iv) réutiliser des eaux usées traitées ou de drainage, et v) désaliniser des eaux saumâtres ou marines. Ces deux dernières solutions ne sont développées à bonne échelle que dans des pays en situation de grave pénurie structurelle (Israël par exemple).
2. *Ajuster la demande à l'offre*. Les solutions peuvent être technologiques (réduction des pertes dans les réseaux, pilotage de l'irrigation...), génétiques, agronomiques (évolution des systèmes de cultures...), réglementaires (fixation de volumes prélevables maximum, arrêtés de limitation des prélèvements...). Le choix de ce type de stratégie peut aussi conduire à décider d'un autre partage de l'eau. La part laissée à l'agriculture (écosystèmes terrestres) peut par exemple se voir réduite au profit de celle laissée à la « nature » (écosystèmes aquatiques), ou inversement. Les restrictions pour les usages économiques peuvent avoir pour conséquences la nécessité d'indemniser les pertes de revenus et d'externaliser une part de la production alimentaire dans d'autres pays du monde. Si cette externalisation s'opère dans des pays moins riches en eau, la conséquence en sera d'amplifier encore les dégradations de leurs milieux aquatiques. Si elle conduit à une extension des cultures pluviales aux dépens des forêts, il en résultera un accroissement des émissions de gaz à effet de serre et de la dégradation de la biodiversité mondiale.
3. *Jouer à la fois sur l'offre (développement de la ressource utilisable) et sur la demande (efficacité) pour satisfaire au mieux tous les usages jugés importants dont la production alimentaire*.

8 L'Afrique sub-saharienne, l'Asie du Sud et la région Afrique du Nord-Moyen Orient, déjà très affectées par le changement climatique, sont les régions mondiales les plus menacées. En Afrique sub-saharienne, le faible taux d'irrigation est une cause majeure de vulnérabilité.

9 NDCs : Nationally Determined Contributions (Contributions déterminées au niveau national : engagements des pays à la COP 21)___
CGAAER n°16072 Eau, agriculture et changement climatique : statu quo ou anticipation ? Page 15/66

□ La nouvelle importance stratégique du stockage de l'eau, de l'irrigation et des agricultures écologiquement intensives

Avec le changement climatique :

- le régime des pluies devient de plus en plus erratique : de plus en plus, il pleut trop ou pas assez et en général ni quand ni où on le voudrait,
- les besoins en eau des cultures s'accroissent alors que les étiages deviennent plus sévères,
- une perte d'aptitude à produire en agriculture pluviale affecte un nombre croissant de territoires et de cultures, imposant un recours accru à l'irrigation.

Dans ce nouveau contexte, *le stockage de l'eau et l'extension de l'irrigation sont devenus de nouvelles priorités mondiales d'importance stratégique*. Le dernier rapport du GIEC a chiffré (avec une grande marge d'incertitude) le besoin d'investissements en stockage et en irrigation à *225 milliards de \$* d'ici 2030 dans 200 pays, pour le seul maintien des services actuellement rendus par l'eau. Les *autres voies d'adaptation complémentaires* citées par le GIEC sont : l'utilisation de variétés plus résistantes, la promotion de pratiques agronomiques de conservation de l'eau et des sols et de collecte de l'eau, l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation par l'utilisation de nouvelles technologies, la valorisation des savoir-faire locaux, la recharge artificielle des nappes et le développement des réutilisations¹⁰.

Les mérites conjoints de l'irrigation et de l'agriculture « écologiquement intensive » méritent d'être soulignés :

- Les pratiques telles que *l'agroforesterie* ou *l'agriculture de « conservation »* favorisent un enracinement profond, permettent de conserver et d'améliorer les sols (aggradation), de restaurer des terres dégradées, d'accroître la résilience de l'agriculture au choc climatique et de réduire la dépendance de l'agriculture à la chimie et à l'énergie fossile.
- L'irrigation est plus qu'un facteur de production, d'adaptation au changement climatique et de sécurisation. Outil de bonne gestion de l'azote, du bon état écologique des sols et d'accroissement de l'emploi et de la diversité, elle est souvent, en France, un levier de la transition agro-écologique¹¹.
- A l'échelle mondiale, les cultures irriguées captent en moyenne trois fois plus de carbone atmosphérique par ha que les cultures pluviales¹². Sans les 300 millions ha de terres irriguées recensés, il faudrait accroître du triple les surfaces cultivées en pluvial, ce qui augmenterait fortement les émissions de GES par déstockage de carbone (la déforestation résultant du recul des forêts tropicales représente 11 % du total d'émissions de GES soit autant que toutes les émissions de l'agriculture et de l'élevage¹³).
- L'évolution engagée vers une irrigation de valorisation optimale des ressources et des systèmes est aujourd'hui favorisée par les derniers progrès technologiques : nouveaux capteurs mettant la physiologie de la plante au cœur de la décision et interfaces web permettant un suivi multi-factoriel.

Le présent rapport confirme (cf. § deux études de cas) que la seule solution « sans regrets » consistera à *mobiliser les différents leviers ensemble*. Il faudra, en même temps, mieux gérer, beaucoup innover et réinvestir dans l'hydraulique agricole et multi-usages. Chaque territoire devra développer sa propre solution de durabilité en tenant compte des interactions (amont/aval, local/global, pays riches/pauvres en eau...).

¹⁰ L'extension de l'irrigation et l'adaptation des cultivars affichent les meilleurs résultats parmi les stratégies possibles d'adaptation.

¹¹ Voir *État de l'art* et actes du colloque *L'irrigation et l'écologie font-elles bon ménage ?* Le Tholonet, novembre 2016...

¹² L'agriculture irriguée est en moyenne mondiale trois fois plus productive/ha que l'agriculture pluviale. Cf. *État de l'art*, § 2.1. tableau 1 Bilan hydrologique mondial à partir de chiffres UNESCO, IWMI et FAO

¹³ Source : 5^{ème} rapport du GIEC

❑ Quels enjeux pour l'Europe ?

L'Europe est concernée au premier chef par ces évolutions planétaires.

Elle est d'abord touchée directement, notamment dans sa partie Sud en voie d'*aridification* et dans sa partie intermédiaire en voie de « *méditerranéisation* ». Les trois grands risques d'impacts identifiés par le GIEC pour le continent sont :

- La baisse sensible de la teneur en eau des sols avec pour conséquence une *aptitude réduite à la production en pluvial* et une croissance de la demande en eau d'irrigation, alors que la ressource se réduira en été (effet ciseau). Le rapport Europe du GIEC appelle notamment à un réinvestissement dans l'hydraulique tout en soulignant les difficultés possibles.
- L'aggravation des problèmes d'*inondations* avec des coûts croissants résultant de la *mal-urbanisation* (étalement urbain),
- Les impacts des *canicules* sur la santé, sur la productivité agricole et sur la productivité du travail.

Des baisses répétées de production agricole, jusqu'à 40 %, ont déjà été constatées pour raisons de sécheresses ou de canicules, en Espagne comme en Russie...

L'Union Européenne (UE) est aussi concernée par les évolutions constatées et annoncées chez ses voisins du Sud (Afrique du Nord et Afrique sub-saharienne). Avec le changement climatique, la dépendance alimentaire du Maghreb, actuellement de 50 %, devrait atteindre 70 % d'ici 2050 et celle de l'Afrique sub-saharienne pourrait s'accroître considérablement¹⁴. L'UE décidera-t-elle de mettre à profit cette demande croissante pour i) produire davantage de nourriture et d'emplois, ii) se positionner sur les marchés, iii) promouvoir un co-développement durable d'intérêt commun et contribuer à sécuriser l'approvisionnement de ses voisins du Sud et à prévenir les migrations et instabilités, ou fera-t-elle d'autres choix ?

Après avoir retrouvé dans les années 1990 sa capacité à se nourrir elle-même, l'Europe occidentale (U + Suisse + Norvège et Islande) est aujourd'hui redevenue dépendante du reste du monde pour son alimentation, à hauteur de 10 % en 2010¹⁵. En outre, elle importe en grande quantité d'autres biens (notamment des vêtements en coton) qui ont aussi demandé beaucoup d'eau pour être produits. Autrement dit, l'UE (y compris la France) est de plus en plus dépendante de l'eau d'autres régions du monde dont beaucoup disposent pourtant de ressources bien moindres. Ce faisant, l'UE et la France avec elle contribuent indirectement à la *dégradation écologique des ressources et milieux aquatiques d'autres pays* qui sont dans des situations bien plus critiques que les nôtres.

1.3. L'eau, l'irrigation, la société et les politiques publiques en France : quelles évolutions ?

L'action publique dans le domaine de l'eau agricole et de la gouvernance de la gestion intégrée de la ressource en eau a beaucoup évolué ces dernières décennies en France en même temps que la société elle-même devenait de plus en plus urbaine et attentive aux questions écologiques.

¹⁴ Sources : Prospectives INRA/Pluriagri (2015) et Agrimonde 2050 (2007)

¹⁵ Calcul en calories. Source Dorin, CIRAD, 2014. La même source annonce une perte d'environ 18 millions ha de terres nourricières (par étalement urbain et déprise) d'ici 2050 ainsi qu'un presque doublement du déficit européen net en biomasse alimentaire végétale.

Cette évolution, à la fois sociétale et politique, est problématique pour les agriculteurs, confrontés aujourd'hui de plein fouet au problème du changement climatique. En effet,

- seize départements prennent systématiquement des arrêtés de restrictions en été et plus de la moitié ont dû s'y résoudre en 2003, 2005, 2006 et 2011. Les situations peuvent nettement différer d'une portion de bassin à l'autre,
- alors que les problèmes de sécheresses s'accroissent, les agriculteurs ont bien du mal à faire aboutir les solutions (retenues, transferts, réutilisations...) qui permettraient de sécuriser les systèmes de production sans dégrader globalement l'environnement.

Avant d'explorer dans la 2^{ème} partie de ce rapport les conséquences possibles en termes de « *développement durable* » d'un scénario de « *statu quo* » (blocage sociétal, pas d'évolution de l'action publique) et les possibilités de solutions d'anticipation, il convient de mettre en exergue les principaux changements observés dans nos politiques publiques et de mieux situer le secteur irrigué, ce qu'il représente par rapport à la ressource disponible, et ses évolutions récentes.

1.3.1. L'irrigation mobilise 1,7 % de la ressource en eau, son efficience a progressé de 30 %

Bien que l'irrigation soit souvent accusée par le grand public de mobiliser trop de ressources et de « gaspiller l'eau », l'analyse comparée des chiffres montre pourtant une France très heureusement pourvue en eau par la nature et une irrigation peu consommatrice et dont l'efficience a beaucoup progressé.

En effet :

- Avec 3 008 m³ d'eau/hab./an (contre moins de 2 400 en Espagne, 1 321 en Allemagne et 1 068 en Belgique)¹⁶, la France ne manque pas d'eau douce. Elle est même considérée par Météo France comme un « *territoire d'abondance hydrique* ».
- L'ensemble des usages (domestiques, agricoles, énergétiques, industriels) ne « consomment » (évapo-transpirent) que 3 % de la ressource¹⁷. Autrement dit, 97 % des écoulements arrivent à la mer. Ce chiffre confirme que si l'eau peut localement faire défaut en été dans certains bassins, elle est très abondante le reste de l'année.
- Le volume d'eau moyen prélevé en France en 2010 pour les cultures irriguées (1 700 m³/ha/an) est bien plus faible que les 4 800 m³/ha/an observés en Espagne et en Italie ou que la moyenne observée dans l'UE (4 000 m³)¹⁸.
- Sur le total des écoulements (180 km³/an), l'agriculture ne prélève que 2,9 km³/an soit 1,7 % de la ressource renouvelable¹⁹. Les prélèvements pour l'agriculture sont cependant concentrés sur la période estivale où ils représentent 70 % du total prélevé.
- L'irrigation en France a fortement progressé en efficience (30 % en vingt ans : cf. encadré).

La comparaison entre pays membres de l'UE montre en outre une surface équipée pour l'irrigation qui représente 10 % de la SAU, soit nettement moins que ce qui est observé par exemple au Danemark (16,8 %) ou aux Pays-Bas (27 %). En outre, de 2003 à 2013, la surface équipée a stagné en France (+ 0,03 %) alors qu'elle progressait en moyenne de 13,4 % dans l'Union européenne²⁰. Quant à la surface effectivement irriguée, elle représente moins de 6 % de la SAU et enregistre une baisse continue.

¹⁶ Source : indicateurs de la Banque mondiale, année 2014

¹⁷ Source : A partir des chiffres Agences de l'eau et ministère en charge de l'environnement. Cf. État de l'art, tableau 4.

¹⁸ Source : Eurostat, données 2010

¹⁹ Source : agences de l'eau et ministère en charge de l'environnement, données 2012. Cf. État de l'art, § 4.1. Tableau 4.

²⁰ Données EUROSTAT, 2013

Encadré 5. L'irrigation en France, les progrès d'efficacité déjà obtenus

L'irrigation en France ne se limite pas aux seules zones méditerranéennes où elle ne cesse d'ailleurs de reculer pour cause d'étalement urbain. La surface irriguée totale (1,6 million ha) représente moins de 6 % de la SAU. Les deux principales régions irriguées en 2010 étaient la région Centre (320 000 ha) et la région Aquitaine (250 000 ha) (source ISTEA, 2013). Les cultures irriguées sont en France de trois grands types : i) cultures à haute valeur ajoutée (semences, fruits et légumes), ii) grandes cultures (maïs grain et céréales), iii) productions fourragères.

L'irrigation gravitaire a reculé. Elle ne concerne plus qu'une exploitation sur dix en 2010 contre une sur trois en 1979. Le passage à l'irrigation sous pression (aspersion ou goutte à goutte) permet de réduire les prélèvements et l'eau perdue par évaporation (mais aussi les restitutions aux milieux et les services qui peuvent en résulter : alimentation de sources et de zones humides, recharge des nappes). La micro-irrigation progresse : 1 irrigant sur 4 est aujourd'hui équipé alors qu'ils n'étaient que 3 % en 1979²¹. A qualité de pilotage égal, le goutte à goutte peut réduire la demande en eau de 10 à 15 % maximum par rapport à l'aspersion. Ces systèmes coûteux n'ont cependant pas que des avantages²². Le goutte à goutte en surface est surtout utilisé en viticulture, arboriculture et cultures maraîchères et horticoles. Pour les experts, il n'y a pas de mauvais système : tout système demande à être bien piloté.

Selon Arvalis (l'Institut technique des grandes cultures), la performance de l'agriculture irriguée s'est fortement améliorée. En 20 ans, la productivité de l'eau (tonne de matière sèche produite par m³ d'eau prélevé) a augmenté de 30 % (calcul pour le maïs). Quatre leviers ont contribué au gain d'efficacité : la réduction des pertes dans les réseaux, l'aide à la décision pour le pilotage de l'irrigation, la sélection génétique et les stratégies d'esquive (choix des rotations et décalages des cycles culturaux).

1.3.2. Un double déséquilibre de l'action publique au détriment de notre agriculture, un problème d'ordre sociétal

Pour les experts de l'IRSTEA, le recul historique de l'irrigation en France s'explique par l'évolution de nos politiques publiques. Il est donc important de montrer en quoi ces évolutions ont consisté. L'analyse comparée avec d'autres États membres de l'UE voisins confirme des évolutions différenciées dans ces pays, aux dépens de notre économie.

□ Une politique publique de l'eau aujourd'hui centrée sur la préservation des milieux

Jusqu'aux années 1990, la politique publique de l'eau en France accordait une attention importante à la satisfaction des besoins des hommes, c'est-à-dire aux usages sociaux et économiques, notamment agricoles. En effet :

- L'eau a longtemps été une priorité du ministère de l'agriculture. Celui-ci formait des ingénieurs qualifiés de haut niveau, avait mis en place des « sociétés d'aménagement régional » (SAR) dotées de capacités importantes, disposait de lignes budgétaires dédiées au développement de l'irrigation ainsi que d'un service chargé de l'hydraulique agricole dans chaque direction départementale de l'agriculture (DDA). Il avait donc les moyens, à la fois techniques et financiers, de mettre en place des solutions permettant de mieux gérer et valoriser la ressource dans les territoires.

²¹ Source : statistique agricole MAAF, SSP Agreste Recensements agricoles 1979 et 2010

²² Outre le coût élevé, on peut citer notamment comme inconvénients les risques de colmatage et de dégradation (par les rongeurs...), les incertitudes sur la durée de vie, le faible enracinement des plantes et le risque de développement d'un horizon compacté entre la zone racinaire et les lignes de goutteurs, parfois le besoin d'une irrigation complémentaire par aspersion...

- La loi de 1964 avait créé les organismes de bassin (agences et comités de bassin) avec pour objectif de « lutter contre la pollution pour satisfaire ou concilier les exigences de : i) l'alimentation en eau potable et la santé publique, ii) l'agriculture, l'industrie, les transports, et toute autre activité humaine d'intérêt général, iii) la vie biologique du milieu récepteur »²³.

Les « usages », dont l'agriculture, étaient donc reconnus d'*intérêt général*, leur satisfaction devant se concilier autant que possible avec le bon état des milieux.

Cette situation a depuis évolué. En effet :

- Avec la loi sur l'eau de 1992, l'ordre dans lequel apparaissent « milieux » et « usages » est inversé : « la préservation des milieux aquatiques » devient le premier objectif cité de la « gestion équilibrée » ; les usages ne sont plus qualifiés d'« intérêt général ». L'article L. 211-1 du Code de l'environnement, révisé à de multiples reprises, a conservé cet ordre. Il retient aujourd'hui pour seule priorité d'usage la satisfaction des exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable ; la gestion équilibrée devant également permettre de satisfaire ou préserver : 1°) la vie biologique du milieu récepteur, 2°) la conservation et le libre écoulement des eaux et la protection contre les inondations, 3°) l'agriculture la pêche, l'industrie, l'énergie...
- La « directive-cadre sur l'eau » (DCE), adoptée en octobre 2000 par l'Union européenne, s'est donnée comme objectif le « bon état » des « masses d'eau » (cf. encadré).

Encadré 6 : Une directive-cadre sur l'eau qui ne prend pas en compte les enjeux du changement climatique

La DCE, adoptée en octobre 2000, est une directive environnementale centrée sur l'objectif de bon état des « masses d'eau » de l'UE. Son but (article 1^{er}) est d'établir un « cadre pour la protection » qui : i) prévienne la dégradation, ii) promeuve une utilisation durable fondée sur la protection à long terme des eaux disponibles, iii) vise à renforcer la protection à long terme des eaux disponibles, iv) réduise les pollutions et v) atténue les effets des sécheresses et inondations ; et contribue ainsi à assurer un approvisionnement suffisant en eau de surface et souterraine de bonne qualité pour les besoins d'une utilisation durable, équilibrée et équitable de l'eau... Sur son site web, le ministère en charge de l'environnement résume ses objectifs comme suit : « la non dégradation des ressources et des milieux, le bon état des masses d'eau sauf dérogation motivée, la réduction des pollutions liées aux substances, le respect des normes dans les zones protégées ».

Pour la communauté des acteurs de la gestion intégrée de l'eau (« Gest'Eau ») qui diffuse les informations sur les schémas d'aménagement et de gestion de l'eau, « les considérations économiques ont été explicitement prises en compte dans la directive dans une logique de développement durable. Ainsi, des exemptions sont prévues à l'atteinte du bon état et du bon potentiel d'ici 2015, qui peuvent être justifiées notamment par des coûts disproportionnés. Il doit, de plus, être fait état des mesures prises en matière de tarification de l'eau et de récupération des coûts des services de l'eau ».

Cependant, la Directive ne fait aucune mention de l'impact du changement climatique, des nouveaux besoins en eau qui en résultent, des enjeux liés de l'adaptation, de l'atténuation et de la sécurité alimentaire, ni de l'intérêt de « développer la ressource utilisable » pour satisfaire et sécuriser les usages. La gestion quantitative de la ressource est abordée sous l'angle des objectifs d'atteinte du bon état (éviter la surexploitation des nappes).

²³ Pour une analyse de l'évolution des politiques publiques de l'eau en France depuis 1964, on se reportera à : <https://www.eaurmc.fr/pedageau/la-gestion-de-leau-en-france/historique.html>

- Dans le cadre de la RGPP (révision générale des politiques publiques), décision fut prise de mettre fin aux missions d'ingénierie publique de l'État, puis, en 2008, de transférer les biens des sociétés d'aménagement régional aux Régions volontaires et d'arrêter le financement des travaux d'hydraulique par le ministère en charge de l'agriculture²⁴.
- La loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 et ses textes d'application traitent de la question de la gestion quantitative sous l'angle de la seule « *gestion de la demande* » (économies d'eau et partage de la ressource). Malgré l'article L 210-1 du Code de l'environnement qui stipule que « *le développement de la ressource utilisable, dans le respect de l'environnement, est d'intérêt général* », la solution mise en avant pour maintenir suffisamment d'eau dans les rivières en situation de déficit hydrique en période d'étiage est en effet celle de la limitation des prélèvements (fixation de « *volumes prélevables* » pour respecter en aval les « *débits d'objectif d'étiage* »), des *organismes uniques de gestion collective* étant chargés de la répartition.

Dans ce nouveau contexte, le monde agricole a exprimé à plusieurs reprises son désarroi. Le Premier ministre a par suite commandé en 2013 au député Philippe Martin un rapport sur la gestion quantitative de l'eau²⁵. Ce rapport a plaidé pour une sortie du moratoire sur le financement des retenues par les Agences, (décidé de façon unilatérale par la Ministre en charge de l'environnement), et pour la mise en place de « projets de territoires ». Le rapport a regretté le quasi abandon par le ministère en charge de l'agriculture de toute mesure incitative en faveur de l'agriculture irriguée qui « peut laisser croire qu'il n'est plus opportun de recourir à l'irrigation pour des raisons de principe alors que ces choix devraient dépendre des circonstances, c'est-à-dire des ressources en eau disponibles dans de bonnes conditions environnementales, de la valeur ajoutée des productions attendues et des emplois créés ».

La levée du moratoire a depuis redonné aux Agences la possibilité de financer des retenues mais seulement « *de substitution* », c'est-à-dire permettant de substituer des prélèvements d'été par des prélèvements d'hiver (et non de développer la ressource). Des « protocoles » pour la création de retenues ont été signés dans des régions (ex Rhône-Alpes) et certains *SDAGE* (schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau) ont reconnu le besoin de mieux prendre en considération l'enjeu du changement climatique.

Malgré ces avancées, force est de reconnaître que la réalisation des retenues demeure très difficile et que les *SDAGE* qui planifient la gestion de l'eau à l'échelle des bassins restent considérés par les Agences de l'eau comme « *des documents dont l'objectif est le bon état des eaux et pas le développement agricole* ». Or les *SDAGE* sont des documents de planification qui ont force réglementaire (ils s'imposent aux SRADDET, SCOT et PLU²⁶), ce qui n'est pas le cas des *PRAD* (plans régionaux d'agriculture durable).

²⁴ La piste d'une prise en charge alternative par les Agences de l'eau était indiquée (avec traitement au cas par cas et sous réserve de respect des objectifs de la DCE). Au-delà de l'économie budgétaire pour l'État, l'idée était de redonner de l'autonomie / initiative aux collectivités locales

²⁵ *La gestion quantitative de l'eau : une nouvelle vision pour un nouveau partage*, juin 2013.

²⁶ SRADDET : schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'équité des territoires ; SCOT : schéma de cohérence territoriale ; PLU : plan local d'urbanisme

Alors que les PRAD, les services et les acteurs de l'agriculture mettent l'accent sur la question des prélèvements d'eau en hiver pour satisfaire les nouveaux besoins de l'agriculture, la planification de la gestion de l'eau tend ainsi à demeurer confinée dans une vision seulement environnementale de type *PER* (« *pression état réponse* ») : les nouveaux besoins à satisfaire et la création de nouvelles ressources pour y répondre ne sont pas ou guère pris en considération²⁷. Or, le dérèglement climatique est là. Avec lui, les problèmes et les conflits d'usages risquent de s'accroître entraînant potentiellement des conséquences graves qui iront bien au-delà du seul secteur de l'agriculture (cf. chapitre 2 infra).

Ce déséquilibre de l'action publique, fortement ressenti par le monde de l'agriculture, révèle au fond une question d'ordre sociétal.

La société française, devenue très majoritairement urbaine, semble en effet mal informée des enjeux relatifs au *secteur des terres*. Elle semble ignorer le lien entre gestion de l'eau, adaptation au changement climatique, lutte contre le changement climatique, emplois et sécurité de son alimentation. Elle semble également ne pas avoir clairement conscience des problèmes qui émergent déjà et qui vont s'amplifier ni de l'éventail des solutions possibles. Plus globalement, ce déséquilibre apparaît comme un déséquilibre dans la relation entre les villes et les campagnes, entre Paris et la province, entre les consommateurs et les producteurs. L'ampleur de ces questions d'ordre général dépasse la portée plus sectorielle de ce rapport qui ne peut à ce stade qu'inviter à ouvrir le débat sur le pourquoi et le comment y remédier.

□ D'autres politiques dans les États membres de l'UE voisins

Les comparaisons internationales d'application de la directive-cadre sur l'eau (encadré 7) et l'analyse de la politique espagnole de gestion quantitative de l'eau, bien différente de celle de la France (encadré 8), montrent que le déséquilibre interne de l'action publique aux dépens de notre agriculture se double d'un déséquilibre externe avec des États membres de l'UE, voisins et concurrents.

Dans un tel contexte, la question de l'eau est naturellement devenue une préoccupation de premier rang pour l'agriculture française. Cependant, le sujet va en réalité bien au-delà du seul secteur agricole (cf. infra).

Encadré 7. La directive-cadre sur l'eau (DCE) : des lectures différentes dans les États membres voisins

Les comparaisons internationales d'application de la DCE (Kessen et al. C 2010, Moss 2008, Scheuer et Naus 2010) analysées par l'IRSTEA (G. Bouleau) ont révélé de grandes différences d'applications. En effet :

- La France s'est fixée une grande ambition de restauration en s'engageant arbitrairement à une atteinte de bon état pour 64 % de ses eaux de surface à l'horizon 2015.
- Les auteurs estiment que l'ambition de la France est d'autant plus atypique qu'elle « se double d'une séparation entre financeurs et maîtres d'ouvrages ». Ainsi les Pays-Bas ont désigné tous leurs maîtres d'ouvrage comme autorités compétentes : le programme de mesure est défini, programmé et réalisé par les mêmes acteurs, chacun à son échelle. En Basse Saxe ce sont les communes qui sont maîtres d'ouvrage, ce qui a conduit à revoir à la baisse les objectifs avec beaucoup plus de désignation de « masses d'eau fortement modifiées ».
- Au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, toutes les échéances ont été reportées à 2027 et au Royaume-Uni comme en Espagne l'obligation de non détérioration n'a pas été transcrite en droit national.

²⁷ Ainsi par exemple le Plan de bassin RMC (Rhône Méditerranée Corse) d'adaptation au changement climatique élaboré en 2014 par l'Agence de l'eau considère que le fondement de la politique d'adaptation pour l'enjeu de la disponibilité en eau consiste à « opérer un basculement vers une gestion par la demande, à rendre l'agriculture moins dépendante en eau et de réduire de 20 % les volumes utilisés pour l'irrigation d'ici 2030 », alors que le Protocole signé en 2012 considérait pourtant « la nécessité de la mobilisation de nouvelles ressources », déjà décidée par le PRAD.

- Les Pays-Bas se sont appuyés sur la version anglaise de la directive « *with the aim to achieve* » [en ayant pour but d'atteindre] pour considérer qu'il y avait seulement une obligation d'efforts et non de résultats.
- Aux Pays-Bas, 86 % des masses d'eau font l'objet de dérogations aux objectifs de la DCE.

Encadré 8. Capacité de stockage et politique quantitative de l'eau en France et en Espagne : une comparaison

En Espagne, les deux premières priorités d'usages sont l'eau potable et l'irrigation, donc la consommation humaine.

Pour assurer une triple sécurité agro-alimentaire, énergétique et écologique, la politique publique de gestion quantitative espagnole donne priorité au développement de nouvelles ressources (stockages) et à l'efficacité de l'usage de l'eau. Cette politique est mise en œuvre par des maîtres d'ouvrage puissants : les *Confederaciones hidrográficas* (les agences de l'eau espagnoles). Celles-ci, créées dès 1926, servent en effet en même temps de comités de bassins pour la gestion quantitative, d'autorités planificatrices, de maîtres d'ouvrages et de gestionnaires de la ressource. Dans les plans hydrologiques 2015-2021, les *Confederaciones* ont planifié une augmentation de 20 % de la surface irriguée sur la période (+ 700 000 ha) (source : *Les effets du changement climatique en Espagne et la planification hydrologique, Ecologistas en Acción, novembre 2015*).

Ainsi, l'Espagne, bien qu'elle dispose de presque deux fois moins de ressources renouvelables que la France, en stocke considérablement plus (la capacité de stockage est de 48 % des flux annuels contre 4,7 % en France). Elle peut ainsi en mobiliser bien davantage (l'irrigation prélève 19,2 % en Espagne contre 1,5 % en France) pour satisfaire les besoins de l'étiage et créer des emplois (source : *Base de données Aquastat, FAO, dernière année disponible*).

Dans les pays méditerranéens du Sud où l'eau est une ressource plus rare et plus précieuse qu'en Espagne, la capacité de stockage est encore bien plus importante : elle représente 200 % des écoulements annuels sur le bassin de l'Oum er Rbia au Maroc (*calculs CGAAER, 2014*).

1.4. Ressources en eau et changement climatique en France : la montée annoncée des problèmes

De nombreux rapports scientifiques (*Climator, Climsec, Climfour...*) sont venus récemment alerter sur les impacts annoncés du changement climatique sur le régime hydrologique, sur l'état des sols et sur l'agriculture française. Parallèlement, deux rapports de prospective « *Explore 2070* » et « *Garonne 2050* », portant sur la ressource en eau et le changement climatique, ont été produits respectivement par le ministère en charge de l'environnement et par l'Agence de l'eau Adour Garonne. L'un et l'autre montrent que tous les services rendus par l'eau seront menacés par les évolutions climatiques si celles-ci ne sont pas anticipées.

1.4.1. Aridification, méditerranéisation, variabilité climatique et annonce de sécheresses extrêmes

La France est soumise à une double évolution climatique : une *aridification* (dans son Sud)²⁸ et une *méditerranéisation* (dans sa partie intermédiaire)²⁹, d'une part, et une *variabilité climatique croissante*, d'autre part.

La *dégradation déjà observée du bilan hydrique* P-ETP [Pluies - Évapotranspiration Potentielle] est considérable : l'augmentation des températures a accru l'ETP de plus de 200 mm aussi bien dans le sud (Languedoc) que dans l'ouest (Poitou)³⁰. La montée des phénomènes de sécheresses édaphiques (sécheresses des sols) et phénologiques (sécheresses de la végétation) en est la conséquence directe.

²⁸ Cf. études cas Languedoc et Drôme, infra

²⁹ Cf. études de cas Lozère, infra

³⁰ Sources : PRAD Languedoc Roussillon et Observatoire régional ORACLE Poitou-Charentes, données Météo France

Ainsi et malgré le maintien relatif annoncé du volume annuel de précipitations :

- Le projet de recherche *Climator* (ANR-INRA) annonce des baisses sensibles et croissantes d'humidité des sols dans la saison cruciale du début de printemps (avril) dès les années 2020.
- Météo France (projet de recherche *Climsec*) annonce des *sécheresses agricoles* inhabituelles en termes d'extension spatiale et d'intensité dès les années 2050 ; puis des sécheresses qui pourraient devenir « *extrêmes sur la majeure partie du territoire* » à l'horizon 2080. La durée des sécheresses agricoles, plusieurs années ou décennies, relèverait de phénomènes totalement inconnus dans le climat actuel.

Tout le territoire national sera touché, mais de façon inégale. Les impacts comme les solutions possibles différeront selon les sols, les ressources en eau disponibles et mobilisables ou non, les systèmes de cultures, les filières et, bien sûr, l'action des acteurs publics et privés. L'analyse doit donc être « territorialisée » et prendre en considération la grande diversité française.

1.4.2. Les impasses annoncées par les prospectives « *Explore 2070* » et « *Garonne 2050* »

Les deux études prospectives « *Explore 2070* » et « *Garonne 2050* » (encadré 9) ont fortement alerté sur les risques d'impasses des scénarios de type statu quo. Elles confirment que la hausse des températures et de l'évapotranspiration et l'assèchement des sols ne sont pas un problème que pour l'agriculture et l'alimentation. Ils constitueront en effet l'« *élément essentiel de l'évolution du cycle hydrologique* » (Météo France), les changements annoncés étant les suivants :

- les étiages seront plus sévères, plus longs et plus précoces, avec des débits estivaux réduits de 30 à 60 %. Les baisses les plus fortes concerneront le bassin Seine-Normandie, la rive gauche de la Garonne et la moitié nord du bassin du Rhône,
- la recharge des nappes sera partout en forte baisse, en moyenne de 30 %,
- les débits des cours d'eau diminueront en moyenne de 20 %.

Elles montrent par suite que tous les services rendus par l'eau, dans le nouveau contexte planétaire, pourraient être à terme menacés par une politique de « statu quo ».

Encadré 9. La montée des problèmes telle qu'elle ressort des études prospectives *Explore 2070* et *Garonne 2050*

Explore 2070 a porté sur l'évolution de l'équation offre/demande en eau à l'horizon 2070 pour la France entière. Les trois scénarios explorés - « *sobriété* » (suppression du maïs irrigué), « *besoins* » (maintien et extension de l'irrigation) et « *intermédiaire* » (conversion en cultures pluviales de 50 % du maïs irrigué) ne se différencient que par la seule évolution de l'agriculture (pas de changements dans la politique de l'eau). L'étude montre qu'avec les hypothèses retenues :

- aucun des trois scénarios étudiés ne permettra de rétablir un équilibre offre/demande,
- la biodiversité aquatique et les services écosystémiques se retrouveront sous pression dans tous les cas. Le sacrifice de l'agriculture irriguée n'y changerait pas grand-chose.
- les prélèvements non satisfaits dans le scénario « besoins » seront considérables sur une grande partie du territoire national. *Explore 2070* ne chiffre cependant pas les conséquences sociales, économiques et environnementales qui résulteraient de cette non satisfaction. Il est vrai qu'un tel exercice n'est pas simple.

L'exercice **Garonne 2050** s'est déroulé en deux phases.

- Dans sa première phase, cinq scénarios différenciés ont été explorés dont un scénario tendanciel retenant l'hypothèse d'une baisse de 40 % du nombre d'exploitations agricoles. Les scénarios « *libéral* » (suppression des politiques de l'eau et de la PAC) et « *sobriété* » (réduction de moitié de la superficie irriguée avec abandon du maïs et du soja) sont associés à une hypothèse de *baisse de 80 à 90 % du nombre d'exploitations agricoles* alors que les scénarios « *stockage* » (politique de l'eau de type espagnol) et « *local* » (les collectivités mettent en place des projets d'agriculture durable) sont au contraire associés à une hypothèse de *maintien du nombre d'exploitations*.
- Dans sa deuxième phase, *Garonne 2050* a exploré trois scénarios se différenciant par le niveau de réduction des DOE* (débits d'objectif d'étiage) à décider à l'horizon 2050. Les principaux résultats sont les suivants :
 - Le scénario « *réduction de 50 % des DOE* » (réduction des débits à hauteur de la baisse des apports naturels d'étiage annoncés à l'horizon 2050) s'avère inacceptable. Il conduirait à une remise en cause des services rendus par la Garonne, de mai à novembre avec un risque de défaillance de production d'eau potable de qualité.
 - Le scénario « *maintien des DOE à leur niveau actuel* » imposerait la création de très importantes infrastructures de stockage dont le coût paraît prohibitif.
 - Pour les auteurs de l'étude, le scénario « *réduction de 25 % des DOE* » serait le moins inacceptable. Il permettrait en effet de préserver l'essentiel des usages à un coût plus acceptable. Le scénario suppose cependant de trouver 335 millions de m³, dont 195 millions par création de retenues, le reste étant à prélever dans les réserves hydroélectriques existantes.

* Le DOE (débit d'objectif d'étiage) est la valeur de débit mensuel au « point nodal » (point clef de gestion) au dessus de laquelle il est considéré qu'à l'aval du point nodal, l'ensemble des usages est en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique (source : ministère chargé de l'environnement). Le DOE « sert de référence pour l'exercice de la police des eaux et des milieux aquatiques pour accorder les autorisations de prélèvements et de rejets. Il doit être respecté en moyenne huit années sur dix ».

2. STATU QUO OU ANTICIPATION : QUELS IMPACTS POUR NOS SIX TERRITOIRES ET POUR LA FRANCE ?

Les six territoires analysés (Languedoc/viticulture, Drôme/agriculture méditerranéenne, Lozère/systèmes herbagers, bassin de la Boutonne/grandes cultures de l'Ouest, Nappe de la Beauce/grandes cultures et cultures de diversification, Hauts-de-France/cultures sous contrats à haute valeur ajoutée) ont été choisis pour leur diversité, pour leur représentativité et pour leur intérêt spécifique. Pour les six territoires, les experts du CGAAER ont exploré les conséquences possibles en termes de « développement durable » (emplois, environnement, production et compétitivité...) d'un scénario de type « *statu quo* », c'est-à-dire d'un scénario dans lequel le dialogue sociétal resterait bloqué et les politiques publiques intéressant l'eau et l'agriculture n'évolueraient pas. Les hypothèses du scénario ont, le cas échéant, été précisées (cf. infra).

L'analyse a ensuite porté sur les « solutions » possibles. Un ou deux scénarios sont décrits pour chaque cas avec les hypothèses attachées et les conséquences qui pourraient en résulter en termes de « durabilité ».

2.1. Le scénario de « *statu quo* » met en danger territoires et biens publics

2.1.1. Vers une Méditerranée non durable ? Le cas du Languedoc et de la viticulture

Le Languedoc est en première ligne face à un dérèglement climatique qui pénalise l'agriculture, amplifie tous les risques dits « naturels » et réinterroge la durabilité du mode de développement régional :

- A Montpellier, la température moyenne estivale s'est accrue de 2,3°C en 30 ans (+ 0,8°C en hiver). La région est passée de la catégorie climatique « méditerranéen sub-humide » à la catégorie « *méditerranéen semi-aride*³¹ ». La perte consécutive de production agricole a été estimée par l'INRA à 0,9 tonne de matière sèche/ha, soit 11 %³². Le blé dur et la vigne ont maintenant besoin de recourir à une irrigation d'appoint, ce qui est nouveau.
- Les viticulteurs observent depuis 2010 des millésimes avec un fort déficit hydrique une année sur deux, avec pour impact des baisses de production de 20 %. Les dates des vendanges sont avancées de deux à trois semaines, les baies sont plus riches en sucres, leur PH augmente, un excès de maturité conduit à des vins plus alcoolisés, moins acides, et avec des profils aromatiques différents. Le changement climatique pose ainsi un problème de qualité et pas seulement de quantité. La perte de production viticole en 2016 pour cause de sécheresse et défaut d'irrigation est estimée à 133 millions €³³. Avec l'accroissement du stress hydrique, de nouvelles espèces de pathogènes vont probablement se développer et les interactions vignes/pathogènes pourraient aussi être modifiées, favorisant parfois l'apparition de nouvelles maladies.
- Les cépages méditerranéens traditionnels (Carignan, Grenache, Cinsaut, Alicante...), qui présentent une meilleure résistance au stress hydrique, sont plutôt mieux adaptés aux nouvelles conditions climatiques. Cependant ils ne répondent plus à la demande des marchés et lors d'une année comme 2016, avec moins de 250 mm sur la période végétative, tous les cépages ont « décroché », y compris les plus rustiques.

³¹ Le climat « méditerranéen semi-aride » est défini comme un climat où les précipitations sont, certaines années, insuffisantes pour y maintenir les cultures et où l'évaporation excède souvent les précipitations. Le rapport P/ETP annuel est < 0,5.

³² Source : Plan Régional d'Agriculture Durable (PRAD), Préfecture de région.

³³ Estimation de l'Institut Français de la Vigne et du Vin : perte de 12 % de la moyenne quinquennale en se basant sur un prix constant de 85 €/hl. Certaines parcelles ont enregistré des pertes de plus de 50 %.

- Depuis vingt ans, la région a subi quatre inondations majeures (1999, 2002, 2003, 2014). *Le risque « inondation » est désormais omniprésent*. Il concerne 85 % des communes de l'Hérault, 100 % des communes du Gard et plus de 1 million d'habitants.

La région enregistre parallèlement une forte croissance démographique qui augmente les besoins en eau.

L'agriculture représente un nombre important d'emplois (100 000 pour la seule filière viti-vinicole) dans cette région fortement touchée par le chômage. Elle assure des paysages culturels qui sont un atout majeur (identité régionale, tourisme de qualité). Des pratiques agricoles telles que l'enherbement du vignoble, les plantations en lignes de niveaux, l'apport de matière organique peuvent limiter le ruissellement et l'érosion des sols agricoles, favoriser l'infiltration de l'eau et réduire le risque d'inondation³⁴.

Lorsque l'agriculture laisse place au béton ou à la friche, ce qui arrive dès que la vigne recule, les risques de feux et d'inondations, omniprésents, s'accroissent. Or l'agriculture ne cesse de reculer :

- de 1997 à 2009, 51 % des terres à fort potentiel agronomique dans l'Hérault ont été artificialisées³⁵,
- sur seulement trois décennies, 17 000 ha de terres ont été artificialisés dans le département de l'Hérault, soit l'équivalent de 52 places de parking à l'heure³⁶,
- pire encore, 1 m² irrigable disparaît toutes les deux secondes depuis 25 ans soit 1 700 ha/an (chiffre Languedoc + Provence)³⁷.

Avec le recul de l'agriculture, c'est une bonne partie du territoire régional qui est passée à la friche : sur 30 000 ha de SAU perdus en trente ans (Languedoc Roussillon), 14 000 sont devenus des friches et 16 000 ont été artificialisés³⁸.

Dans ce nouveau contexte démographique, climatique et agricole, la gestion de l'eau reprend une nouvelle importance stratégique. Outre la mise en place des outils de gestion par bassins (CLE et SAGE³⁹, études de volumes prélevables...), les efforts engagés ces dernières années ont porté sur :

- La commande par l'ex Région Languedoc-Roussillon de l'étude *Aqua 2020*, laquelle a chiffré à 60 millions m³ les nouveaux besoins (urbains, eau pour la nature...) à satisfaire en 2020 dont 50 % par économie d'eau (gains d'efficience) et 50 % par création de nouvelles ressources.
- La réalisation par la Région du projet *AquaDomitia* de prolongation du transfert des eaux du Rhône (Canal Ph Lamour) d'un coût de 150 millions €. Le projet cependant ne répond qu'à ¼ du besoin global identifié par *Aqua 2020*.
- Les économies d'eau. Le projet de l'ASA de *Gignac* (bassin de l'Hérault), de passage de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée est un bon exemple de progrès d'efficience en cours. Il devrait permettre de diminuer le prélèvement effectif en rivière de 2 500 à 1 150 l/s, ce qui, pour la portion de bassin concernée (entre lieu de prélèvement et de restitution), est important. Son coût est estimé à 13,4 millions € sur cinq ans.

³⁴ Cf. la plaquette « Limiter le ruissellement et l'érosion des sols agricoles : Un des moyens de réduire le risque d'inondation », Chambre d'agriculture du Var

³⁵ Source : Espaces agricoles en danger DDTM 34, septembre 2012

³⁶ Source : Évolution de la consommation d'espace dans l'Hérault, DDTM de l'Hérault, 2016

³⁷ Source : L'agriculture irriguée méditerranéenne : une source de richesse au cœur des enjeux du développement durable, AIRMF, septembre 2009 Données des recensements agricoles

³⁸ Source : Agreste, Utilisation du territoire en France métropolitaine, 2014

³⁹ CLE : Commission locale de l'eau, SAGE : schéma d'aménagement et de gestion de l'eau

Cependant, l'étude *Aqua 2020* a sous-estimé l'ampleur des conséquences du changement climatique et donc celle des nouveaux besoins en eau agricole à assurer. Les efforts engagés ne suffiront à sécuriser au total que 30 % du vignoble⁴⁰. Or, plusieurs bassins sont classés en déficit quantitatif et le recours à de nouvelles solutions d'offre (utilisation des retenues existantes, construction de nouvelles retenues, réutilisations des eaux usées traitées⁴¹) pourrait se heurter à des obstacles divers (réglementaires, sociétaux, financiers). En outre, seule une petite partie du vignoble (terroirs à sols très favorables et capables de produire des vins de grands prix) devrait pouvoir se maintenir à terme sans irrigation et les solutions alternatives à même de préserver le foncier agricole n'existent pas, demandent plus d'eau (fruits et légumes) ou sont de long terme (progrès génétique sur la résilience de la vigne pas avant 2050). La conséquence du scénario pourrait donc être la disparition d'environ 50 % du vignoble alors que le marché est aujourd'hui pourtant porteur. Les conséquences en seraient lourdes : pertes à terme de l'ordre de 50 000 emplois productifs, accentuation des risques de feux et d'inondations, émissions de gaz à effet de serre fortement accrues, dégradation des paysages et du tourisme.

2.1.2. Une ruralité de grande qualité en danger : la Drôme

La Drôme, grande ferme départementale de polyculture-élevage, se caractérise par sa qualité rurale et par ses productions diversifiées et bien valorisées. Premier département bio de France (17,7 % de la SAU et 234 transformateurs), 1^{er} producteur national d'abricot et d'ail et 1^{er} bassin trufficole d'Europe, la Drôme compte 19 AOP et 14 IGP. Le maïs, culture traditionnelle bien adaptée au climat, est valorisé par la production locale de volailles. La vente directe est très largement pratiquée : 30 % des exploitations vendent au moins un produit par circuit court. L'élevage dans les montagnes sèches maintient les milieux ouverts et la biodiversité associée. Les paysages agraires admirables font la qualité touristique du Département. La taille moyenne des exploitations (32 ha) est petite⁴².

L'irrigation est une tradition séculaire. L'eau prélevée provient à 72 % du Rhône, de l'Isère et de la Bourne. Les grandes cultures (céréales et oléoprotéagineux) et les vergers sont les plus arrosés⁴³.

Les impacts du changement climatique sont déjà considérables. La température de mai à août s'est accrue de 2,5°C en trente ans et l'ETP à Valence de 25 %. Valence est passée en climat méditerranéen et Montélimar tend vers une future aridification. Nombre de cultures qui se faisaient en sec il y a quelques années ne peuvent plus se concevoir sans un apport modéré d'eau à la période cruciale pour la plante. Le maïs qui se contentait de 2 000 m³/ha/an en a besoin aujourd'hui de 3 000⁴⁴.

La profession et le Département ont consenti des efforts considérables pour mieux gérer l'eau⁴⁵. Malgré ces efforts, et malgré une ressource en eau très abondante en hiver, l'agriculture est prise en étau entre l'augmentation du stress hydrique, l'imposition de réductions de prélèvements dans bon nombre de territoires et un étalement urbain artificialisant les sols. La surface irrigable a baissé de 16 % entre 2000 et

⁴⁰ AquaDomitia devrait permettre d'augmenter seulement de 7 000 à 10 000 ha la surface irriguée

⁴¹ La cave de Gruissan (74 viticulteurs, 300 ha) qui n'a pu accéder à AquaDomitia s'est mobilisée avec l'aide de l'INRA, pour la réutilisation de l'eau usée traitée de la station d'épuration voisine mais la procédure est extrêmement lourde.

⁴² Source : Agreste - Recensement agricole 2010

⁴³ Source : Accord cadre pour l'irrigation 2016-2019

⁴⁴ Source : entretiens avec les agriculteurs

⁴⁵ Le syndicat d'irrigation drômois (SID), créé en 2013 a fusionné 19 syndicats intercommunaux d'irrigation. Les irrigants individuels sont regroupés au sein de l'association ADARII. Un syndicat mixte (SYGRED) a regroupé SID, ADARII, Chambre d'agriculture et Conseil départemental : il a vocation à devenir OUGC (organisme unique de gestion collective). La chambre d'agriculture, l'ADARII et le SYGRED sont mobilisés pour accroître l'efficacité de l'eau : évolution des systèmes de cultures (diversification des assolements au profit de cultures moins consommatrices, rotation alternant cultures de printemps et d'automne) et élaboration de tours d'eau pour l'application en cas de déficit sur les cours d'eau les plus sensibles, stratégie d'esquive, pilotage de l'irrigation, réduction des fuites. Le dialogue avec la société civile a été travaillé pour partager les enjeux de l'agriculture. Le respect des procédures, même si il y a pu y avoir certaines erreurs, a toujours fait l'objet d'une attention particulière sans jamais renoncer à produire toutes les études préalables aux projets

2010 et la surface irriguée de 7 %⁴⁶.

L'IRSTEA a projeté les coûts économiques de la réduction des prélèvements planifiée par l'étude des volumes prélevables pour la *Drôme des collines*⁴⁷ : ils sont conséquents (encadré).

Encadré 10. Pertes économiques de la réduction des prélèvements en eau agricole en Drôme des collines

L'étude a été conduite de 2012 à 2014. Elle chiffre comme suit les conséquences économiques de la diminution préconisée de 40 % des volumes prélevables pour la période de juin à septembre :

- perte de 12 000 tonnes de maïs (- 28 %) et jusqu'à 19 000 t (- 47 %) en année sèche,
- perte de 5 000 tonnes (- 10 %) et de 8 000 t (17 %) en année sèche pour l'abricot,
- perte cumulée pour ces deux produits et pour la petite région de 6 millions € en année normale et de 10 millions € en année sèche (valeur globale perdue).

L'amplification du changement climatique annoncée⁴⁸ ne permettra pas de préserver la *ferme Drôme* à travers les politiques publiques actuelles (même si des retenues de substitution sont créées). Pour le Département, les conséquences du scénario de *statu quo* seraient lourdes :

- La baisse de la superficie irriguée sera amplifiée par l'étalement urbain car les terres où l'eau du Rhône et de l'Isère sont faciles d'accès sont les plus convoitées.
- Le développement de la friche sur les terres non irrigables où les cultures pluviales ne seront plus possibles augmentera les risques de feux et dégradera les paysages.
- Le patrimoine biologique lié aux écotones⁴⁹ associés à la polyculture-élevage s'appauvrira fortement.
- Les pertes d'emplois productifs (directs, indirects) et induits seront élevées.

Le système alimentaire territorialisé de qualité de la Drôme se verra compromis.

2.1.3. Des systèmes herbagers et des montagnes rurales en risques d'effondrement : la Lozère

Les systèmes herbagers des régions périméditerranéennes⁵⁰, sont pénalisés par le changement climatique. Sur la période 1980-2006, la baisse de productivité fourragère a été chiffrée à 30 % à Lyon et à 20 % à Millau⁵¹.

46 Source : Agreste - Recensement agricole 2010

47 zone située au Nord du Département

48 Le climat de Valence en 2040 sera proche de celui actuel de Montpellier.

49 Un écotone est une zone de transition écologique entre plusieurs écosystèmes

50 Zones situées au sud de la ligne où P < ETP : en gros, une ligne Pau-Lyon, qui se déplace rapidement vers le nord. Il semblerait que certains systèmes fourragers en Mayenne sur sols peu épais sont déjà bien affectés.

51 Source : projet de recherche *Climfourrel* (novembre 2015)

La Lozère est dans cette situation. Les lignes d'isothermes et d'iso-ETP ont migré de plus de 250 km vers le nord et les lignes d'iso-aridité et d'iso climats méditerranéens ont progressé de 100 à 130 km⁵². Le climat de Mende, qualifié jusqu'alors de « tempéré humide », est désormais considéré comme « tempéré sub-méditerranéen ». L'évolution est problématique car en trente ans, la production fourragère a subi une perte moyenne de - 11 %⁵³, alors que :

- 95 % de la SAU du département y sont consacrés⁵⁴,
- l'agriculture, avec 4 000 emplois directs, constitue le premier secteur d'activité (14 % des actifs) et la seule activité économique dans bien des communes et hameaux⁵⁵,
- l'élevage à l'herbe limite la progression des friches et les risques d'incendie ; il contribue à la qualité des paysages et au maintien d'une riche biodiversité.

Sur la période 2003-2007, le coût des calamités agricoles pour raisons climatiques s'est élevé à 25,3 millions €, soit une perte financière pour la *ferme Lozère* de l'ordre de 14 millions €/an, représentant environ 30 % du revenu agricole moyen par exploitation⁵⁶.

Les hypothèses retenues pour le scénario du « *statu quo* » ont été les suivantes : pas de développement de l'irrigation par aspersion, poursuite du recul de l'arrosage gravitaire en raison des difficultés d'entretien des réseaux et des contraintes réglementaires (encadré), développement agricole au fil de l'eau, faible valorisation des produits, pas de modifications des systèmes fourragers.

Encadré 11. Le recul de l'irrigation gravitaire en Lozère, ses causes et ses effets

La pratique de l'irrigation gravitaire est très ancienne en Lozère, preuve de son importance même sans changement climatique. En Cévennes lozériennes et en Margeride, les béals (canaux traditionnels construits à la main) amenaient l'eau aux meilleurs prés et aux cultures. Ce système historique n'a plus qu'une existence résiduelle en raison de l'exode rural, de l'importance des travaux d'entretien... et de la réglementation des débits réservés. La règle des débits réservés comptabilise en effet toute l'eau déviée d'un cours d'eau alors qu'une partie importante de ce qui est prélevé est pourtant restituée au milieu et alimente des sources et des zones humides considérées à tort comme « naturelles ». Ce recul est problématique : il pénalise la production fourragère et les zones humides, réduit la résilience des exploitations au changement climatique et la capacité de stockage d'eau en hiver. Il accroît les risques d'inondations.

Le scénario annonce un avenir sombre pour le « *département des sources* » :

- recul sensible de la production fourragère, du nombre d'exploitations et des emplois,
- fermeture des milieux, fortes pertes de biodiversité, dégradation des paysages et de la qualité/attractivité touristique, risques de feux accrus,
- perte de fonctionnalité des béals, risques d'inondations accrus,
- abandon de certains territoires et recul des services au public,
- équilibres et économie globale du Département fortement compromis.

⁵² Source : projet de recherche *Climfourrel*

⁵³ L'effet positif température/CO₂ de janvier à avril (+ 0,43 t MS/ha) ne compense pas, de loin, l'effet négatif des sécheresses de la période de mai à août (-1,3 t MS/ha).

⁵⁴ Source : Agreste - RGA 2010

⁵⁵ Source : Chambre d'agriculture de la Lozère. Panorama de l'agriculture en Lozère- Edition 2015.

⁵⁶ Source : Agreste - Comptes de l'agriculture 2010

A l'horizon de seulement dix ans, la perte de production fourragère devrait représenter un coût ou un manque à gagner direct supplémentaire de 10 millions €/an pour le département, soit environ 20 % du revenu agricole⁵⁷.

2.1.4. Situation conflictuelle en Poitou-Charentes : quelle conséquences pour le bassin de la Boutonne ?

Le bassin de la Boutonne est le premier en France à avoir fait approuver un « projet de territoire » portant création de retenues de « substitution » (au sens de l'instruction ministérielle de juin 2015). Ce projet pourrait cependant ne pas aboutir malgré tous les efforts réalisés ces deux dernières décennies dans la gouvernance collective de la gestion de l'eau⁵⁸ et malgré les avancées affichées par le projet⁵⁹.

En effet, les points de vue des agriculteurs et des associations environnementales continuent à s'opposer. Pour les ONG, le projet confortera un modèle agricole intensif industriel, venu supplanter l'ancien modèle de polyculture élevage et accusé d'entraîner pollution et désertification rurale. Elles pourraient diligenter des recours juridiques pour en bloquer la réalisation. Au contraire, les agriculteurs voient le projet comme le moyen de sécuriser, de diversifier et de valoriser leurs productions y compris en accédant à des contrats de production de légumes.

Ce bassin, très rural (100 000 ha dont 12 000 irrigués⁶⁰), a connu d'importantes transformations de son agriculture (et des paysages). Au 19^{ème} siècle, la région se consacrait principalement à la viticulture (cognac) et l'irrigation n'avait donc pas de raisons d'être. Le système a changé avec la crise du phylloxéra : la polyculture-élevage a pris la place des vignes. Mais l'élevage, comme dans bien d'autres régions, est exigeant et il a connu des difficultés. La superficie toujours en herbe s'est réduite (de plus de moitié de 1988 à 2010) au profit des grandes cultures et le nombre d'exploitations n'a cessé de diminuer : il est passé de 2 500 en 2003 à 1 603 en 2011⁶¹. L'assolement moyen en 2011 demeure cependant assez diversifié : blé (34 %), tournesol (16 %), maïs (15 %), colza (7 %), orge (6 %).

Faut-il pour autant accuser l'irrigation de ces évolutions ? Elle concerne moins de 20 % des exploitations (305 sur 1 600) et elle permet le maintien d'une diversité et de petites exploitations : 67 éleveurs bovins, 40 petites exploitations céréalières (55 ha/exploitation) et une coopérative d'agriculteurs bio (qui développe une gamme de 14 cultures) y ont recours. Cette diversité et l'emploi créé auraient été plus forts si des cultures de légumes sous contrats avaient pu se développer : les menaces permanentes de coupures d'eau ne l'ont pas permis. La sole irriguée est donc restée consacrée au maïs (53 %, part qui se réduit) et aux céréales à paille (28 %)⁶².

⁵⁷ Estimation des auteurs

⁵⁸ Création en 1990 du Syndicat mixte de la Boutonne (SYMBO) et en 1997 de la Commission locale de l'eau (CLE), approbation en 2008 d'un 2^{ème} schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE) après l'annulation du 1^{er} en 2007 suite à recours contentieux, regroupement d'une majorité d'irrigants dans des collectifs (ASA et Coop), création du Syndicat mixte des réserves de substitution de la Charente Maritime (SYRES), mise en place d'une Organisation unique de gestion collective (OUGC de la Saintonge) et dépôt d'un plan de répartition et de création de réserves de substitution pour un total de 6,8 millions m³.

⁵⁹ Le plan déposé par l'OUGC demande de réduire drastiquement les attributions en eau des irrigants qui refusent d'adhérer à une structure collective. Le projet de territoire porté par le SYMBO, d'un coût de 41,4 millions €, comprend la création des retenues de substitution prévues par l'OUGC. Certaines permettront de transformer des forages agricoles en ouvrages stratégiques pour l'alimentation en eau potable. Le projet prévoit des améliorations de l'efficience de l'irrigation pour améliorer la qualité des nappes et des actions de rétablissement du bocage.

⁶⁰ Source : Documents d'élaboration du SAGE Boutonne : documents préparatoires et explicatifs (Syndicat mixte de la Boutonne – Commission locale de l'eau – mars 2003)

⁶¹ Source : État des lieux et diagnostic préalables à la mise en place d'un contrat territorial sur le bassin de la Boutonne, SYMBO, novembre 2015.

⁶² Source : État des lieux et diagnostic préalables à la mise en place d'un contrat territorial sur le bassin de la Boutonne, SYMBO, novembre 2015.

Si l'irrigation n'est donc pas en cause dans cette transformation, elle a cependant contribué directement à la mise en assecs l'été de certains petits affluents de la Boutonne du fait de la faible hydraulicité (très petits affluents) et de la non création de capacités de stockage⁶³.

Dans ce contexte, le scénario de « *statu quo* » (blocage sociétal) verrait la non réalisation du projet de territoire (pas ou très peu de réserves réalisées) et l'imposition de la réduction de 63 % des volumes prélevables⁶⁴ pour éviter les assecs à répétition.

Or, aucun « plan B » n'existe et, avec le changement climatique, les étiages vont devenir bien plus sévères (on annonce des baisses naturelles de débits en été jusqu'à 70 à 80 % d'ici 2070) alors que les débits d'hiver devraient au contraire se voir accrus, ce qui permettrait d'envisager favorablement le remplissage des retenues en cette saison.

Les conséquences du scénario « *statu quo* » seraient les suivantes :

- réduction de 2/3 de la superficie irriguée d'ici 2025 et passage à l'agriculture pluviale avant 2050,
- perte de compétitivité (perte d'excédent brut d'exploitation-EBE d'environ 10 %) menant au renforcement de l'agrandissement/ réduction du nombre des exploitations,
- pertes importantes d'emplois,
- simplification des assolements et perte de diversité,
- mise à terme des assecs à l'horizon 2030 mais retours de ceux-ci avant 2050 du fait du changement climatique (impacts bien plus élevés que celui actuel de l'agriculture).

2.1.5. La Beauce, première région irriguée de France en risque climatique

Un des plateaux les moins arrosés de France⁶⁵, la Beauce, autrefois ancien « pays de moutons », est devenue la première zone irriguée du pays en même temps que la première région européenne pour les productions de céréales et d'oléagineux et une des principales régions de cultures légumières de plein champ de France.

La Beauce est aussi un territoire pionnier connu au niveau international pour son dispositif agricole collectif de gestion volumétrique de sa nappe, mis en place de façon volontaire en 1999⁶⁶.

La surface irrigable totale, 340 000 ha, représente 53 % de la SAU et la surface irriguée 241 000 ha (année 2010). Pour faire face aux déficits pluviométriques, diversifier leurs cultures, garantir les rendements et répondre aux exigences de qualité des industriels et des consommateurs, 3 300 agriculteurs ont recours à l'eau. Les céréales représentaient 50 et 70 % de la sole irriguée respectivement en 2000 et 2010 (année au printemps très sec). Les cultures semencières et légumières sous contrats (petits pois, haricots verts, salsifis, flageolets, carottes,...) occupaient le reste. Pour les céréales, le recours à l'irrigation (40 à 70 mm/ha) est pratiqué en moyenne au moins deux années sur cinq. L'irrigation joue un rôle d'assurance récolte et de garantie de la qualité (taux protéique). Pour les cultures de diversification, le recours à l'irrigation (< 250 mm/ha/an) est indispensable. La pomme de terre, la betterave et les légumes représentent 23 % de la production brute standard pour seulement 9 % de la SAU⁶⁷.

⁶³ On ne compte que 0,6 million de m³ de réserves + 1,25 millions m³ de réserve de substitution créés en 2011 sur la partie Deux-Sèvres, mais en remplacement seulement de forages profonds.

⁶⁴ Les volumes d'irrigation actuels ont déjà été divisés par 2 par rapport à ceux des années 1990,

⁶⁵ La pluviométrie moyenne est de 630 mm/an avec des années proches de 400 mm. Cela n'empêche pas les risques d'inondations.

⁶⁶ Ce dispositif est né suite aux conflits d'usages survenus en 1993, année très sèche qui avait vu plusieurs petits cours d'eau périphériques comme la Conie subir un assec. Dès 1994, la profession acceptait la mise en place de compteurs et engageait une réflexion sur la mise en place d'une gestion volumétrique. Le système d'allocation départemental introduit en 1999 a évolué avec le temps : désignation de 5 OUGC pour une gestion territoriale différenciée, approbation du SAGE en 2013.

⁶⁷ Source des données : Agreste, Recensement agricole 2010 ; représentants des filières interviewés par la mission (pour la demande CGAAER n°16072 Eau, agriculture et changement climatique : statu quo ou anticipation ?

L'irrigation se fait par pompage dans la nappe de Beauce, important réservoir de 20 milliards de m³ réalimenté par les pluies excédentaires (1 250 millions m³/an) et venant alimenter à son tour les villes (100 millions m³), l'agriculture (220 millions m³), l'industrie (30 millions m³) et les cours d'eau (900 millions m³). La demande en eau agricole réelle (moyenne 1999-2013) est de 190 millions m³/an. Certaines années, le bilan peut être très déséquilibré entraînant soit un stockage soit un déstockage. Le volume global de référence qui peut être alloué à l'agriculture (420 millions m³) est supérieur aux 200 millions m³ qu'il conviendrait de ne pas dépasser, selon la modélisation, pour maintenir l'équilibre piézométrique⁶⁸.

Le changement climatique aurait des conséquences assez importantes : températures supérieures en 2070 à celles actuelles de l'Aquitaine, dégradation du bilan hydrique (changement du régime des pluies, augmentation de l'ETP), diminution de la recharge des nappes de 20 à 30 %, baisse de la piézométrie jusqu'à 10 m, besoin d'irrigation « starter » pour le colza⁶⁹...

Les hypothèses du scénario de *statu quo* sont le maintien des DOE⁷⁰ et des modalités actuelles de gestion de la nappe, la baisse naturelle de la recharge de la nappe et la non mise en place d'une politique d'offre (pas de création de retenues d'eau ni de recharge artificielle de la nappe ou de réutilisations des eaux usées traitées). Ses conséquences devraient être les suivantes :

- fin de la diversification de l'agriculture, retour au système agricole historique (blé, orge et colza), baisse de la qualité du blé,
- réduction du nombre d'exploitations et forte perte d'emplois dans les filières,
- désertification et simplification du paysage rural,
- risques d'accroissement des pollutions diffuses par les nitrates (déjà trop élevées) et perte des bénéfices environnementaux de l'assolement diversifié.

2.1.6. Les cultures légumières sous contrat dans les Hauts-de-France : pertes d'emplois et risques de délocalisation

Dans les Hauts-de-France, région fortement impactée par le chômage, l'agriculture et l'agro-alimentaire représentent 100 000 emplois directs (7,1 % des emplois régionaux)⁷¹. Sur un total de 26 000 exploitations, 2 900 ont recours à l'irrigation pour produire sous contrats industriels des pommes de terre ainsi qu'une grande diversité de légumes vendus en l'état ou transformés. L'irrigation permet trois cultures sur deux ans, voire deux cultures/an. Elle assure une régularité en volume et en qualité, conditions essentielles à l'approvisionnement de l'industrie et à la stabilité des prix. Elle génère quatre fois plus d'emplois (18 emplois/100 ha) que la production non irriguée⁷².

La superficie irriguée (55 000 ha soit 2,5 % de la SAU) assure :

- un chiffre d'affaires agricole de 275 millions € (5 000 €/ha) et un chiffre d'affaire industriel de 1 500 millions €,
- 6 000 emplois directs en agriculture et 4 000 en industrie⁷³.

d'irrigation)

⁶⁸ Sources des données : « La gestion de l'irrigation sur la nappe de Beauce », SAGE Nappe de Beauce, avril 2016 et « La nappe de Beauce », Centre Sciences CCSTI, 2011

⁶⁹ Sources : *Climator* ; Projet REXHySS et *Explore 2070*

⁷⁰ Voir définition du DOE dans l'encadré 9

⁷¹ Source : DRAAF Hauts-de-France, Agreste

⁷² Source : estimations à partir des données fournies par les chambres d'agriculture et les agro-industries

⁷³ Source : estimations à partir des données fournies par les chambres d'agriculture et les agro-industries

Les volumes d'eau prélevés⁷⁴, 900 m³/ha/an en moyenne, représentent de 1 à 8 % des prélèvements totaux mais ils sont concentrés sur la période du 15 mai au 15 août⁷⁵. Si les ressources en eau sont globalement importantes, un déficit prolongé de pluie peut conduire à des arrêtés de restrictions dans certains secteurs (niveau d'alerte atteint en 2005, 2006, 2007, 2010 et 2011).

La multiplication des arrêtés de limitation interroge sur le devenir de l'irrigation alors que la Belgique voisine, qui a pourtant moins d'eau, développe de nombreux projets d'extension.

Selon *Explore 2070*, la pluviométrie pourrait baisser de 5 à 10 % et l'ETP s'accroître de 10 à 15 %. La recharge des nappes pourrait par suite baisser de 6 à 46 % à l'horizon 2070. Les hypothèses retenues pour le *scénario statu quo* sont les suivantes : pas de création de retenues ni de transferts d'eau des zones en excès vers des zones en déficit, poursuite lente des gains d'efficacité en eau de l'agriculture sans saut qualitatif, pas de simplification des réglementations environnementales (loi sur l'eau, ICPE) ni de modification des DOE⁷⁶. Les conséquences en seraient :

- une perte de chiffre d'affaire de 14 millions €/an pour l'agriculture et de 75 millions pour l'industrie du fait du recul des productions sous contrat, soit une perte de 5 %/an,
- une perte de 500 emplois productifs (agricoles et industriels) par an (5 %/an),
- un risque de délocalisation industrielle et de non localisation dans les Hauts-de-France de nouvelles implantations industrielles pourtant appelées par les marchés en croissance,
- une moindre absorption de carbone et une augmentation des émissions de CO₂ liées au transport.

2.1.7. Coûts et risques pour la France du scénario de « statu quo »

□ Les coûts directs déjà constatés au niveau national

Le coût des calamités agricoles pour causes climatiques s'est élevé en moyenne ces dernières années à 173 millions €/an⁷⁷, ce qui représente des pertes de productions de l'ordre de 600 millions €/an. La sécheresse est principalement en cause (elle représente 55 % des dommages et indemnités) et ce sont les systèmes herbagers et les éleveurs qui sont les plus touchés.

Les pertes pour la *ferme France* et pour le pays sont en réalité plus élevées. Il faut y ajouter :

- les contributions publiques au financement de l'assurance récolte (enveloppe budgétaire de 100 millions €/an), et les mesures d'urgence : fonds d'allègement des charges, dégrèvement de la TFNB, prise en charge de la MSA...⁷⁸
- les pertes continues de productivité et de qualité. Celles-ci concernent de nombreuses filières y compris les grandes cultures céréalières : stagnation du rendement du blé tendre en France depuis 15 ans (source INRA), rendement du blé dur dans nos régions méridionales réduit de 10 qx/ha (33 au lieu de 43 sans changement climatique)⁷⁹.

⁷⁴ pour une bonne part dans des nappes très puissantes et dont le renouvellement n'est pas menacé : pas d'évolution majeure depuis 25 ans ni de menace immédiate.

⁷⁵ Source : Agence de l'eau Artois Picardie

⁷⁶ Cf. définition du DOE dans l'encadré 9.

⁷⁷ Source : Ministère en charge de l'agriculture (MAAF), direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises-DGPE

⁷⁸ Source : MAAF, DGPE

⁷⁹ Source : Arvalis Colloque l'irrigation et l'agroécologie font-elles bon ménage ? AFEID, SupAgro Montpellier et AIRME, 2016

□ **Les coûts directs et indirects annoncés**

Le scénario de *statu quo* annonce des évolutions importantes dans les systèmes productifs avec des coûts directs et indirects élevés, dans les trois dimensions du développement durable (tableau).

Tableau : Impacts du scénario *statu quo* dans les trois dimensions du développement durable

Systèmes	Dimension économique	Dimension sociale	Dimension environnementale
<p>Simplification : recul de l'herbe et de l'irrigation, céréalisation</p> <p>Déprise (montagne)</p> <p>Désagricolisation (plaines du midi) / étalement urbain</p>	<p>Pertes de production, de revenus, et de compétitivité (cf. 6 études de cas)</p> <p>Délocalisations directes (cf. Hauts-de-France) et induites</p> <p>Mise en péril de territoires pauvres (cf. Lozère)</p> <p>Impact induit sur le tourisme et les autres secteurs de l'économie, en particulier en zones rurales (liés aux effets multiplicateurs inputs/outputs et distribution des revenus)</p>	<p>Perte d'emplois (productifs) y. c. dans des régions à fort taux de chômage : Hauts-de-France et Languedoc</p> <p>Risques de remise en cause d'autres services rendus par l'eau, conflits d'usages croissants</p> <p>Déséquilibres territoriaux, injustice climatique, risque d'effondrement territorial (Lozère)</p> <p>Recul des systèmes alimentaires fruits et légumes en circuits courts (Drôme/Lyon, Beauce/Paris,...)</p>	<p>Simplification des paysages, pertes de biodiversité</p> <p>Risques de feux et d'inondations accrus</p> <p>Émissions de GES accrues : baisse de la séquestration du carbone + faible stockage + déstockages (feux, recul prairies + étalement urbain) + transports</p> <p>Faible dilution, pollutions de l'eau</p>

Plus globalement, le scénario du « *statu quo* » :

- accentuerait fortement le coût des assurances agricoles et des mesures de soutien aux agriculteurs victimes des événements climatiques ou en réduirait la portée aux dépens des producteurs,
- conduirait au non respect par la France de l'Accord de Paris/COP 21, aggraverait le déficit de la balance commerciale et menacerait l'indépendance alimentaire du pays (Cf. encadré 12),
- aggraverait encore plus la situation des milieux aquatiques des pays du sud (externalisation d'une part de la production dans des pays pauvres en eau),
- contribuerait à la montée des risques d'insécurité alimentaire inter-régionaux (Europe/Méditerranée/Afrique) et globaux.

Encadré 12. Risque de dégradation accrue de la balance du commerce extérieur, de non respect de l'Accord de Paris (COP 21) et de perte de souveraineté alimentaire de la France

La balance commerciale agro-alimentaire de la France, hors secteur des vins et des spiritueux, est devenue déficitaire. En effet, les échanges avec les pays membres de l'UE sont passés de 2000 à 2015 de + 3,4 Md€ à - 1,1 Md€ et ceux avec les pays tiers sont restés négatifs et stables (- 1,36 Md€ en 2000 et - 1,16 Md€ en 2015) (source : Agreste Graphagri 2016). La chute pour la France dépasse 4 milliards € en quinze ans : elle concerne de très nombreux produits.

Or, le scénario de *statu quo* annonce pour nos six territoires de nouvelles fortes baisses de compétitivité et de production. Le secteur des fruits et légumes (cf. études de cas *Drôme, Beauce, Hauts-de-France*), qui enregistrent déjà une forte érosion commerciale, seraient touchés de plein fouet imposant des importations accrues de pays pourtant bien moins riches en ressources hydriques que la France. Les céréales et les produits de l'élevage à l'herbe seraient également perdants, sans oublier les pertes annoncées sur les vins dans nos régions méridionales.

Les six territoires choisis sont suffisamment représentatifs de la diversité agricole française pour considérer que la perte globale de production alimentaire pour le pays serait, dans cette hypothèse du « *statu quo* », significative même si le réchauffement climatique représente, dans certaines régions du pays, aussi une opportunité. Ce sera le cas notamment dans la région du *Grand Est*, la plus froide du pays, où la culture du maïs, celle du colza et celle du tournesol pourraient être gagnantes. Cependant les gains de rendements annoncés pour le maïs supposent un recours accru à l'irrigation (+ 50 mm), le colza aura probablement besoin d'irrigations « starters » et les gains de rendements pour le tournesol resteront limités en conditions pluviales dans les sols à faible réserve utile en eau (source : rapport *Climator*).

L'hypothèse du « *statu quo* » annonce donc une France dont la balance commerciale se verrait encore fortement dégradée et ne respectant pas l'article 2 de l'Accord de Paris (COP 21), lequel impose que les efforts d'adaptation soient développés de façon telle que la production alimentaire ne soit pas menacée.

2.2. D'autres itinéraires sont possibles : les scénarios d'anticipation

2.2.1. En Languedoc, bassin de l'Hérault

La région du Languedoc, grâce à ses montagnes (les Cévennes) et à la proximité du Rhône, dans lequel il est possible de puiser, est un territoire de grande abondance hydrique. D'importantes infrastructures hydrauliques, à l'exemple du barrage du Salagou sur le bassin de l'Hérault, y ont été construites. Celui-ci avait été créé à l'origine pour permettre le passage de la monoculture de la vigne à des systèmes de culture diversifiés associant cultures maraîchères, fruitières, de semences et viticoles. Les agriculteurs n'ont pas mis à profit cette opportunité : la vigne demande moins de travail et la tradition viti-vinicole était solide dans l'Hérault comme dans l'Aude. A l'inverse, le département voisin du Gard a suivi cette voie. Le canal Philippe Lamour y a permis l'essor d'une agriculture très diversifiée à triple performance et une évolution agro-écologique du paysage (cf. *État de l'art*).

La *retenue du Salagou* a ainsi oublié sa vocation d'origine pour ne devenir qu'une zone humide d'intérêt écologique et une zone d'activités récréatives. Le changement climatique et ses conséquences négatives sur les sols, sur la vigne et sur la qualité de ses vins change aujourd'hui la donne. La vocation première de la retenue, l'agriculture, redevient d'actualité.

Dans un scénario d'adaptation et d'anticipation, le Salagou pourra être mobilisé⁸⁰ pour permettre au territoire d'éviter le drame annoncé par le scénario « *statu quo* ». Les autres leviers à mobiliser sont les suivants :

- *L'efficacité de l'irrigation*. Contrairement à l'Australie et à d'autres pays neufs qui irriguent la totalité ou l'essentiel de leurs vignobles alors qu'ils ont pourtant bien moins d'eau que le Languedoc, l'irrigation de la vigne est chose récente en France. Des progrès d'efficacité et de productivité de l'eau sont possibles : des sur-irrigations sont constatées et tous les viticulteurs n'ont pas encore bénéficié de formations. Les sur-irrigations pourraient d'ailleurs être taxées comme le recommande l'ICARDA (Institut de recherche agricole des régions arides et sèches).
- *Le passage de l'irrigation gravitaire traditionnelle à l'irrigation sous pression* dans les périmètres gérés par les associations syndicales autorisées (à l'instar du projet en cours sur l'ASA de Gignac) est également un moyen d'accroître l'efficacité et la productivité de l'eau.
- *La création de retenues collinaires* et le recours à la *réutilisation des eaux usées traitées* seront nécessaires dans les petites régions qui ne pourront pas être desservies par les grandes infrastructures de transferts (*AquaDomitia*) et de stockage (Salagou...).
- *Le doublement si nécessaire d'AquaDomitia et sa prolongation*.
- *L'arrêt de l'étalement urbain* et la *préservation du foncier équipé pour l'irrigation* par des mesures réglementaires et financières (imposition de mesures compensatoires).
- *L'encouragement à une viticulture pluviale et à une vinification de grande qualité pour des productions à haute valeur ajoutée* sur les rares terroirs qui pourront se passer de l'irrigation à terme.
- *L'ajustement des DOE aux nouvelles données hydrologiques d'étiage*.

La mise en œuvre de ces différentes mesures est susceptible de sauvegarder l'essentiel du vignoble et des biens et services produits par les ressources en eau et par la viticulture. Les infrastructures de transferts et de stockages continueront à jouer un rôle « multi-usages » : alimentation en eau potable, irrigation, soutien d'étiage/eau pour la nature aquatique, activités récréatives.

Les volumes d'eau à mobiliser (création de ressources) resteront globalement faibles par rapport à la ressource disponible. En effet :

- l'autorisation de prélèvement d'eau du Rhône pour alimenter le canal Philippe Lamour est de 75 m³/s mais la ressource n'est actuellement sollicitée qu'à hauteur de 15 à 20 m³/s, projet AquaDomitia compris,
- le volume de la pluie moyenne annuelle sur le département de l'Hérault est de 5 milliards de m³. L'ensemble des consommations nettes sur le bassin de l'Hérault ne représente que 2 % de la lame d'eau⁸¹.

La réalisation du scénario d'anticipation suppose un accord sociétal, qui paraît possible. De nouvelles prises de conscience commencent à s'opérer dans la société et de grands élus régionaux et métropolitains s'en font aujourd'hui l'écho.

⁸⁰ On notera que la capacité actuelle de renouvellement de la réserve est limitée (#7 Mm³/an), mais qu'elle pourrait facilement être considérablement augmentée (#50 à 100 Mm³/an) moyennant réalisation de la liaison Lergue-Hérault, différée jusqu'ici faute de besoin...

⁸¹ Source : étude REMEDHE (BRGM)

Cette prise de conscience pourrait conduire à un *scénario plus ambitieux* que celui du seul maintien de la viticulture. En effet, pour certains grands élus, l'agriculture ne doit plus être regardée comme une activité clivante mais au contraire comme une activité « structurante » du développement territorial durable. Les rôles multiples de l'agriculture – paysages et alimentation de qualité, gestion durable des sols et de l'eau, prévention des feux et des inondations, force de résistance à l'étalement urbain..., doivent être reconnus et soutenus. Un scénario de type « COP 21 » (adaptation, atténuation, sécurité alimentaire) pourrait être imaginé et promu. Diversification d'une part du vignoble vers des productions maraîchères et fruitières avec circuits courts, agriculture écologique d'infiltration et de stockage de l'eau et du carbone (enherbement du vignoble, travail en lignes de niveaux, agroforesterie), ouvrages de stockage de l'eau pouvant servir à la fois l'irrigation dans la période de stress hydrique et la prévention des inondations dans la période de pluies diluviennes... pourraient en faire le contenu.

La réalisation d'un tel « projet de société » nécessitera de chiffrer les nouveaux besoins en eau et en capacités de stockages à satisfaire en tenant compte de ce que l'on veut d'ici trente ans comme type d'alimentation, d'agriculture et de paysages. De nouvelles solidarités financières seront peut-être nécessaires car avec la montée des problèmes climatiques en Europe du sud, la mutation à réussir aura un coût.

2.2.2. En Drôme

Le scénario du *statu quo* n'est pas le scénario le plus probable dans le cas de la Drôme. Les drômois sont attachés à la qualité rurale de leur territoire, ils ont mis en place des outils de gouvernance pertinents pour l'eau agricole et la ressource en eau est, globalement, très abondante.

Le scénario d'anticipation conduira à mobiliser de concert plusieurs leviers. Ceux concernant la politique d'offre sont les suivants :

- Mobilisation d'une petite part de la ressource du Rhône et de l'Isère⁸².
- Sur la « Drôme des collines » où l'accès à l'eau ne peut se faire à partir des ressources du Rhône et de l'Isère, la nappe profonde dite « *nappe du miocène* » offre une ressource abondante. Elle pourrait permettre la substitution aux prélèvements dans les rivières et dans leurs nappes d'accompagnement, ressources en eau particulièrement sensibles, ainsi que la satisfaction des nouveaux besoins induits par le changement climatique. La réduction de 40 % des prélèvements n'a donc pas lieu d'être et les acteurs du territoire devraient pouvoir s'accorder pour que cette solution soit acceptée par la Commission locale de l'eau (CLE) du SAGE « nappe du miocène ».
- Dans les montagnes sèches sub-méditerranéennes, l'agriculture, le tourisme et l'environnement (biodiversité, réduction des risques incendies et inondations) ont aussi intérêts liés. La réalisation de petites réserves individuelles (pour une ou deux exploitations agricoles) est la seule solution possible compte tenu de l'éloignement des exploitations et du relief (beaucoup de petites vallées). Condition de la préservation de la qualité économique et environnementale de ces espaces, de tels projets peuvent être plaidés et compris de la société.

Parallèlement, le scénario de développement durable suppose, comme en Languedoc, l'arrêt de l'étalement urbain et de la perte de terres irriguées par artificialisation. Des mesures de protection du foncier équipé pour l'irrigation et des obligations de compensation sont à imaginer et à instaurer d'urgence.

82 Le débit moyen du Rhône à son embouchure est de 1 700 m³/s. En utilisant seulement 16 heures de son débit sur une année, on pourrait irriguer 50 000 ha soit doubler la surface irriguée du département. On pourrait obtenir le même résultat avec l'Isère (débit moyen de 300 m³/s) en ne mobilisant que l'équivalent de 3,5 jours par an.

2.2.3. En Lozère

Le scénario d'anticipation suggéré pour la Lozère invite à combiner trois leviers :

- l'adaptation de la conduite des systèmes fourragers aux nouvelles conditions climatiques⁸³,
- la sécurisation de la production fourragère grâce à un recours partiel à l'irrigation,
- la création de valeur ajoutée par le développement de la transformation artisanale et industrielle locale, une meilleure valorisation de l'image « Lozère » et un meilleur développement des filières de diversification et de valorisation fermière (agritourisme, maraîchage...).

L'objectif de sécurisation de la production fourragère par recours à l'irrigation pourrait conduire par exemple à se donner pour objectif la création d'une capacité de stockage de 50 millions de m³. Cela ne représenterait que 2 % des précipitations moyennes hivernales (de novembre à mars) évaluées à 2,5 milliards de m³.

La réalisation de ce volume de stockage nécessiterait un investissement de 100 à 200 millions € soit 10 à 20 millions €/an sur dix ans (15 à 20 si on y ajoute le coût des réseaux, équipements d'irrigation et charges d'amortissement et de fonctionnement). Un investissement d'un tel niveau, vu sous l'angle de la seule rentabilité agricole, serait difficile à justifier. Par contre, si on intègre dans le raisonnement la valeur des services écosystémiques que le maintien de l'agriculture et de l'herbe rendent et pourraient continuer à rendre, le résultat du calcul économique peut être tout autre. La question posée est ainsi celle de la valeur de ces services, et aussi la question de l'équité territoriale et de la prévention de l'injustice climatique. Le scénario du statu quo annonce en effet un risque d'effondrement général du département avec des conséquences sur la biodiversité. L'enjeu est donc bien celui de l'aménagement du territoire et de la prévention de l'injustice climatique. Un tel effort d'investissement, si il était décidé, devrait s'accompagner d'une modification du système de production pour générer davantage de valeur ajoutée et de résilience.

2.2.4. Dans le bassin de la Boutonne

D'autres scénarios que le scénario « *statu quo* » sont aussi possibles sur la Boutonne. Le département voisin de la Vendée dont la situation est assez comparable a su dépasser les oppositions de postures pour permettre à l'agriculture de développer des solutions d'intérêt commun (Cf. encadré 13).

83 Réduction du chargement, augmentation des stocks pour assurer l'alimentation hivernale, mise à l'herbe plus précoce, cultures de fourrages annuels, adaptation de la variété des prairies semées y compris en mélanges variétaux, adaptation des techniques culturales...

Encadré 13. La création de retenues d'eau en Vendée par anticipation de la prise en compte du changement climatique dans le SDAGE : quels enseignements en tirer ?

La Vendée, 1^{er} département français en production de viande bovine et 3^{ème} pour la volaille, est un territoire bocager à forte dynamique économique. On y compte 12 000 emplois agricoles et 16 000 dans l'industrie agro-alimentaire. Une partie du bocage est classée en ZRE (zone de répartition des eaux) car elle constitue l'un des bassins d'alimentation du « marais poitevin ». Le maintien de la richesse biologique de cette zone humide emblématique nécessite de conserver un certain niveau d'eau et les surfaces en prairies, donc l'élevage.

Confrontée aux épisodes récents et répétés de sécheresses de printemps et d'été qui menaçaient son autonomie fourragère, la Vendée est un des rares départements qui, non sans mal, a su créer de 2012 à 2016 des retenues d'eau (131 d'un volume moyen d'environ 50 000 m³, dont 46 en ZRE) et ce, sans impacts négatifs sur l'environnement. Elle le doit à une culture du dialogue entre acteurs du territoire, à la forte capacité collective de la profession et à l'effort conduit par l'administration pour arriver à une solution d'intérêt général.

Cela n'allait pas de soi car le SDAGE interdisait tout prélèvement en ZRE sauf si des volumes prélevables hivernaux étaient déterminés... alors que la méthodologie pour fixer les volumes prélevables n'existe que pour la période d'étiage ! Toutes les demandes de créations de retenues se heurtaient donc à un refus de l'administration, soulevant une incompréhension totale des agriculteurs constatant que « l'hiver, des centaines de millions de m³ s'écoulaient à la mer ». La solution a été de déroger aux règles du SDAGE en cadrant les prélèvements d'hiver par certaines règles (prélèvements de novembre à mars, prélèvements cumulés < 20, 40 % ou 60 % du module...), depuis introduites dans le nouveau SDAGE. L'administration a aussi mis en place un dispositif de pré-instruction mené par la DDT avec l'appui de la Chambre d'agriculture afin d'éviter l'émergence de projets non conformes et autant de frais d'études inutiles (8 000 à 10 000 € par cas).

On peut tirer de cet exemple quelques leçons ou questionnements utiles :

- L'interdiction de prélèvements nouveaux en période hivernale constituait une précaution de principe ni étayée ni argumentée. Elle était révélatrice d'une vision de politique de l'eau n'intégrant pas les enjeux du changement climatique et ne visant pas à répondre aux besoins par la création de ressources. L'inscription de cette possibilité (création de ressources par stockage hivernal) dans le nouveau SDAGE a constitué une avancée notable.
- La France gagnerait à ce que *sa politique de l'eau distingue gestion hivernale et estivale* et fournisse aux territoires la possibilité et les outils afin de déterminer les capacités de stockage hivernal.
- Il serait souhaitable d'orienter une partie des missions et moyens des DDT vers un conseil en amont à la mise en œuvre des projets et donc de leur redonner des capacités techniques adaptées. Sauf à laisser se développer une injustice climatique croissante entre territoires, les départements en situation plus difficile (faible organisation professionnelle, conflits entre acteurs) devraient bénéficier d'un appui accru de l'administration pour aider les acteurs à sortir des impasses constatées ou annoncées et à développer des solutions d'intérêt général.
- La préservation de l'herbe et des systèmes d'élevage associés, condition du maintien d'une zone humide emblématique et de sa biodiversité, justifie, dans le nouveau contexte climatique, d'investissements pour l'irrigation et de financements publics, afin de sécuriser les exploitations concernées.

Dans le bassin de la Boutonne, la réalisation du projet de territoire conduirait à se doter de capacités de stockage représentant 3 % de la lame d'eau annuelle. La perte de compétitivité (EBE : excédent brut d'exploitation) ne serait plus que de 3 % au lieu de 10 % dans le scénario *statu quo*. Le nombre d'exploitations, la démographie rurale et les unités de transformations seraient maintenus. Certaines exploitations auraient même la possibilité de développer des cultures de diversification sous contrats.

Cependant, la réduction des prélèvements en été permettrait de supprimer les assecs en 2030 mais pas en 2050. L'actuel « projet de territoire » ne prend pas en effet en compte des enjeux du changement climatique. Les acteurs du territoire gagneraient ainsi à imaginer et à développer un scénario d'anticipation conforme à l'Accord de Paris/COP 21 tout en tenant compte des autres enjeux de durabilité. Avec une gestion plus efficiente de l'eau, la réalisation d'un programme complémentaire de création de réserves (dans la limite des possibilités de remplissage) et une évolution des systèmes de cultures et des pratiques agronomiques, la compétitivité agricole pourrait gagner 3 % (au lieu de perdre 2 %) et les assecs seraient évités. Ce scénario supposerait, selon nos estimations, d'accroître de 30 % la capacité de stockage prévue par le projet de territoire.

2.2.5. Dans la Beauce

Sera-t-il possible de maintenir une agriculture irriguée en Beauce malgré la baisse de recharge des nappes annoncée ? Ceci supposerait de mobiliser concomitamment plusieurs leviers.

Le *progrès génétique* avec l'introduction de variétés mieux adaptées à la nouvelle donne climatique est l'un de ces leviers, sachant que le progrès agronomique, l'amélioration du pilotage de l'irrigation et l'évolution des pratiques culturales en fonction des évolutions climatiques devront apporter leur contribution (Cf. encadré 14).

Encadré 14. Des innovations en cours pour améliorer encore l'efficience de l'eau des grandes cultures

Plusieurs programmes de recherche sont en cours pour identifier des marqueurs génétiques de la résistance à la sécheresse sur blé et maïs. Les résultats attendus dans les 10 prochaines années devraient permettre d'augmenter encore l'efficience de l'eau des deux productions céréalières majeures en France

Des progrès sont encore possibles en termes de pilotage de l'irrigation. Les outils d'aide à la décision pour optimiser les irrigations à la parcelle (ex IRRELIS, IRRINOV,...) ou au niveau de l'assolement (ex LORA) sont déjà utilisés mais la marge de développement est encore grande. L'innovation pourrait surgir des images satellites et des capteurs intra-parcellaires. Des informations directement issues de la parcelle sur l'état hydrique du sol et/ou sur le statut hydrique des plantes en précisant la variabilité intra-parcellaire de ces critères pourraient ouvrir la voie à l'irrigation de précision : la bonne dose au bon endroit. Les systèmes d'irrigation par aspersion, notamment les canons dont la portée est de plusieurs dizaines de mètres, sont sensibles aux effets du vent. Il est possible d'optimiser le réglage de ces appareils en fonction de la vitesse et de l'orientation des vents grâce à des travaux de recherche conduits conjointement par l'IRSTEA et ARVALIS. Pour l'instant ces technologies sont peu développées mais la démultiplication des capteurs et des automatismes en agriculture pourrait leur donner un élan dans les prochaines années.

Les perspectives offertes par le numérique touchent tous les secteurs d'activité. L'agriculture, et en particulier la gestion de l'eau, n'y échappent pas. Quelle que soit l'échelle de raisonnement, de la parcelle et *a fortiori* au territoire, l'exploitation des bases de données est génératrice de valeur ajoutée. Dans le cas de l'irrigation, l'ajustement en temps réel du couple « ressources en eau et besoins » serait une voie d'amélioration de la gestion de l'eau. Plusieurs expériences de cette nature ont été étudiées dans le bassin Adour-Garonne et continuent encore dans le cadre de l'UMT Eau (Unité mixte technologique). La mise au point de la plateforme de simulation MAELIA permettra à terme d'optimiser les stratégies de gestion de l'eau à différentes échelles territoriales.

La recherche sur des pratiques culturelles économes en eau se poursuit avec le test de stratégies d'esquive qui permettent de déphaser la période des besoins en eau de la plante avec la période de déficit climatique la plus forte de la campagne. D'autres techniques ayant des effets possibles sur l'économie d'eau sont aussi testées comme l'effet de mulch procuré par des résidus végétaux ou des couverts vivants qui limitent l'évaporation directe du sol.

Source : JP. Bordes ARVALIS, in Bordes et Benoit, article sur l'eau, Club Demeter, à paraître (2017)

Le deuxième levier a trait à la *gestion de l'eau*. Il consistera à combiner une diversité de mesures complémentaires : politique de recharge, éventuellement artificielle, de la nappe avec meilleure infiltration de l'eau pluviale, nouvelle politique d'offre par réutilisation des eaux usées traitées (REUSE), création de retenues, laquelle devrait se limiter à l'Est du territoire compte tenu du relief et de l'hydrologie, ainsi que recherche d'un compromis entre adaptation des débits d'objectif d'étiage (DOE) et maintien et promotion d'une agriculture irriguée agroécologique.

Un tel scénario suppose un accord sociétal sur l'intérêt d'une agriculture beauceronne irriguée, performante et agro-écologique, puis de traduire cet accord dans la réglementation : redéfinition de DOE adaptés à un nouvel équilibre entre milieu aquatique et autres usages, simplification des règles pour le développement du REUSE et la création de retenues. La comparaison coûts/bénéfices entre scénarios montre que le scénario alternatif est susceptible de produire des bénéfices nombreux, y compris environnementaux.

2.2.6. Dans les Hauts-de-France

Des solutions sont certainement possibles pour un scénario alternatif de sauvegarde de l'agriculture et de création d'emplois dans les Hauts-de-France. Elles nécessitent d'activer plusieurs leviers :

- création de retenues et de bassins de recharge des nappes, transferts d'eau des zones en excès (bassin minier) vers les zones déficitaires (Wateringues),
- amélioration des techniques d'irrigation et de la prise en compte des prévisions météo,
- sélection génétique,
- évolutions des normes et réglementations.

Un scénario plus ambitieux et donnant priorité à la lutte contre le changement climatique et à la réduction du chômage peut aussi être imaginé en mobilisant en complément d'autres leviers :

- incitations à la production de services environnementaux par l'agriculture,
- évolution vers des systèmes productifs fondés sur la complémentarité végétal/animal,
- développement de l'agroécologie et maximisation de la production de biomasse à des fins multi-usages (alimentaires, biomatériaux, énergétiques, stockage de carbone dans les sols),
- lutte contre l'étalement urbain et remise en état des friches.

Les deux scénarios se traduiraient par des investissements de soutien d'étiage et par le développement des surfaces irriguées à hauteur respectivement de 1 000 et de 2 500 ha/an (20 000 à 50 000 ha en vingt ans). Les chiffres d'affaires agricole et de l'industrie pourraient augmenter respectivement de 14 et de 75 millions €/an.

La création d'emplois serait de 200 emplois/an dans le premier scénario et de 500 par an dans le second.

2.2.7. Conclusion : des solutions de développement durable sont possibles, elles nécessitent d'adopter une vision de type « BRBS » : besoins, ressources, biens et services

Les six études de cas montrent la possibilité de solutions d'adaptation et d'anticipation sans perte de production alimentaire, donc conformes à l'Accord de Paris (COP 21). Dans plusieurs cas (*Hauts-de-France, Languedoc, Boutonne, Drôme*), des scénarios assurant des progrès importants en termes de durabilité : création de nouveaux emplois, diversification positive des productions et de l'alimentation, atténuation du changement climatique, soutien d'étiage... semblent possibles. Dans tous les cas, la réussite suppose d'agir à la fois sur le côté « offre » (au-delà de la seule substitution) et sur le côté « demande ».

Scénario d'anticipation / adaptation

Types de leviers	Territoires
Agir sur l'offre (développer la ressource)	
▪ Stockage (> seule substitution)	▪ Tous les territoires
▪ Pompages et/ou transferts	▪ Drôme, Languedoc, Hauts-de-France
▪ Recharge de nappe	▪ Beauce
▪ Réutilisations d'eaux usées traitées	▪ Beauce, Languedoc
Agir sur la demande	
▪ Baisse des DOE (ajustement à la nouvelle hydrologie)	▪ Tous les territoires
▪ Efficience de l'irrigation	▪ Languedoc, Beauce, Hauts-de-France...
▪ Adaptation des systèmes de culture	▪ Lozère, Boutonne, Hauts-de-France, Beauce
▪ Progrès génétique	▪ Tous les territoires
Agir sur d'autres leviers	
▪ Valorisation des produits	▪ Lozère
▪ Protection des terres équipées pour l'irrigation	▪ Languedoc, Drôme...
Dialogue sociétal, arbitrage et maîtrise d'ouvrage	Tous les territoires

Si on revient aux enseignements de l'étude prospective *Garonne 2050*, les deux leviers déterminants d'une adaptation préservant les multiples biens et services rendus par l'eau seront, d'une part, *la baisse des DOE* (débits d'objectif d'étiage) et, d'autre part, *l'augmentation du stockage*. C'est aussi une question de curseur, car plus on décidera de stocker, plus on pourra soutenir les étiages, plus les usages d'aval pourront être satisfaits et plus la baisse des débits biologiques à maintenir en aval pourra être réduite.

Notre étude confirme l'importance majeure de ces deux leviers. Elle montre en outre l'intérêt d'agir sur d'autres leviers, tant du côté offre (transferts, réutilisations) que du côté demande (pilotage de l'irrigation, progrès génétique, évolution des systèmes de cultures) ainsi que la nécessité de mieux valoriser les productions (ex Lozère) et de préserver les terres irrigables (Languedoc, Drôme). Si l'agriculture irriguée a déjà beaucoup progressé en efficience, des avancées paraissent encore possibles, notamment grâce au progrès génétique.

Le pire, dans le nouveau contexte climatique, serait d'opposer les solutions les unes aux autres, de n'avancer ni du côté « offre » (stockage, au-delà de la seule substitution), ni du côté « demande », c'est-à-dire d'en rester à des postures et au « statu quo ». Une nouvelle prise de conscience, un dialogue sociétal renouvelé et le passage à l'action s'imposent.

Le développement durable est à remettre au centre du débat : l'approche PER (pression, état, réponse) doit s'élargir à une approche de type BRBS (« besoins, ressources, biens et services »). L'eau, comme le sol, n'est pas seulement un milieu qu'il faut s'attacher de préserver. C'est aussi une ressource qu'il convient d'activer et de mobiliser pour permettre aux milieux terrestres de produire les services écosystémiques essentiels à la société.

Plusieurs questions peuvent cependant être posées et susciter une réflexion et un débat légitime. Le chapitre qui suit y apporte sa contribution.

3. SIX QUESTIONS EN DÉBAT

3.1. Alimentation : service marchand ou bien public ? La nouvelle dimension géostratégique du sujet « eau et agriculture »

L'agriculture n'est pas un secteur économique parmi d'autres : le *droit à l'alimentation* est un droit universel, instauré par les Nations Unies depuis 1948. Pour le *Forum des ONG*, ce droit doit être aussi un droit à la « *souveraineté alimentaire* », c'est-à-dire « le droit des populations, de leurs pays ou Unions à définir leurs propres politiques agricoles et alimentaires, sans dumping vis-à-vis des pays tiers », ce qui signifie que « toutes les populations ont droit à une alimentation saine, culturellement et nutritionnellement appropriée, ainsi qu'à des ressources de production alimentaire et à la capacité d'assurer leur survie et celle de leur société »⁸⁴. Le concept de « *souveraineté alimentaire* » vise donc des modalités d'atteinte de l'objectif de « *sécurité alimentaire* » (disponibilité, accès à un coût acceptable, stabilité, qualité) par la maîtrise sociale et environnementale de la production des aliments par les populations concernées ou par leurs représentants.

Cette vision est contestée par les économistes libéraux qui mettent en avant la théorie des avantages comparatifs, le rôle des marchés, du commerce international et des systèmes à haute productivité pour atteindre plus sûrement et plus rapidement l'objectif de sécurité alimentaire.

Cependant, l'application de la seule théorie des avantages comparatifs tels qu'ils s'expriment dans les systèmes marchands, et la spécialisation, créatrice de richesses, ne garantissent ni la bonne gestion de l'écosystème, ni la maximisation de la production d'externalités positives (emplois et équilibre des territoires, services environnementaux, paysages et dimension culturelle de l'alimentation) par l'agriculture, ni la réduction à leur minima des externalités négatives (émissions de GES et autres pollutions). Elles tendent souvent à la simplification des systèmes, à la déprise agricole et à l'exode rural des zones à handicaps permanents (montagnes rurales...). Elles peuvent ainsi amplifier les problèmes de non durabilité au niveau local, interrégional et global.

Le concept de souveraineté alimentaire met en avant le *caractère stratégique des enjeux alimentaires* et leur dimension de *bien public*, au même titre que la sécurité d'accès à l'eau potable. Avec la montée des risques climatiques et géopolitiques, le sujet trouve une nouvelle actualité puisqu'il apparaît clairement que la capacité interne et externe des États à promouvoir une agriculture résiliente et à assurer leur autonomie alimentaire conditionne leur degré d'autonomie de décision⁸⁵.

La question de la gestion de l'eau (et des sols) pour conforter la sécurité alimentaire sous ses quatre aspects (stabilité, accès, disponibilité, qualité) trouve ainsi une nouvelle dimension stratégique⁸⁶. Elle invite à réviser nos regards sur l'eau et sur l'agriculture. Comme le souligne le rapport sénatorial « *Eau, urgence déclarée*⁸⁷ », la question de l'eau, en tant que ressource, concerne en effet tout le monde. « *Chacun doit pouvoir se nourrir et notre indépendance alimentaire, qui est directement liée à la disponibilité en eau, doit pouvoir être préservée. Il est donc crucial de ne pas mettre en opposition frontale et stérile agriculteurs et consommateurs* »... dès lors qu'ils partagent un intérêt commun : celui de disposer d'une alimentation de

⁸⁴ Source : Forum des ONG, La souveraineté alimentaire, un droit pour tous, Rome 2001

⁸⁵ Cette question de l'*autonomie* se pose aussi au niveau le plus local, celui des exploitations et des systèmes de culture. L'agriculture « durable » ou « écologiquement intensive » vise en effet à redonner une meilleure autonomie aux exploitations (une moins grande dépendance aux intrants non produits sur place : chimie, aliments du bétail) pour en renforcer la triple performance économique, sociale et environnementale.

⁸⁶ Assurer la sécurité alimentaire impose d'agir sur de nombreux autres leviers que la seule gestion de l'eau et des sols comme par exemple la réduction des gaspillages (en aliments, en terres agricoles) ou le soutien aux zones à handicap permanent.

⁸⁷ Rapport des sénateurs Henri Tandonnet et Jean-Jacques Lozach, adopté en mai 2016 par la Délégation sénatoriale à la prospective

qualité tout en préservant leur pouvoir d'achat.

Une stratégie sur l'eau et l'agriculture/alimentation ne peut se limiter à la seule dimension nationale. La dépendance alimentaire de nombreuses régions et pays du monde pauvres en eau (Afrique du Nord, Moyen Orient, Chine...) va en effet s'accroître de façon considérable faute de ressources naturelles suffisantes, ce qui conduira, qu'on le veuille ou non, à une forte croissance du commerce international. L'insécurité alimentaire peut être aussi à l'origine de migrations et d'instabilités importantes, comme à la mise en place de stratégies de contrôle (accaparement) de terres disposant de ressources en eau nécessaires à la production alimentaire.

Définir une stratégie de gestion des ressources en eau dans les prochaines décennies nécessite par conséquent d'intégrer la responsabilité internationale de la France tant dans son environnement immédiat que dans sa capacité à peser sur les grands équilibres mondiaux qui garantissent la paix. Ce qui se joue sur notre sol avec le changement climatique et l'eau/agriculture se joue de façon encore plus critique dans de nombreux pays situés à notre sud. La bonne gestion et la valorisation des ressources rurales devraient donc devenir un objectif premier, notamment en Afrique, continent qui doit faire face au changement climatique tout en satisfaisant une demande alimentaire qui croît beaucoup et qui change.

La dimension géostratégique du sujet impose d'intégrer les contraintes de nos interrelations dans les solutions à promouvoir. Les enjeux sont ceux du co-développement durable et de la paix. Pour contribuer à la sécurité alimentaire européenne et interrégionale, l'UE devra logiquement reconsidérer ses politiques : agricole (PAC), de l'eau (DCE), climatique, commerciale et de coopération.

3.2. Jusqu'où l'agriculture pluviale ou une agriculture irriguée peu consommatrice d'eau peuvent-elles couvrir les besoins ?

Le dérèglement du climat questionne les évolutions possibles des systèmes de culture ainsi que la nouvelle place de l'irrigation.

Pour limiter le recours aux prélèvements d'eau dans le milieu « naturel », le bon sens commande d'actionner tous les leviers permettant de réduire la consommation d'eau des cultures pluviales ou irriguées : sélection d'espèces ou de variétés résistantes à la sécheresse ou peu gourmandes en eau, pratiques agricoles économes en eau, aménagements parcellaires favorisant la rétention en eau, pilotage de l'irrigation, évolution des systèmes de culture... La question posée est *jusqu'où ce type de stratégie est-il possible ou souhaitable, eu égard à l'accélération du changement climatique, pour maintenir l'offre agricole à son niveau (quantitatif et qualitatif) et pour préserver/produire tous les autres biens et services attendus par la société ?*

Répondre à cette question n'est pas simple : le territoire français se caractérise par une grande diversité de sols, de climats et de ressources hydriques, ce qui rend impossible un scénario évolutif homogène.

Pour la partie de la France en dynamique d'*aridification* ou de *forte méditerranéisation* (ex du *Languedoc* et de la *Drôme*), il ne semble pas qu'il y ait d'autres issues souhaitables que de se donner les moyens de développer la ressource en eau et d'augmenter parallèlement l'efficacité de son utilisation. Comme le montrent les deux études de cas, le non recours à l'eau conduirait à la friche et/ou à l'étalement urbain bien plus qu'à des solutions de « *dry farming*⁸⁸ » (« aridoculture »), lesquelles, d'ailleurs, conduiraient à une très forte baisse d'emplois en agriculture et n'existent dans le monde que lorsque l'accès à la ressource en eau est impossible ou hors de prix, ce qui n'est pas le cas, loin s'en faut, dans nos régions méridionales.

⁸⁸ Le « *dry farming* », solution d'agriculture pluviale adaptée à la pénurie d'eau et aux sécheresses, a pour principe des jachères longues. Leur but est de stocker l'eau dans les sols pour des cultures venant à des périodes de moindre stress hydrique.
CGAAER n°16072 Eau, agriculture et changement climatique : statu quo ou anticipation ? Page 46/66

Pour la partie intermédiaire du pays, en voie de *méditerranéisation* rapide, le recours à l'irrigation deviendra aussi nécessaire/souhaitable qu'il l'était, hier, pour les parties du territoire relevant déjà du climat « méditerranéen ». Les cas de la *Lozère* et de la « *Drôme des collines* » sont parlants. S'il sera nécessaire de mobiliser d'autres leviers (ex : amélioration des systèmes fourragers...), le recours partiel (élevage) ou total (abricot et maïs/élevage de la *Drôme*) à l'irrigation dans les exploitations sera nécessaire si l'on veut restaurer l'autonomie fourragère et sécuriser les exploitations, l'emploi agricole et rural, les milieux ouverts, la production en quantité et qualité et l'économie rurale.

Pour l'autre moitié de la France, celle du Nord, il faut sans doute distinguer plusieurs cas dont celui des rendzines et celui des limons profonds pour ce qui concerne les grandes cultures.

Le « *croissant des rendzines* » est « un ensemble de terroirs constitués de sols superficiels plus ou moins caillouteux de faible réserve hydrique et se répartissant en forme de croissant, des groies du Poitou-Charentes jusqu'au terres à cailloux de Lorraine en passant par le Berry, les plateaux de Bourgogne, les Barrois de l'Aube,... Les possibilités d'irrigation étant limitées, les exploitations agricoles ont compensé le risque de sécheresse printanière et estivale par le choix de cultures d'hiver moins exposées au stress hydrique estival (colza-blé-orge) que les cultures d'été. La faible productivité des systèmes est compensée par de grandes surfaces cultivées par actif (c'est donc une agriculture à faible teneur en emplois) et par des techniques d'implantation simplifiées afin de limiter les coûts de mécanisation. L'un des problèmes majeurs actuels est la *maîtrise insuffisante du désherbage*. Elle peut devenir rédhibitoire en « non-labour »⁸⁹. Le nouveau projet de recherche et développement SYPPRE se propose de tester sur cinq plateformes en France des systèmes de cultures multi performants du futur. L'une d'entre elles concerne le Berry, situation typique du croissant des rendzines. L'accès à l'eau étant rare, le scénario étudié combine un allongement des rotations tout en visant des économies d'azote, de mécanisation et d'eau en pratiquant du semis sous couvert. Cette hypothèse, à vérifier au champ par l'expérimentation, ne permettrait cependant pas d'augmenter la performance économique mais contribuerait à réduire sa vulnérabilité »⁹⁰.

Le cas des *limons profonds* est différent car la réserve hydrique des sols est supérieure, les rotations plus diversifiées et les possibilités d'irrigation existent en général localement.

Pour les systèmes de polyculture-élevage des bocages de l'ouest, l'exemple de la Vendée montre l'importance nouvelle d'une irrigation d'appoint. Système assurantiel, une petite irrigation d'appoint peut aider de façon structurelle au maintien des systèmes bocagers et de l'agriculture familiale. Aujourd'hui déjà ces nouveaux besoins se font jour jusqu'à la Mayenne dans les sols à faible capacité de rétention en eau.

Quant à nos trois études de cas de la *Boutonne*, de la *Beauce* et des *Hauts-de-France*, elles montrent que les trois territoires auraient beaucoup à perdre à ne pas rendre possible le développement de nouvelles ressources en eau. Les agriculteurs en grandes cultures auront cependant intérêt, dans certains cas, à privilégier des cultures d'été plus tolérantes à la sécheresse que le maïs ou le blé, telles que le sorgho ou le tournesol (cf. le « *projet de territoire* » de la *Boutonne*). Des diagnostics au printemps sur l'état de la ressource en eau et sur les risques de pénurie estivale peuvent permettre d'ajuster les décisions. Le passage à des agricultures irriguées dites « *de conservation* » et pas seulement à des irrigations « *de précision* » est une voie d'avenir complémentaire possible. Il demande une haute technicité. Certains agriculteurs pionniers s'y essaient avec passion. La recherche et les pouvoirs publics se devraient de les soutenir davantage.

⁸⁹ Cette difficulté vient renforcer l'analyse de l'INRA selon laquelle le « dry farming » dans le contexte climatique de notre pays pose problèmes du point de vue agronomique. Des rotations mélangeant espèces, précocités et alternance de saisons sont en effet nécessaires pour éviter adventices et parasites.

⁹⁰ Source : J-P. Bordes in Bordes et Benoit, *L'eau : enjeu stratégique pour l'agriculture et les territoires*, Club Demeter, à paraître.

Cependant, l'évolution des systèmes de culture a ses limites et la faible consommation en eau n'est pas le seul aspect à prendre en considération. Comme l'annonce *Garonne 2050*, le scénario « *sobriété* » s'accompagnerait d'une perte massive du nombre d'exploitations agricoles. Le rapport sénatorial « *Eau : urgence déclarée* » nous le rappelle : « *Sauf à vouloir détruire un modèle agricole et un mode de vie auxquels beaucoup sont attachés et qui représente une richesse pour la France, il n'est pas concevable de conserver un maillage d'exploitations familiales qui façonne les paysages, en remplaçant des cultures légumières et fruitières par la culture du sorgho, certes plus économe en eau mais à une échelle bien plus grande* ».

Sans recours accru à l'irrigation ou pire, en cas d'abandon de celle-ci (scénarios *statu quo* en *Beauce* et en *Boutonne*), la souveraineté alimentaire et la qualité de l'alimentation seraient aussi menacées. Les pertes de production et de diversité/qualité seraient élevées. A contrario, mobiliser un peu plus de ressources en eau pour produire et consommer davantage de fruits et légumes serait d'intérêt public (pour la santé, pour l'emploi et pour la balance du commerce extérieur⁹¹). De même, la production de *CIPAN* (cultures intermédiaires piège à nitrates) ou de *CIVE* (cultures intermédiaires à vocation énergétique) demande un peu plus d'eau mais elle est d'intérêt général dans bien des cas. La France a bien assez de ressources en eau dans bien des territoires pour faire le choix de tels scénarios si elle le veut.

La question du choix des cultures ne peut donc s'affranchir d'une diversité d'enjeux portés par l'agriculture sur les territoires, y compris en termes de *bioéconomie* par la valorisation non alimentaire de la biomasse ou des co-produits. En ce sens, elle ne peut être tranchée dans l'abstrait et nous semble devoir faire l'objet de débats dans les territoires.

En conclusion, l'analyse prospective révèle un nécessaire changement de concept : considérée jusqu'ici comme un *facteur de production*, l'irrigation a vocation à être comprise aujourd'hui bien davantage comme un *facteur de durabilité* c'est-à-dire :

- un *outil de gestion et de prévention des risques*,
- un *moyen de maintien et de création de la diversité* et de l'emploi et de séquestration du carbone,
- une condition du maintien de nos *souveraineté et sécurité alimentaires*, en quantité et en qualité ainsi qu'en termes d'accès et de stabilité.

3.3. Faut-il opposer l'eau « milieu » et l'eau « ressource » ? Quelle vision des services écosystémiques et de l'écologie adopter ?

Une des innovations du rapport sénatorial « *Eau : urgence déclarée* » est d'inviter à adopter une « *vision écologique globale* ». En effet, pour ses auteurs, le bon état des eaux ne peut s'appréhender sous l'angle seulement national et il serait « *peu responsable de déplacer encore plus nos problèmes sur des pays qui ont moins d'eau et qui rencontrent encore bien plus de difficultés que le nôtre* ». Le rapport rappelle qu'en 2007, 15 milliards de m³ d'eau ont été utilisés à l'étranger pour produire des biens et services importés par la France contre seulement 6,6 milliards de m³ utilisés en France pour produire ce qui est exporté.

Le présent rapport invite à adopter une vision écologique encore plus large. Le dérèglement climatique, dans le scénario de « *statu quo* », menace en effet le bon état écologique des sols et, par suite, nombre de biens et services produits par les milieux agricoles ainsi que les biens publics globaux (climat, biodiversité, sécurité alimentaire) et pas seulement les ressources en eau et les milieux aquatiques de France et d'ailleurs. Et l'étude montre qu'en mobilisant davantage d'eau en période de hautes eaux au bénéfice des milieux

⁹¹ La France est fortement dépendante pour ces produits de pays pourtant bien moins riches en eau qu'elle (Espagne, Maghreb, Israël).

terrestres, les services écosystémiques produits par les sols pourraient être non seulement dans l'ensemble maintenus mais souvent aussi accrus.

Le rapport renvoie ainsi au concept de « *services écosystémiques* » tel que défini par le rapport international de référence sur le sujet, le « *Millenium Ecosystem Assesment* » (en français : Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire - EM). Pour l'EM en effet, il n'y a pas lieu d'opposer les écosystèmes encore peu modifiés aux écosystèmes anthropisés tels que les pâturages ou les terres agricoles. Ce qui compte, c'est en effet la capacité de ces différents écosystèmes à pouvoir procurer durablement aux hommes les services qui répondent à leurs besoins. L'EM distingue à cet égard quatre grands types de services écosystémiques : les services de prélèvement (nourriture, eau, bois, fibre), les services de régulation (ex : stockage de carbone, réduction du risque d'inondations...), les services culturels (récréatifs, esthétiques, spirituels) et les services d'auto-entretien (tels que la formation des sols, la photosynthèse et le cycle nutritif).

Le présent rapport peut cependant être interrogé sur les conséquences de ce prélèvement accru d'eau en période de hautes eaux sur les services rendus par les milieux aquatiques objets du prélèvement. L'exemple du bassin de la *Boutonne* confirme à cet égard les conclusions des exercices *Explore 2070* et *Garonne 2050* : la principale menace qui pèse sur les milieux aquatiques est bien le changement climatique lui-même. Ainsi, même si on supprimait toute l'agriculture irriguée de la *Boutonne*, sans réalisation de stockage on n'éviterait pas les assecs et les pertes de services associées. A contrario, en stockant seulement 4 % des écoulements, on pourrait à la fois maintenir les services rendus par les milieux irrigués et la vie aquatique, réussir donc un « double gain ». Le stockage hivernal se confirme ainsi comme un moyen de conserver à la fois un milieu aquatique et des agroécosystèmes en bonne santé.

Sur la plupart des autres cas (*Languedoc, Drôme, Lozère, Hauts-de-France..*), la ressource en eau est très abondante en hiver. Satisfaire les nouveaux besoins par des prélèvements accrus dans ces périodes de grande abondance ne semble pas devoir affecter significativement les services rendus par les milieux aquatiques, ici encore moins que sur la *Boutonne*. La question de la compatibilité entre stockage et « continuité écologique » peut cependant être posée (cf. infra).

Le cas de la *Beauce* apparaît plus complexe car, avec le changement climatique, un compromis devra être trouvé entre milieux aquatiques et milieux agricoles si le principe du maintien à long terme d'une agriculture irriguée agro-écologique est retenu par la société.

Quant à l'échelle nationale, si on reprend le scénario « durabilité » du *Centre des systèmes environnementaux de l'Université de Kassel* pour l'Europe de l'Ouest, la demande en eau agricole devrait doubler d'ici 2050. Elle ne représenterait cependant au total en France que 3,4 % de la ressource annuelle actuelle (cf. encadré 15), ce qui est fort peu par rapport aux pays voisins déjà en situation de stress hydrique. Il devrait donc être possible, le plus souvent, de satisfaire ces nouveaux besoins dans le cadre de solutions à double gain (agriculture et environnement).

Encadré 15. Sera-t-il possible de satisfaire les nouveaux besoins en eau en France ?

Selon le rapport de référence CLIMATOR (ANR, INRA), les besoins en eau des surfaces déjà irriguées en France devraient s'accroître de + 20 à + 25 % d'ici 2050. En ajoutant les nouveaux besoins d'irrigation résultant de la perte d'aptitude à la production en pluvial, la prospective *Explore 2070* du ministère en charge de l'environnement chiffre à + 165 % l'augmentation de demande en eau agricole à l'horizon 2070 (dans l'hypothèse d'un arrêt de l'étalement urbain). Ce chiffre est comparable à ceux avancés par le Centre des systèmes environnementaux de l'université de Kassel qui, pour l'Europe de l'Ouest, annonce à l'horizon 2050 une croissance des besoins de + 97 % dans le cas du scénario « durabilité » et de + 311 % dans le cas du scénario « économie d'abord ».

En considérant que les prélèvements d'eau agricole pourraient ainsi doubler à l'échelle du pays, ils ne représenteraient pour autant que 3,4 % des ressources renouvelables actuelles, ce qui est fort peu par rapport aux pays déjà en situation de stress hydrique. Nos analyses sur les six sites confirment que la ressource en France est en général très abondante en hiver et toute l'année dans certains grands fleuves. La France pourrait aussi mobiliser ses eaux usées traitées, ressources aujourd'hui non valorisées.

Cependant, les différences de situations sont grandes d'un territoire à l'autre. Tout ne sera pas possible partout ou, plus exactement, tout ne sera pas possible partout au même coût, ce qui va poser un problème croissant d'aménagement du territoire et de justice climatique/solidarité.

Pour aider à un débat sociétal argumenté, et, le cas échéant, à un arbitrage, des progrès devront cependant être faits dans le chiffrage des *externalités positives et négatives des différents scénarios* : que pourrait-on effectivement perdre et/ou gagner, notamment en termes d'emplois, dans tel ou tel scénario ?

3.4. Quelles cultures faut-il irriguer ?

Une question récurrente en matière d'irrigation est celle du « quoi irriguer ? ».

A moins d'envisager une modification en profondeur des régimes alimentaires des français, il paraît raisonnable de sécuriser les productions qui concourent aujourd'hui à ces régimes ainsi que celles qui permettent de créer de nombreux emplois par quantité d'eau mobilisée comme le secteur des fruits et légumes, productions pour lequel la France est en état de dépendance alimentaire forte, et celui des semences, filière française d'excellence⁹².

Certains pourraient objecter que la fraction carnée des protéines dans l'alimentation des français est trop forte par rapport aux protéines végétales et que l'élevage des ruminants nécessite déjà trop d'eau et produit des gaz à effets de serre pour justifier un surcroît d'irrigation.

Avant de prendre des positions tranchées et générales sur ce sujet, il convient cependant :

- de souligner que le chiffre de consommation d'eau souvent repris par les médias (besoin de 15 000 l/kg de viande de bœuf) correspond pour l'essentiel à de l'eau de pluie nécessaire à la croissance des plantes (dont une grande part sert à produire de l'herbe non consommable directement par les hommes) : la mobilisation réelle d'eau d'irrigation n'est que de 240 à 320 l/kg de viande (estimation pour la France) et la part réellement consommée (évapotranspirée) est encore bien plus faible⁹³,
- de prendre en compte les externalités positives des systèmes d'élevage, notamment herbagers, en termes d'occupation de l'espace dans les zones difficiles et d'effets induits (sur le tourisme par exemple), de biodiversité, d'infiltration de l'eau/recharge des nappes et de stockage de carbone (cf. cas *Lozère*).

D'autres pourraient s'insurger contre le fait d'irriguer de la vigne, et il est en effet difficile d'expliquer qu'il s'agit d'un enjeu de sécurité alimentaire (d'autant plus que la France est exportatrice nette en vins et spiritueux). La question est alors de savoir quelle autre production il serait possible d'installer à la place si elle devait disparaître sous l'effet du changement climatique : peut être des fruits et légumes ou des céréales sur certains sols, mais avec des besoins en eau d'irrigation bien supérieurs, ou des oliviers, mais pour quels débouchés ? A moins que cela ne soit de l'extension urbaine ou du passage à la friche avec leurs cortèges de problèmes (cf. le cas du *Languedoc*).

⁹² La France est le 1^{er} producteur européen et le 1^{er} exportateur mondial.

⁹³ Source : *Production de viande et ressources en eau*, Doreau et Corson, INRA, 2017, calcul France : Gac et Béchu, 2014.

La question du choix des cultures à irriguer dans le contexte du changement climatique, si elle répond d'abord à un enjeu global de sécurité alimentaire, ne peut ainsi s'affranchir des autres enjeux portés par l'agriculture sur les territoires, y compris en termes de bioéconomie par la valorisation non alimentaire de produits ou de coproduits agricoles ainsi que de transition agro-écologique (ex : production irriguée de CIPAN : cultures intermédiaires pièges à nitrates).

3.5. Le stockage de l'eau et la continuité écologique sont-ils compatibles ?

Le nouveau contexte planétaire redonne une importance stratégique au *stockage de l'eau*. Cependant, le stockage de l'eau fait débat : sa compatibilité avec d'autres objectifs que la satisfaction des usages et de la stabilité, ceux de la « continuité écologique » et de la « biodiversité », peut être interrogée.

□ La nouvelle importance stratégique du stockage de l'eau

Comme le souligne le rapport sénatorial : « *S'interdire de créer des réserves serait contraire à toute l'histoire de l'humanité quand elle est confrontée au risque de pénurie. Dans un contexte de survie, il paraît en effet de bon sens de constituer des stocks pour capter l'eau quand elle est abondante, et donc sans risque pour l'écosystème, afin de pouvoir la restituer quand elle vient à manquer* ».

Le présent rapport confirme l'importance nouvelle du stockage de l'eau. *Garonne 2050* en avait déjà révélé l'importance stratégique au-delà des seuls aspects agricoles et alimentaires : pour le soutien d'étiage et pour le maintien à terme de l'ensemble des services rendus par la Garonne. Le changement climatique, c'est aussi la montée des risques d'inondations, ce qui réinterroge l'importance du stockage comme moyen de prévention et de gestion des risques.

Le stockage a aussi un rôle à jouer pour la réussite des nécessaires *transitions énergétique et climatique*. Hydroélectricité et bioéconomie sont deux voies d'atténuation du changement climatique, la première par substitution aux énergies fossiles, la seconde incluant également, outre le bien public alimentaire, les bioénergies, les biomatériaux et la chimie verte, donc avec un effet de substitution plus large. Les deux sont susceptibles de recourir au stockage de l'eau, la première pour mobiliser directement l'énergie potentielle liée à ce stockage en la transformant en énergie électrique, la seconde pour alimenter la photosynthèse qui produit la biomasse utilisée aux différentes fins citées supra. Si on devait choisir entre les deux usages, il faudrait prendre en compte le fait qu'il y a des alternatives à l'hydroélectricité pour la production d'énergie renouvelable, alors qu'il n'y a pas d'alternative à l'eau pour la photosynthèse. Cependant, les énergies renouvelables alternatives (éolien, solaire) ont l'inconvénient d'être intermittentes et difficilement stockables. Et le stockage de l'eau apparaît, à ce stade, comme la seule solution de stockage de l'énergie avec un bon rendement. L'avenir devrait donc passer aussi par des « STEP » (stations de transferts de l'eau par pompage). L'eau y est amenée par pompage lorsque le prix de l'énergie est bas (offre supérieure à la demande), stockée, puis turbinée quand il y a des besoins.

Le développement du stockage, d'intérêt général par sa capacité à « développer de la ressource » et à prévenir les risques, gagnera donc à assurer, lorsque c'est possible, une pluralité de fonctions : irrigation bioéconomique, énergie, soutien d'étiage, gestion des crues. Les moyens d'optimiser au mieux le complexe « énergie-bioéconomie » justifieraient une réflexion plus poussée.

□ Stockage de l'eau, « continuité écologique » (spatiale et temporelle) et biodiversité

Le débat sur le stockage de l'eau nécessite d'interroger ses effets négatifs possibles sur la biodiversité et sur la « *continuité écologique* ». En effet, le stockage peut altérer la qualité de l'eau par effet d'envasement ou d'eutrophisation des retenues d'eau et réchauffement. Certains grands barrages construits sans suffisamment de précaution ont pu dégrader des zones humides de valeur, empêcher le passage de poissons migrateurs ou « bloquer la charge » (entraver le débit solide).

Tel qu'il est conçu et mis en œuvre, le concept de « *continuité écologique* », introduit par la loi sur l'eau de 2006, est cependant lui-même controversé par d'éminents scientifiques et par la société (cf. encadré 16).

Encadré 16. La continuité écologique, concept controversé

Les grands barrages, s'ils rendent de grands services, peuvent avoir aussi de lourds impacts négatifs, lesquels ont souvent été dénoncés à juste titre.

Pour autant, le concept de « continuité écologique » et la politique publique qui y est associée sont elles aussi discutées et controversés. C'est du moins ce qui ressort de la *Table ronde* organisée le 23 novembre 2016 par la *Commission du développement durable de l'Assemblée nationale*. Pour les scientifiques entendus par la commission, la politique de « continuité écologique » est en effet fondée sur des bases scientifiques faibles.

La plupart des seuils n'ont jamais été capables de bloquer la charge. Leur arasement peut réduire des fonctions d'autoépuration et éliminer des zones refuges stables dont les espèces aquatiques ont aujourd'hui besoin.

Cette politique ne prend en compte que les poissons migrateurs et aucune étude sérieuse n'a montré ce que l'on y gagne et ce que l'on y perd en matière de biodiversité. Elle favorise l'expansion des espèces invasives que l'on veut par ailleurs combattre. Elle ne tient pas compte des autres continuités (historiques, culturelles, sociales, patrimoniales et technico-économiques) qui sont pourtant à considérer.

Une politique nationale rigide et normée ne peut couvrir la complexité du réel. Ses coûts sont élevés, ses résultats hypothétiques et son acceptation sociale limitée.

Il est d'ailleurs significatif d'observer que nombre de zones humides d'importance internationale désignées au titre de la convention Ramsar sont issues d'aménagements (retenues sur cours d'eau...) réalisés par l'homme, parfois de très longue date, à l'exemple des étangs de Brenne, mais aussi à une période beaucoup plus récente, comme les trois grands lacs-réservoirs des étangs de la Champagne humide créés dans les années 1960, 1970 et 1990, et destinés à réguler le débit de la Seine. Ce qui démontre bien que « *les aménagements n'entraînent pas forcément une érosion de la biodiversité car ils créent de l'hétérogénéité et de nouveaux habitats* »⁹⁴.

On soulignera enfin que dans la plupart des cas il n'y a pas d'incompatibilités fortes entre stockage et continuité écologique car :

- Le stockage de l'eau agricole peut souvent se faire en dehors des cours d'eau, à partir de prélèvements, donc sans incidence sur la « continuité écologique ».

⁹⁴ Christian Lévêque, hydrobiologiste, directeur de recherche émérite, conseiller scientifique de plusieurs Agences de l'eau.

- Des retenues agricoles ou multi-usages de plus grande dimension et d'intérêt collectif ont souvent un impact environnemental limité voire positif. Cette formule est en général préférable, lorsqu'elle est possible, à la multiplication de petites retenues individuelles. Elle préserve mieux l'avenir, donne de la souplesse d'utilisation et est souvent moins pénalisante pour l'environnement. Notons en outre que les grandes retenues (c'est le cas de nombre de barrages de montagne), considérées comme des discontinuités écologiques « spatiales », sont des facteurs de continuité écologique « temporelle », lorsqu'elles contribuent à maintenir en aval des écoulements en périodes de basses eaux.
- Des techniques d'ingénierie écologique ont été développées et peuvent permettre de réaliser des aménagements tout en recréant ou préservant une zone humide.

3.6. Qui doit financer les investissements pour le stockage et l'irrigation ?

La plupart du temps, le niveau des investissements est tel qu'il est hors de portée des agriculteurs seuls, en particulier lorsque les ouvrages de stockage ou de captage sont importants, y compris quand les agriculteurs sont regroupés sur des ouvrages collectifs. Cette impossibilité s'est encore accentuée ces dernières années car la part reçue par les agriculteurs dans le partage de la valeur au sein de la chaîne agro-alimentaire n'a cessé de reculer⁹⁵. Si l'on accepte l'idée que l'irrigation est indispensable en France pour faire face au changement climatique et assurer la souveraineté alimentaire à long terme du pays, la question se pose donc de savoir qui doit prendre en charge, à côté des agriculteurs, le coût des investissements à consentir : les consommateurs ou les citoyens ?

□ Les citoyens, au titre de la sécurité alimentaire et des externalités ?

Si les lignes budgétaires du ministère de l'agriculture ont disparu, le FEADER (Fonds européen pour l'agriculture et de le développement rural) est autorisé à financer les investissements en irrigation, ainsi que les collectivités territoriales qui s'y adossent. L'UE reconnaît ainsi l'intérêt public de l'irrigation.

Cependant, le RDR (règlement européen de développement rural) de 2013, qui vise la gestion durable des ressources, une économie résiliente au changement climatique et la préservation du climat, n'autorise pas en pratique le financement des équipements qui créent de nouvelles surfaces irriguées à partir de masses d'eau dont l'état est qualifié de moins que bon pour des raisons liées à la quantité d'eau. Ces masses d'eau en France sont celles dites en « déséquilibre quantitatif » évalué par les SDAGE⁹⁶ en période d'étiage. Or, compte tenu du changement climatique et sauf investissements de stockage, les masses d'eau concernées devraient être de plus en plus nombreuses... ce qui rendra de plus en plus problématique l'atteinte des objectifs du RDR.

Des évolutions seront donc nécessaires pour pouvoir répondre aux nouveaux besoins en eau d'irrigation tout en rétablissant les équilibres offre/demande en eau en période d'étiage, ce qui plaide pour un financement accru du stockage. La conditionnalité ne devrait donc s'appliquer que pour les rares masses d'eau de l'UE où la surexploitation quantitative est réelle à l'échelle de l'ensemble du cycle annuel ou pour les projets qui aggraveraient la situation de pénurie au lieu de la réduire. L'ex région *Languedoc Roussillon* a su trouver les arguments pour obtenir de la Commission européenne une dérogation et pouvoir mobiliser le FEADER pour financer des extensions de réseaux.

⁹⁵ Comme le souligne le rapport 2017 de l'Observatoire des marges et des prix, « une fois de plus les producteurs en moyenne ne couvrent pas la réalité de leurs coûts de production (en intégrant leur travail et leur capital) ». Au final, « le seul véritable « gagnant » est le consommateur qui a bénéficié d'une certaine stabilité de prix ».

⁹⁶ SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.

Une autre difficulté vient de la décision imposée aux Agences de l'eau de ne financer que des « retenues de substitution ». Ceci a conduit certaines régions comme la *Nouvelle Aquitaine* à lancer des appels à projets pour la création de retenues visant explicitement le développement de nouvelles ressources. Une mobilisation financière bien plus importante sera nécessaire aux niveaux national et régional.

La création de grandes retenues multi-usages suppose des maîtrises d'ouvrages de type public (Départements, Régions, Syndicats mixtes) et des financements publics importants.

Financer l'extension de l'irrigation est une nécessité mais le bon sens commande aussi de *mettre un terme sans délais à la perte de terres déjà équipées pour l'irrigation causée par l'artificialisation*. Les deux leviers complémentaires envisageables sont de :

- donner aux commissions départementales chargées de la protection du foncier agricole un pouvoir d'avis conforme pour le foncier irrigué comme cela a déjà été fait pour les aires d'appellations d'origine,
- mettre en place un système de compensation financière.

□ **Les consommateurs, au titre du maintien d'exigences des marchés ?**

L'incapacité des filières à faire payer au consommateur le vrai prix de son alimentation menace aujourd'hui notre autosuffisance alimentaire, nombre d'exploitations et la bonne gestion de l'espace rural et de l'environnement. Ce constat risque de s'aggraver compte tenu de l'impact du dérèglement climatique sur les coûts ou sur la productivité.

Dans le même temps, pour « boucler » le plan de financement des opérations d'investissement pour le stockage de l'eau et l'irrigation, il faut rétablir la capacité d'autofinancement des agriculteurs afin qu'ils soient en mesure d'apporter leur contrepartie aux financements publics.

Une piste pourrait être la mise en place d'un système de fonds interprofessionnels, alimentés par des cotisations prélevées aux différents stades des filières et répercutées aux consommateurs. Les filières agroalimentaires auraient en effet intérêt à soutenir le développement de l'irrigation pour s'assurer un niveau d'approvisionnement suffisant tant en qualité qu'en quantité (cf. *Hauts-de-France*). La prise de conscience de la réalité du changement climatique peut-elle entraîner chez le consommateur celle du consentement à payer pour maintenir ses « standards » de consommation et la vie rurale ?

4. S'ÉLARGIR A L'APPROCHE « BESOINS, RESSOURCES, BIENS ET SERVICES » POUR RÉUSSIR UNE ANTICIPATION A GAINS MULTIPLES : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU RAPPORT

Le rapport montre que des solutions existent pour éviter les impasses annoncées par le scénario du « *statu quo* » et pour s'engager vers des scénarios de développement durable, c'est-à-dire à même de « *répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* »⁹⁷.

Comme indiqué supra, la réussite suppose d'agir à la fois sur la « *demande* » (efficience de l'irrigation, progrès génétique, transition vers des systèmes de culture diversifiés avec des sols plus riches en carbone ; évolution des débits d'objectif d'étiage - DOE...) et sur l'« *offre* » (stockage de l'eau, transferts, réutilisations, extension de l'irrigation...).

La gouvernance de la gestion quantitative de la ressource en eau, trop limitée à une approche environnementale de type *PER* (*pression, état, réponse*) devra donc s'élargir à une **approche de développement durable de type BRBS (*besoins, ressources, biens et services*)**. Celle-ci est une condition de la réussite des transitions (énergétique, agricole, climatique...) comme de la capacité à répondre à la fois aux besoins des écosystèmes, des entreprises, des territoires et des populations. L'approche BRBS n'est donc pas antinomique de l'approche PER : elle en est au contraire le complément nécessaire ainsi qu'une condition de succès.

Les *politiques publiques* et le *débat sociétal* devront donc évoluer. La mission formule par suite les sept recommandations suivantes.

4.1. Afficher une nouvelle vision stratégique sur l'eau agricole et le développement durable et restaurer un dialogue interministériel avec le Département en charge de l'environnement

Un dialogue interministériel renouvelé entre agriculture et environnement est nécessaire pour promouvoir des scénarios de type gagnant – gagnant (développement durable). Dans le cadre de ce dialogue interministériel restauré, les points d'analyse stratégique du ministère en charge de l'alimentation et de l'agriculture qui ressortent du présent rapport sont les suivants :

- La France est en voie d'aridification dans son Sud et de méditerranéisation dans sa partie intermédiaire. Des baisses sensibles et croissantes d'humidité des sols dans la saison cruciale du début de printemps sont annoncées à court terme et des sécheresses agricoles extrêmes à long terme (2080) sur tout le pays. La variabilité climatique et le défaut d'accès à l'eau affectent déjà nombre d'exploitations, filières et territoires.
- Un scénario de « *statu quo* » (pas de changement dans la politique publique de l'eau, évolution de l'agriculture au fil de l'eau, blocage sociétal) mettrait en péril la compétitivité de l'agriculture française et nombre de services rendus par l'eau. Il aurait de lourds impacts économiques, environnementaux (diversité, climat...), sociaux (emplois), territoriaux et en termes de finances publiques (coûts des calamités agricoles...). Il ne permettrait pas à la France de respecter l'Accord de Paris (COP 21, article 2).

⁹⁷ Définition du développement durable (Commission Brundtland)
CGAAER n°16072 Eau, agriculture et changement climatique : statu quo ou anticipation ?

- Consommateurs et agriculteurs ont intérêt lié car la question de l'eau, en tant que ressource, concerne tout le monde : chacun doit pouvoir se nourrir, le pouvoir d'achat des uns et des autres doit être préservé ou restauré, et notre indépendance alimentaire, qui est directement liée à la disponibilité en eau, doit pouvoir être assurée.
- Des solutions d'anticipation et de développement durable à triple performance (économique, environnementale et sociale) et à triple gain (adaptation, atténuation du changement climatique, sécurité hydrique et alimentaire) sont possibles. Elles supposent d'agir en même temps sur les volets « demande » (efficacité) et « offre » (développement de la ressource en eau). La France dispose d'une ressource en eau très abondante en hiver dont une petite partie peut être stockée pour satisfaire les nouveaux besoins résultant du changement climatique et de l'ère de « l'après pétrole » (rôle de la bioéconomie).
- L'irrigation, jusqu'à présent considérée comme un facteur de production, doit maintenant être reconnue comme un levier de la « durabilité » (diversité, emploi, gestion et prévention des risques).
- Le sujet « eau, alimentation et climat » est d'importance géopolitique majeure au niveau international : il réinterroge les politiques européennes et de coopération avec l'Afrique et la Méditerranée.

4.2. Porter le débat aux niveaux national et régional en s'appuyant sur la prospective, organiser des conférences-débat avec les Régions et une conférence-débat nationale, reverser le rapport aux démarches en cours (PNACC, SRADDET...)

Si, aujourd'hui, la société semble avoir pris conscience de la nécessité de l'« atténuation » et de la « transition énergétique »⁹⁸, elle n'a pas encore pris la pleine mesure des enjeux relatifs au « secteur des terres », des risques en cause ni des solutions possibles pour réussir en même temps l'adaptation, l'atténuation et la sécurité alimentaire. Les médias n'ont pas bien fait ressortir les avancées du dernier rapport du GIEC sur l'importance nouvelle à donner à la *fonction chlorophyllienne de l'eau*⁹⁹ comme à la prévention des impacts résultant du changement climatique et donc notamment au stockage de l'eau et à l'extension de l'irrigation.

Les communautés de l'eau, de l'agriculture et du climat ont tendance à penser encore de façon trop cloisonnée et le paysage du débat actuel, dans les instances en charge de la gestion de l'eau, s'est constitué autour de groupes d'acteurs trop souvent restés dans des visions de court terme (n'intégrant pas les enjeux du changement climatique), ainsi que dans des attitudes dogmatiques qui ont plus conduit à la confrontation qu'à la recherche du compromis et de l'intérêt général. La société française a ainsi encore peu conscience des impasses annoncées d'un scénario de type « *statu quo* » et des solutions possibles.

Un *débat sociétal renouvelé* sur le sujet est donc nécessaire. Celui que les Ministres en charge de l'agriculture et de l'environnement pourraient impulser demande à être conduit à plusieurs échelles en tirant les enseignements des exercices de prospective déjà réalisés (*Explore 2070, Garonne 2050*, le présent rapport du CGAAER...) et en invitant les acteurs régionaux et locaux à en mettre en chantier de nouveaux.

⁹⁸ Ce qui ne veut pas forcément dire qu'elle soit prête à en assumer toutes les conséquences en termes d'évolution des comportements et des politiques publiques.

⁹⁹ Captage et réorganisation du carbone (transformer ce qui menace notre planète en élément de fertilité des sols), production d'oxygène et de matière renouvelable par biosynthèse pour l'alimentation ainsi que pour les vêtements, la construction, l'énergie, les transports, avec des effets de substitution puissants au bénéfice du climat.

L'*approche prospective* est en effet le moyen privilégié de prendre en compte les enjeux du long terme et de sortir des postures pour faire émerger des projets de société partagés afin de féconder l'action. La présente étude se veut une invitation aux acteurs des territoires, au niveau régional ou local, à se saisir pleinement du sujet pour s'accorder sur des futurs souhaitables. Le pire serait en effet d'en rester à des discours de postures et à ne rien changer. Les CESE (Comités économiques, sociaux et environnementaux) au niveau national comme au niveau régional sont des arènes de débat qui peuvent jouer un rôle important.

Au *niveau national*, le sujet « eau, agriculture et changement climatique » pourrait conduire à l'organisation d'une conférence-débat multi-acteurs initiée par le Ministre en charge de l'agriculture en lien avec celui chargé de l'environnement. Le sujet est à prendre en considération avec toute l'attention nécessaire dans le cadre de l'élaboration du 2^{ème} *Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)*, ainsi que des débats envisagés sur la question de l'alimentation.

Au *niveau régional*, les Régions pourraient, le cas échéant avec l'appui des Conseils généraux de l'alimentation et de l'écologie, organiser le débat au titre de leurs nouvelles responsabilités en matière d'aménagement du territoire et de développement économique et social. Ces débats pourraient alimenter la réflexion des élus régionaux et des Comités de bassin quant aux orientations à retenir dans ce domaine pour les futurs *schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)* et *schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)*.

Pour faciliter les débats et le passage de la vision à l'action, l'implication directe des grands élus responsables régionaux et le chiffrage, même approximatif, des externalités positives et négatives des scénarios de statu quo ou d'anticipation apparaissent importants. La dimension sociale est notamment à considérer : combien d'emplois (directs, indirects et induits) risque-t-on de perdre ou pourrait-on préserver ou créer selon les scénarios ? Mais ce n'est pas la seule.

4.3. Porter la synthèse des débats aux élus de la nation pour refonder la politique de l'eau, apporter un soutien financier accru à la transition vers une agriculture durable

Ces débats devront trouver leur traduction dans les politiques publiques, environnementales et économiques, qui, pour mieux servir le développement durable, devront sortir de leurs incomplétudes, entrer en synergie positive et se donner une dimension « culturelle » au sens premier du mot *culture*¹⁰⁰.

□ Changer de paradigme et refonder la politique publique de l'eau

Dans le nouveau contexte planétaire, la politique publique de l'eau au niveau national ne pourra assurément pas continuer à se limiter à une approche environnementale ni à des mesures seulement de « *gestion de la demande* » (économies et restrictions d'accès à l'eau) ou de substitution.

Il conviendra d'agir pour « *développer la ressource* » et de *réinterroger la hiérarchie des usages* fixée dans la loi pour tenir compte de la montée des enjeux liés au changement climatique, en mettant en avant les usages liées à la transition bioéconomique et énergétique, au premier chef desquels la satisfaction des besoins alimentaires des populations. Cela répondrait aux vœux du rapport sénatorial. Celui-ci considère en effet qu'il conviendra de « *faire évoluer la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 au vu des nouvelles données climatiques pour mettre en place une politique de partage adaptant les ressources aux besoins* », les deux priorités à mettre en avant étant dans l'ordre la consommation humaine (eau potable et alimentation) et la sécurité énergétique. Les acteurs des territoires devront donc s'accorder pour définir les

¹⁰⁰ Le mot « culture » vient du latin *colere* : « *mettre en valeur, faire fructifier, prendre soin* ». Pour la philosophe Hannah Arendt, la culture c'est « *commercer avec la nature pour la rendre propre à l'habitation humaine* ». S'agissant de notre relation à l'eau, ce commerce avec la nature est multiséculaire car l'eau, facteur de risques, milieu longtemps et souvent hostile et néfaste à la santé des hommes, a été aménagée pour réduire ces risques et pour produire des biens et services essentiels aux populations.

moyens d'atteindre l'équilibre entre besoins et ressources en période de crise.

□ **De nouvelles orientations pour les SDAGE**

Les *Schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau* (SDAGE) sont les bras armés de la politique publique nationale de l'eau en France. Ces schémas devront évoluer pour se donner une dimension plus interministérielle afin de servir le développement durable. Leur objectif ne pourra pas en effet se limiter à la seule atteinte du bon état des masses d'eau. Les *Comités de Bassin* devront formellement les adapter aux nouvelles orientations législatives liées à la prise compte des enjeux du dérèglement climatique et de la sécurité alimentaire et énergétique, que la DCE n'a pas encore intégrés.

Ceci pourrait conduire, à la lumière des exercices de prospective réalisés et des orientations nationales et régionales, à :

- réviser à la baisse les DOE en tenant compte des évolutions hydrologiques résultant du changement climatique, des besoins à satisfaire dans les bassins et des possibilités de développer la ressource et le soutien d'étiage (cf. ex de *Garonne 2050*),
- chiffrer les nouveaux besoins en eau à satisfaire pour permettre l'adaptation et le développement d'une agriculture durable, indiquer les voies possibles de développement de la ressource en prenant en considération l'ensemble du cycle hydrologique (incluant les hautes eaux) et les enjeux environnementaux, intégrer dans la planification les grandes infrastructures à prévoir et encourager la réalisation des *projets territoriaux d'agriculture durable* (cf. infra),
- revoir, le cas échéant et en conséquence, la cartographie des masses d'eau en déséquilibre quantitatif.

□ **Réviser les politiques publiques de l'agriculture et de l'aménagement du territoire, apporter un soutien accru à la transition vers une agriculture durable**

Les politiques de l'agriculture et de l'aménagement du territoire devront évoluer parallèlement à la refondation des politiques de l'eau. La réussite du développement durable impose en effet :

- un engagement accru du monde agricole vers une agriculture plus efficace, plus productrice de services environnementaux et valorisant mieux les ressources,
- une politique publique de l'agriculture, au niveau européen (PAC...), national et régional, qui devra apporter un soutien financier accru au stockage de l'eau, à l'extension et à l'efficacité de l'irrigation, et, plus généralement, à la transition vers une agriculture durable,
- des dispositifs appropriés de préservation des terres équipées pour l'irrigation,
- une solidarité et un effort d'innovation accrus en faveur des territoires à handicap permanents et en risques d'injustice climatique croissante.

La politique d'alimentation pourrait inciter les filières et les consommateurs à apporter leur pierre, pas seulement en réduisant les gaspillages alimentaires mais aussi en faisant en sorte que les agriculteurs soient payés au juste prix et puissent investir pour réussir à s'adapter au changement climatique. Les consommateurs pourraient aussi soutenir des systèmes alimentaires territorialisés cohérents avec la bonne gestion/valorisation des ressources et des écosystèmes locaux et régionaux. Cette adéquation entre alimentation et territoire allait de soi autrefois : c'est à elle que la France doit son extraordinaire biodiversité culinaire. L'intérêt porté par la société aux « circuits courts » présente une opportunité à saisir.

4.4. Inciter les Régions et les territoires à prendre en main les stratégies et projets d'adaptation, mettre en place des projets territoriaux d'agriculture durable (PTAD)

Les Régions ont en charge le développement économique et social et l'aménagement du territoire. Elles constituent aujourd'hui le niveau pertinent de planification et de réalisation des infrastructures permettant l'adaptation au changement climatique (à l'exemple du projet AquaDomitia). Elles sont en outre les autorités de gestion des fonds européens, notamment le FEDER (développement régional) et le FEADER (agriculture et développement rural). C'est donc logiquement à elles qu'il revient :

- d'affirmer une vision régionale de l'agriculture, du développement rural, de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique, en interrogeant les nouveaux besoins en eau à satisfaire et autres leviers à mobiliser pour en permettre la réalisation,
- de veiller à la prise en compte par les comités de bassins des enjeux relatifs au développement économique et social, à l'aménagement et l'égalité des territoires et à l'adaptation et l'atténuation.

Les *schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires* (SRADDET) dont la loi leur a confié la réalisation, ont notamment vocation à traduire cette vision dans les faits¹⁰¹.

Toutes les régions ne se trouvent pas à égalité de chances devant le dérèglement climatique. Les PRAD (*plans régionaux d'agriculture durable*) de l'État, confortés par la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre 2014, doivent dorénavant être élaborés conjointement par le préfet de région et par le président du conseil régional (art 24). Les PRAD gagneront ainsi à assurer la cohérence des visions nationale et régionale, à compenser autant que possible les inégalités territoriales devant le changement climatique, et à devenir la référence agricole des SRADDET.

Les PRAD devraient devenir en outre le support des futurs *projets territoriaux d'agriculture durable* (PTAD), projets qui soient conçus non pas seulement dans un but environnemental (création de retenues de substitutions pour réduire les prélèvements en étiage) mais bien dans un but de développement économique et social durable et d'anticipation du changement climatique. Cette évolution justifierait la mise en place d'une circulaire interministérielle¹⁰².

Les métropoles dépendent des campagnes pour leur alimentation comme les campagnes dépendent des grandes villes pour tous les services que celles-ci peuvent leur offrir. Certaines métropoles, dans le midi de la France, ont commencé à afficher une vision sur le sujet de l'eau agricole. Les grandes villes se devraient, en appui et en complément aux régions, de contribuer à chiffrer les besoins futurs en eau de l'agriculture et à financer, le cas échéant, les infrastructures à même de sécuriser leurs approvisionnements alimentaires.

4.5. Mobiliser la recherche pour chiffrer les externalités de la bioéconomie, des scénarios « statu quo » et des stratégies alternatives dans les territoires

Les Ministres en charge de l'agriculture et de l'environnement pourraient mobiliser la recherche publique (IRSTEA, INRA...)¹⁰³ pour aider les acteurs des territoires (régionaux et locaux) à voir clair sur les enjeux par l'évaluation, le chiffrage et l'accompagnement des scénarios prospectifs qui doivent déboucher sur des stratégies de territoire, qu'il s'agisse des SRADDET ou des *projets territoriaux d'agriculture durable* (PTAD).

¹⁰¹ Article 13 de la loi NOTRe

¹⁰² En lieu et place des actuels « *projets de territoires* », tels qu'encadrés aujourd'hui par le seul ministère en charge de l'environnement.

¹⁰³ Elle est encore peu mobilisée. On peut cependant citer la plateforme de modélisation et de simulation, multi-agents « Maelia » de l'INRA.

Les établissements pourraient s'appuyer opportunément sur le *Partenariat Européen pour l'Innovation*, que ce soit au niveau de l'Union, dans le cadre du programme Horizon 2020, ou au niveau régional, dans le cadre des Programmes de développement rural soutenus par le FEADER.

4.6. Communiquer et former les jeunes générations aux enjeux liés de l'alimentation durable, du climat et de la gestion intégrée des ressources, mobiliser l'appareil de formation agricole

L'État a un rôle important à jouer en termes de communication auprès du grand public, au-delà de l'impulsion qu'il se doit de donner pour relancer le débat sociétal au niveau local, régional et national.

Avec l'appareil de formation agricole, le Ministre en charge de l'agriculture dispose d'un levier potentiellement efficace pour stimuler et accompagner la prise de conscience des enjeux liés de l'activation intégrée des ressources rurales (eau, sols, forêts, biodiversité, savoir-faire agricoles et agronomiques...), de l'adaptation au changement climatique et de la contribution du secteur des terres à la réussite de l'atténuation et de l'alimentation durable.

Il peut mobiliser ses ressources pédagogiques pour exporter une nouvelle vision « culturelle » du développement durable autour du concept « *besoins, ressources, biens et services* » et former des jeunes, tant dans les filières d'enseignement professionnel que général. Ceux-ci doivent être parfaitement bien informés des défis que leur génération va devoir relever et des voies de solutions possibles.

4.7. Développer une vision européenne et interrégionale sur l'eau, la sécurité alimentaire et le développement durable dans le contexte du changement climatique

De la même façon que, à l'occasion de la COP21, le Ministre français en charge de l'agriculture a porté l'initiative du « *Quatre pour mille : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat* », il paraît légitime à porter au niveau international la question de la sécurité/souveraineté alimentaire dans sa relation avec la gestion de l'eau et le développement durable dans le contexte du changement climatique.

Pour ce qui concerne les États membres de l'Union européenne, ce sujet est naturellement à introduire dans les réflexions relatives à l'évolution de la *politique agricole commune* (PAC) et à la révision annoncée de la *directive-cadre sur l'eau* (DCE). Cette dernière, écrite et négociée à une époque (1995-2000) où la question du changement climatique n'était pas complètement à l'ordre du jour, gagnerait en effet à être revue dans ses objectifs, à l'aune du développement durable dans le contexte de changement climatique.

C'est également un enjeu des relations entre la France, l'Europe et leurs voisins du Sud (Méditerranée, Afrique), qu'il faudra traiter avec les départements ministériels en charge de la défense et des affaires étrangères, que ce soit en termes de visions partagées, de relations commerciales ou de coopération pour le développement et la stabilité. Le sujet de la sécurité alimentaire et du développement rural durable au niveau interrégional impose une vision élargie des « ressources » : ce sont en effet toutes les ressources territoriales rurales (l'eau, les sols, l'agriculture et ses savoir-faire...) et pas seulement l'eau, qu'il convient d'activer de façon intégrée si l'on veut pouvoir relever les défis du temps.

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de mission



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

LE DIRECTEUR DU CABINET

Paris, le **10 MAI 2016**

N/Réf : CI 0734045

à

Monsieur Bertrand HERVIEU
Vice-Président du Conseil Général
de l'Alimentation, de l'Agriculture
et des Espaces Ruraux (CGAAER)
251, rue de Vaugirard
75732 PARIS CEDEX 15

Objet : lettre de mission au CGAAER « eau/agriculture/changement climatique : élaboration d'une vision stratégique du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF) ».

Le maintien et le développement de systèmes agricoles et d'un secteur agroalimentaire compétitifs, à forte teneur en emplois, passeront, dans de nombreux territoires et dans le nouveau contexte du changement climatique, par une capacité à anticiper les évolutions annoncées, à assurer une meilleure utilisation et une meilleure valorisation économique des ressources en eau, ainsi qu'à mieux répondre, le cas échéant, aux nouveaux besoins en eau du secteur, dans le respect de la Directive Cadre sur l'Eau.

Le rapport de synthèse du CGAAER « eau et agriculture – tome 1 : aspects quantitatifs » et le rapport 14145 sur les protocoles Etat-profession agricole dans le bassin Adour-Garonne ont tous deux recommandé l'élaboration par le Ministère en charge de l'agriculture d'une stratégie et d'outils d'appui adaptés aux territoires à enjeu pour la gestion quantitative de l'eau.

Les impacts du changement climatique, les progrès possibles en termes d'efficacité et de valorisation des ressources, les ressources en eau mobilisables et les besoins nouveaux à satisfaire, sont extrêmement variables. La stratégie pour l'irrigation et le développement de l'économie agricole doit donc pouvoir répondre à une diversité de situations et aider chaque territoire concerné à développer son propre projet de gestion de l'eau. Ces travaux s'inséreront dans le prochain Plan National d'Adaptation au Changement Climatique en cours de réflexion.

Je souhaite donc que le CGAAER conduise une réflexion stratégique qui pourrait se dérouler en 3 étapes.

La première étape consistera à rappeler les statistiques sur l'eau et l'agriculture en France et à produire une synthèse des rapports de prospective intéressant la relation entre l'eau et l'agriculture dans le nouveau contexte climatique. Quels grands enseignements peut-on retirer du dernier rapport du GIEC et des principaux exercices de prospective et de planification intéressant la relation entre l'eau, l'agriculture et le climat en France voire en Europe ? Quels sont les risques économiques et sociaux possibles du défaut d'anticipation et d'adaptation pour nos secteurs agricoles et agro-industriels ? Quelles pistes de solutions permettant de concilier les enjeux économiques, sociaux et environnementaux ressortent des différentes analyses disponibles ? Ce premier volet pourra comprendre, le cas échéant, une analyse de parangonnage portant sur certains pays voisins.

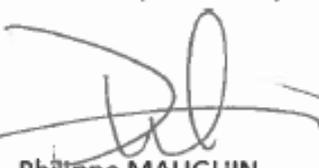
La seconde étape consistera à analyser plus en détails 3 à 4 cas de territoires agricoles à enjeux différents pour la gestion quantitative de l'eau en France. Dans cette étape, comme dans la précédente, l'étude du CGAAER s'attachera à faire ressortir les conséquences économiques et sociales possibles du défaut d'anticipation et de bonne adaptation, ainsi que les pistes de solutions envisageables.

La troisième étape visera à élaborer des recommandations pour une stratégie de compétitivité adaptée aux territoires à enjeu pour la gestion quantitative de l'eau et à identifier les outils et méthodologies, résultant notamment d'une dynamique collective, qui pourraient être proposés pour sa mise en œuvre.

Vous associerez au Comité de pilotage de la mission les services de la Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises, ainsi que des personnalités qualifiées, choisies pour leur compétence sur le sujet.

Je souhaite pouvoir disposer des résultats de cette mission pour le 15 juillet 2016.

Très bon travail


Philippe MAUGUIN

Annexe 2 : Liste des sigles utilisés

AIRMF	Association des irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises
ANR	Agence nationale de la recherche
AOP	Appellation d'origine protégée
ARVALIS	Institut du végétal
ASA	Associations syndicales autorisées
BRBS	Besoins, ressources, biens et services
CA	Chambre d'agriculture
CESE	Comité économique, social et environnemental
CGAAER	Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux
CIPAN	Culture intermédiaire piège à nitrates
CIVE	Culture intermédiaire à vocation énergétique
CLE	Commission locale de l'eau
COP 21	21 ^{ème} Conférence des Parties à la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique
DCE	Directive-cadre sur l'eau (de l'Union européenne)
DDTM	Direction départementale des territoires et de la mer
DGER	Direction générale de l'enseignement et de la recherche (ministère de l'agriculture)
DOE	Débits d'objectifs d'étiage
DRAAF	Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt
EBE	Excédent brut d'exploitation
EM	Évaluation des écosystèmes pour le millénaire
ETP	Évapotranspiration potentielle annuelle
EUROSTAT	Direction générale de la Commission européenne chargée de l'information statistique
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FEADER	Fonds européen agricole pour le développement rural
FEDER	Fonds européen de développement régional
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
MSA	Mutualité sociale agricole
NDCs	Contributions déterminées au niveau national à la COP 21 (Nationally Determined Contribution)
ICARDA	International center for agricultural research in dry areas (centre international de recherche agricole dans les zones arides)
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IGP	Indication géographique protégée

INRA	Institut national de la recherche agronomique
IRRELIS	Outil de pilotage de l'irrigation
IRRINOV	Outil de pilotage de l'irrigation
IRSTEA	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
MAAF	Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt
MEDDE	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
NDCs	Nationally Determined Contributions (contributions des pays à la COP 21)
ONERC	Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique
ONG	Organisation non gouvernementale
OUGC	Organisme unique de gestion collective
PAC	Politique agricole commune
PER	Pression État Réponse
PLU	Plan local d'urbanisme
PRAD	Plan régional d'agriculture durable
P-ETP	Pluies – évapotranspiration potentielle
PNACC	Plan national d'adaptation au changement climatique
PTAD	Projet territorial d'agriculture durable
RDR	Règlement de développement rural (politique communautaire)
REUSE	Réutilisation (de l'eau)
RGPP	Révision générale des politiques publiques
RMC	Bassin Rhône Méditerranée Corse
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SAR	Société d'aménagement régional
SAU	Surface agricole utile
SCOT	Schéma de cohérence territoriale
SDAGE	Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux
SESAME	Séminaires eau et sécurité alimentaire en Méditerranée
SRADDET	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
SSP	Service des statistiques et de la prospective du ministère en charge de l'agriculture
STEP	Station de transfert de l'eau par pompage
SYPPRE	Programme de recherche « systèmes de culture productifs performants et respectueux de l'environnement »
TFNB	Taxe sur le foncier non bâti
UE	Union européenne
VP	Volumes prélevables
ZRE	Zones de répartition des eaux



CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Rapport annexe n°16072-1

Eau, agriculture et changement climatique Statu quo ou anticipation ?

Un état de l'art



établi par

Guillaume BENOIT

Ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts

juin 2017

Table des matières

1. Les sols, l'eau, la bioéconomie, le climat et la « durabilité »	5
1.1. Produire des biens et des services essentiels, réussir des transitions.....	5
1.2. La durabilité : des sols vivants, de la biodiversité et de l'eau	6
1.3. Face aux contraintes de la disponibilité en eau, quelles stratégies d'adaptation ?	7
1.4. L'irrigation, pratique très ancienne, moyen d'adaptation à la sécheresse	7
1.5. L'irrigation, vecteur du développement durable ?.....	9
1.6. L'adaptation des systèmes de cultures à la faible disponibilité en eau.....	12
2. La problématique aux échelles mondiale et euro-méditerranéenne.....	14
2.1. Une ressource en eau globalement abondante mais inégalement répartie.....	14
2.1.1. L'alimentation des populations, élément essentiel du bilan hydrologique mondial	14
2.1.2. Des ressources en eau et des besoins croissants, très inégalement répartis	15
2.2. Les analyses du GIEC	15
2.2.1. Une sécurité alimentaire en grands risques	15
2.2.2. Les voies de l'adaptation : investir dans le stockage, dans l'irrigation et dans l'agroécologie	16
2.2.3. L'importance « unique » du « secteur des terres »	17
2.3. Les décisions de la COP 21 : pas de stratégies d'adaptation et/ou d'atténuation sans prise en compte des enjeux de production alimentaire	17
2.4. L'Afrique et la Méditerranée du Sud et de l'Est seront particulièrement touchées : quelles conséquences pour l'Europe ?.....	18
2.5. La « méditerranéisation » de l'Europe et les défis auxquels elle va devoir faire face.....	20
3. Les impacts observés et projetés du changement climatique en France.....	22
3.1. Comprendre les trois types de sécheresse (météorologique, agricole et hydrologique), l'évapotranspiration, facteur déterminant	22
3.2. Températures et évapotranspiration : quelle évolution ?.....	22
3.3. Baisse sensible de l'humidité des sols dès 2020, sécheresses agricoles « extrêmes » sur l'ensemble du territoire dès 2080	25
3.4. Moins d'eau dans les rivières et dans les nappes et des étiages bien plus sévères	26
3.5. Agriculture : quels impacts ?.....	27
4. Ressources en eau, agriculture irriguée et politiques publiques en France : situation, évolutions et comparaisons avec d'autres pays européens.....	30
4.1. La ressource en eau	30
4.1.1. Une ressource en eau relativement abondante et peu mobilisée.....	30
4.1.2. Des zones en déficit quantitatif et des arrêtés sécheresse de plus en plus nombreux	31
4.1.3. Des capacités de stockage de l'eau en surface faibles par rapport à nos voisins du Sud.....	32
4.1.4. Des capacités de stockage de l'eau dans les sols, très inégales selon les régions.....	33

4.2. L'irrigation	34
4.2.1. Une surface irriguée relativement faible (5,8 % de la SAU) et en recul	34
4.2.2. Recul des systèmes collectifs au Sud, augmentation de l'irrigation individuelle au Nord	35
4.2.3. Quasi disparition de l'irrigation gravitaire, progrès du goutte à goutte	36
4.2.4. Les grands types de productions irriguées et la question de l'emploi	37
4.2.5. Des progrès d'efficience, une productivité de l'eau accrue de 30 % en 20 ans.....	39
4.2.6. Des prélèvements en eau agricole faibles.....	40
4.3. Les politiques publiques.....	41
4.3.1. Les politiques de gestion des risques en agriculture : des politiques d'indemnisation coûteuses (calamités agricoles)	41
4.3.2. La politique publique de l'eau, au niveau national, donne priorité aux milieux aquatiques et à la gestion par la demande (économies d'eau et restrictions).....	42
4.3.3. Une autre lecture de la Directive cadre sur l'eau et d'autres politiques publiques dans les pays voisins et concurrents	45
4.3.4. Entre agriculture et environnement : un manque de vision globale et prospective et un déséquilibre de politiques publiques.....	46
5. Quels nouveaux besoins en eau pour l'agriculture, quels scénarios pour la France ?	49
5.1. Une hausse de 20 à 25 % des besoins en eau sur les terres déjà irriguées d'ici 2050.....	49
5.2. Des besoins nouveaux en eau par passage du pluvial à l'irrigation.....	50
5.3. Le scénario « durabilité environnementale » de l'Université de Kassel : un doublement des prélèvements en eau d'irrigation en Europe de l'Ouest	51
5.4. La prospective Explore 2070 du ministère en charge de l'écologie.....	52
5.4.1. Les scénarios font l'impasse sur la possibilité d'un stockage accru.....	52
5.4.2. Le scénario de satisfaction des besoins avec arrêt de l'étalement urbain nécessiterait une croissance de 165 % des allocations en eau pour l'agriculture	53
5.4.3. Un équilibre offre/demande impossible à atteindre avec les hypothèses retenues	53
5.5. La prospective Garonne 2050.....	54
5.5.1. Une perte de 80 à 90 % du nombre d'exploitations avec les scénarios « sobriété » et « libéral » ?	54
5.5.2. La solution passera par la baisse des débits seuils et par le stockage multi-usages de l'eau	56
5.6. Vers une nouvelle vision politique pour anticiper au lieu de subir : les analyses du rapport sénatorial Tandonnet/Lozach « Eau : urgence déclarée ».....	57
Annexe 1 : Liste des sigles utilisés.....	59

Eau, agriculture et changement climatique : un état de l'art aux niveaux mondial, euro-méditerranéen et national

De nombreux séminaires, rapports ou notes ont été organisés ou produits récemment sur le sujet croisé de la gestion quantitative de la ressource en eau, du changement climatique et de l'agriculture/alimentation. Ils sont le fait de la communauté scientifique (Météo France, INRA, IRSTEA, BRGM, ARVALIS, CIRAD, Université polytechnique de Madrid, Université de Kassel, Montpellier SupAgro...), des ministères en charge de l'environnement et de l'agriculture, de leurs Conseils généraux, d'établissements publics, de parlementaires, d'observatoires, ou d'ONG et plateformes de réflexion comme le PFE (Partenariat français pour l'eau) ou l'AFEID (Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage).

Le 5^{ème} rapport du GIEC, les séminaires *SESAME* (eau et sécurité alimentaire en Méditerranée), les études *CLIMATOR* et *CLIMSEC*, les prospectives *Explore 2070* et *Garonne 2050*, ou encore le récent rapport « *Eau : urgence déclarée* » des sénateurs Tandonnet et Lozach, alertent notamment sur la montée rapide des problèmes et, pour plusieurs d'entre eux, sur la nécessité de changements de fond dans nos visions et politiques.

La présente analyse porte sur la France et le monde. Elle s'attache d'abord à questionner la relation entre eau, sols, irrigation, agro-écologie et développement durable. La problématique française est ensuite resituée dans le contexte mondial et régional (européen et méditerranéen). Toute réflexion stratégique sur l'alimentation, le climat, l'eau, la durabilité et la compétitivité de notre économie doit en effet intégrer ces dimensions élargies. Les trois chapitres suivants portent sur la seule France. Ils traitent respectivement : i) des impacts déjà observés et projetés du changement climatique, ii) de la ressource en eau, de l'agriculture irriguée et des politiques publiques en interrogeant les évolutions récentes et quelques comparaisons avec des pays voisins et iii) des besoins en eau à satisfaire et des scénarios.

1. Les sols, l'eau, la bioéconomie, le climat et la « durabilité »

1.1. Produire des biens et des services essentiels, réussir des transitions

Les ressources rurales - l'eau douce, les sols, l'herbe, la forêt, la biodiversité, l'agriculture et ses savoir-faire - sont vitales pour l'avenir du monde. Leur bonne gestion / valorisation détermine en effet la capacité de répondre à la demande alimentaire à un coût acceptable pour les populations, ainsi que l'équilibre écologique, socio-économique et territorial.

L'agriculture, comme toute autre activité humaine, peut provoquer des dégradations du capital naturel : pollutions, érosion, salinisation des sols, perte de biodiversité... La « bioéconomie » ou « économie de la photosynthèse » ($6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} + \text{ lumière} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$) a cependant ceci d'unique de pouvoir capter une part du carbone en excès dans l'atmosphère (sous forme de CO_2 / gaz carbonique) pour i) le stocker dans les sols (sous forme de matière organique) et dans les tissus végétaux (bois et fibres) et ii) *substituer* matériaux, chimie et énergie bio-sourcés et riches en carbone vert à des produits conventionnels (béton, plastiques, hydrocarbures...) très émissifs de CO_2 . La bioéconomie peut ainsi contribuer puissamment à l'atténuation du changement climatique tout en accroissant la fertilité des sols et donc le capital naturel. Elle n'est cependant pas possible sans eau (H_2O).

L'agriculture peut produire d'autres *services environnementaux et territoriaux* essentiels :

- emplois en espace rural,
- préservation ou création d'agro-écosystèmes et de paysages culturels d'une grande diversité et valeur écologique (zones humides, agriculture de montagne, paysages méditerranéens...) et touristique,
- force de résistance à l'étalement urbain,
- bonne infiltration de l'eau et recharge des nappes,
- réduction des risques d'inondations et prévention des feux de forêts, etc.

L'eau et les sols, ressources liées à des territoires, et l'agriculture, science de la localité et activité de gestion du vivant, portent ainsi ensemble des fonctions vitales à concilier pour assurer des *biens de niveau supérieur : alimentation en qualité et quantité suffisante et à prix abordables, préservation du climat, biodiversité, emplois, équilibre et qualité des territoires, contribution à la prévention des risques...*

Comme le reste de l'économie, l'agriculture et la gouvernance de la gestion des ressources naturelles doivent aujourd'hui réussir des *transitions*. En effet :

- de nombreux systèmes productifs sont considérés comme « en danger » par la FAO,
- la forte dépendance à la chimie des systèmes intensifs conventionnels est problématique,
- les processus hydrologiques, la vie biologique des sols et la production agricole sont et seront très impactés par le dérèglement climatique,
- la production alimentaire doit s'accroître encore d'au moins 60 à 70 % d'ici 2050 (FAO),
- face à l'épuisement des ressources minières et au défi climatique, un recours accru à l'économie de la photosynthèse sera nécessaire.

L'agriculture devra ainsi devenir résiliente (capable de résister au choc climatique : réussir à s'adapter) et produire plus et mieux tout en restant compétitive. L'évolution des systèmes de production, le progrès génétique, l'amélioration des sols et la meilleure gestion de l'eau s'imposeront comme des voies complémentaires de solutions.

L'analyse des effets du changement climatique sur l'agriculture et la définition d'une stratégie adaptée en termes de gestion de l'eau nécessitent de mettre en perspective ces différents éléments.

1.2. La durabilité : des sols vivants, de la biodiversité et de l'eau

La question de la « durabilité » de l'agriculture est posée par les agronomes depuis au moins une vingtaine d'années. Elle impose une transition vers des systèmes innovants, plus autonomes, plus diversifiés et à triple performance (économique, environnementale et sociale). Le terme d'« agriculture écologiquement intensive » a été proposé par l'agronome Michel Griffon car il exprime bien le besoin de mieux travailler avec la nature. Optimiser les cycles biologiques permet de produire davantage de biens et de services (environnementaux et territoriaux) tout en réduisant la consommation d'intrants et les pollutions. Cela suppose à la fois de promouvoir une agriculture mieux intégrée dans son environnement et un environnement qui soutient mieux l'agriculture.

Cette optimisation des cycles biologiques se joue à plusieurs échelles. Le bon état écologique des *sols* est important : beaucoup de choses dépendent de cette mince pellicule de vie (moins de 1 mètre d'épaisseur) qui relie la biosphère à l'atmosphère et qui est à la fois le fruit et le support du développement de la végétation. Dans chaque gramme de sol agricole, on dénombre 1 milliard de bactéries (et plus de 10 000 espèces) ainsi que des algues, des champignons... Toute cette vie microbienne assure des fonctions essentielles : décomposition des matières organiques, recyclage et solubilisation des nutriments, fixation de l'azote atmosphérique, fourniture de substances complexes organiques... mais aussi approvisionnement en eau des plantes.

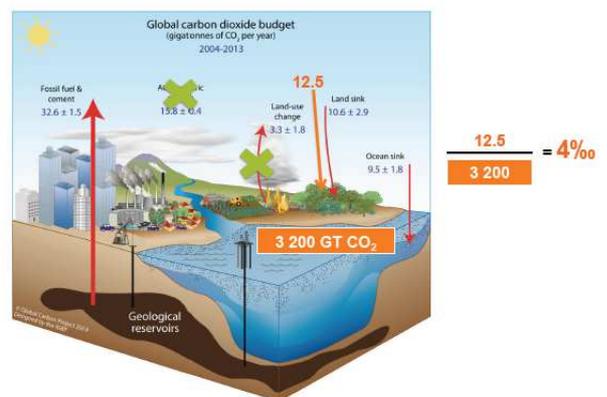
Pour que l'environnement soutienne mieux l'agriculture, l'optimisation des cycles biologiques doit aussi s'organiser à des échelles plus larges. Réussir la nécessaire rupture en matière de produits phytosanitaires nécessite en effet de cultiver la *diversité au sein des exploitations et entre exploitations*. Pour Montpellier Sup Agro, le concept d'« agro-écologie » invite ainsi à : i) reconsidérer le sol comme pilier de l'agriculture, ii) cultiver la diversité à l'échelle des « paysages », iii) améliorer l'efficacité et l'efficience, y compris par un meilleur pilotage du système, et iv) reconstruire l'agriculture en mobilisant une ingénierie agro-écologique¹.

Les sols ont en outre aujourd'hui une autre importance stratégique car ils sont, à travers l'agriculture, l'élevage et la forêt, *une partie importante de la solution au problème du dérèglement climatique*. Les sols superficiels, qui contiennent autant de carbone (sous forme de matière organique) que l'ensemble de l'atmosphère (sous forme de CO₂, gaz carbonique), pourraient en effet en capter encore bien davantage, réduisant d'autant la concentration atmosphérique de GES et donc l'ampleur du réchauffement. Le potentiel de stockage du carbone par le « secteur des terres » (forêts, pâturages, terres agricoles, sols salinisés...) est de fait élevé puisque évalué au niveau mondial entre 2,6 à 5,0 gigatonnes de carbone par an, soit en équivalent CO₂ un total de 9,5 à 18,3 gigatonnes/an. Si on raisonnait seulement « sols » superficiels (forêts non comprises), il suffirait d'accroître le stock de carbone de *4/1000 par an* pour réduire à zéro les émissions anthropiques de CO₂ pendant quelques décennies.

Figure 1 : Potentiel de recarbonation de la biosphère et calcul du 4/1000

Activity	Technical Potential (Pg C/yr)
I. Forest	
1. Afforestation, Forest Successions Peatland Restoration	1.2-1.4
2. Forest Plantations	0.2-0.5
II. Soils	
1. Croplands	0.4-1.2
2. Pasturelands	0.3-0.5
III Degraded Lands	
1. Salt-affected soils	0.3-0.7
Total Technical Potential	2.6-5.0 (3.8 Pg C/yr)

Lal (2010)



¹ Source : J Wery, Montpellier AgroSup, Colloque *l'irrigation et l'agro-écologie font-ils bon ménage ?* AFEID, AIRMF et Montpellier SupAgro, 2016

L'effet de « stockage » ne vaut en effet que pour un certain temps car plus on stocke et plus la capacité de stockage additionnel se réduit. Cependant, davantage de carbone dans les sols capté à partir du CO₂ en excès dans l'atmosphère, c'est aussi plus de matière organique dans les sols, plus de qualité physique, plus de qualité biologique, plus de qualité agro-écologique, et donc, *in fine*, plus de fertilité et de résilience. En termes d'atténuation du changement climatique, le stockage représente donc à la fois un « pont » et un moyen d'amplifier l'effet de substitution.

Mieux gérer l'eau, les sols et la végétation pour capter davantage de carbone revient ainsi à se donner plus de chances de : i) pouvoir nourrir durablement les 9,5 ou 10 milliards d'habitants annoncés pour 2050, ii) mettre davantage de produits biosourcés sur le marché en remplacement de produits conventionnels émissifs de gaz à effet de serre (ex : produire des sacs en bioplastiques dégradables plutôt que des sacs plastique à base de pétrole), et iii) contribuer à régler le problème climatique et alimentaire dans un contexte de ressources finies (terres, eau, phosphore, hydrocarbures). Ces constats ont conduit au lancement lors de la COP 21 de l'initiative « 4/1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat », sur proposition de la France.

1.3. Face aux contraintes de la disponibilité en eau, quelles stratégies d'adaptation ?

Avec le changement climatique, ses impacts sur le « vivant » et les évolutions démographiques, alimentaires et économiques, les pressions sur la ressource en eau tendent à s'accroître dans de nombreuses régions. Des déséquilibres offre/demande saisonniers² (ou plus structurels dans les pays arides) peuvent en résulter, ce qui amène à des conflits d'usages croissants, voire à des impasses.

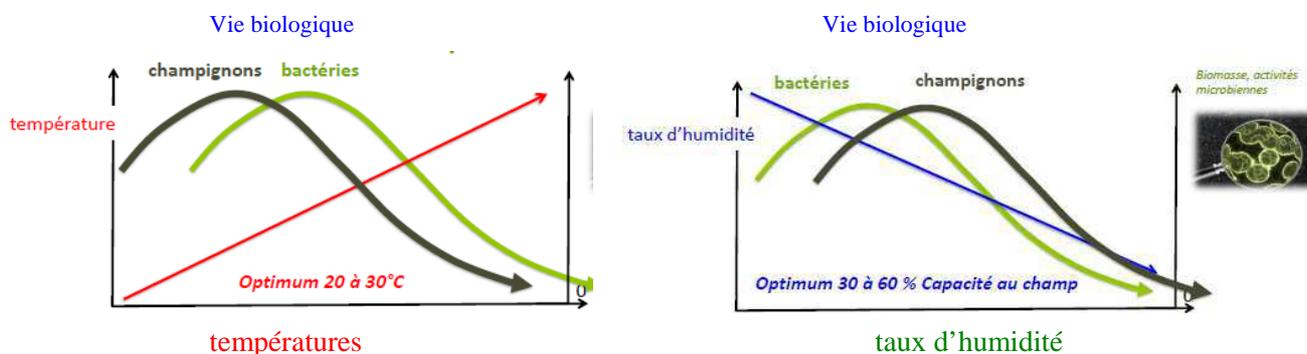
Les stratégies d'adaptation possibles sont, selon la littérature scientifique, de quatre grands types³ :

1. *ajuster l'offre et la demande par la création de nouvelles ressources* : création de réserves pour reporter en période sèche une partie des excédents des périodes pluvieuses, transferts de bassins excédentaires vers des bassins déficitaires, réutilisations d'eaux usées traitées, désalinisation,
2. *ajuster la demande à l'offre par des solutions technologiques* (ex : réduction des pertes dans les réseaux, pilotage de l'irrigation...), génétiques, agronomiques, réglementaires, socio-économiques,
3. *organiser un autre partage de l'eau* et développer la gestion concertée locale entre acteurs,
4. *indemniser les pertes de revenus*.

1.4. L'irrigation, pratique très ancienne et moyen d'adaptation à la sécheresse

Les micro-organismes des sols vivent dans des « niches » et réagissent rapidement aux changements du milieu. La température et l'état hydrique du sol sont des facteurs déterminants de l'activité biologique, les optimums étant une température de 20 à 30°C et un taux d'humidité de 30 à 60 % de la capacité au champ.

Figure 2 : L'activité biologique des sols est fonction de la teneur en eau et de la température



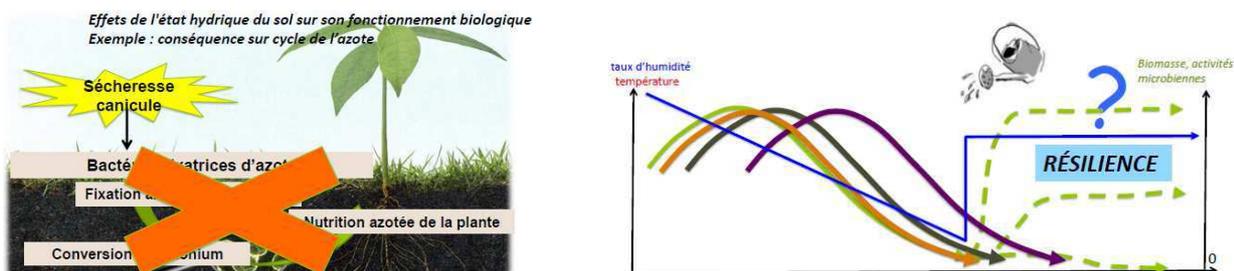
Les sécheresses et canicules impactent fortement la vie du sol par leurs effets à la fois directs (mortalités) et indirects (changements des habitats microbiens) et donc la sécurité alimentaire. Toutes les fonctions microbiennes et la biodiversité sont touchées. Les cyanobactéries qui permettent la fixation de l'azote sont notamment très vulnérables. Même si la pluie revient au bout d'un certain temps, le retour de la vie

² En période d'été

³ Adapté à partir de Amigues et al 2006 ; Debaeke et Amigues, 2008

microbienne n'a rien d'assuré. Cela dépend de l'intensité de la dessiccation, du niveau des températures associées, de la durée des sécheresses et canicules, de la nature des sols, du PH... : il y a des effets de seuils possibles⁴.

Figure 3 : Effets de la dessiccation des sols sur la vie biologique et la résilience



C'est pourquoi, dans les pays confrontés au problème du stress hydrique, l'irrigation s'est développée de très longue date. Née il y a environ 7500 ans, sans doute près de l'actuelle Palmyre en Syrie, elle a permis l'épanouissement de brillantes civilisations (Mésopotamie, Égypte, Inde, Chine, empires incas et aztèques...).

Cette « culture⁵ » de l'eau s'est par suite largement développée sur les deux rives de la Méditerranée et dans les autres régions de climat méditerranéen, y compris de climat « sub-humide ». Dans ces régions confrontées au stress hydrique en fin de printemps et en été, l'irrigation constitue en effet un facteur historique de sécurisation et de production pour l'agriculture et pour l'alimentation.

Mais quelle peut-être la contribution de l'irrigation à la transition vers l'agriculture durable dont on a dit plus haut à la fois la nécessité et les fondamentaux ? Le colloque « *L'irrigation et l'agro-écologie font-elles bon ménage ?* » en a montré toute l'importance possible (cf. encadré 1).

Encadré 1 : Dans le Gard, une irrigation vecteur de l'agro-écologie

Témoignage de Philippe Blanc du SERFEL (station expérimentale et de recherche fruits et légumes)

« Ici, dans les Costières, l'agroécologie est déjà en place mais on ne le dit pas assez car il y a un défaut de communication des arboriculteurs. Avec l'arrivée de l'irrigation après les années 1960, le paysage a progressivement changé. De la monoculture de la vigne, on est passé à un paysage de nouvelle diversité grâce à l'arboriculture (2 000 ha d'abricots, 1 300 ha de pêches, 820 ha de pommes et 600 de cerises) et au maraîchage (cf. photos). Tout est irrigué et cette année, les oliviers qui ont eu accès à l'eau ont été bien contents. Les agriculteurs ont aussi installé beaucoup de haies brise vents, de plus en plus composites, pour se protéger du mistral.



Source : Archives BRL

⁴ Ces deux paragraphes et les figures sur la vie microbienne des sols et la résilience sont tirés de la présentation faite par Annette Bérard du département EMMAH de l'INRA lors du colloque « *L'irrigation et l'agro-écologie font-elles bon ménage ?* » tenu le 22 novembre 2016 au Tholonet.

⁵ Le mot « culture » vient du latin *colere* qui signifie « mettre en valeur, faire fructifier ». « *Colere* », c'est cultiver, prendre soin, entretenir. Pour la philosophe Hannah Arendt, c'est « commercer avec la nature pour la rendre propre à l'habitation humaine ».

Tous les vergers sont, grâce à l'irrigation, enherbés sur au moins 50 % de la surface (pour éviter tassement et érosion et améliorer les sols). Toute l'irrigation est sous pression et tous les porte greffe sont adaptés à la sécheresse. La fertilisation est à la fois organique et minérale et la réduction des phytos et engrais minéraux est une priorité. On n'a cessé de progresser car on utilisait 500 unités d'azote dans nos pêchers en 1970 et aujourd'hui on est descendu à 170. La question des sols doit maintenant entrer davantage dans notre réflexion : quand et à quel point nous faut-il hydrater, irriguer, enherber ? Plus généralement, on s'engage vers plus d'agroécologie, ce qui signifie : i) améliorer le pilotage de l'irrigation : il n'y a pas de mauvais systèmes mais seulement des systèmes mal utilisés, ii) soutenir le développement racinaire, ce qui doit interroger sur les limites du goutte à goutte, iii) activer davantage le potentiel de fertilisation naturelle en développant des cultures intermédiaires avant plantation et des légumineuses et élargir encore l'enherbement, ce qui impose un recours accru à l'irrigation, iv) viser la suppression du désherbage chimique, développer le paillage et les nichoirs, perchoirs à rapaces, abris à reptiles pour renforcer la protection des cultures ».

Témoignage de Bertrand Féraut, agriculteur biologique en Costières, président de la coopérative Uni-Vert

« Je suis passé à l'agriculture biologique depuis 2003 et suis certifié *Natureland*, ce qui est beaucoup plus exigeant. Sur mon exploitation, je cultive 16 ha de vergers, du maraîchage sur 3 ha en plein champ et 1 ha de serre. Je sème de l'orge comme plante relais entre les plants de courgettes. En fin de printemps, on trouve énormément de coccinelles dans mon seigle. La mixité des cultures est importante pour la biodiversité. Tout est irrigué et j'utilise des microjets avec des électrovannes pour arroser la nuit. Tous les brise-vent sont aussi irrigués. Mes haies sont très diversifiées : cyprès, tamaris, chêne vert, mûrier, aulne... Et leur rôle est important. J'y installe des nichoirs à mésanges. J'aménage aussi des plans d'eau.

La coopérative *Uni-Vert* a été créée dans les années 1960 et elle est passée au bio il y a 30 ans. Elle compte aujourd'hui 30 agriculteurs, lesquels ont créé 90 emplois à plein temps : 57 salariés dans les exploitations et 34 dans la station de St Gilles. Elle est aussi créatrice de richesses avec plus de 38 fournisseurs et prestataires locaux.

L'irrigation est incontournable chez nous (sols : 80 % de cailloux). Et l'eau bien gérée permet de prévenir les problèmes. Les salades pleines de pucerons sont toujours celles qui manquent d'eau et souffrent du stress hydrique. Il peut y avoir cependant, selon les endroits, une tension entre irrigation/enracinement et équilibre de la ressource en eau. La recherche et l'innovation sont importantes. La mycorhization est en cours d'expérimentation. Il faut nous laisser le temps. On a encore à progresser sur la compréhension des sols ».

Cette évolution vers une irrigation « agro-écologique » est favorisée par les derniers progrès technologiques. En effet, de nouveaux capteurs mettent la physiologie de la plante au cœur de la décision et les données des capteurs rassemblées sur des interfaces web permettent un suivi multi-factoriel qui donne la capacité de raisonner l'irrigation par rapport aux autres pratiques. Cette approche de l'irrigation permet à l'« expert » de se focaliser sur le « système » et pas seulement sur l'économie d'eau. Le pilotage de l'irrigation, au plus près des besoins de la plante, devient ainsi un art très fin et permet de suivre avec précision l'effet d'une pratique sur le système plante. On peut par suite tester et promouvoir des techniques qui induisent des changements de systèmes comme l'agriculture de conservation avec goutte à goutte enterré. Ainsi, « tout pousse aujourd'hui vers une irrigation agro-écologique visant une valorisation optimale des ressources et des systèmes ».⁶

1.5. L'irrigation, vecteur du développement durable ?

L'irrigation, comme l'agriculture pluviale, peut, dans certains cas, être peu durable, avoir un impact négatif sur le capital naturel, d'autres activités ou l'équilibre social. C'est le cas notamment dans certains pays ou bassins pauvres en eau où le développement excessif de l'irrigation peut être source de surexploitation des nappes ou de salinisation et avoir d'importants effets négatifs sur les écosystèmes et activités d'aval comme la pêche (cf. le cas emblématique de la mer d'Aral). L'eau prélevée pour l'irrigation, est en effet pour une bonne part évapotranspirée et donc « consommée » sur place, même si cette part, comme le reste de ce qui est prélevé, revient par les pluies aux territoires après un certain temps (cycle de l'eau). Certains barrages peuvent poser aussi des problèmes de continuité écologique. Les impacts sont fonction de chaque bassin et site.

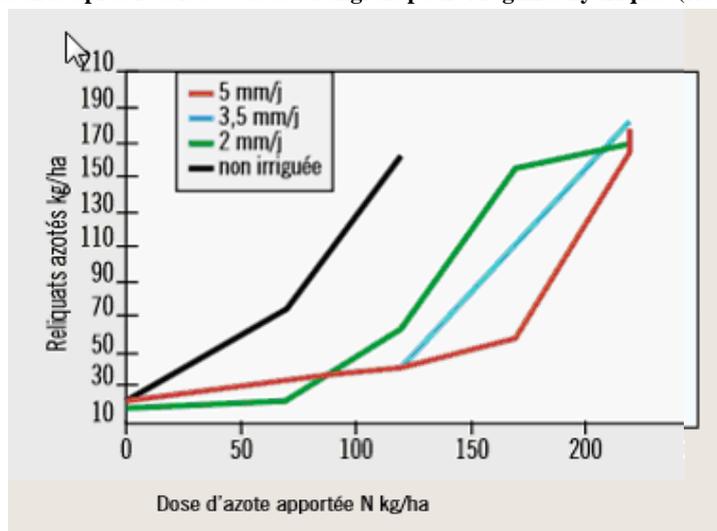
⁶ Ce paragraphe est tiré de la présentation faite par Alice Ract Madoux de la Société du Canal de Provence lors du colloque « *L'irrigation et l'agro-écologie font-elles bon ménage ?* »

Certains systèmes irrigués sont d'importants émetteurs de méthane, un gaz à effet de serre très puissant. C'est le cas des rizières inondées (comme de toutes les zones humides). Cependant des méthodes de riziculture avec assecs sont possibles et susceptibles de réduire considérablement ces émissions. Par ailleurs, dans quelques pays, le développement de l'irrigation a pu s'accompagner d'un certain accaparement de la ressource en eau par de grands investisseurs aux dépens de petites exploitations et de systèmes irrigués à forte valeur patrimoniale (par exemple des oasis). Certains pays ont aussi trop focalisé les investissements publics et privés sur les seuls grands périmètres irrigués aux dépens des systèmes pluviaux et de la petite hydraulique, accentuant ainsi les déséquilibres sociaux et territoriaux. Certains grands barrages multi-usages réalisés au 20^{ème} siècle ont pu avoir des impacts sociaux et environnementaux que certains ont jugé disproportionnés avec les avantages produits.

Pour autant, l'irrigation est aussi, plus souvent et d'une façon locale comme globale, un facteur remarquable de développement durable. En effet :

- En moyenne mondiale, les cultures irriguées sont trois fois plus productives que les cultures pluviales⁷ : elles captent donc 3 fois plus de carbone/ha que ces dernières dans l'atmosphère
- La grande productivité de l'irrigation permet, de façon indirecte, de limiter la conquête de nouvelles terres arables et donc les pressions sur les forêts et la déforestation. Pour satisfaire les besoins de l'humanité sans les 300 millions d'hectares irrigués recensés au niveau mondial, il faudrait accroître les surfaces agricoles en pluvial du triple, aux dépens des savanes et des forêts. Or, la déforestation résultant du recul des forêts tropicales est responsable à elle seule de 11 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Inversement, le recul de l'irrigation, causé par l'étalement urbain ou par le défaut d'accès à l'eau, est, comme le gaspillage alimentaire, une cause directe et indirecte importante d'émissions de GES (gaz à effet de serre).
- Les cultures irriguées permettent en général une bien plus grande diversité de cultures et de paysages et une plus grande biodiversité.
- Les cultures irriguées, à volume de production égal, sont efficaces dans l'utilisation de l'azote ce qui réduit les pertes et gaspillages ainsi que les pollutions (Fig. 4). En effet, en système irrigué, les besoins en azote sont plus stables ce qui permet un meilleur calcul des apports nécessaires et un moindre reliquat d'azote dans le sol après récolte susceptible d'alimenter les fuites de nitrate.

Figure 4 : Reliquats azotés mesurés après récoltes et doses d'engrais pour 4 régimes hydriques (Rouffach, 2008)⁸



⁷ Cf. § 2.1.1, tableau 1

⁸ Source : Deumier et al (2002) : Irrigation du maïs et azote : limiter les fuites de nitrate. Perspectives Agricoles - n°283 - octobre 2002 - pp. 18-24

L'irrigation permet aussi de :

- *Sécuriser les systèmes productifs (quantité et qualité) et prévenir les risques croissants de crises agro-climatiques et alimentaires.* Le très faible taux d'irrigation de l'Afrique sub-saharienne est aujourd'hui considéré comme un facteur majeur de la vulnérabilité de cette immense région au dérèglement climatique. Le développement de l'irrigation conduit à la mise en place d'infrastructures de stockage de l'eau qui permettent des gestions intersaisonniers, voire parfois interannuelles de la ressource. Bien conçus et gérés, ces ouvrages sont un moyen robuste d'adaptation à un climat et à une pluviométrie de plus en plus erratiques et de réponse aux besoins d'étiage. Ils peuvent permettre de réduire potentiellement les risques croissants d'inondations. Ce sont des outils de gestion des risques d'importance stratégique.
- *Accroître significativement la valeur économique créée dans les territoires* en favorisant la diversification des productions, en augmentant et en sécurisant la production et en permettant le développement de filières agro-alimentaires créatrices d'emplois nombreux (semences, fruits et légumes..), lesquelles sont en général totalement dépendantes de l'irrigation.
- *Être par conséquent un facteur clef de la compétitivité agricole et territoriale*, et ce pas seulement dans les pays de climat méditerranéen. Par exemple, il est frappant de constater que les Pays-Bas, avec 26 % de terres équipées pour l'irrigation, et le Danemark (18 % de terres équipées), pays d'agriculture très compétitive, ont des taux d'irrigation bien plus élevés que la France (8,4 % de terres équipées).
- *Créer de nombreux emplois, directs et indirects.* De nombreux exemples dans les pays en développement montrent que le passage du pluvial à l'irrigué, lorsqu'il est pertinent et bien géré, améliore sensiblement les revenus et réduit la pauvreté. Il est souvent déterminant pour *l'installation des jeunes et le maintien en espace rural des populations rurales*. Il apporte ainsi une contribution majeure à la prévention des migrations et au maintien de la stabilité⁹.

Encadré 2 : deux exemples de développement durable par l'irrigation

Réserve du Juanon, Drôme	Les « puits du désert », Vallée de Tidène, Nord Niger
	<p>90 puits maraîchers créés depuis 2005 dans une zone d'élevage désertifiée et menacée de grave instabilité socio-politique</p> <p>771 familles bénéficiaires en 2011 : revenus x 10</p> <p>Filière maraîchère et nombreux emplois ruraux non agricoles créés</p> <p>Les enfants vont à l'école</p>
<p>Avant 2005 : restrictions d'eau 3 années sur 4 = mise en péril des emplois + rivière à sec</p> <p>Transfert + création de retenue de 700 000 m³</p> <p>= 1 200 ha, emplois, paysages, petites exploitations diversifiées (semences, ail, plantes aromatiques...) sécurisées</p> <p>+ 1 million de m³ pour la rivière (soutien étiage)</p>	

(Source : CGAAER et PFE, *L'eau et la sécurité alimentaire*, 2012)

La performance des systèmes irrigués est donc multiple et elle concerne bien toutes les dimensions de la sécurité alimentaire (disponibilité, accès, stabilité, qualité) et du développement durable.

⁹ Cf. les séminaires *SESAME 2* et *SESAME 3*, CGAAER et CGDA, 2014 et 2015

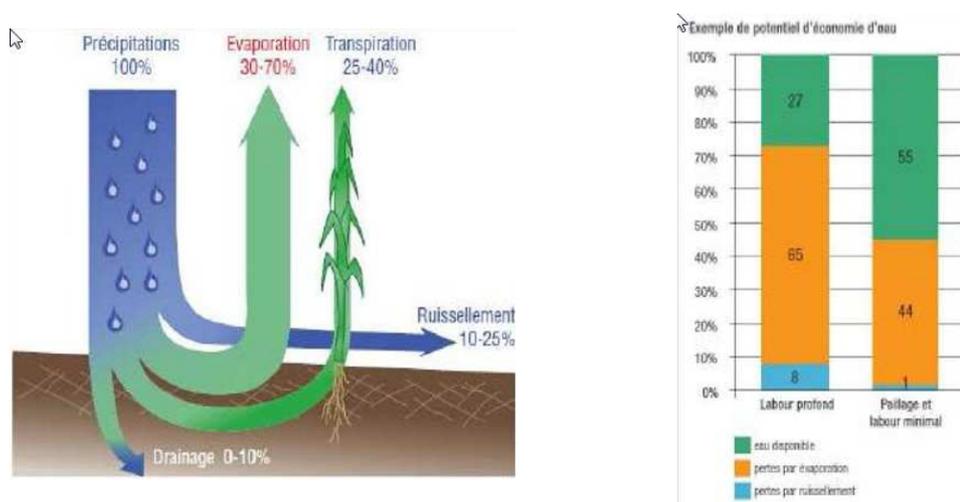
Comme le souligne la Délégation sénatoriale à la prospective dans son rapport « *Eau, urgence déclarée* » (Mai 2016), il y a une nécessité pédagogique à montrer que l'eau est une solution au problème climatique et à « *dédiaboliser l'irrigation* ». Les auteurs du rapport ont donc regretté que l'eau n'ait pas été citée explicitement comme un point clef dans l'Accord de Paris (COP 21).

1.6. L'adaptation des systèmes de cultures à la faible disponibilité en eau

Dans les conditions extrêmes des zones arides ou semi-arides où l'eau fait défaut de façon structurelle, la seule stratégie d'adaptation possible au déficit en eau est l'ajustement de la demande à l'offre. Ceci a conduit les agriculteurs à y développer les systèmes de cultures et les itinéraires techniques de l'« *aridoculture* » ou « *dry farming* ». Les modes de travail du sol, le « *mulching* », le non-labour... s'attachent à réduire l'évaporation (une perte d'eau inutile) et le ruissellement et valorisent l'infiltration. Des jachères longues sont introduites pour stocker l'eau dans le sol pour la culture à venir. Les choix de cultures se font en fonction du niveau de remplissage des réserves en eau des sols au moment du semis. Les rendements sont évidemment très faibles et les richesses produites limitées.

La bonne conservation et valorisation des eaux et des sols vaut pour les autres régions d'agriculture pluviale dans le monde. La figure 5, tirée d'un document FAO sur la « *gestion durable des terres* » en Afrique, illustre le continuum « *eau verte-eau bleue* » et l'important potentiel d'économie d'eau qui peut résulter de pratiques telles que le paillage et le labour minimal.

Figure 5 : Eaux bleues, eaux vertes, gestion durable des terres et économie de l'eau



Source : la pratique de la gestion durable des terres ; TerrAfrica, FAO, WOCAT, 2011

L'exemple de la région du Tigré en Éthiopie (encadré), montre les gains remarquables qui peuvent résulter d'un aménagement de terroir organisé à l'échelle du bassin versant et visant la bonne gestion intégrée des ressources naturelles (eau, sols et végétation).

D'autres pratiques agro-écologiques comme l'agro-foresterie (qui permet un système d'enracinement arbre/cultures à deux étages, les racines des arbres pouvant servir d'ascenseur hydrique en cas de stress hydrique), l'agriculture de conservation (qui favorise aussi un enracinement profond) et les amendements en matière organique dans les systèmes agriculture/élevage, peuvent être cités. Ils contribuent, comme l'irrigation, à l'adaptation au changement climatique¹⁰.

Les principaux gains d'efficacité/productivité de l'eau (le « *more crop per drop* ») sont en général à trouver dans le meilleur pilotage de l'irrigation, la réduction des pertes dans les réseaux, les stratégies d'esquive (semis plus précoces) et la sélection variétale (cf. § 4.2.5. pour le cas de la France).

¹⁰ Le couvert arboré et l'irrigation peuvent aussi créer des microclimats favorables à la vie et aux hommes en cas de fortes températures. C'est une des fonctions majeures des oasis et ce pourrait être demain une nouvelle fonction du secteur des terres à la réussite de l'adaptation pour le bien-être des populations urbaines.

Encadré 3 : La région du Tigré en Éthiopie : de la famine au renouveau agricole et écologique

Dernière région du monde ayant connu dans les années 1980 de terribles famines, la région du Tigré située au nord de l'Éthiopie, à la frontière de l'Érythrée est devenue en 25 années la région la plus sûre en eau du pays. Elle a recouvré son indépendance alimentaire en 2007 et son taux de pauvreté qui, en 2000, était encore le double de la moyenne nationale s'est réduit depuis de moitié.

Ce succès est dû à un effort d'aménagement qui a conduit à la protection des arbres et à construction à la main de milliers de km de terrasses et de plusieurs centaines de retenues d'eau avec pour résultat que toute goutte d'eau s'infiltre et que 1 million ha (agricole et forestier) a été restauré. Ceci a fortement contribué à la recharge des nappes situées en aval puisque sur les 360 puits qui permettent la petite irrigation, la nappe est aujourd'hui en moyenne à 3 m de profondeur contre 30 m il y a 20 ans. Certains puits sont même devenus artésiens (photo). Aujourd'hui, 40 000 ha sont irrigués contre 40 il y a 20 ans. Et alors qu'en 2016, l'Éthiopie est victime à nouveau de graves sécheresses dues au phénomène d'El Niño, la région du Tigré a montré une bien meilleure résilience par rapport à ses voisines¹¹.



La diversification des cycles culturaux et des espèces peut être une autre voie d'adaptation en cas d'absence d'irrigation ou de disponibilité en eau limitée. Les cultures d'hiver demandent très peu d'eau car la maturité de la plante est atteinte avant le déficit hydrique estival. Cependant, dans les régions de climat tempéré comme la France, il n'est pas souhaitable ni possible en général de s'y limiter pour des raisons y compris de type agronomique et environnemental. Des rotations mélangeant espèces, précocités et alternance de saisons sont en effet nécessaires pour éviter adventices et parasites. Des cultures d'été, plus tolérantes à la sécheresse que le maïs ou le blé, telles que le sorgho ou le tournesol peuvent cependant être introduites. Des diagnostics au printemps sur l'état de la ressource en eau et les risques de pénurie estivale peuvent permettre d'ajuster les décisions.

Des études ont montré qu'il pouvait être rentable, dans certains cas, de jouer sur l'étalement du calendrier d'irrigation en semant plus tôt au printemps (par exemple des pois) pour valoriser au mois de mai une eau peu utilisée par ailleurs, comme alternative à des cultures irriguées d'été. Les résultats dépendent cependant beaucoup du type de sols concernés, des prix mondiaux agricoles ou du coût de l'irrigation.

L'INRA en France s'attache à mettre au point de nouveaux outils et modèles pour aider les agriculteurs à anticiper les besoins en eau en modifiant assolements et itinéraires techniques ou pour aider les gestionnaires à estimer la demande en eau à l'échelle d'un périmètre irrigué et à faire des projections sur la demande en eau à venir en tenant compte de la physiologie des plantes et de la réalité des pratiques culturales et d'irrigation. Le développement de ce type de services agro-hydro-climatiques est appelé à prendre une certaine importance dans les stratégies d'adaptation.

¹¹ Source et photos : C. Reij, WRI, SESAME 4, CGAAER et CGDA 2016

2. La problématique aux échelles mondiale et euro-méditerranéenne

2.1. Une ressource en eau globalement abondante mais inégalement répartie

2.1.1. L'alimentation des populations, élément essentiel du bilan hydrologique mondial

Le tableau ci après donne les grands chiffres du bilan hydrologique mondial (eaux douces, bleues et vertes¹²) en regard des surfaces cultivées et des productions agricoles.

Tableau 1 : le bilan hydrologique Monde (flux d'eau douce) et les surfaces cultivées

Ressource en eau douce et utilisations (en km ³ /an)		Surfaces en millions ha	Production agricole en %
Total (pluies continentales)	119 000		
dont sols : évaporation et transpiration (eaux vertes)	75 000		
et dont écoulements (ressource en eaux bleues)	44 000		
Prélèvements			
Total d'eaux bleues prélevé	3 710		
dont eau prélevée pour l'irrigation	2 740		
Eau utilisée (évapo-transpirée) par l'agriculture et les pâturages			
Total d'eau bleue et verte consommée par l'agriculture	8 244	1 527	100
dont arrosage naturel par les pluies (eaux vertes)	6 600	1 226	60
dont irrigation (eaux bleues)	1 644	301	40
Eau évapo-transpirée par les pâturages (eaux vertes)	16 500	3 500	

Source : Margat et Benoit pour Futuribles, 2016, à partir de UNESCO (WWDR 2015), IWMI et FAO. Les chiffres diffèrent selon les sources

On peut en tirer quatre enseignements importants :

- *La forte productivité des cultures irriguées* : celles-ci assurent 40 % de la production agricole mondiale sur seulement 18 % de la surface cultivée (301/1 226 millions ha). Elles sont en moyenne 3 fois plus productives que les cultures pluviales.
- *L'importance essentielle de l'agriculture dans la gestion de l'eau*. L'agriculture irriguée mobilise 70 % du total des eaux bleues mobilisées (2 740/3 710 km³/an) et les agricultures pluviales et irriguées 90 % du total d'eaux vertes et bleues utilisées. La question de l'eau, en termes de développement durable, c'est-à-dire de capacité à satisfaire les besoins fondamentaux des générations actuelles et futures est donc d'abord et essentiellement une question de production/sécurité alimentaire. *Le respect et la satisfaction du droit à l'alimentation*, un droit universel consacré dès 1948 par les Nations Unies, devraient donc être des objectifs essentiels de toute politique de gestion des ressources naturelles.
- *L'eau douce, globalement, ne manque pas*. En effet, l'ensemble des prélèvements (tous usages) ne représente que 8 % des écoulements (3 710 km³/an / 44 000 km³/an). Rappelons en outre que le total des pluies continentales reste constant d'une année à l'autre (cycle de l'eau) et qu'il pourrait même s'accroître un peu (+ 1 à + 3 %) avec le changement climatique, suite à l'augmentation de l'évapotranspiration et à la fonte des glaces. Cependant, toute la ressource n'est pas exploitable, utilisable ou disponible. La plupart des inondations et la grêle sont plus dangereuses qu'utiles.
- *L'agriculture irriguée restitue au milieu 40 % de ce qu'elle prélève*. Les 60 % évapo-transpirés (1 640 km³/2 740 km³) comme les 40 % qui s'écoulent en aval reviennent à terme aux territoires sous forme de pluies (cycle de l'eau).

¹² L'eau dite « bleue » est la part de l'eau de pluie qui s'écoule dans les cours d'eau et dans les nappes, et qui peut être pompée pour irriguer les champs ou pour servir à d'autres usages. Elle se différencie de l'eau « verte », c'est-à-dire de l'eau de pluie qui humidifie les sols, leur donne vie et est utilisée directement par les plantes pour leur transpiration et leur croissance, une autre part venant s'évaporer à la surface des sols.

2.1.2. Des ressources en eau et des besoins croissants, très inégalement répartis

Les chiffres globaux cités ci-dessus ne rendent pas compte de la très inégale répartition des ressources en eau, des besoins et des vulnérabilités dans l'espace et dans le temps. Par exemple, les rives Sud et Nord de la Méditerranée révèlent une situation extraordinairement contrastée puisque :

- la demande en eau sur la rive Nord ne représente que 13 % des ressources conventionnelles potentielles, dont une très grande part est utilisée pour la production d'énergie et revient très vite aux cours d'eau ;
- à l'inverse, sur la rive Sud, la demande en eau, essentiellement agricole, est supérieure aux ressources renouvelables disponibles ;
- la rive Sud, bien davantage que la rive Nord, montre une grande vulnérabilité au changement climatique, du fait des faiblesses internes des agricultures, de l'importance de la pauvreté rurale et de la forte dégradation de la base productive de l'agriculture : sols érodés et salinisés, déforestation et désertification, surexploitation de la plupart des nappes, envasement rapide des retenues des barrages.

Figure 6 : Ressources et demandes en eau au Nord et au Sud de la Méditerranée

(SESAME 1, Plan Bleu, J. Margat)

La rive Nord reçoit 90 % des pluies du total régional et ne prélève que 13 % de ses propres ressources.



* Chiffres rive Nord : du Portugal à la Turquie

** Chiffres rive Sud : du Maroc à la Jordanie

Comme la population mondiale va encore augmenter de plus de 2 milliards d'habitants d'ici 2050, la production alimentaire devra progresser d'au moins 60 à 70 % d'ici 2050 (FAO). La demande mondiale en eau bleue (tous secteurs) pourrait par suite s'accroître de 55 % d'ici 2050 (cf. scénarios de l'IWMI). Or, la croissance démographique comme le changement climatique accroîtront encore les écarts entre les régions les mieux pourvues et les plus pauvres en eau. En effet, la croissance démographique, immense paradoxe mondial, est en moyenne double dans les zones sèches (régions arides et semi-arides) que dans celles mieux arrosées. Or, les pays du « Sud » sont et seront les plus affectés par le dérèglement du climat.

Les tensions sur les ressources et les conflits d'usages ou migrations risquent donc de s'accroître fortement si des mesures d'anticipation à la hauteur du problème ne sont pas prises à temps et si de nouvelles solidarités (amont/aval, pays riches et pauvres en eau...) ne s'opèrent pas.

2.2. Les analyses du GIEC

2.2.1. Une sécurité alimentaire en grands risques

Selon le 5^{ème} rapport du GIEC (2014-2015), les grands risques futurs, relevés par la communauté scientifique avec une « confiance élevée » sont :

- la mise en péril des moyens de subsistance suite aux inondations dans les zones côtières basses ou à l'intérieur des terres,
- la rupture des systèmes alimentaires suite à la variabilité des pluies et à des phénomènes de sécheresse,
- la perte de revenus ruraux et de moyens de subsistance suite à un accès insuffisant à l'eau d'irrigation (voir aussi à l'eau potable en régions arides) et à la diminution de la productivité agricole,
- les pertes de services écosystémiques en zones côtières et leurs impacts sur les communautés de pêcheurs, notamment des zones tropicales et arctiques,
- les risques systémiques résultant des événements météorologiques extrêmes.

Sont donc notamment en cause, dans la montée des risques :

- la forte *croissance de la variabilité climatique* avec alternance de vagues de chaleur et de froid, problèmes d'inondations et de sécheresses : il pleuvra trop ou pas assez et souvent pas là où on le souhaiterait ;
- des *pertes de productivité* causées par le réchauffement à travers ses impacts sur les sols (vie microbienne) et sur les cultures (échaudages, décalage des saisons de végétation...). La baisse des rendements agricoles est d'ailleurs déjà considérée comme « un des impacts les plus significatifs » du dérèglement. La baisse relative de la production mondiale sur la période 1980/2010 s'élève à 5,5 % pour le blé et 3,8 % pour le maïs. Alors que la demande mondiale alimentaire s'accroît de 14 % par décennie, une croissance de la température de 1°C provoque une baisse relative de rendement de 2 %/décennie (blé) ;
- et des *problèmes accrus de pénuries et d'accès à la ressource en eau*.

Le GIEC conclut, avec une « confiance élevée », que « *toutes les dimensions de la sécurité alimentaire (accès, stabilité, disponibilité, qualité) seront affectées avec des impacts tout au long du siècle sur la croissance économique et sur la société* ». En particulier, il annonce une hausse des prix des aliments dans une proportion non évaluable avec précision mais qui affectera directement les ménages urbains pauvres. En cas de défaut d'adaptation, une augmentation importante de la pauvreté rurale, mais aussi urbaine, est à craindre ainsi que des migrations d'ampleur depuis les régions vulnérables, phénomènes susceptibles de générer des conflits.

De nouvelles études très récentes confirment l'ampleur annoncée des changements à venir et des risques. Ainsi, dans sa livraison du 19 janvier 2017¹³, la revue *Nature* annonce des baisses de rendements aux États-Unis « *de 49 % pour le maïs, de 40 % pour le soja et de 22 % pour le blé d'ici 2100* », en cas d'exposition prolongée à des températures comprises entre 30 et 36°C et ce pour cause de *stress hydrique*.

2.2.2. Les voies de l'adaptation : investir dans le stockage, dans l'irrigation et dans l'agroécologie

Accroître la résilience et la productivité des agro-écosystèmes, grande priorité planétaire, nécessite de mieux gérer les ressources naturelles (eau et sols) et de faire évoluer les systèmes de culture. Dans l'étude sur les États-Unis publiée en janvier 2017 par la revue *Nature*, l'*irrigation* est identifiée comme la solution clef de l'adaptation. Le rapport du GIEC souligne, quant à lui, la nécessité d'actionner concomitamment plusieurs leviers pour la réussite de l'adaptation. Dans son chapitre sur l'eau, il met en exergue le besoin d'investissements en stockage de l'eau et extension de l'irrigation. Celui-ci est estimé à un coût de *225 milliards de dollars d'ici 2030* (avec une grande marge d'incertitudes) *pour le seul maintien des services rendus par l'eau dans 200 pays*. Les autres voies d'adaptation complémentaires citées concernent l'utilisation de variétés plus résistantes, la promotion de pratiques agronomiques de conservation de l'eau et des sols (zéro labour, agroforesterie, agriculture de conservation...) et de récupération et collecte de l'eau (le « *water harvesting* »), l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation par l'utilisation de nouvelles technologies, la valorisation des savoir-faire locaux, la recharge artificielle des nappes et le développement des réutilisations. L'adaptation des cultivars et l'irrigation affichent les meilleurs résultats parmi les stratégies possibles d'adaptation étudiées.

¹³ Schauburger et al, « *Consistent negative response of US crops to high temperatures in observations and crop models* ».

Face à la baisse annoncée des rendements, la communauté scientifique craint cependant que l'ajustement mondial pour le maintien de la sécurité alimentaire se fasse principalement « par extension des surfaces cultivées », donc avec de potentielles implications en matière de déforestation tropicale et, par suite, de perte de biodiversité et d'émissions accrues de GES. La réduction des pertes et gaspillages (terres agricoles, nourriture...) et l'intensification durable de la production agricole pour éviter un tel scénario devrait donc devenir un objectif fondamental.

Face aux défis multiples auxquels nous devons faire face, la principale conclusion du groupe « eau et sécurité alimentaire » du Partenariat Français pour l'eau (PFE) consiste à ne pas opposer les solutions, par exemple en évitant de ne parler que d'économie d'eau¹⁴ ou au contraire que de création de nouvelles infrastructures de stockage. La principale erreur serait en effet de les opposer. Il convient au contraire de « mobiliser tous les leviers d'action possibles, ensemble ». Et c'est aussi la position que la France a défendu dans le débat mondial sur l'eau et la sécurité alimentaire (cf. <https://www.partenariat-francais-eau.fr/position-partagee-gisa/>).

2.2.3. L'importance « unique » du « secteur des terres »

Pour la première fois, le GIEC a souligné dans son dernier rapport l'importance « unique » du *secteur des terres* (agriculture, forêts et sols), conférée à la fois par :

- son importance vitale en termes d'alimentation, d'emplois et d'équilibres territoriaux,
- sa grande vulnérabilité au dérèglement climatique,
- et sa contribution majeure possible à la réussite de l'atténuation.

Sa contribution à la lutte contre le changement climatique visera notamment à :

- réduire les émissions directes et indirectes du secteur agricole,
- accroître la capacité des champs, des prairies et des bois à capter une partie du CO₂ en excès dans l'atmosphère pour le stocker dans la biosphère (sols et forêts),
- produire ainsi plus et mieux pour mettre à disposition du marché une part croissante de produits bio-sourcés (fibres, bioénergies, chimie du végétal...) riches en carbone vert, en substitution à des produits conventionnels (charbon, ciment, hydrocarbures,...) très émissifs de GES.

Selon le GIEC, le secteur des terres représente 40 %¹⁵ de la solution climatique à l'horizon 2030.

2.3. Les décisions de la COP 21 : pas de stratégies d'adaptation et/ou d'atténuation sans prise en compte des enjeux de production alimentaire

Alors que la négociation climatique était surtout centrée depuis son origine sur les problèmes d'« atténuation » (mesures visant à réduire des émissions de GES - gaz à effet de serre) et d'énergie, la COP 21 a permis de mieux mettre en avant la question fondamentale de l'« adaptation » (mesures visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains contre les effets réels ou attendus du changement climatique), les deux premières priorités ressortant des INDCs¹⁶ étant l'eau et l'agriculture.

La COP 21 a également donné une grande importance à la question alimentaire. En effet, l'Accord de Paris :

- reconnaît « la priorité fondamentale consistant à protéger la sécurité alimentaire et à venir à bout de la faim, et la vulnérabilité particulière des systèmes de production alimentaire aux effets néfastes des changements climatiques » ;

¹⁴ Des « économies » relatives puisque l'eau qui n'est pas évapo-transpirée revient au milieu. L'économie vaut pour les portions de rivières situées entre lieu de prélèvements et lieu de retour à la rivière des flux non évapo-transpirés. Elle est nette lorsqu'elle permet de réduire les pertes par évaporation.

¹⁵ de 20 à 60

¹⁶ Intended Nationally Determined Contributions : contributions nationales déterminées des pays

- et stipule (article 2) que : « *l'Accord vise à renforcer la riposte mondiale à la menace climatique : a) en contenant l'évolution de la température nettement en dessous de + 2°C, et b) en renforçant la capacité à s'adapter et à promouvoir un développement à faible émission de gaz à effet de serre d'une telle façon que la production alimentaire ne soit pas menacée* ».

Ce faisant :

- l'Accord a bien résumé un des très grands défis du siècle : réussir ensemble l'atténuation, l'adaptation et la sécurité alimentaire, c'est-à-dire, *réussir le triple gain*,
- toute stratégie d'adaptation et/ou d'atténuation devra dorénavant prendre en compte les enjeux de la production/sécurité alimentaire, dans leur dimension locale/globale.

La COP 21 a également permis, pour la première fois, de mobiliser les Ministres et acteurs de l'agriculture pour avancer concrètement dans la direction du triple gain. L'initiative « *4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat* » a en effet été lancée avec succès et inscrite à l'Agenda des solutions (Plan d'action Lima-Paris). Elle réunit aujourd'hui 170 partenaires dont tous les grands organismes de coopération agricole et de recherche agronomique, de grands « think tank » environnementaux comme le *World Resources Institute* et plus de 30 États représentés par leurs Ministres de l'agriculture ou de l'environnement. Elle a pour objectif d'enrichir les sols en carbone pour contribuer à la fois à l'atténuation, à l'adaptation et à la sécurité alimentaire.

Cette initiative, introduite par la France, s'est appuyée sur les travaux de l'INRA et du CGAAER.

Le rapport « *Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique* » (CGAAER, février 2015) a montré à la fois :

- la possibilité d'agir sur plusieurs leviers pour faire du secteur des terres, en France comme dans le monde, un puissant moyen de la politique de lutte contre le changement climatique¹⁷,
- le bien fondé de la « transition agro-écologique »,
- la nécessité pour l'Europe de maintenir sa production agricole : toute externalisation serait en effet une absurdité, en particulier en termes d'impacts sur le climat,
- et enfin, la nécessité d'une stratégie ambitieuse d'adaptation, celle-ci passant notamment par un meilleur accès à l'eau d'irrigation. L'accès à l'eau et la réussite de l'adaptation déterminent en effet la capacité de l'agriculture à lutter contre le changement climatique, sans perte de production.

2.4. L'Afrique et la Méditerranée du Sud et de l'Est seront particulièrement touchées : quelles conséquences pour l'Europe ?

La Méditerranée du Sud et de l'Est sera très affectée par le dérèglement climatique. La ressource en eau, déjà fréquemment surexploitée, va notamment se réduire, jusqu'à - 40 % au Maghreb (cf. carte de la figure 7). Or, les effectifs de la population, malgré la nette réduction des taux de fécondité enregistrée, sont encore croissants, et donc aussi les besoins alimentaires.

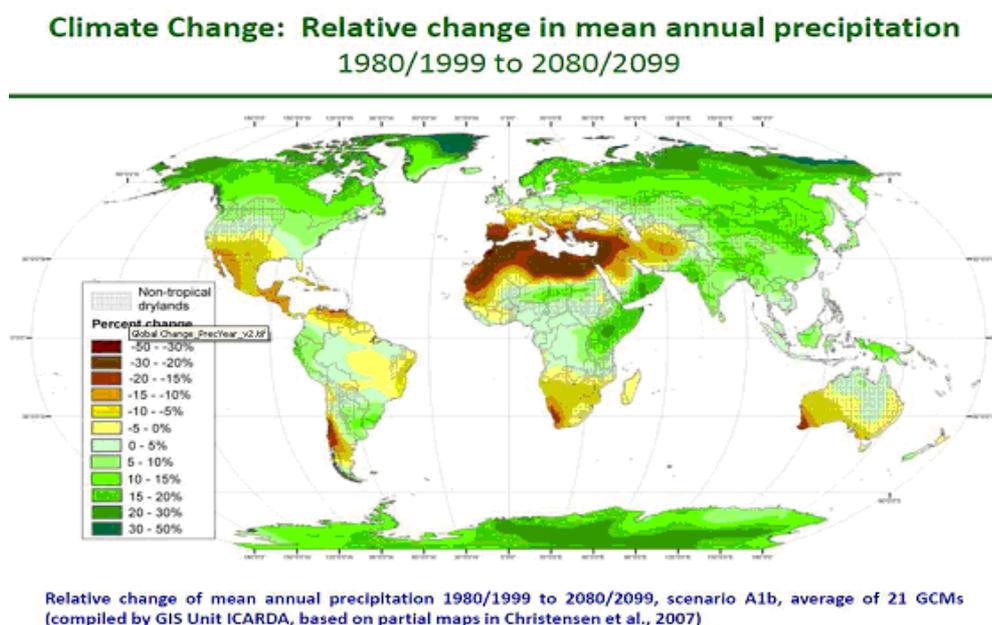
Les principales conséquences probables de cette conjonction de facteurs négatifs au sud de la Méditerranée sont les suivantes :

- le nombre de Méditerranéens en situation de « pénurie » en eau pourrait passer de 64 millions en 2010 à 290 millions en 2050 (calcul Plan Bleu et CGAAER pour le séminaire *SESAME I*),
- la dépendance alimentaire du Maghreb (calculée en % de kilocalories) pourrait passer de 51 % aujourd'hui à 70 % en 2050, alors que, sans changement climatique, elle pourrait se maintenir à 50 % (Étude INRA/Pluriagri, 2015). Ainsi, les pays à ressources en eau abondantes devront produire bien davantage pour répondre aux besoins croissants des pays en situation de pénurie structurelle croissante,

¹⁷ Le rapport du CGAAER arrive, pour la France, à un chiffre comparable à celui donné par le GIEC au niveau mondial : le secteur des terres pourrait en effet représenter en France 40 % de l'objectif national d'atténuation à l'horizon 2030.

- les sols étant de moins en moins épais du fait de l'érosion et l'aridification aggravant encore la situation, des phénomènes graves de désertification, de paupérisation et d'exode rural sont possibles.

Figure 7 : changements annoncés de la pluviométrie sur un siècle : la Méditerranée site critique mondial



L'Afrique sub-saharienne pourrait être encore bien plus affectée que la Méditerranée du sud. La forte hausse des températures pénalisera les rendements alors qu'un doublement de la population est annoncé d'ici 2050. Les nouveaux besoins alimentaires et en emplois à satisfaire seront donc considérables. Or, le faible taux d'irrigation (3 %), les faiblesses internes des agricultures et le manque de capacités institutionnelles et de politiques fortes de l'eau et de l'agriculture rendent l'Afrique sub-saharienne particulièrement vulnérable. La dépendance alimentaire africaine, déjà forte, pourrait donc s'accroître encore considérablement (triplement ou plus d'ici 2050) comme l'ont montré toutes les prospectives agricoles et alimentaires récentes (cf Agrimonde, INRA/CIRAD, 2007). La réussite à grande échelle du développement est donc d'importance vitale. Elle est possible car l'Afrique sub-Saharienne ne manque pas de ressources, notamment de ressources en eau.

Ces évolutions dans leur sud immédiat concernent au premier chef l'Europe et la France. La question de l'approvisionnement des pays en déficit de production et celle des migrations, organisées ou subies, vont en effet devenir d'une importance géopolitique première.

Plusieurs scénarios sont possibles pour l'Europe. L'UE pourrait décider de tirer profit de cette demande croissante pour produire davantage et se positionner sur les marchés. Elle pourrait aussi prendre conscience de l'ampleur du défi et s'attacher à développer des solutions avec les pays du Sud¹⁸. Elle pourrait ainsi renforcer sa contribution au nécessaire renouveau agricole et écologique du continent africain tout en décidant de mieux préserver, mobiliser et valoriser ses propres ressources rurales (eau, terre, ressources agricoles) pour produire chez elle davantage d'aliments et contribuer ainsi à la sécurisation des approvisionnements du Sud comme à la création d'emplois en Europe. La France est particulièrement concernée car elle exporte l'équivalent de 5 millions d'hectares de céréales, notamment en direction du Maghreb et de l'Égypte. Elle a aussi lancé le « Projet agro-écologique » comme priorité de politique agricole et, lors de la COP 21, « l'initiative 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat ».

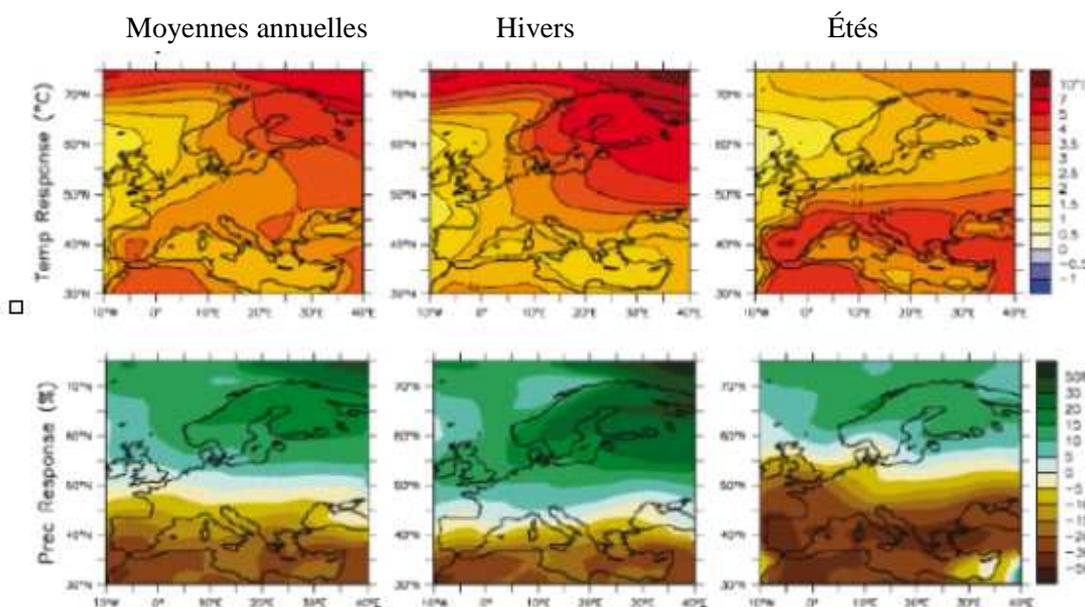
¹⁸ Appuis au renforcement des capacités institutionnelles et à la mise en place de PAC africaines, à la transition agro-écologique, à la mobilisation de la ressource en eau, au développement

Un autre scénario consisterait à ne plus faire de l'emploi productif et de la sécurité alimentaire, y compris de la propre sécurité alimentaire de l'UE, une priorité. C'est déjà un peu le cas. L'Europe occidentale (UE + Suisse + Norvège et Islande) est aujourd'hui redevenue globalement importatrice alimentaire nette en calories, à hauteur d'environ 10 % de ses besoins (source Dorin, CIRAD, 2014), alors qu'elle avait pourtant retrouvé dans les années 1990 sa capacité à nourrir elle-même ses habitants. Or, le scénario du CIRAD pour l'Europe occidentale, basé sur les projections de la FAO, annonce d'ici 2050 une perte d'environ 18 millions ha de terres et un presque doublement du déficit européen net en biomasse alimentaire végétale. Celui-ci s'élèverait alors à 1 140 Gkcal/j, soit un déficit presque aussi élevé que celui annoncé pour la région Afrique du Nord-Moyen Orient (1 480 Gkcal/j). L'UE resterait donc dépendante des importations pour son alimentation, alors que ses voisins du Sud le seront encore bien davantage. Ce faisant, l'UE resterait dépendante de l'eau d'autres régions du monde dont beaucoup disposent pourtant de ressources en eau bien plus limitées. Son défaut d'autonomie alimentaire continuerait à contribuer à la dégradation écologique des masses d'eau d'autres continents.

2.5. La « méditerranéisation » de l'Europe et les défis auxquels elle va devoir faire face

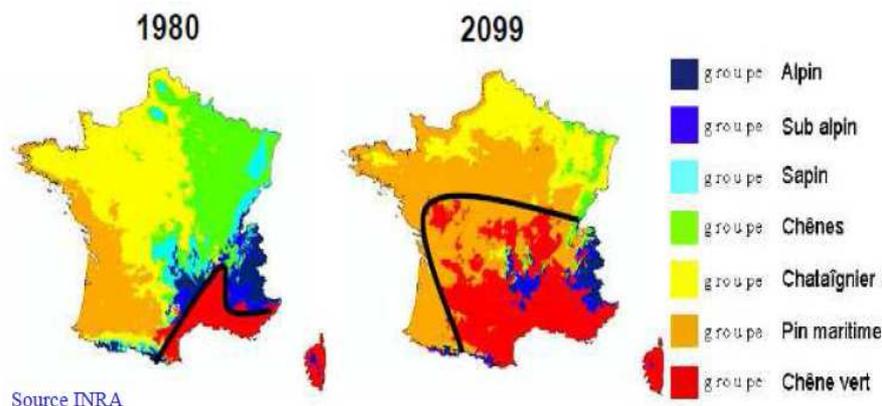
Le GIEC souligne la forte vulnérabilité de l'Europe du Sud. Il y pleuvra moins et il y fera encore beaucoup plus chaud en été, donc pendant la période de stress hydrique (cf. ci dessous figure de droite, partie haute). L'agriculture et le tourisme seront donc affectés avec à la clef un recul probable du PIB (baisse de 1 %, voire plus). L'Europe du Nord sera bien moins affectée : il y pleuvra plus, sauf en été dans certaines régions (Irlande, Pays Bas : cf. figure, partie basse), et l'augmentation de température aura des effets souvent plus positifs que négatifs.

Figure 8. Changements de températures et de précipitations 1980-2000/2080-2099 (scénario A1B du GIEC)



Avec le réchauffement climatique, une bonne partie de la zone intermédiaire de l'Europe, notamment de la France, se « méditerranéise » (figure).

Figure 9. La méditerranéisation annoncée de la France : l'exemple de la forêt



La limite du climat méditerranéen a d'ailleurs déjà progressé de 60 à 100 km depuis 1980. Toulouse, Millau et Montélimar sont devenues méditerranéennes et Albi, Valence et Lyon sont en situation de transition pré-méditerranéenne (Moulin, 2011).

Le GIEC constate déjà des baisses importantes de production du fait de canicules, par exemple en Russie, ou de sécheresses, notamment en Espagne, avec des pertes pouvant aller jusqu'à 40 %. Et il fait ressortir trois grands risques d'impacts pour l'avenir du continent :

- une *baisse sensible de la teneur en eau des sols* due à la forte croissance de l'évapo-transpiration, avec pour conséquences une *aptitude réduite à la production en pluvial* et une *croissance de la demande en eau d'irrigation*, alors que la ressource disponible se réduira notamment en été (effet de ciseau),
- une forte aggravation des *problèmes d'inondations* avec des coûts croissants résultant de la mal-urbanisation (étalement urbain),
- les *impacts des canicules sur la santé, sur la productivité agricole et sur la productivité du travail*.

Face à ces grands défis, que faire ? Le GIEC apporte quelques éléments de réponses sur le défi eau/agriculture/climat. Il met ainsi l'accent sur le besoin de politiques d'investissements (stockage...) pour répondre aux nouveaux besoins (irrigation) et prévenir les conflits d'usages, tout en soulignant des risques de difficultés : manque de disponibilités en ressources en eau dans certains bassins, coûts croissants des infrastructures et du service de l'eau (+ 25 % en Italie), mais aussi problèmes d'acceptabilité sociale. Sont également cités l'efficacité de l'eau, le semis précoce, le changement de variétés et de cultures, l'agriculture de conservation, l'extension de l'irrigation, le drainage...

3. Les impacts observés et projetés du changement climatique en France

La France est située dans la zone géographique intermédiaire pour l'évolution de la pluviométrie. Le changement des précipitations, en moyenne annuelle, ne sera pas considérable. En revanche, la variabilité climatique croissante accentuera les problèmes d'inondations, de sécheresses et de canicules. L'augmentation de la température, déjà sensible, s'accroîtra encore avec pour conséquences une augmentation des besoins en eau des plantes (forêts, friches, prairies, cultures) et, par suite, une baisse importante des débits d'étiage.

3.1. Comprendre les trois types de sécheresse (météorologique, agricole et hydrologique), l'évapotranspiration, facteur déterminant

Comme l'explique fort bien Météo France (rapport final du projet *Climsec*, 2011), la prise en compte des précipitations comme seule variable explicative des sécheresses s'avère « tout à fait inadaptée pour décrire l'évolution des déficits hydriques ». En effet, c'est la hausse de la température et l'assèchement des sols, résultant de la hausse de l'évapotranspiration, qui constitueront l'« élément essentiel de l'évolution du cycle hydrologique au cours du 21^{ème} siècle ». Ce sera le cas notamment en France, pays « particulièrement concerné par le risque d'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur et des sécheresses » (Moisselin, 2006 ; Caballero, 2007).

Pour évaluer l'importance des risques et les besoins en eau futurs du pays, et pour être en mesure de gérer durablement la ressource en eau, il est donc essentiel de prendre en compte les quatre composantes de la sécheresse :

- la composante « météorologique » (déficit de pluviométrie),
- la composante « édaphique » (déficit des réserves en eau des sols superficiels),
- la composante « phénologique » (impacts des variations du climat sur la feuillaison et la floraison des végétaux),
- la composante « hydrologique » (niveau anormalement bas des rivières et des nappes).

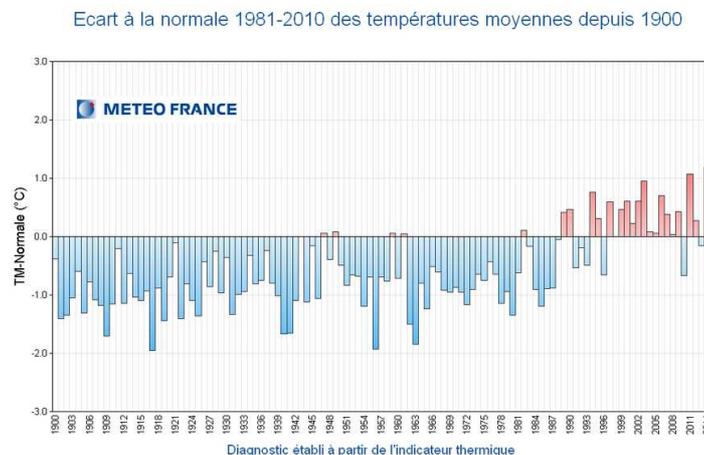
La sécheresse « agricole » résulte de la double sécheresse édaphique et phénologique.

3.2. Températures et évapotranspiration : quelle évolution ?

a) Le passé récent

Les hausses de température déjà observées en France sont fortes (graphe Météo France).

Figure 10 : Le réchauffement climatique en France

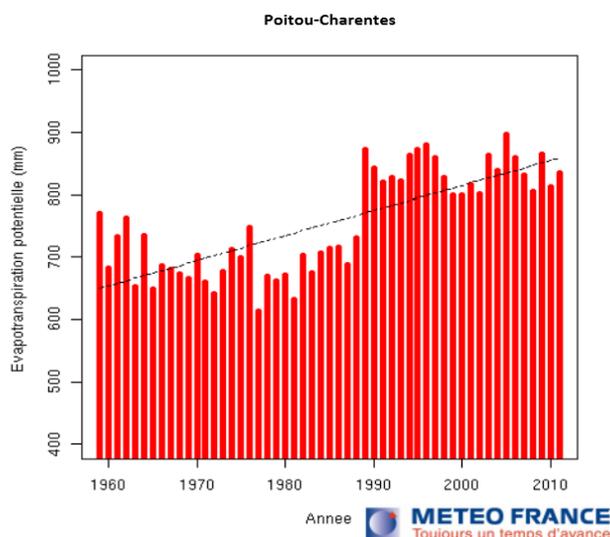


La conséquence est une forte croissance de l'évapotranspiration potentielle annuelle (ETP) :

- à Montpellier, la température moyenne estivale s'est accrue de 2,3° C en 30 ans (+ 0,8°C en hiver) et l'évapotranspiration en plaine a augmenté de 240 mm (+ 20 à + 30 %). La région est ainsi passée de la catégorie climatique « méditerranéen sub-humide » à la catégorie « méditerranéen semi-aride ». La perte consécutive de production agricole a été estimée par l'INRA à 0,9 tonne de matière sèche par ha, soit 11 % (source : Projet Régional d'Agriculture Durable Languedoc Roussillon).
- En Poitou-Charentes, l'ETP a augmenté de plus de 20 % depuis 1980 (figure 11).

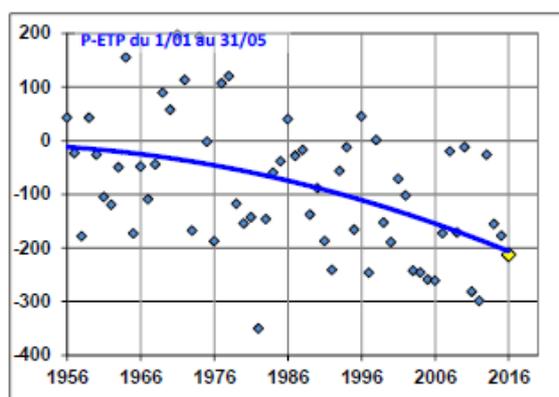
Figure 11 : Évolution de l'évapotranspiration potentielle en Poitou-Charentes 1960 - 2012

Source : ORACLE : Observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique



- La conséquence directe de l'augmentation de l'ETP est la détérioration du bilan hydrique [P-ETP] (Pluies – Évapotranspiration potentielle)

Figure 12 : Dégradation du bilan hydrique P-ETP (Pluies – Évapotranspiration potentielle) sur 5 mois à Orange¹⁹

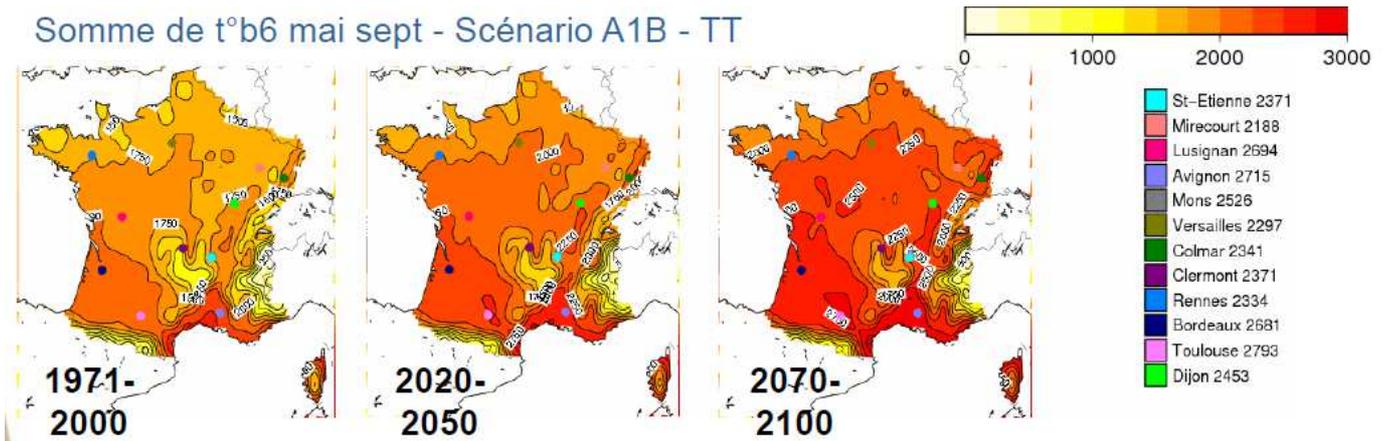


b) le futur annoncé

Les projections du modèle *Climator* relatives au scénario moyen A1B du GIEC annoncent encore une forte hausse des températures estivales (cartes). Selon le rapport « *Le climat en France au 21^{ème} siècle* » (MEDDE, 2014, coordonné par J. Jouzel), l'augmentation de température à l'horizon 2070-2100 devrait être particulièrement marquée dans le Sud-Est et pourrait dépasser les 5°C en été par rapport à la moyenne de référence.

¹⁹ Source : Jezéquel et Braun, Arvalis, colloque *L'irrigation et l'agroécologie font-elles bon ménage ?*, Le Tholonet, 2016

Figure 13 : Évolutions annoncées des températures estivales en France (scénario A1B)

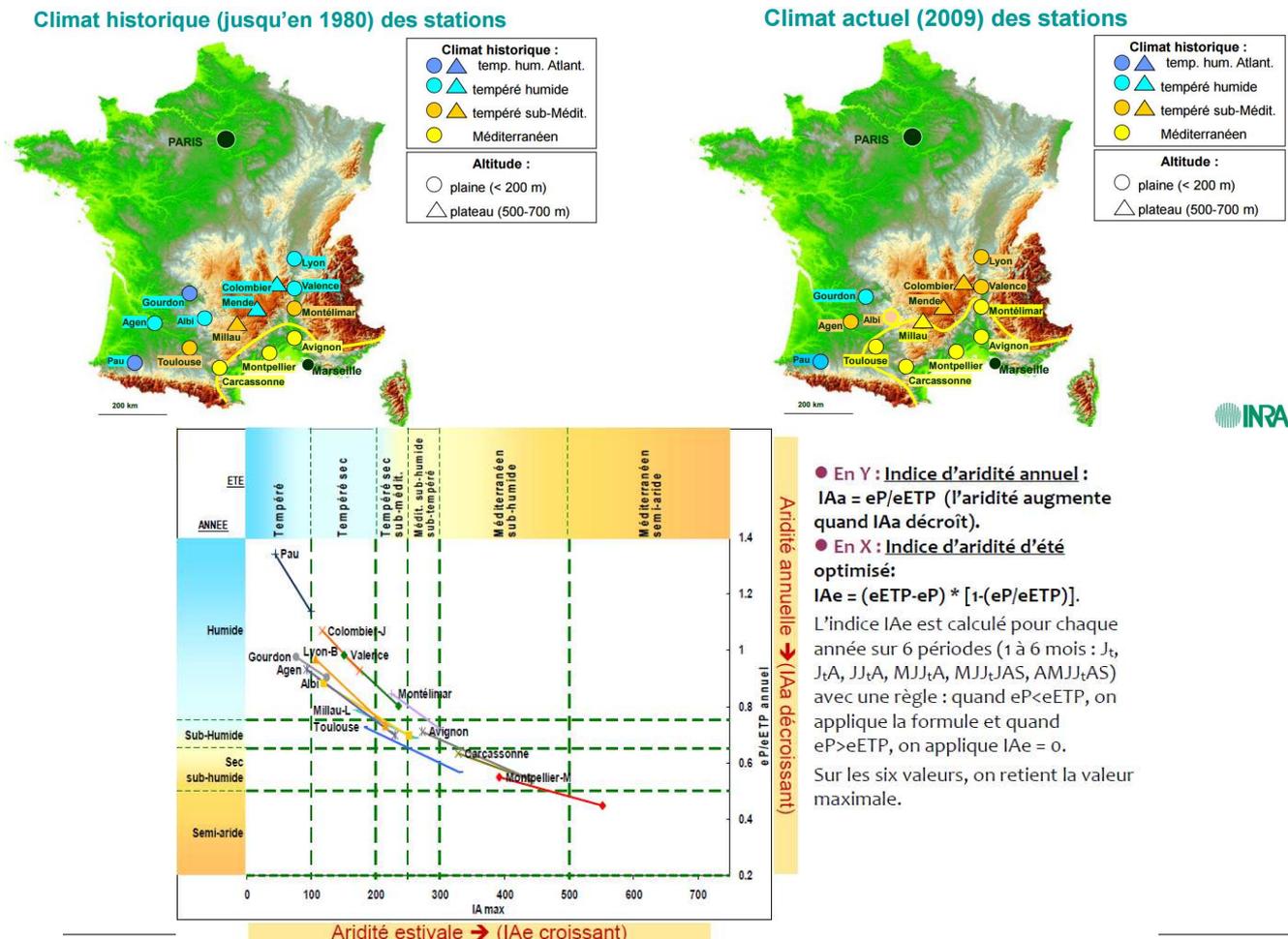


Selon CLIMATOR (2007-2010), étude de référence conduite notamment par l'INRA, l'ETP (évapotranspiration potentielle) devrait augmenter encore de 60-80 mm dans un futur proche (2020-2050) et, plus encore dans un futur plus lointain (150 mm au sud et 200 mm au nord). Toutefois, l'augmentation de l'évapotranspiration maximale effective (ETM) de certaines cultures sera atténuée du fait du raccourcissement des stades phénologiques.

c) Aridification et méditerranéisation

Les cartes et le graphe ci-dessous (INRA projet Climfourel) montrent le double phénomène d'aridification et de méditerranéisation déjà observés et annoncés en France. Les zones climatiques sont définies en tenant compte de l'indice d'aridité P/ETP. Lorsque $P < ETP$, la productivité fourragère baisse. Lorsque l'indice d'aridité annuel < 0.5 , la zone passe en climat semi-aride. C'est le cas déjà à Montpellier.

Figure 13 bis Aridification et méditerranéisation de la France



3.3. Baisse sensible de l'humidité des sols dès les années 2020, sécheresses agricoles « extrêmes » sur l'ensemble du territoire dès 2080

Les deux figures ci-après, issues de l'observatoire ORACLE Poitou-Charentes, confirment une nette diminution tendancielle de l'humidité des sols depuis 20 ans, notamment au printemps et à l'automne, saisons où l'humidité des sols détermine la réussite des semis (cultures annuelles de printemps et d'automne), ainsi que des sécheresses devenant de plus en plus sévères.

Figure 14 :
Soil Water Index (SWI) en Charente 1958-2011

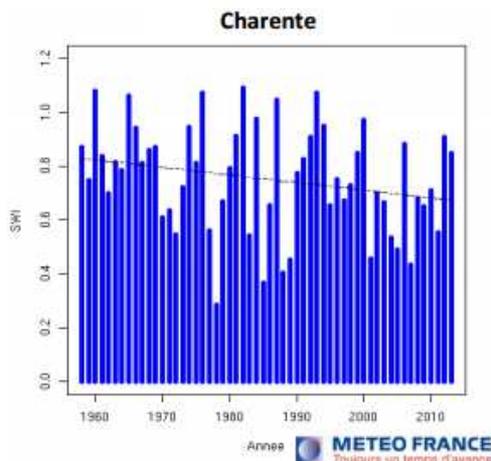
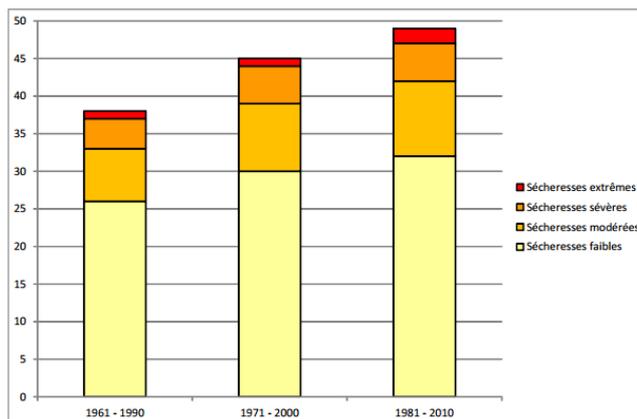
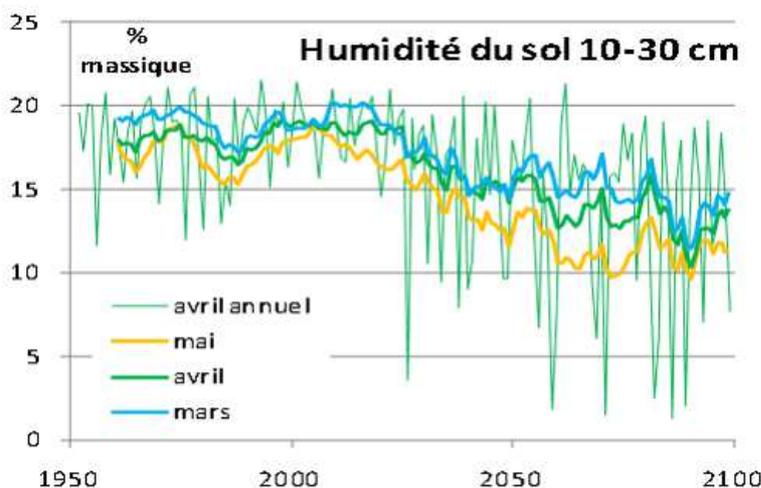


Figure 15 :
Sévérités des sécheresses à 3 mois dans la Vienne 1960-2010 (% du temps)²⁰



Le mois d'avril est essentiel à l'implantation des cultures. Cependant, selon l'étude de référence CLIMATOR (ANR/INRA), la baisse d'humidité des sols devrait s'amplifier rapidement dès les années 2020 (fig 16), imposant un recours à des « irrigations starter » pour plusieurs cultures. Paradoxalement, nous pourrions connaître aussi des années avec de forts excès d'eau.

Figure 16. Simulation de l'humidité du sol dans l'horizon 10-30 cm en mars, avril et mai dans le futur proche et le futur lointain (CLIMATOR 2007-2010)



²⁰ L'indice standardisé d'humidité des sols (SSWI : Standardized Soil Wetness Index), exprime en chaque point du territoire régional le caractère plus ou moins exceptionnel de l'humidité du sol au regard de l'ensemble des valeurs d'humidité connues en ce point sur une période de référence (1971-2000). Quatre classes de sécheresse sont identifiées : sécheresse faible (situation rencontrée tous les 2 à 5 ans), sécheresse modérée (situation rencontrée tous les 5 à 10 ans), sécheresse sévère (situation rencontrée tous les 10 à 25 ans), sécheresse extrême (situation rencontrée tous les 25 ans ou plus).

L'étude « *Climsec* », conduite de 2008 à 2011 par Météo France alerte fortement sur la montée des problèmes. L'évolution annoncée en métropole au cours du 21^{ème} siècle, étudiée à partir des différentes projections climatiques des modèles du GIEC, montre « de grandes cohérences dans leur déroulement spatio-temporel », les principaux résultats étant résumés comme suit (tableau).

Tableau 2 : Sécheresses annoncées en France

	Années 2020	Années 2050	Années 2080
Sécheresses météorologiques	Peu de changements	Évolution encore limitée du régime pluviométrique	Sécheresses météorologiques plus fortes notamment en été
Sécheresses agricoles (sols et végétation)	La probabilité de sécheresses agricoles s'accroît	Sécheresses agricoles inhabituelles en termes d'extension spatiale ou d'intensité (simulées dans l'ensemble des projections climatiques)	Les sécheresses agricoles pourraient devenir <i>extrêmes</i> sur la majeure partie du territoire. La durée des sécheresses (plusieurs années ou décennies) relève de typologie de phénomène totalement inconnu dans le climat actuel

Les régions ayant les sols les plus humides en moyenne aujourd'hui (Nord et Est du pays notamment), pourraient connaître « les évolutions les plus fortes par rapport au climat actuel ». En outre et du fait de problèmes de modifications du régime nival, les zones montagneuses pourraient connaître des évolutions les plus marquées en matière d'assèchement des sols dans les années 2050.

En conclusion :

- la France entre dans une *nouvelle période*,
- l'ensemble du pays sera profondément affecté par le changement climatique (sécheresses édaphiques et phénologiques) et pas seulement le Sud-Ouest et le bassin Seine Normandie comme le soulignent plusieurs rapports trop focalisés sur les seules sécheresses hydrologiques.

3.4. Moins d'eau dans les rivières et dans les nappes et des étiages bien plus sévères

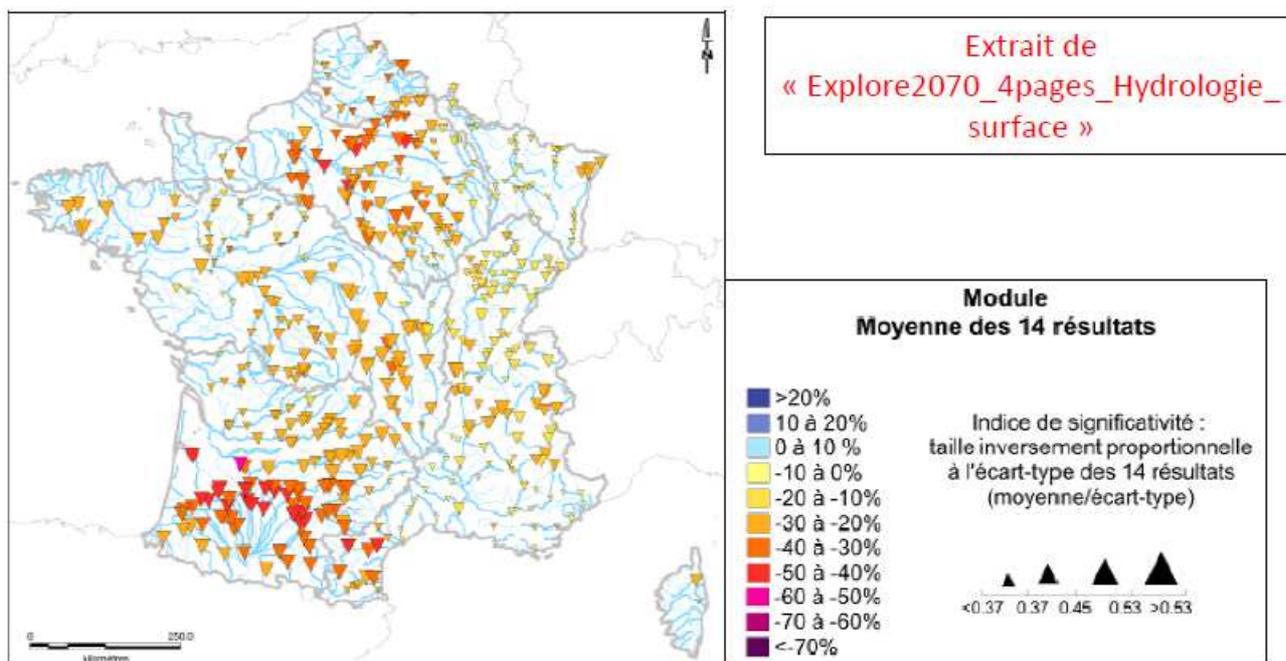
L'augmentation de l'évapotranspiration aura aussi des impacts lourds sur les hydro-systèmes. Les principales conclusions de l'étude prospective « *Explore 2070* » (Ministère en charge de l'environnement, 2012) sont les suivantes :

- Les étiages seront plus sévères, plus longs et plus précoces, avec des débits réduits de 30 à 60 % (hors gestion des barrages). Les baisses seront particulièrement prononcées sur le bassin Seine Normandie, la rive gauche de la Garonne et la moitié nord du bassin du Rhône (carte).
- La recharge des nappes serait partout en forte baisse, en moyenne de 30 %. Les baisses seraient notamment fortes en Vendée, sur la Garonne et dans plusieurs bassins côtiers méditerranéens.
- Les débits des cours d'eau diminueraient en moyenne de 20 %, la quasi totalité des bassins versants étant touchés.

La carte ci-dessous, extraite de l'étude *Explore 2070*, montre que les bassins Adour-Garonne et Seine-Normandie seront les plus touchés par la sécheresse hydrologique. Les régions méditerranéennes françaises (Provence, Languedoc, Corse) ne seront pas les plus affectées. Elles ont en outre pour elles d'avoir depuis toujours appris à vivre avec le stress hydrique estival et d'avoir créé d'importantes infrastructures de stockage et de transferts de la ressource en eau qu'elles pourront mieux valoriser et compléter.

Les régions les plus affectées pourraient donc être celles situées plus au nord ou à l'ouest, là où le climat va se « méditerranéiser » mais là aussi où les populations n'ont pas encore développé une culture méditerranéenne de la gestion de l'eau et où les capacités de stockage créées sont faibles.

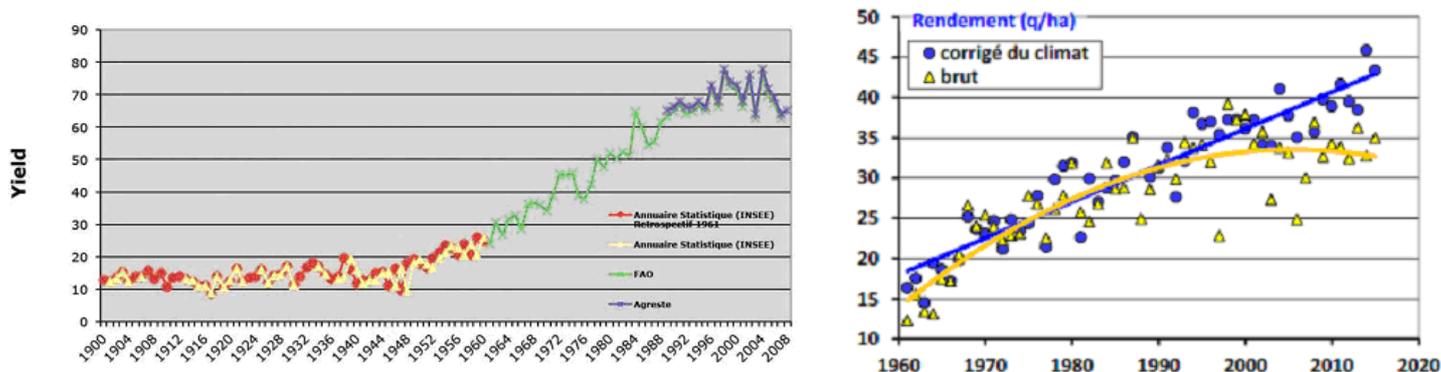
Figure 17 : Évolution relative possible du débit moyen en % entre 1961-1990 et 2046-65



3.5. Agriculture : quels impacts ?

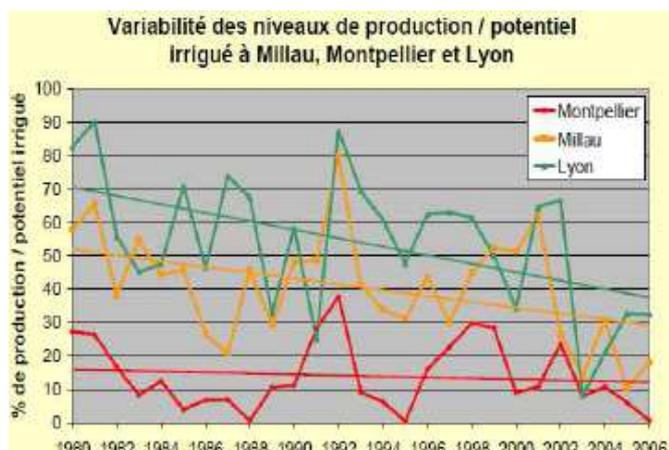
Le changement climatique a déjà une influence importante et négative sur la *productivité du blé tendre* en France, ainsi que du *blé dur* (figure 18) ou encore de la vigne dans le midi. Alors que le progrès génétique se poursuit, on observe en effet depuis une vingtaine d'années une stagnation des rendements du blé explicable principalement par le dérèglement du climat (figure 18). Les travaux de modélisation du Centre commun de recherche (ou JRC ; Joint Research Centre) de l'Union européenne anticipent en 2030 des pertes de production qui pourraient atteindre 20 % dans certaines régions en absence d'adaptation.

Figure 18 :
Évolution du rendement de la culture du blé tendre en France (à gauche, source INSEE)
et du blé dur en Méditerranée française (à droite, source Arvalis)



On note également une baisse nette de la *production fourragère* sur tout l'arc périméditerranéen et une irrégularité de plus en plus forte de la production d'été et d'automne. L'augmentation de la température permet une pousse un peu plus forte au printemps. Cependant, l'effet sécheresse entraîne une baisse bien plus importante de la production estivale. Sur la période 1980-2006, la baisse de production fourragère a ainsi été chiffrée à 30 % à Lyon et à 20 % à Millau, les niveaux de production se rapprochant de ceux, encore plus faibles, de la région de Montpellier (figure 19).

Figure 19 : Indice de production fourragère 15 mai-15 septembre de 1980 à 2006 (Source : projet Climfourrel)



L'expertise collective sécheresse INRA de 2006 sur les sécheresses récentes a, de son côté, montré que :

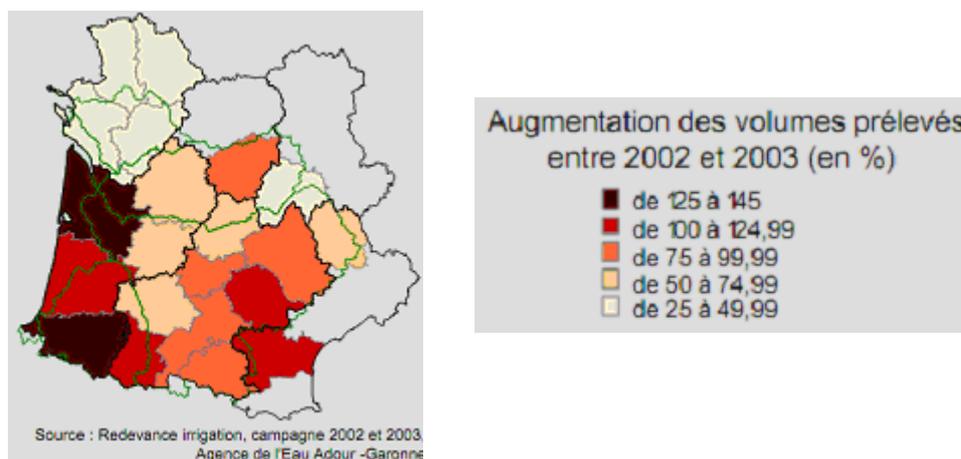
- Les pertes de rendements liées à la sécheresse ont été générales sur le territoire métropolitain en 1976, 2003 et 2005, notamment sur le blé, le maïs et le sorgho. La sensibilité à la sécheresse de la pomme de terre et celle de la betterave ont été nettement réduites par le recours à l'irrigation.
- La sécheresse de 1976 a entraîné des pertes de revenu agricole de 9 % et celle de 2005 une baisse de revenu de 22 % par rapport à 2004 (actif non salarié). Par contre la baisse de production a été presque compensée par la forte hausse des prix de vente (+ 16 %) en 2003.
- A chaque sécheresse majeure, les exploitations les plus touchées ont été les élevages, qui reçoivent la plus grande part des indemnités versées au titre des calamités agricoles.

Tableau 3 : Conséquences des sécheresses de 1976, 2003 et 2005 sur les rendements des cultures (INRA, 2006)

	blé	maïs	tournesol	sorgho	soja	colza, pdt, betterave
1976	-10% à -30%	-10% à -55%	-40% à -70%	-14% à -37%		
2003			-5% à -20%	-14% à -37%		
2005	-6,5%	-9%	< -2%	-10%	-6%	< -2%

En 2003, la sécheresse a conduit à une multiplication par 3,7 de l'irrigation sur les céréales autres que le maïs. La hausse des volumes d'eau prélevés s'est élevée à + 85 % par rapport à 2002, année relativement humide dans le bassin Adour-Garonne. En Midi-Pyrénées, le volume moyen d'irrigation sur le maïs a été de 220 mm contre 100 mm en 2002. Cependant, la progression en Poitou-Charentes a été plus faible, en raison des restrictions de pompage.

Figure 20 : Effets de la sécheresse de 2003 sur les prélèvements d'eau en Adour-Garonne (INRA, 2006)



Maintenir et accroître les quantités produites n'ira pas de soi compte tenu de la faible productivité des variétés résistantes à la sécheresse et des difficultés ou impossibilités de semer en hiver sur des sols trop engorgés. Pour une grande part, le résultat sera fonction de l'évolution de nos politiques publiques de l'eau et de l'agriculture. Comme l'a montré le projet *Climator*, *l'effet combiné de la température et des précipitations conduira à une baisse des rendements* (ex vigne non irriguée, tournesol non irrigué), sauf passage à l'irrigation permettant d'éviter le stress hydrique et de répondre aux besoins accrus en eau des cultures l'été.

La production sera enfin menacée dans sa *qualité*, ainsi pour celle du vin car les baies de raisin contiendront plus de sucre et moins d'acides organiques.

L'avancement des dates de semis, de vendange et récolte est une des autres conséquences importantes et déjà visible du dérèglement climatique. Pour le semis du blé tendre, l'évolution constatée en Poitou-Charentes (données *ORACLE*) depuis 1990, est de -1,9 jours/décennie. Ce *phénomène d'esquive* devrait s'amplifier considérablement avec le dérèglement du climat. Le projet *Climator* annonce pour la période 2070-2100 et le scénario A1B des dates de récolte avancées de 17 jours pour le blé, 32 jours pour la vigne et 41 jours pour le maïs.

4. Ressources en eau, agriculture irriguée et politiques publiques en France : situation, évolutions et comparaisons avec d'autres pays européens

Face aux impacts observés et annoncés du changement climatique sur la ressource en eau et sur l'agriculture et face aux enjeux ressortis du rapport du GIEC et aux décisions prises par la COP 21, comment se situe notre pays, comment évolue son secteur irrigué ? Les outils de politique publique mis en place au niveau européen et national sont-ils ou non adaptés à ces nouveaux enjeux ?

4.1. La ressource en eau

4.1.1. Une ressource en eau relativement abondante et peu mobilisée

Avec 500 km³ de précipitations annuelles et un volume important d'eau dans les lacs d'eau douce, les nappes et sous forme de glace en montagne, la France ne manque pas, a priori, de ressources en eau. Au total, la ressource renouvelable interne (écoulements) représente 3 008 m³/hab./an, ce qui est un niveau « confortable ». C'est moins que la Suède (17 636 m³/hab./an), mais bien plus que le seuil de pénurie (500 m³/hab./an) ou que ce dont disposent nos voisins espagnols (2 392 m³/hab.), allemands (1 321 m³/hab.) ou belges (1 068)²¹. La ressource en eau de la France est telle que Météo France qualifie notre pays de « territoire d'abondance hydrique ». Et pourtant la France est fortement importatrice d'« eau virtuelle » tant elle utilise peu sa propre ressource et fait un appel croissant à des produits (alimentation, vêtements, industrie...) utilisant l'eau à l'étranger, y compris dans des pays pauvres en eau.

Si les prélèvements totaux (tous usages) représentent 23 % des écoulements (33.4/173 km³/an) en France, 64 % du volume prélevé sert à la production d'électricité et retourne donc pour l'essentiel rapidement aux cours d'eau. Les consommations nettes (eau évaporée et transpirée), tous secteurs confondus, ne représentent de fait que 3,4 % de la ressource (6/173)²². Autrement dit, 97 % de la ressource en eau de la France (écoulements) parvient à la mer.

Tableau 4 : Ressource en eau douce en France et utilisations (km³/an)
Source : Agences de l'eau, Ministère de l'environnement, années 2009 et 2012

Pluies (moyenne)	500		
dont sols : évaporation et transpiration (eaux vertes)	320		
et dont écoulements (ressource en eaux bleues)	180		
Total ressources en eaux (écoulements - export + import)	173		
Prélèvements et consommations			
	Prélèvements 2009	Prélèvements 2012	Consommations 2009
Énergie	21,4	18,8	1,3
Eau domestique	5,7	5,5	1,4
Industrie	3,3	2,8	0,4
Irrigation	3,0	2,9	2,9
Total	33,4	30,0	6,0

L'eau qui n'arrive pas à la mer n'est pas pour autant perdue : comme celle s'écoulant en mer, son équivalent en volume revient chaque année aux territoires sous forme de pluies (cycle de l'eau).

²¹ Source : indicateurs Banque mondiale, année 2014

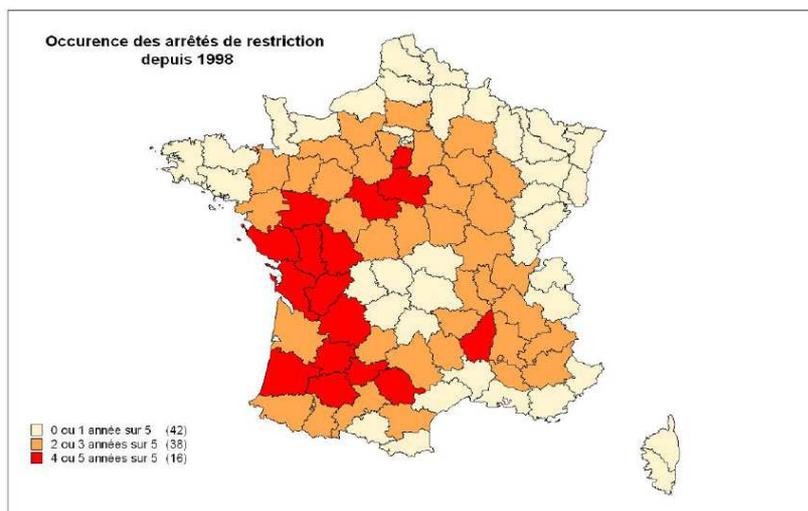
²² Le chiffre de consommation réelle (évapotranspiration) de l'eau d'irrigation donné par ce tableau paraît surestimé, cf. § 4.2.6.

4.1.2. Des zones en déficit quantitatif et des arrêtés sécheresse de plus en plus nombreux

Malgré cette ressource relativement élevée et des taux de consommation réels faibles, les restrictions d'accès à l'eau sont cependant devenues aujourd'hui fréquentes. En effet :

- Seize départements doivent dorénavant prendre systématiquement des arrêtés de restriction dans certaines zones de leur territoire, quelles que soient les conditions météorologiques, et plus de la moitié ont dû s'y résoudre en 2003, 2005, 2006 et 2011.

Figure 21 : Occurrence des arrêtés sécheresse

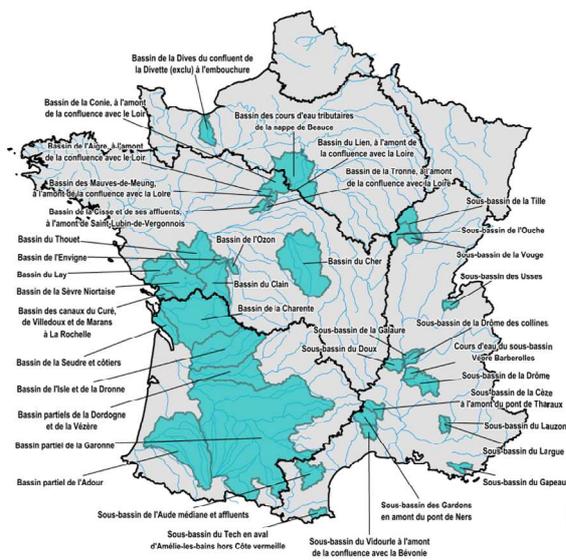


Source : Ministère en charge de l'environnement, 2013

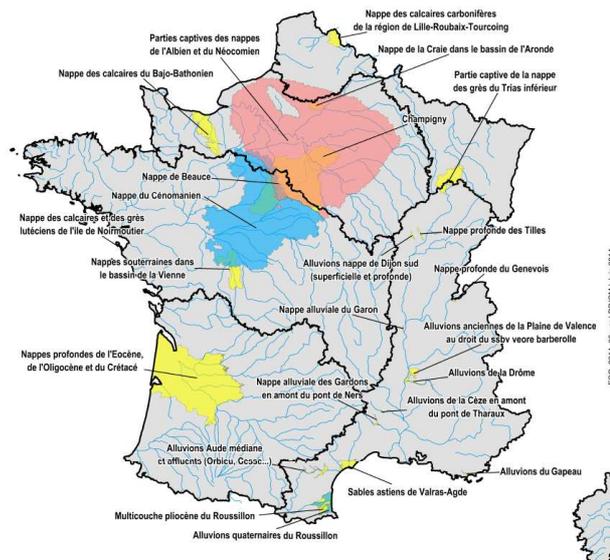
- Les zones classées ZRE (zones de répartition des eaux) recouvrent maintenant près de 1/4 du territoire national (Source des cartes : Ministère en charge de l'environnement, 2010).

Figure 22 : Zones de répartition des eaux (ZRE)

ZRE - Zones de répartition des eaux superficielles
Juin 2014

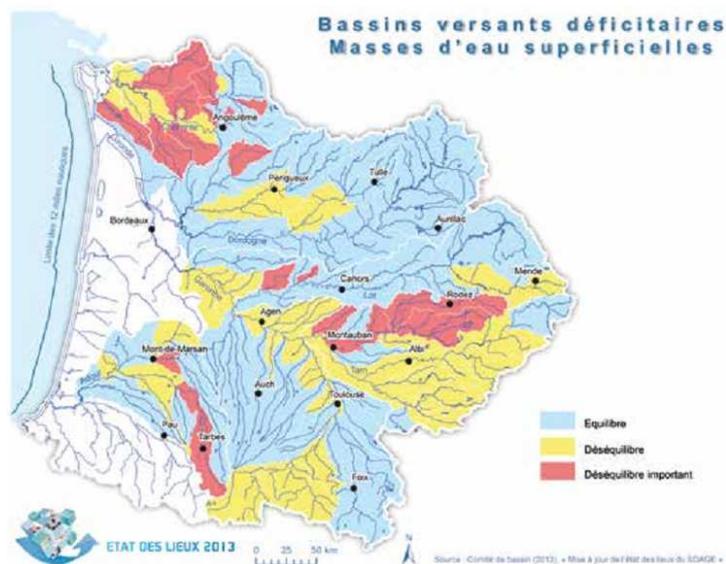


ZRE - Zones de répartition des eaux souterraines
Juin 2014

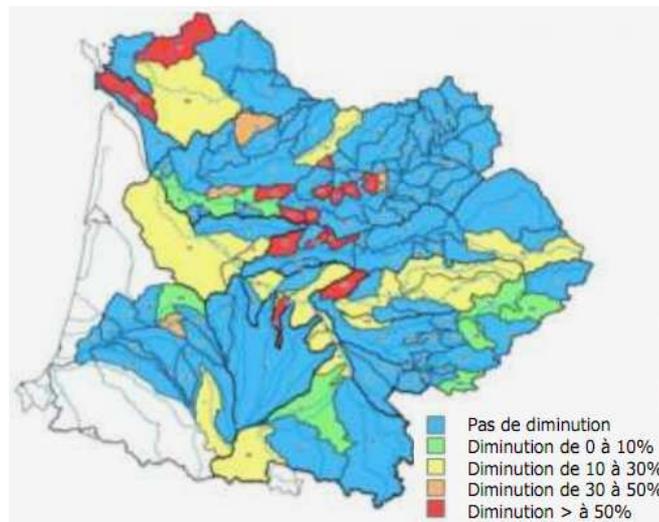


Sur un même grand bassin, les situations peuvent varier fortement d'un sous bassin à l'autre avec localement des écarts importants entre les volumes dits « prélevables » et les volumes effectivement prélevés (cf. carte Adour-Garonne ci après).

Figure 23 : Bassins versants déficitaires et écarts entre volumes « prélevables » et volumes prélevés : Sud-Ouest



Écart entre volumes prélevables initiaux et volumes prélevés pour l'irrigation en année hydrologique quinquennale sèche

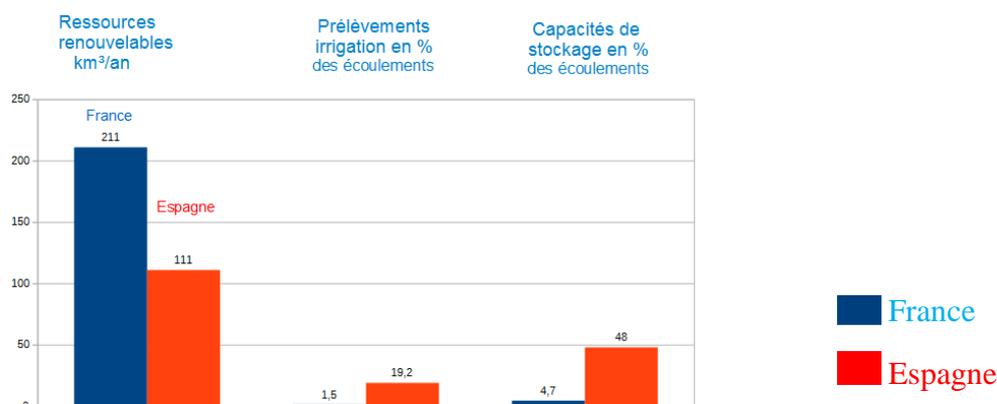


Les différences de situations sont importantes entre les grands fleuves équipés de grands barrages-réservoirs pour l'hydroélectricité et les petits bassins non équipés d'infrastructures de stockage. Sous réserve de nouveaux arbitrages entre politiques énergétique, agricole et de biodiversité, les capacités pourront être mobilisées ou accrues pour mieux satisfaire les besoins d'eau en période d'étiage (besoins des usages humains et environnementaux).

4.1.3. Des capacités de stockage de l'eau en surface faibles par rapport à nos voisins du Sud

Si la France mobilise relativement peu d'eau par rapport à ses écoulements totaux, elle en stocke aussi globalement fort peu en comparaison de ce qui est observé chez ses voisins du Sud. Par exemple, l'Espagne connaît des conditions climatiques proches de celles que connaîtra la France d'ici quelques décennies. Si elle dispose d'une ressource en eau mobilisable près de deux fois moins abondante que la France, sa capacité de stockage représente 48 % des écoulements contre 4,7 % en France, et ses prélèvements pour l'irrigation 19,2 % des écoulements contre 1,7 % (graphe).

Figure 24 : Ressources, prélèvements pour l'irrigation et capacités de stockage : comparaison France –Espagne (source des données : Aquastat, FAO, dernière année disponible)



Si on compare la France à des pays plus arides, comme le Maroc ou la Tunisie, les écarts sont encore bien plus grands. Par exemple, sur le bassin de l'Oum er Rbia au Maroc, la capacité de stockage représente 200 % des écoulements (tableau).

Tableau 5 : Comparaisons entre cinq bassins versants : capacités de stockage / écoulements

Bassin versant	Superficie (km2)	Lame écoulée	Lame stockée	L. stockée/L. écoulée
Adour (Audon)	4 100	400	10,0	2,5%
Charente (Vindelle)	3 750	250	5,4	2,1%
Rivières gasconnes	7 500	190	13,3	7,0%
Ebre (Espagne)	85 550	140	70,0	50,0%
Oum er Rbia (Maroc)	30 000	80	160,0	200,0%

N.B. Pour faciliter la comparaison, les valeurs sont données en mm, après division par la surface du bassin versant. Calculs P Hurand, CGAAER

La politique de stockage gagne à donner priorité, lorsque c'est possible, à la recharge artificielle des nappes. Le stockage en nappes évite en effet les pertes par évaporation. Dans les pays très pauvres en eau, des politiques volontaristes de réutilisations des eaux usées urbaines et de désalinisation, viennent en complément des politiques de stockage et de transferts. Israël, avec un taux de recyclage de 85% de ses « eaux grises » (pour la production fruitière) est le pays le plus en pointe dans cette politique de réutilisations. La désalinisation est aussi très développée dans ce pays mais elle pose des problèmes environnementaux.

Les pays au climat sec et aux ressources en eau limitées investissent dans la politique d'offre et notamment de stockage, car la gestion inter-saisonnière de la ressource, en prélevant une partie des excédents hivernaux pour un report d'utilisation aux périodes déficitaires, permet :

- d'augmenter la ressource au moment où elle fait défaut et au bénéfice d'usages essentiels, y compris, le cas échéant la préservation des milieux aquatiques (soutien d'étiage), tout en contribuant à réduire, dans certains cas, le risque d'inondations ;
- et de réduire la fréquence et l'amplitude des arrêtés de restriction pour mieux satisfaire les besoins humains.

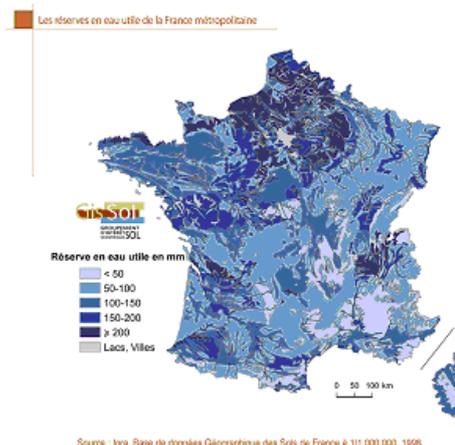
On peut tirer de ce qui précède deux conclusions importantes :

- Plus un pays est sec, moins il a d'eau ; plus il la stocke et la mobilise, en premier lieu, pour sa production alimentaire.
- La faible capacité de stockage de la France contribue à expliquer le paradoxe observé de restrictions d'accès toujours plus nombreuses malgré une ressource dans l'ensemble abondante. Elle confirme à contrario l'existence d'un potentiel de ressources mobilisables.

4.1.4. Des capacités de stockage de l'eau dans les sols, très inégales selon les régions

La « réserve utile », représente la quantité d'eau maximale que le sol peut contenir et restituer aux racines pour la vie végétale. La carte établie par le GIS-SOL montre une réserve utile, inégale selon les régions, mais souvent bonne.

Figure 25 : Carte des réserves utiles en France
Source GIS-SOL : Rapport « L'état des sols en France »



Les sols présentant les plus fortes réserves en eau utile sont les sols limoneux du Bassin parisien qui cumulent une texture limoneuse favorable et une forte épaisseur. Les sols à plus faible réserve sont les sols sableux (Landes, Vosges) ou peu épais (Causses, Provence, seuil du Poitou). Les sols de craie constituent une réserve régulatrice d'hygrométrie.

4.2. L'irrigation²³

4.2.1. Une surface irriguée relativement faible (5,8 % de la SAU) et en recul

L'irrigation a été développée de très longue date dans la France méditerranéenne où elle est un facteur historique de la sécurisation de la production. Depuis l'époque grecque et romaine, des ouvrages ont amené l'eau en réponse aux besoins des populations (urbaines comme agricoles) en période de stress hydrique. De nombreuses associations d'irrigants ont vu le jour dès le Moyen Age pour organiser de façon collective la gestion de l'eau et son partage équitable entre agriculteurs à l'échelle des bassins déversants. Plus récemment, des sociétés d'aménagement régional ont été constituées, de la Provence aux Coteaux de Gascogne, pour stocker et amener l'eau aux champs et aux villes, à partir de fleuves puissants ou de barrages hydroélectriques dont des réserves agricoles ont été financées dès l'origine. Ces ouvrages jouent souvent un rôle important pour le soutien d'étiage, et donc pour le milieu aquatique. Ils peuvent, dans certains cas, permettre des activités récréatives et touristiques non négligeables. Toute cette culture de l'eau a largement façonné les « paysages méditerranéens ». En Méditerranée française, les systèmes d'irrigation traditionnels, gérés par les collectifs d'irrigants (les ASA : associations syndicales autorisées des propriétaires), sont pour une bonne part des systèmes gravitaires dans lesquels des progrès importants d'efficacité sont encore possibles.

L'irrigation s'est, par la suite, développée dans bien d'autres régions souvent à partir de prélèvements individuels, dans les nappes ou les rivières, ou encore à partir de retenues collinaires (réserves).

Au total, on compte :

- 73 618 exploitations concernées en 2010 par l'irrigation (soit 15,3 % des exploitations françaises), dont seulement un tiers étaient raccordées à des réseaux collectifs.
- Une surface équipée pour l'irrigation qui représente moins de 10% de la SAU, soit inférieure à ce qui est observé par exemple au Danemark (16,8%) ou aux Pays-Bas (27%).
- une surface irriguée de 1,57 millions ha en 2010, soit 5,8 % de la surface agricole utilisée. Cette part irriguée est faible si on la compare à l'Espagne (13,4 %), l'Italie (24 %) ou la Grèce (34 %) (source : Eurostat, données 2013). Néanmoins, certaines régions du sud de la France se rapprochent de ces ratios : Drôme (26 %), Charente (12 %), Bassin Adour-Garonne (10 %), ce qui est plus que les 7 % observés en moyenne dans les bassins Corse et Rhône-Méditerranée.

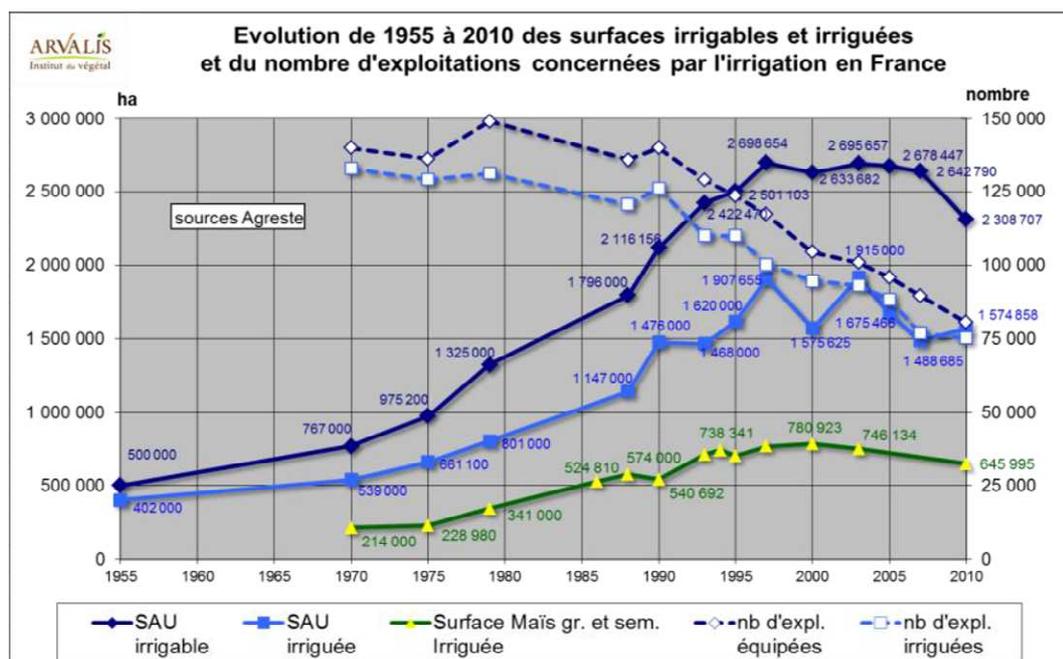
Après une forte croissance en France des surfaces irrigables de 1970 à 2000 (elles sont passées de 760 000 à 2 600 000 ha), la tendance s'est depuis inversée avec une diminution de 12 % de la surface équipée et une baisse de la surface effectivement irriguée (figure 25). Cette évolution est contraire à celle observée dans la plupart des pays voisins. La superficie irriguée est passée par exemple de 3,1 à 5 % aux Pays Bas, 7,6 à 9 % au Danemark, et 21,9 à 24,3 % en Italie sur la période 2003-2013²⁴.

Pour les experts de l'IRSTEA, ce changement structurel (recul ou stagnation de l'irrigation) s'explique, principalement par *l'évolution des politiques publiques* : découplage et arrêt des aides de la PAC aux cultures irriguées, traduction française de la Directive cadre sur l'eau conduisant à un fort accroissement des restrictions d'usages, réduction puis quasi blocage des investissements de stockage de l'eau depuis les années 2008. Un autre facteur du recul des surfaces équipées, notamment dans le sud-est, est l'étalement urbain. Celui-ci est la conséquence d'un défaut de dispositif efficace de préservation des terres irriguées.

²³ L'IRSTEA a consacré son n° 11 de la série « Sciences, Eaux et Territoires » au thème de *L'irrigation en France : état des lieux, enjeux et perspectives*. 2013 / 2. La plupart des chiffres, graphes et analyses développés dans ce § en sont issus.

²⁴ Les chiffres peuvent différer selon les sources et les années considérées. Selon Eurostat, la surface équipée en France a stagné de 2003 à 2013 (+ 0,03%° alors qu'elle progressait en moyenne de 13,4% dans l'Union européenne.

Figure 26 : Évolution des surfaces irrigables et irriguées en France de 1955 à 2010

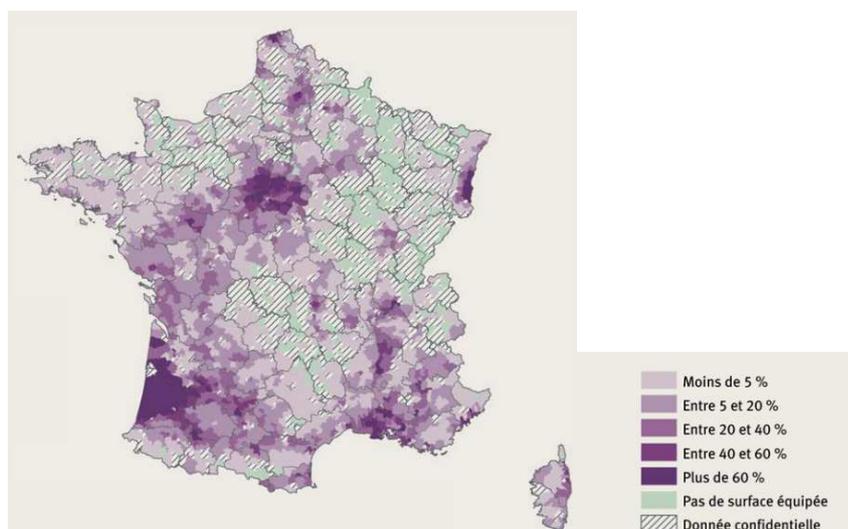


4.2.2. Recul des systèmes collectifs au Sud, augmentation de l'irrigation individuelle au Nord

L'évolution globale observée en France cache d'importantes différences de tendances au niveau régional. La période récente a en effet été caractérisée par :

- un recul de la surface équipée des exploitations exclusivement raccordées à un réseau collectif²⁵
- et par l'augmentation de l'irrigation individuelle, surtout au nord de la Loire (+ 10 % soit + 147 000 ha). Elle a pour conséquence une difficulté accrue de contrôler efficacement des prélèvements.

Figure 27 : Part de la SAU équipée dans la SAU totale (Source : SSP recensement agricole 2010)



Il en résulte un redéploiement géographique des surfaces irriguées. De 2000 à 2010, la réduction a été forte dans le Sud-Ouest (- 17 %) et dans le Sud-Est (- 9 %) et la croissance forte dans le Centre-Bassin parisien (+ 50 %). Cette dernière doit cependant être relativisée car elle est pour une large part un effet de la

²⁵ Le chiffre de réduction indiqué par la statistique agricole, soit -270.000 ha en 10 ans, paraît anormalement élevé : les chiffres indiqués doivent être interprétés avec précaution.

variabilité climatique²⁶. Le redéploiement est cependant un fait structurel. Le Sud-Est, qui représentait 50% de la superficie irriguée française en 1970, n'en représente plus que 18 % en 2009. Les deux principales régions irriguées en 2010 étaient le Centre (près de 320 000 ha) et l'Aquitaine (près de 250 000 ha). La carte suivante indique la part relative de la SAU équipée pour l'irrigation.

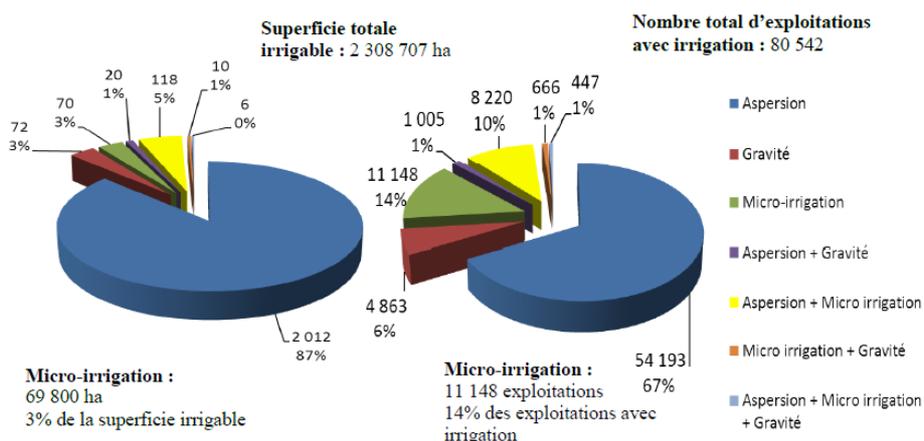
Le recul de l'irrigation collective constitue, selon l'IRSTEA, un « véritable tournant historique » et il comporte un risque de « cercle vicieux de désaffectation ». En effet, les charges fixes d'entretien des réseaux doivent être supportées par un nombre réduit d'adhérents, ce qui augmente leur part à l'hectare. De plus, les services rendus à la collectivité par l'irrigation se réduisent. Si l'irrigation disparaît en Crau, les urbains devront donc payer pour maintenir le service que les agriculteurs leur rendait gratuitement.

4.2.3. Quasi disparition de l'irrigation gravitaire, progrès du goutte à goutte

Sur les 2 642 000 ha équipés pour l'irrigation (moyenne 2003-2007), l'irrigation gravitaire (de surface) ne représentait que 115 000 ha (4 % du total) contre 2 420 000 ha pour l'irrigation par aspersion et 107 500 ha pour l'irrigation localisée (goutte à goutte). Cette répartition est bien différente de celle observée en Italie ou en Espagne où l'irrigation de surface représente encore respectivement 61 % et 30 % du total (Source : FAO, Aquastat).

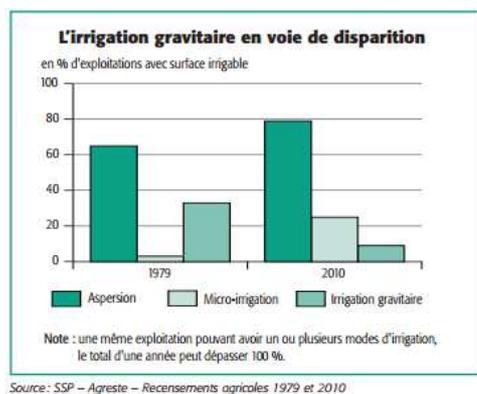
Le graphe ci-dessous montre la place prépondérante en France de l'aspersion (79 % des exploitations).

Figure 28 : Superficie irrigable par mode d'irrigation - source : recensement agricole 2010



Sur les trente dernières années on note un recul important de l'irrigation gravitaire et une forte croissance de la micro-irrigation. En 2010, un irrigant sur quatre en était équipé alors qu'ils n'étaient que 3% en 1979.

Figure 29 : Évolution des modes d'irrigation en France en % d'exploitations avec surface irrigable (1979-2010)



²⁶ En 2000, le climat humide au printemps a réduit le besoin d'irrigation des céréales à paille (23 000 ha de céréales à paille irriguées en région Centre) alors qu'en 2010, le climat sec au printemps l'a fortement accru (153 000 ha de

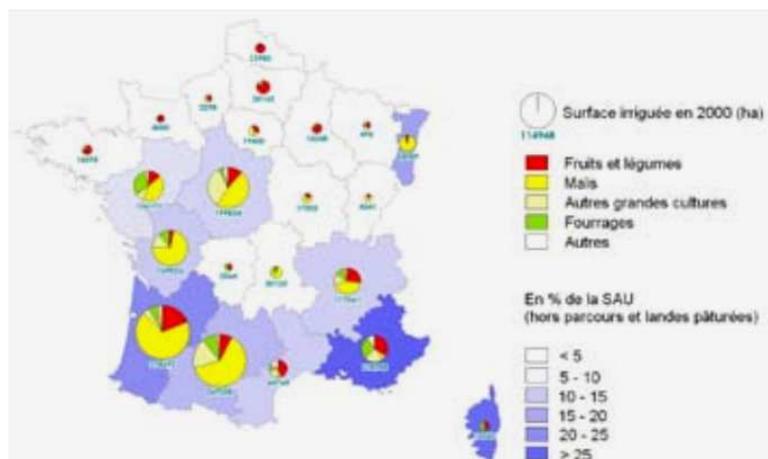
Si le passage du gravitaire à l'irrigation sous pression peut permettre des « économies » importantes d'eau, le gain d'efficacité permis par le passage des systèmes d'aspersion aux systèmes goutte à goutte est bien moindre comme plusieurs études ou essais récents (IRSTEA, ARVALIS) l'ont montré. A même niveau de qualité de pilotage, il serait de 10 à 15 % maximum. Et le goutte à goutte n'a pas que des avantages. De plus et contrairement aux idées reçues, l'irrigation de jour ne fait perdre qu'environ 3 % de l'eau par évaporation. La principale conclusion des experts c'est qu'aucun système n'est en soi mauvais à condition qu'il soit bien piloté.

4.2.4. Les grands types de productions irriguées et la question de l'emploi

On peut distinguer en France trois grands types de secteurs irrigués.

Les cultures à haute valeur ajoutée : semences (y compris semences de maïs), fruits et légumes représentent environ 30 % des superficies irriguées. Ce secteur est à la fois totalement dépendant de l'eau d'irrigation et très créateur d'emplois. Une extension de 100 ha de productions méditerranéennes permet en effet la création de 22 emplois directs et indirects, non compris les emplois induits (cf. encadré). Malgré la montée des contraintes, la France a réussi à devenir le premier producteur européen de semences et le premier exportateur mondial, avec une forte progression de l'emploi induit.

Figure 30 : Surfaces et cultures irriguées en France en 2000



Encadré 4. L'importance socio-économique de l'irrigation dans les régions méditerranéennes françaises

En climat méditerranéen, l'eau s'avère indispensable à la quasi-totalité des cultures à haute valeur ajoutée (fruits et légumes).

En 2005, les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc Roussillon produisaient le tiers des pommes françaises, la quasi-totalité des pêches et abricots produits en France, 60 % des courgettes, près de la moitié des tomates et 40 % des salades et des melons. Si les cultures à haute valeur ajoutée y occupent moins de 8 % de la SAU, elles génèrent au total un produit brut de 2,4 milliards € sur les exploitations de ces deux régions, représentent 40 % du produit brut végétal en Languedoc-Roussillon et 71 % en Provence-Alpes-Côte d'Azur. De plus 35 000 ha de vignes de cuve et 12 000 ha de blé dur sont irrigués ainsi que 40 000 ha de prairies et fourrages (augmentation du nombre de coupes, sécurité fourragère, lien avec l'élevage).

L'irrigation a des retombées importantes en termes d'emplois. Ainsi sur les deux régions, les vergers et productions légumières occupaient en 2000 environ 5 % de la SAU mais 40 % des emplois agricoles. L'étude de l'AIRMF a conclu que 100 ha mis en irrigation en région méditerranéenne équivalaient à une création nette de 22 emplois directs et indirects : 13 sur les exploitations et 9 en amont et aval des filières. Ces résultats ont été validés par le comité de pilotage associant la recherche et l'Agence de l'eau.

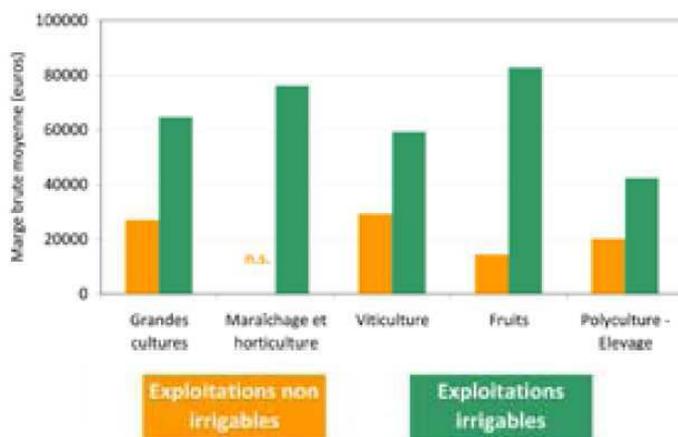
céréales à paille irriguées en région Centre).

A cela devraient être ajoutés les emplois induits dans de nombreux secteurs économiques liés (non évalués par l'étude) et des implications en termes d'aménagement de l'espace.

La comparaison des exploitations à l'échelle des petites régions agricoles, suivant qu'elles ont ou non accès à l'eau, réalisée par la DRAAF PACA a permis d'évaluer la plus-value générée par l'irrigation en termes de création d'emplois et de gain de chiffre d'affaires et de marges brutes. La figure ci-après montre que les marges brutes moyennes des exploitations irrigantes sont au moins 2 fois supérieures à celles des exploitations non irrigantes, quelle que soit l'orientation technico-économique. L'étude conclut que 1 ha irrigué correspond en moyenne à un gain de 8 500 € de chiffre d'affaires et de 4 500 € de marge brute.

Marge brute des exploitations de l'arc méditerranéen français selon l'OTEx et l'accès ou non à l'eau

Source : AIRMF, BRL Ingénierie et DRAAF PACA



L'étude montre enfin que l'eau favorise la diversification et l'adaptabilité des systèmes de production et elle sécurise les revenus et les exploitations. Face à la concurrence internationale, elle représente un enjeu fort pour la compétitivité.

Le 2^{ème} grand type de cultures irriguées est le maïs grain et les céréales. Le maïs grain irrigué, en y ajoutant le maïs semences, demeure la principale culture irriguée avec un total de 646 000 ha en 2010, soit 41 % de la superficie irriguée. L'importance relative du maïs en irrigation s'explique notamment par sa très grande efficacité dans l'utilisation de l'eau (figure 30). Le maïs, comme le sorgho, est en effet une plante en « C4 »²⁷.

Figure 31 : Quantité moyenne d'eau (litres) nécessaire à la production de 1 kg de :

maïs ensilage*	238
banane	346
maïs grain couleur *	454
orge*	524
pomme de terre*	590
blé*	590
soja	900
riz pluvial	1 600
riz inondé	5 000
coton	5 263

* = en région tempérée

²⁷ Les plantes en « C4 » se différencient des plantes en « C3 » par le mode de fixation du dioxyde de carbone au cours de la photosynthèse. Il permet à ces plantes (moins de 5 % des espèces) d'assimiler la totalité du CO₂ de l'atmosphère interne du végétal et ainsi d'avoir un rendement photosynthétique très supérieur à celui des plantes en C3 (Source : Botarela).

Cette surface est en forte baisse car elle était de 781 000 ha en 2000 (50 % de la surface irriguée nationale), alors que celle consacrée aux céréales est au contraire en hausse. Cette baisse historique s'explique par plusieurs facteurs : disparition des aides de la PAC aux cultures irriguées, mesures administratives de restriction de l'accès à l'eau, forte volatilité des prix agricoles et augmentation du prix du blé par rapport au maïs²⁸. L'irrigation du maïs permet pourtant le maintien d'un nombre important d'emplois, surtout lorsque le maïs est valorisé localement par l'élevage, notamment par l'élevage de palmipèdes gras (oies et canards). A production identique, une exploitation du Sud-Ouest est réputée viable avec moins de 100 ha irrigués, alors qu'il en faut le double en culture pluviale.

Le 3^{ème} type est l'irrigation pour la production fourragère (dont plus de 100 000 ha de maïs fourrage) qui représente 11 à 12 % du total des cultures irriguées. L'irrigation est importante pour les éleveurs car elle permet de garantir l'autonomie alimentaire d'exploitations de taille intermédiaire qui seraient irrémédiablement menacées sans recours à l'irrigation. C'est d'autant plus important que de nombreuses exploitations d'élevage deviennent déficitaires en ressources fourragères suite au changement climatique et que le prix des aliments est élevé, mettant en péril les exploitations. Elles cherchent donc à stocker de l'eau souvent par création de retenues collinaires de volumes limités. C'est la condition de leur autonomie et de leur compétitivité, voire de leur survie.

La recherche de création de valeur ajoutée passe souvent par l'irrigation, même dans le Nord de la France. Le développement de l'irrigation, s'il permet d'accroître la production, n'est cependant pas toujours synonyme d'une valeur ajoutée beaucoup plus élevée. Les débats sur l'irrigation et l'emploi peuvent donc être assez complexes et le député Philippe Martin, dans son rapport de 2013 a regretté l'absence d'étude de portée nationale pour éclairer ce sujet. Cependant, dans tous les cas, l'irrigation constitue *la meilleure des assurances contre l'aléa sécheresse*. Il est aussi constaté que l'irrigation facilite grandement la transmission et la reprise des exploitations par les jeunes.

4.2.5. Des progrès d'efficience, une productivité de l'eau accrue de 30 % en 20 ans

Depuis une vingtaine d'années, l'irrigation en France a utilisé plusieurs leviers pour améliorer ses performances dans l'utilisation de l'eau :

- *réduction des pertes dans les réseaux* (des audits en Midi-Pyrénées montrent une efficience moyenne de 95 % sur les réseaux alors que celle des réseaux d'eau potable en milieu rural ne sont que de 65 à 70 %),
- *aide à la décision pour piloter l'irrigation*, réglage et choix des matériels et optimisation de l'eau au niveau des systèmes de cultures,
- *stratégie d'esquive* (semis et récoltes plus précoces),
- *génétique tolérante au stress hydrique*.

Des programmes de recherche sur le blé tendre (*Breedwheat*) et le maïs (*Amaizing*), qui s'appuient notamment sur des plateformes de phénotypage comme *Phénofield* contribuent à la sélection de variétés de blé et de maïs plus tolérantes à la sécheresse. Des outils ont été développés pour l'aide à la décision en systèmes irrigués : *LORA*, logiciel d'aide au choix d'assolement et d'allocation de la ressource en eau sur plusieurs cultures, *IRRINOV*®, méthode de pilotage de l'irrigation des grandes cultures utilisant la tensiométrie, *Irré-LIS*®, bilan hydrique en ligne pour le pilotage de l'irrigation des grandes cultures qui permettent d'apporter l'eau seulement si c'est nécessaire et au bon moment.

Selon Arvalis, l'ensemble combiné de ces actions a permis un gain de productivité de l'eau (tonne de matière sèche produite par m³ d'eau prélevé) de 30 % en 20 ans (calcul pour le maïs). Le progrès obtenu en termes d'« efficience » est élevé.

²⁸ De 2000 à 2005, les prix du blé et du maïs ont évolué dans le même sens et dans les mêmes proportions mais depuis 2006, le différentiel de variation de prix est favorable au blé (+ 15 %) (Source : IRSTEA 2013).

Certains agriculteurs innovants ont aussi amélioré leurs performances relatives à l'eau en passant à l'agriculture dite de « conservation ». Le témoignage d'un d'entre eux, passé il y a plus de 20 ans au semis direct sous couvert végétal, montre que l'agriculture peut rendre d'importants services environnementaux comme le stockage du carbone (et donc l'atténuation du changement climatique), la bonne infiltration de l'eau et la recharge des nappes (encadré).

Encadré 5 : Témoignage sur l'agriculture de conservation et ses co-bénéfices pour l'eau et le climat

L'agriculture de conservation est fondée sur la gestion intégrée du sol et de sa fertilité et sur 3 principes : réduction ou suppression du travail du sol, couverture permanente et rotation des cultures. Ces nouvelles formes d'agriculture durable, développées surtout en Amérique, progressent bien aujourd'hui en France. Mais cela nécessite une maîtrise technique de haut niveau. Les co-bénéfices sont souvent multiples.

M. Quillet, céréaliculteur de Touraine est passé au semis direct sous couverture végétale (SCV) en 1995 « pour des questions économiques car après deux années de sécheresses dans ses terres de coteaux et avec des rendements de seulement 10 à 15 quintaux par ha », il s'est dit qu'il fallait réussir à réduire les coûts. Cela lui a permis de « gagner de plus en plus car, outre les réductions de charges, il a arrêté d'appauvrir ses sols ». Progressivement, il a aussi « découvert tous les gains écologiques qui en résultaient d'abord en termes de biodiversité des micro-organismes et des macro-organismes vivant dans le sol, puis en termes de stockage de carbone. Son taux de matière organique s'est en effet accru de 2 % en 20 ans (0,1 % par an)*.

Après ses terres sur les coteaux, il a commencé en 1998 le semis direct dans ses terres situées sur la vallée inondable du Cher, en raison de problèmes d'érosion résultant des inondations et de la nécessité de mise en culture. Dans ces terres qu'il irrigue sur 40 % de la surface, il a été en effet obligé de supprimer l'élevage pour des questions de voisinage, l'exploitation se trouvant dans un village de plus en plus peuplé. Il a donc dû « mettre en culture des prairies qui avaient un taux de matière organique de 6 % ». S'il avait fait du labour, « ce taux serait tombé à 2,5 ou 3 %. Mais grâce au SCV, il est toujours aujourd'hui à 6 % ». Le SCV lui a permis de rendre sa production céréalière (blé, maïs, soja, tournesol, sorgho...) beaucoup plus durable et résiliente. En effet, « l'érosion a été stoppée et les limons et l'argile en suspension dans les eaux de crue se déposent dans la végétation des céréales et des couverts deux à quatre fois mieux que sur une prairie naturelle ». Et « les plantes s'enracinent maintenant tellement profondément que les effets de sécheresse surviennent huit à quinze jours plus tard que chez ses voisins ». Or, en quinze jours il peut pleuvoir, ce qui peut permettre de rattraper le manque d'eau. Il a enfin constaté que la culture en semis direct permettait « de diminuer les inondations, de recharger les nappes et d'économiser de l'eau ». L'eau s'infiltré en effet beaucoup mieux, et, dans la partie qu'il irrigue, le SCV lui a permis de faire un tour d'eau de moins pour le maïs, à la fin de son cycle.

* Note du CGAAER : L'augmentation du taux de matière organique indiquée paraît très élevée si on la compare à celle donnée par les essais réalisés par ARVALIS (A. Bouthier) et par l'INRA : 0,5 % sur 10 ans.

ARVALIS a décidé récemment d'organiser des essais et un suivi de parcelles chez des agriculteurs en conversion vers l'agriculture de conservation. D'après les premiers résultats, sur 10 parcelles en culture de blé, 7 parcelles avaient un rendement moindre qu'en système classique, 2 parcelles sont équivalentes en rendement et 1 parcelle est meilleure. Ces résultats prometteurs démontrent le fort besoin de références techniques pour aider les agriculteurs à maîtriser ce système, avec un focus à faire sur la nutrition azotée et sur la gestion des couverts semi-permanents.

4.2.6. Des prélèvements en eau agricole faibles

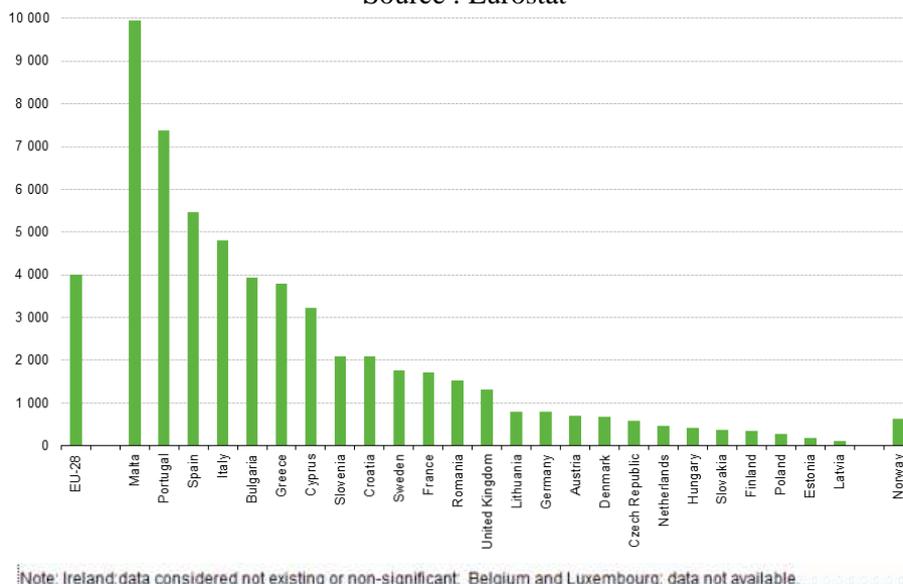
Le tableau des ressources en eau douce et des utilisations en France (cf. § 4.1.) montre que *les cultures irriguées ne mobiliseraient que 1,7 % de la ressource* (2,9/173 km³/an). Le besoin d'irrigation coïncide cependant avec la période d'étiage où les prélèvements pour l'agriculture représentent 70 % du total prélevé.

Le même tableau laisse penser que la quasi totalité (2,9/3 km³/an) de l'eau prélevée pour l'irrigation serait « consommée » (évapotranspirée) alors qu'à l'échelle mondiale, cette part n'est que de 60 % (1644/2740). Cette part d'eau réellement « consommée » en France nous paraît excessive. D'autres sources indiquent en effet une efficacité de l'irrigation en France (ratio eau consommée pour l'irrigation/eau prélevée au milieu) estimée à l'échelle du territoire entre 50 % (Roy, 2013), 60 % (Arvalis, 2011 ; AquaStat, FAO) et 75 % (De

Marsily)²⁹, ce qui correspond à une restitution au milieu allant de 25 à 50 %. A l'échelle de la parcelle, l'efficacité d'irrigation se situe autour de 75-80 % (d'après l'expertise d'IRSTEA, voir par exemple Deumier et al., 2000, pour l'aspersion par canons). Des progrès restent donc encore possibles pour accroître l'efficacité et la productivité de l'eau.

La faible part de la ressource en eau prélevée pour l'irrigation en France s'explique à la fois par le faible taux global d'irrigation, par les progrès d'efficacité réalisés et par le type d'irrigation pratiqué. Le volume d'eau moyen prélevé par ha et par an est notamment nettement plus faible en France (1 700 m³/ha en 2010) qu'en Espagne (4 800 m³), en Italie (4 800) et en Grèce (3 800). L'irrigation en France peut donc être qualifiée en général d'« irrigation d'appoint ».

Figure 32 : Volume d'eau moyen d'irrigation m³ par ha par ha en 2010 dans certains pays de l'UE
Source : Eurostat



La demande en eau agricole, comme d'ailleurs les autres demandes en eau sectorielles, a enregistré en outre en France une baisse nette avec un volume prélevé passé de 4,8 milliards m³ en 2000 à 3 milliards en 2009 et 2,9 milliards en 2012. Les facteurs explicatifs de la baisse sont pluriels : le gain d'efficacité, l'accroissement des restrictions d'accès et le recul des surfaces irriguées. Les réductions les plus fortes concernent les régions méditerranéennes (impact notamment de l'étalement urbain et donc de la consommation de terres) et Poitou-Charentes (restrictions des prélèvements).

4.3. Les politiques publiques

Les politiques publiques doivent organiser le partage de l'eau et elles peuvent contribuer à indemniser les pertes de revenus. Ce partage et le montant des indemnités peuvent naturellement différer selon que les politiques visent à ajuster l'offre à la demande ou la demande à l'offre. Qu'en est-il en France et chez nos voisins ? Quelles ont été les évolutions constatées ?

4.3.1. Les politiques de gestion des risques en agriculture : des politiques d'indemnisation coûteuses (calamités agricoles)

La politique de gestion des risques en agriculture s'appuie sur deux dispositifs complémentaires : les calamités agricoles et l'assurance récolte :

- Les *calamités agricoles* représentent des filets de sécurité pour les exploitations qui ont perdu au moins 30 % de la production physique théorique par culture, le total des pertes devant être au moins égal à 13 % de la valeur du produit brut théorique d'exploitation. Les taux d'indemnités sont

²⁹ Dans le Livret sur l'environnement n° 13 de l'Académie des sciences de 2013 « *Les problèmes de l'eau en 26 questions* », Ghislain de Marsily donne les chiffres suivants pour l'année 2002 : total réellement consommé par l'irrigation 3,675 km³ sur un total prélevé de 4,9 km³ ; total consommé tous usages : 5,355 km³ pour un total prélevé de 34 km³.

modérés (25 % en moyenne). Le dispositif est financé par l'État (46 %) et par les agriculteurs (54 %) pour un montant annuel d'indemnités de 173 millions € (moyenne sur 10 ans). Les éleveurs sont les plus touchés. La *sécheresse* est devenue aujourd'hui la principale calamité agricole du pays (suivie du gel et des inondations) : elle représente 55 % des indemnités versées, soit 95 millions € / an.

- La PAC (fonds UE et État) contribue au financement de l'*assurance récolte* dont les contrats ne doivent couvrir que les pertes causées par les phénomènes climatiques défavorables. Trente pour cent des surfaces assurables en 2014 étaient assurées. L'enveloppe budgétaire a été en moyenne supérieure à 100 millions €/an sur les derniers exercices.

A ces deux outils de gestion des risques s'ajoute des dispositifs d'urgence : fonds d'allègement des charges, dégrèvement de la TFNB, prise en charge MSA...

Les professionnels considèrent qu'il conviendrait de passer autant que possible d'un système curatif à un système préventif : « depuis 15 ans, on dépense 100 millions €/an pour indemniser les agriculteurs victimes de sécheresses. Et en 2016, nos éleveurs sont obligés d'acheter de la luzerne en Espagne qui a pourtant bien moins d'eau que nous. N'aurait-il pas été plus intelligent d'utiliser ce 1,5 milliard € pour mobiliser de l'argent communautaire et investir dans l'eau pour sécuriser nos productions et nos exploitations ? »³⁰.

Le passage à une politique préventive passera par la réussite de la transition agro-écologique et par le stockage de l'eau et l'extension de l'irrigation, une voie qui interroge la politique plus globale de l'eau en France ainsi que celle de l'agriculture.

4.3.2. La politique publique de l'eau, au niveau national, donne priorité aux milieux aquatiques et à la gestion par la demande (économies d'eau et restrictions)

La politique publique française de l'eau, du moins au niveau national, est aujourd'hui essentiellement guidée par la Directive cadre sur l'eau (DCE) de l'Union européenne, directive adoptée en octobre 2000 et transposée dans le droit français en avril 2004. Or, cette directive, centrée sur la préservation et sur la reconquête du bon état des « masses d'eau » (cf. encadré), ne fait aucune mention ni du changement climatique ni de la sécurité alimentaire.

Encadré 6 : La Directive cadre sur l'eau

La DCE, adoptée en octobre 2000, est une directive environnementale centrée sur l'objectif de bon état des « masses d'eau » de l'UE. Son but (article 1^{er}) est d'établir un « cadre pour la protection » qui : i) prévienne la dégradation, ii) promeuve une utilisation durable fondée sur la protection à long terme des eaux disponibles, iii) vise à renforcer la protection à long terme des eaux disponibles, iv) réduise les pollutions et v) atténue les effets des sécheresses et inondations ; et contribue ainsi à assurer un approvisionnement suffisant en eau de surface et souterraine de bonne qualité pour les besoins d'une utilisation durable, équilibrée et équitable de l'eau....

Dans son site web, le Ministère en charge de l'environnement résume les objectifs de la DCE comme suit : « la non dégradation des ressources et des milieux, le bon état des masses d'eau sauf dérogation motivée, la réduction des pollutions liées aux substances, le respect des normes dans les zones protégées ».

Pour la communauté des acteurs de la gestion intégrée de l'eau (« Gest'Eau ») qui diffuse les informations sur schémas d'aménagement et de gestion de l'eau, « les considérations économiques ont été explicitement prises en compte dans la directive dans une logique de développement durable. Ainsi, des exemptions sont prévues à l'atteinte du bon état et du bon potentiel d'ici 2015, qui peuvent être justifiées notamment par des coûts disproportionnés. Il doit, de plus, être fait état des mesures prises en matière de tarification de l'eau et de récupération des coûts des services de l'eau ».

³⁰ Intervention d'André Bernard, président de la Chambre d'agriculture du Vaucluse et vice-président de l'Association des irrigants des régions méditerranéennes françaises au colloque *L'irrigation et l'agro-écologie font-elles bon ménage ?*, Le Tholonet, nov. 2016.

Cependant, la Directive ne fait aucune mention de l'impact du changement climatique, des nouveaux besoins en eau qui en résultent, des enjeux liés de l'adaptation, de l'atténuation et de la sécurité alimentaire, ni de l'intérêt de « développer la ressource utilisable » pour satisfaire et sécuriser les usages. La gestion quantitative de la ressource est abordée sous l'angle des objectifs d'atteinte du bon état (éviter la surexploitation des nappes).

Les objectifs de la politique publique de l'eau en France ont de fait évolué avec le temps. En effet, jusqu'aux années 1990, une attention importante était accordée à la satisfaction des besoins sociaux et économiques, notamment agricoles, puisque :

- L'eau représentait un champ d'action important du Ministère de l'agriculture. Celui-ci formait des ingénieurs qualifiés de haut niveau, avait mis en place des « sociétés d'aménagement régional » (SAR) dotées de capacités importantes, disposait de lignes budgétaires dédiées au développement de l'irrigation ainsi que d'un service chargé de l'hydraulique agricole dans chaque Direction départementale de l'agriculture (DDA). Il avait donc les moyens, à la fois techniques et financiers, de mettre en place des solutions permettant de mieux gérer et valoriser la ressource dans les territoires.
- La loi de 1964 avait créé les organismes de bassin (agences et comités de bassin) avec pour objectif de « lutter contre la pollution pour satisfaire ou concilier les exigences de : i) l'alimentation en eau potable et la santé publique, ii) l'agriculture, l'industrie, les transports, et toute autre activité humaine d'intérêt général, iii) la vie biologique du milieu récepteur »³¹.

Les « usages », dont l'agriculture, étaient donc reconnus d'*intérêt général*, leur satisfaction devant se concilier autant que possible avec le bon état des milieux.

C'est avec la loi sur l'eau de 1992 que l'ordre dans lequel apparaissaient « milieux » et « usages » a été inversé : « la préservation des milieux aquatiques » devient le premier objectif cité de la « gestion équilibrée » ; les usages ne sont plus qualifiés d'« intérêt général ».

L'article L 211-1 du Code de l'environnement, révisé à de multiples reprises, a conservé cet ordre. Il retient aujourd'hui pour seule priorité d'usage la satisfaction des exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable ; la gestion équilibrée devant également permettre de satisfaire ou préserver : 1°) la vie biologique du milieu récepteur, 2°) la conservation et le libre écoulement des eaux et la protection contre les inondations, 3°) l'agriculture la pêche, l'industrie, l'énergie...

Le même article précise que la gestion prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer : 1) la prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, 2) la protection des eaux et la lutte contre les pollutions, 3) la restauration de la qualité des eaux et leur régénération, 4) le développement, la mobilisation, la création et la protection de la ressource en eau, 5) la valorisation de l'eau comme ressource économique (en particulier pour la production d'électricité d'origine renouvelable) et sa répartition, 6) la promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource et 7) le rétablissement de la continuité écologique.

Les évolutions récentes n'ont pas été favorables à l'agriculture puisque :

- Dans le cadre de la RGPP (révision générale des politiques publiques), décision fut prise de mettre fin aux missions d'ingénierie publique de l'Etat, puis, en 2008, de transférer les biens des sociétés d'aménagement régional aux Régions volontaires et d'arrêter le financement des travaux d'hydraulique par le Ministère en charge de l'agriculture³².
- La loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 et ses textes d'application ont traité de la question de la gestion quantitative sous l'angle de la « *gestion de la demande* » (économies d'eau et partage de la ressource) et non pas sous celui du développement de la ressource utilisable.

³¹ Pour une analyse des l'évolution des politiques publiques de l'eau en France depuis 1964, on se reportera à : <https://www.eaurmc.fr/pedageau/la-gestion-de-leau-en-france/historique.html>

³² La piste d'une prise en charge alternative par les Agences de l'eau était indiquée (avec traitement au cas par cas et sous réserve de respect des objectifs de la DCE). Au-delà de l'économie budgétaire pour l'Etat, l'idée était de redonner de l'autonomie / initiative aux collectivités locales

Ainsi :

- Les *SDAGE* (schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux) doivent fixer les objectifs d'état à atteindre pour chaque masse d'eau, et, par suite, les « débits d'objectifs d'étiage » (DOE)³³ à assurer en un réseau de points jugés stratégiques. Les DOE servent de référence pour les autorisations de prélèvements et doivent être respectés 8 années sur 10.
- Les préfets, dans les bassins en situation ou risques de déficit quantitatif, doivent déterminer les « volumes prélevables » (VP) tous usages confondus, en tenant compte des DOE. Puis, ils doivent procéder, si nécessaire, à la délimitation de nouvelles « zones de répartitions des eaux » (ZRE), c'est-à-dire de secteurs caractérisés par une insuffisance autre qu'exceptionnelle des ressources en eau par rapport aux besoins et soumis à un régime de protection renforcée de la ressource par rapport au droit commun. Dans ces zones, des organismes uniques de gestion collective (OUGC) doivent être constitués pour répartir la ressource en eau d'une façon optimisée entre irrigants.

La mise en œuvre de la réforme législative de 2006, dite des « volumes prélevables », s'est cependant avérée difficile pour deux raisons mises en avant par le député Philippe Martin dans son rapport au Premier ministre³⁴:

- « les baisses de prélèvement direct en milieu naturel, initialement présentées sans contreparties en matière de stockage, rendaient difficile l'engagement de la profession agricole dans la gestion des OUGC,
- l'attribution en début de saison de volumes d'irrigation fixes, censés répondre aux exigences des milieux naturels en moyenne 4 années sur 5, a été ressentie comme une perte potentielle par les irrigants au regard des habitudes acquises ».

Face à ces difficultés, l'administration a arbitré des volumes prélevables parfois moins contraignants qu'envisagé initialement et accepté le principe du stockage de « substitution », c'est-à-dire permettant de remplacer les prélèvements d'été historiques dans le milieu naturel par des prélèvements d'hiver, sous réserve de compatibilité environnementale.

Pour autant, la sécurité alimentaire et le développement du stockage pour satisfaire les nouveaux besoins de l'étiage (agriculture, eau pour la nature...) résultant du changement climatique ne sont pas encore affichés clairement comme une priorité de politique publique malgré l'article L 210-1 du Code de l'environnement qui stipule que « le développement de la ressource utilisable, dans le respect de l'environnement, est d'intérêt général ».³⁵

Avec le changement climatique, des évolutions s'avèreront cependant nécessaires tant au niveau européen que national car on a vu que i) les débits naturels d'étiage vont fortement baisser alors que ii) les risques d'inondations et de sécheresses et les besoins de l'étiage vont au contraire s'accroître et que iii) les progrès possibles en termes d'efficacité sont et seront de plus en plus limités.

Le Parlement, par la loi du 28 décembre 2016, a finalement ajouté un tiret 5 bis à l'article L.211.1 du Code de l'environnement ainsi formulé : « La promotion d'une politique active de stockage de l'eau pour un usage partagé de l'eau permettant de garantir l'irrigation, élément essentiel de la sécurité de la production agricole et du maintien de l'étiage des rivières, et de subvenir aux besoins des populations locales ». C'est une reconnaissance de l'importance nouvelle à accorder au stockage de l'eau.

³³ Le DOE (débit d'objectif d'étiage) est la valeur de débit mensuel au « point nodal » (point clef de gestion) au dessus de laquelle il est considéré qu'à l'aval du point nodal, l'ensemble des usages est en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique (source : Ministère chargé de l'environnement). Le DOE « sert de référence pour l'exercice de la police des eaux et des milieux aquatiques pour accorder les autorisations de prélèvements et de rejets. Il doit être respecté en moyenne 8 années sur 10 ».

³⁴ La gestion quantitative de l'eau : une nouvelle vision pour un nouveau partage, Juin 2013.

³⁵ On notera que la nécessité du stockage et d'une mobilisation accrue de l'eau pour le maintien des services rendus par l'eau ne figurait pas non plus de façon claire dans le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) 2011-2015. Bien que dans son document de 2009 « *Changement climatique. Coûts des impacts et pistes d'adaptation* », l'ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique) indiquait qu'en 2050, le déficit en eau pour satisfaire les besoins actuels pour l'eau potable, l'industrie et l'irrigation serait de l'ordre de 2 milliards de mètres cube et que sa compensation intégrale coûterait 5 à 10 milliards d'euros, le PNACC 2011-2015 avait en effet planifié d'économiser 20 % de l'eau prélevée, hors stockage d'eau d'hiver, d'ici 2020, la compatibilité des retenues de substitution avec les objectifs de la DCE devant être assurée.

Malgré ces récents progrès, les agriculteurs ne parviennent de fait toujours pas ou que fort difficilement à faire aboutir les solutions (retenues, transferts, réutilisations,...) qui sécuriseraient la production sans dégrader globalement l'environnement. Les contraintes à la création de retenues, individuelles ou collectives, sont en effet devenues de fait particulièrement lourdes et coûteuses pour les porteurs de projets et les recours contre les projets aboutissent souvent à des blocages. La problématique est donc aussi d'ordre sociétal.

4.3.3. Une autre lecture de la Directive cadre sur l'eau et d'autres politiques publiques dans les pays voisins et concurrents

La hiérarchie des usages et les politiques publiques de l'eau peuvent différer fortement d'un pays européen à l'autre. Ainsi :

- Les priorités d'usages en Espagne sont dans l'ordre : 1) l'eau potable, 2) l'irrigation, 3) l'énergie, 4) l'industrie, 5) l'aquaculture, 6) les loisirs et 7) la navigation, sauf décision contraire des plans hydrologiques par bassins. La consommation humaine (eau potable et irrigation) figure donc au premier rang.
- L'Espagne, comme les Pays-Bas, fait gérer sa politique de l'eau par des maîtres d'ouvrages puissants. Les agences de bassin espagnoles, les « *confederacións hidrográficas* » sont chargées en même temps de la concertation, de la planification, de la réalisation des ouvrages (investissements) et de la gestion quantitative de l'eau. La priorité espagnole demeure celle, double, de la création de nouvelles réserves (stockage) et de l'efficacité afin d'assurer la triple durabilité agro-alimentaire, énergétique et écologique, tout en veillant à ne pas fixer des débits seuils (débits biologiques) trop élevés. Ainsi, sur le bassin de l'Èbre, un barrage a été spécialement construit pour assurer le soutien d'étiage et le débit seuil fixé au niveau du delta est faible.
- Les nouveaux plans hydrologiques espagnols 2015-2021 (plans des Confédérations) ont planifié une extension des surfaces irriguées sur 700 000 ha, soit une progression de + 20 %. L'ONG *Ecologistas en acción* considère cependant que la prise en compte du changement climatique a été insuffisante et que ces objectifs ne sont pas réalistes et doivent être revus. Il est vrai que la ressource en eau est déjà surexploitée dans le sud du pays³⁶ et que le changement climatique a et aura des effets peut-être encore plus lourds qu'en France.

Les comparaisons internationales d'application de la Directive cadre sur l'eau (Keessen et al. 2010, Moss 2008, Scheuer et Naus 2010), analysées par l'IRSTEA (G. Bouleau) ont révélé en outre de grandes différences d'application entre la France, qui s'est « imposée une grande ambition de restauration » et ses proches voisins, qui ont fait une traduction moins contraignante de la directive cadre et adopté des objectifs pragmatiques, atteignables par leurs maîtres d'ouvrage (encadré).

Encadré 7 : Des lectures différentes de la Directive cadre dans les États membres de l'UE

- La France s'est fixée une grande ambition de restauration écologique des masses d'eau en s'engageant, à l'issue du Grenelle 1 et 2, à une atteinte de bon état pour 64 % de ses eaux de surface à l'horizon 2015 alors que l'état des lieux initial prévu par la DCE révélait qu'en France en 2004, seules 23 % des masses d'eau superficielles échantillonnées et 43 % des souterraines pourraient atteindre ce bon état écologique, sans effort supplémentaire. Les hauts de bassin non échantillonnés étaient supposés en bon état, ce qui ne s'avéra pas toujours exact. Son ambition est considérée par les experts « d'autant plus atypique qu'elle se double d'une séparation entre financeurs et maîtres d'ouvrage ».
- Au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, toutes les échéances ont été reportées à 2027 et au Royaume-Uni comme en Espagne l'obligation de non détérioration n'a pas été transcrite en droit national.
- Aux Pays-Bas, la transcription en droit national de la directive ne considère pas qu'il y ait une obligation de résultats, mais une « obligation d'efforts » à investir pour une restauration. Cette interprétation repose sur la version anglaise de la DCE qui mentionne que les états membres doivent protéger, améliorer et restaurer l'état des eaux « *with the aim to achieve...* » [en ayant pour but d'atteindre] les objectifs fixés.

³⁶ Selon le Plan Bleu, 3 % de la ressource en eau mobilisée en Espagne serait d'origine « non durable » (issue de nappes fossiles ou de surexploitation de nappes renouvelables).

- Les Pays Bas ont désigné tous leurs maîtres d'ouvrage comme autorités compétentes. Leur programme de mesure est donc défini, programmé et réalisé par les mêmes acteurs, chacun à son échelle. De plus, ils ont considéré comme « naturelles » seulement 3 % des 723 masses d'eau identifiées dans le pays, tandis que 55 % sont « artificielles » et 42 % « fortement modifiées » ; si bien qu'au total 86 % des masses d'eau font actuellement l'objet de dérogations aux objectifs de la DCE. L'atteinte du « bon potentiel » impose les mêmes contraintes biochimiques mais pas celles de continuité morphologique.
- Si la France a peu dérogé, elle s'est fait reprocher de ne pas avoir bien argumenté ses choix de dérogations morphologiques.

4.3.4. Entre agriculture et environnement : un manque de vision globale et prospective et un déséquilibre de politiques publiques

Dans le cadre de la préparation des derniers SDAGE, la discussion entre les services et acteurs de l'agriculture et de l'environnement s'est avérée souvent difficile. Face aux services et acteurs en charge de l'agriculture, qui mettaient fortement l'accent sur la question des prélèvements d'eau en hiver pour satisfaire les besoins de l'agriculture, les Agences de l'eau et les DREAL rappelaient que les SDAGE « sont des documents dont l'objectif est le bon état des eaux et pas le développement agricole ». La définition des volumes prélevables ne devait donc porter que sur la période d'étiage.

Un léger progrès a été obtenu dans la dernière génération des SDAGE (2015-2021) puisque celui d'Adour-Garonne a commencé à aborder la question du changement climatique et fait de la gestion quantitative une priorité. Cependant, un décalage avec les besoins réels subsiste car la seule dimension environnementale et « eau potable » du sujet et les mesures dites « sans regrets »³⁷ sont mises en avant. La dimension stratégique de la gestion quantitative dans le nouveau contexte planétaire³⁸ est donc encore occultée même si il est reconnu par ce SDAGE que « pour résoudre la situation des bassins en déséquilibre, en parallèle des économies d'eau réalisées, de nouvelles réserves en eau d'intérêt collectif devront être créées ».

Une des faiblesses des services et acteurs en charge de l'agriculture et des entreprises aval vient du défaut de chiffrage des externalités positives produites par l'agriculture irriguée sur les territoires (combien d'emplois et quels services environnementaux sont produits par l'irrigation ?) et de celles qui seraient perdues en cas de défaut d'adaptation. Ceci démontre un défaut de connaissance et de vision prospective y compris sur les enjeux d'économie agricole. Le niveau d'incertitude sur les marchés comme sur le climat local les incite à la prudence et au règlement prioritaire des difficultés présentes pour mettre en œuvre la réforme des volumes prélevables.

Par suite, il en résulte un déséquilibre entre, d'un côté, l'« environnement » qui dispose de documents de planification tels que les SDAGE qui ne prennent qu'insuffisamment en compte les nouveaux enjeux liés au climat et à la sécurité alimentaire et, de l'autre, l'« agriculture » qui doit répondre aux marchés en situation de concurrence internationale et contribuer à relever les défis du changement planétaire souvent sans vision claire du futur.

Ce déséquilibre est d'autant plus fort que le ministère de l'agriculture a quasiment abandonné toute mesure incitative en faveur de l'agriculture irriguée suite aux décisions prises par la RGPP (révision générale des politiques publiques). Cette faiblesse a d'ailleurs été soulignée par le député Philippe Martin dans le rapport remis en 2013 au Premier Ministre : « ceci peut laisser croire en effet qu'il n'est plus opportun de recourir à l'irrigation pour des raisons de principe alors que ces choix devraient dépendre des circonstances, c'est-à-dire des ressources en eau disponibles dans de bonnes conditions environnementales, de la valeur ajoutée des productions attendues et des emplois créés ». Le député Philippe Martin a donc plaidé pour distinguer

³⁷ Les mesures dites « sans regrets » consistent selon le SDAGE Adour-Garonne à préserver les potentialités des ressources et des milieux, afin de ne pas restreindre les marges de manœuvre pour le futur (réserves stratégiques pour l'AEP, résilience des milieux) et à mettre en avant toutes les économies d'eau possibles et de nouvelles règles de partage et d'optimisation, afin d'équilibrer usages et ressources.

³⁸ Nécessité de réussir ensemble l'adaptation, l'atténuation et le maintien de la production alimentaire, nécessité d'infrastructures de stockage pour répondre aux nouveaux besoins de l'étiage et d'une révision à la baisse des DOE suite à la baisse annoncée des débits naturels.

les objectifs de « substitution » des objectifs de « développement de l'irrigation ». L'objectif de la substitution apparaît d'ordre environnemental, alors que le second est d'ordre économique et social.

D'une façon plus globale, le député Philippe Martin a souligné l'importance fondamentale de l'eau pour la sécurisation de la production agricole, pour la sécurité alimentaire et pour l'emploi, ainsi que la grande diversité des situations territoriales. Il a donc plaidé pour une sortie du moratoire (arrêt des financements des retenues par les Agences qui avait été décidé de façon unilatérale par la ministre en charge de l'écologie) et pour une gestion déconcentrée et concertée dans le cadre de « projets de territoires ». Le moratoire a été levé en juin 2015 accompagné d'une note de procédure du MEDDE sur les conditions de mise en œuvre de projets de territoire.

Trop récents, les projets de territoire n'ont pu encore aboutir à la construction d'ouvrages. De plus, les « projets de territoires » tels qu'encadrés actuellement par les textes réglementaires, ne peuvent apporter qu'une réponse partielle aux besoins des territoires car ils sont limités à la seule « substitution » et n'invitent pas à une vision socio-économique et de développement durable plus globale.

Force à cet égard est de constater que le Protocole qui avait par exemple été signé en Rhône-Alpes en 2012 entre agriculture et environnement, et qui visait en fait tout type de projet de mobilisation de l'eau (cf. encadré 8) a été peu mis en œuvre. La réactivation récente de conférences « agriculture-environnement » aux niveaux départemental et régional pour organiser l'action convergente des différents acteurs autour des projets d'hydraulique agricole devrait permettre d'avancer. Cependant, la nécessité stratégique du stockage, y compris pour la production de nouvelles ressources (donc au delà de la seule substitution) afin de réussir l'adaptation n'a cependant pas été reprise et intégrée clairement dans le « plan de bassin d'adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau » élaboré en 2014 par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Celui-ci suit les orientations du plan national 2011-2015 (PNACC). Il ne met pas en avant les nouveaux besoins en eau de l'agriculture et reste centré sur les économies d'eau (encadré) mais sans en mesurer la possibilité et les conséquences prévisibles pour les entreprises et les territoires concernés.

Encadré 8. Le protocole de 2012 pour la création de retenues d'eau en Rhône-Alpes

Le « Protocole concernant la création de retenues d'eau à usage agricole dans la région Rhône-Alpes » a été signé le 17 juillet 2012 entre le Préfet de région, l'Agence de l'eau, la Chambre régionale d'agriculture, l'Union des fédérations de pêche et l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques et en présence du vice-président du Conseil régional. Le Protocole met en avant les points suivants :

- Les observations climatiques des années récentes mettent en évidence la fragilité de l'accès à l'eau dans certains secteurs, la tension croissante sur la ressource se traduisant notamment par une fréquence en hausse des arrêts « sécheresse ».
- Les perspectives climatiques, qui risquent de se traduire par l'extension de la zone de climat méditerranéen, vont exacerber ce phénomène et créer de nouvelles inégalités hydriques entre les territoires.
- La recherche de nouvelles cultures, variétés, assolements et pratiques est engagée mais sa poursuite ne sera pas suffisante et la mobilisation de nouvelles ressources doit également être réalisée, comme l'a d'ailleurs décidé le PRAD (plan régional de l'agriculture durable).
- Les signataires conviennent : i) de la nécessité de trouver des solutions permettant à l'agriculture de répondre à ses besoins en eau et de faire face au changement climatique tout en limitant ses impacts sur l'environnement, ii) de l'intérêt de retenues d'eau à usage agricole... pour la création de stockages d'irrigation en faveur de l'adaptation de l'activité agricole notamment face au changement climatique, iii) de la nécessité d'accompagner la mobilisation de ressources nouvelles par l'utilisation optimisée des retenues existantes et des actions soutenues d'économie d'eau.
- Ils décident de se mettre en situation d'assurer le développement de ces ouvrages en les situant dans leur contexte territorial...

Le Protocole définit ensuite une série de principes, notamment la nécessité d'anticiper l'évolution future du territoire tant du point de vue de son économie que de la ressource en eau, de répondre à un besoin économique avéré, de privilégier des approches collectives et de s'attacher à préserver à long terme la vocation agricole des ouvrages et des terres rendues irrigables avec le soutien financier des fonds publics. Plusieurs éléments de « méthode » sont ensuite proposés. Enfin, le protocole précise que le financement des projets pourra faire l'objet de subventions notamment de l'Union européenne (FEADER), de l'Agence de l'eau et de la Région.

Encadré 9 : le plan de bassin RMC d'adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau

Face à la pénurie le « plan » retient trois types d'action prioritaires : les « économies d'eau » permises notamment par le « changement des assolements agricoles », le « partage » de la ressource pour la satisfaction des usages et du milieu et l'« optimisation » (amélioration de la gestion des ouvrages). Pour l'Agence de l'eau, « le fondement de l'action d'adaptation face au changement climatique, pour l'enjeu de la disponibilité en eau » consiste ainsi et en priorité à opérer « un basculement d'une gestion traditionnelle par l'offre (mobiliser plus d'eau) vers une gestion par la demande (maîtriser les besoins) ». Si l'option d'une mobilisation accrue de l'eau peut être envisagée dans certains cas car elle peut s'avérer pertinente comme complément, l'enjeu de fond pour l'Agence est donc de « rendre l'agriculture moins dépendante en eau et de réduire de 20 % les volumes utilisés pour l'irrigation d'ici 2030 », ainsi que de « substituer 80 % des prélèvements agricoles en période d'étiage d'ici 2050, en combinant économies d'eau (optimisation des systèmes d'irrigation et changements de cultures) et mobilisation de ressources sécurisées dans le temps et dans l'espace. L'accent est également mis sur la nécessité de favoriser l'émergence de filières agricoles permettant l'adaptation des systèmes de production aux enjeux du changement climatique.

Cependant, les besoins nouveaux en eau agricole résultant du changement climatique ne sont pas chiffrés pas plus que les économies d'eau effectives possibles ni les conséquences d'une telle vision sur la capacité du monde agricole à préserver, dans ce contexte, la production alimentaire, l'emploi agricole et industriel et les paysages, ainsi qu'à apporter sa nécessaire contribution à l'atténuation du changement climatique.

Cette analyse des politiques de niveau national intéressant l'eau et l'adaptation au changement climatique et de leurs déclinaisons dans les bassins (SDAGE, plans d'adaptation de bassins) montre, *in fine*, un déséquilibre et une incomplétude des politiques publiques actuelles. La vision environnementale, qui domine, intègre insuffisamment la problématique du développement rural durable, les enjeux socio-économiques et paysagers qui en dépendent et les biens publics mondiaux (climat, sécurité alimentaire et biodiversité). Pour sa part, l'agriculture n'apporte pas suffisamment d'informations sur son importance en termes d'externalités positives et de développement durable et elle manque de vision prospective économique et de moyens de financement. Certes, cette intégration est mieux prise en considération lorsque des protocoles régionaux sont signés conjointement par les responsables politiques, professionnels agricoles et environnementaux. Cependant, ces textes n'ont pas la portée juridique des SDAGE et ils restent peu mis en œuvre. Ils peuvent d'ailleurs se voir contredits par les plans d'adaptation élaborés par les Agences.

5. Quels nouveaux besoins en eau pour l'agriculture, quels scénarios pour la France ?

Plusieurs projets de recherche et rapports de prospective récents se sont attachés à chiffrer les besoins en eau futurs de l'agriculture et à explorer des scénarios possibles dans le nouveau contexte du dérèglement climatique.

5.1. Une hausse de 20 à 25 % des besoins en eau sur les terres déjà irriguées d'ici 2050

En France, le changement climatique a déjà induit une croissance significative de besoins en eau d'irrigation : + 10 % à Toulouse en 10 ans pour un maïs tardif et bien plus encore pour un blé à Lyon : voir les graphes 33 et 34 (source : Arvalis).

Figure 33 : évolution du besoin en eau d'irrigation d'un maïs tardif à Toulouse

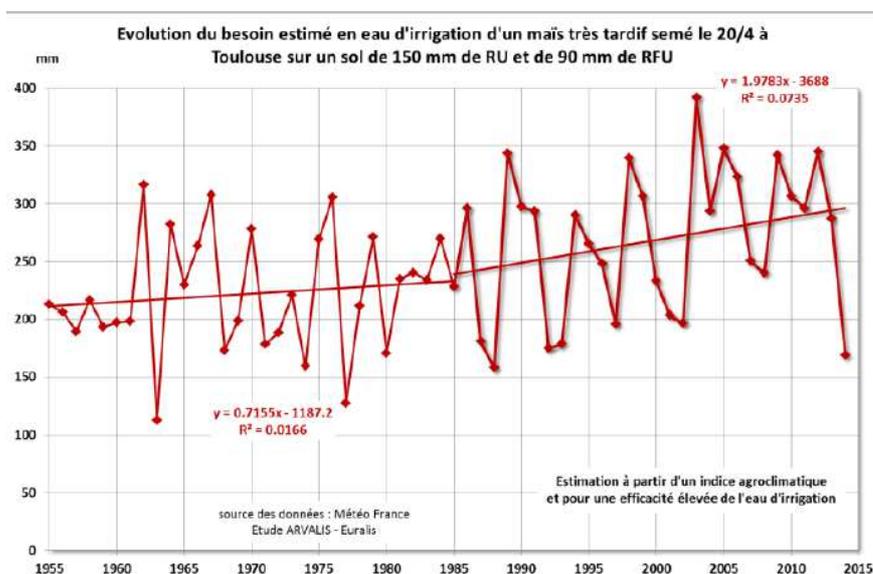
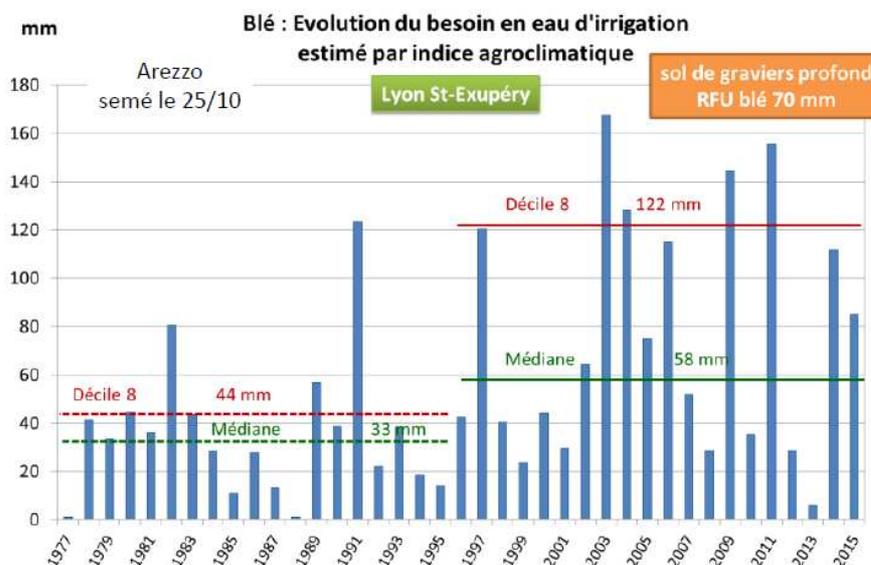


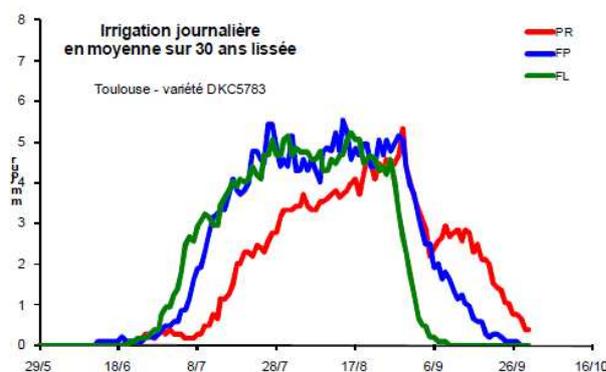
Figure 34 : Blé : évolution du besoin en eau d'irrigation à Lyon



Plusieurs projets de recherche de niveau local donnent des indications chiffrées sur les besoins futurs à satisfaire aux horizons 2030-2050. Par exemple, « *Imagine* » (IRSTEA, EDF, 2009) annonce une croissance de la demande en eau de 10 % à l'horizon 2030 sur le bassin de la Garonne. Et « *Vulcain* » (BRGM, BRLi, HSM, Météo France, 2010) chiffre à 21 % l'augmentation du besoin en eau pour la culture du pêcher dans les Pyrénées Orientales d'ici 2040-2060 (5 400 m³/ha contre 4 470 m³/ha actuellement).

Ces ordres de grandeur sont comparables à ceux retenus par le projet *Climator* (ANR, INRA...) qui, sur le futur proche (2020-2050), annonce un besoin accru en eau de 400 m³/ha pour le maïs, à comparer au niveau actuel (1500 à 2000 m³/ha), soit une hausse de 20 à 25 % ainsi que pour le sorgho. Quant au futur lointain (2080), le raccourcissement du cycle de végétation pourrait engendrer une diminution du besoin d'irrigation mais aussi une réduction substantielle des rendements. Le phénomène d'esquive a en effet pour conséquence des besoins en eau plus élevés en début de saison (démarrage plus précoce et augmentation beaucoup plus rapide des besoins) mais un raccourcissement du cycle qui serait très important à cet horizon (2080). Le maximum de besoin global en eau est donc à prévoir dans un « futur proche » (2050).

Figure 35 : Dynamique intra-annuelle des prélèvements en eau du présent (PR) à un futur proche (FP) et lointain (FL) Source : Climator



5.2. Des besoins nouveaux en eau par passage du pluvial à l'irrigation

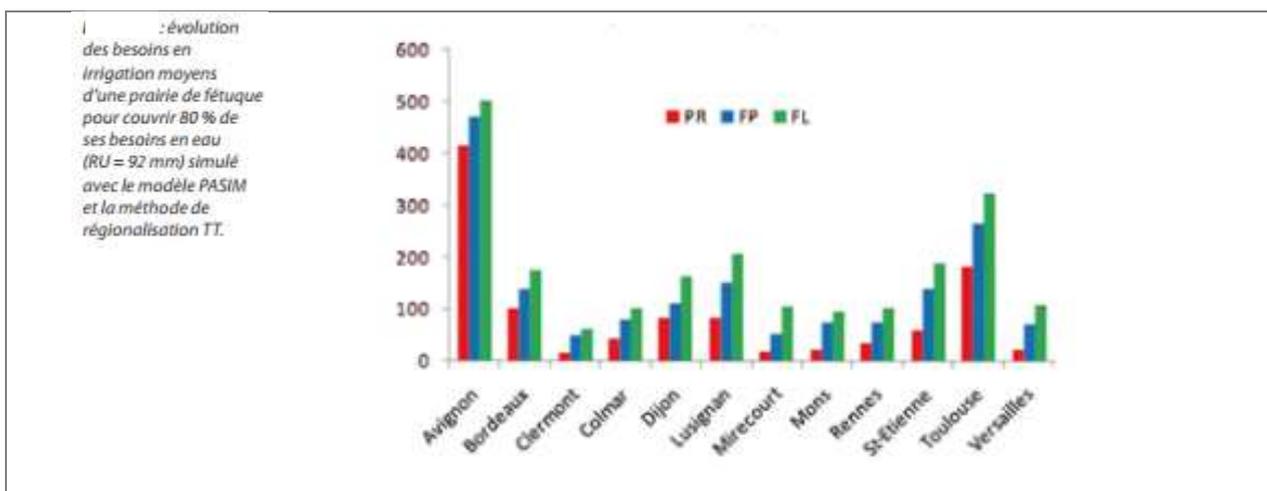
L'augmentation des besoins en eau pour l'agriculture ne résultera pas seulement de l'augmentation des besoins des cultures déjà irriguées mais aussi du nécessaire développement de l'irrigation. En effet, de nouveaux besoins émergent notamment :

- pour la vigne (y compris pour assurer la qualité du produit),
- pour la prairie : sécurisation de la production fourragère, progrès d'autonomie (cf. encadré),
- et pour les cultures annuelles comme le colza ou le tournesol (irrigation de démarrage) et les céréales. Le besoin d'irrigation « starter » sera notamment important pour le colza car avec la baisse de l'humidité des sols, le problème d'installation de la culture sera « particulièrement important » (*Climator*).

Encadré 10. Les nouveaux besoins en irrigation des prairies en France selon *Climator*

Le rapport *Climator* a bien mis en avant les nouveaux besoins d'irrigation des prairies du fait du changement climatique. En effet, la figure 12 du Livre Vert du rapport *Climator* chapitre B (ci-dessous) montre que :

- dans la situation actuelle (PR), la ressource pluviométrique des sites fourragers traditionnels comme Clermont, Mirecourt ou Rennes permet d'approcher 80 % des besoins en eau du couvert. L'irrigation des prairies est donc restée peu développée et limitée à quelques contextes très particuliers comme la plaine de la Crau, bien représentée par le site d'Avignon ;
- dans les futurs proche (FP) et lointain (FL), les besoins en eau vont par contre s'accroître très fortement puisque dans le FL les besoins en irrigation pour couvrir 80 % des besoins en eau sur un sol prairial typique (et donc pour continuer à assurer la production fourragère) seront presque partout supérieurs à 100 mm.

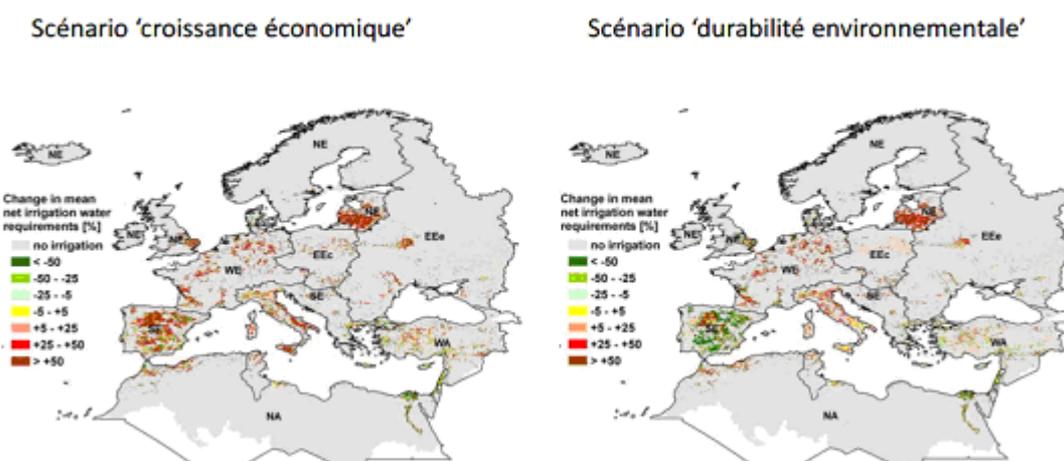


Le changement de la géographie agricole jouera aussi. Par exemple, la culture du maïs sera défavorisée dans le Sud-Ouest en cas de limitation de l'accès à la ressource en eau, mais elle pourrait s'étendre avec de très bons rendements dans la partie nord pour une consommation en eau à l'hectare moins élevée. De même pour le sorgho.

5.3. Le scénario « durabilité environnementale » de l'Université de Kassel : un doublement des prélèvements en eau d'irrigation en Europe de l'Ouest

Le Centre de recherche sur les systèmes environnementaux de l'Université de Kassel a développé plusieurs scénarios de l'évolution possible des besoins en eau d'irrigation en 2050 par rapport à 2000 dans l'Espace euro-méditerranéen (Schaldach, 2012). Deux scénarios sont proposés : « Economy First » très libéral (avec recul de la PAC) et « Sustainability Eventually » où l'Europe sortirait d'une économie globalisée et orientée « marché » pour donner priorité à des initiatives locales et où la PAC financerait les agriculteurs pour la production de services environnementaux.

Figure 36 : Deux scénarios 2050 d'extension de l'irrigation (Université de Kassel)



Pour l'Europe de l'Ouest (dont la France), une des sept sous-régions considérées, l'étude conclut à un besoin en eau accru en 2050 par rapport à 2000 de :

- 97 % pour l'irrigation dans le cas du scénario « durabilité environnementale » (et environ un doublement de la surface irriguée),
- 311 % pour le scénario « économie d'abord » (et au moins un triplement de la surface) mais aussi l'abandon de l'agriculture dans les zones peu rentables et un fort creusement des inégalités territoriales.

La croissance du besoin en eau sera donc principalement le fait de l'extension de l'irrigation.

A l'échelle globale, euro-méditerranéenne, la croissance de la production permise par l'extension de l'irrigation restera cependant limitée :

- à hauteur de 29 % dans le scénario « économie d'abord » car de nombreuses terres agricoles non rentables ne seront plus cultivées du fait du recul de la PAC,
- et à hauteur de seulement 6,9 % dans le scénario « durabilité », soit une croissance deux fois moindre que l'augmentation annoncée de la population (+ 13 %).

5.4. La prospective *Explore 2070* du ministère en charge de l'écologie

L'étude *Explore 2070*, sur la base du scénario A1B du GIEC, annonce une forte augmentation des températures, des étés très chauds, voire torrides et très secs au sud, une augmentation généralisée de l'ETP, des débits en fort recul, jusqu'à - 50 %, et des étiages très sévères avec des baisses de - 40 à - 60 % selon les régions, y compris dans le Nord et l'Est.

L'analyse prospective porte sur l'évolution possible de l'équation offre/demande en eau en France à l'horizon 2070 à travers quatre scénarios différenciés déclinés en deux variantes (étalement urbain ou densification).

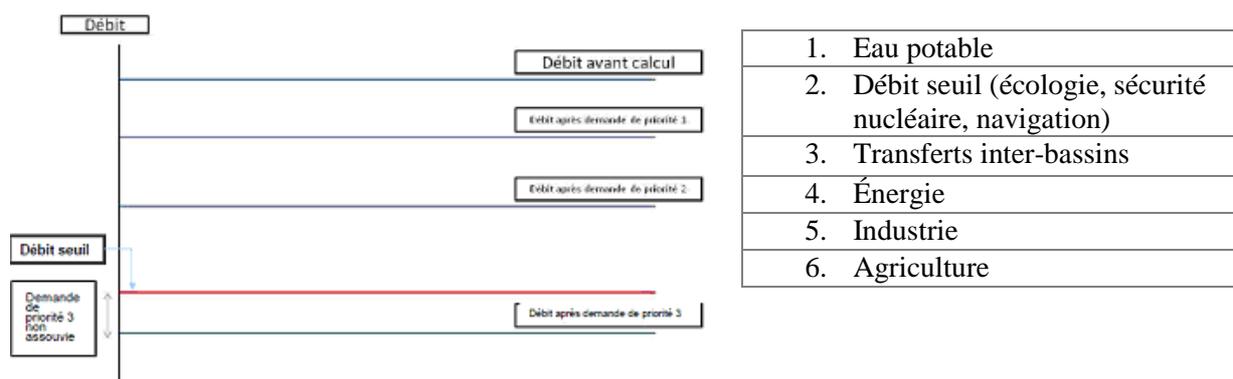
5.4.1. Les scénarios font l'impasse sur la possibilité d'un stockage accru

Explore 2070 a reconnu la spécificité de l'agriculture, celle-ci étant le seul usage « dont la dépendance à l'égard du climat induit des modifications majeures et quantifiables en termes de prélèvement et de consommation sur la ressource en eau ».

L'étude prend en compte les priorités actuelles de la politique actuelle de l'eau en France :

- Seule la « gestion de la demande » (efficacité et restrictions d'usages) est mise en avant.
- Les DOE sont fixés sans envisager une éventuelle réduction rendue pourtant inéluctable du fait du changement climatique.
- L'eau potable et le maintien d'un débit seuil (eau pour la nature et la sécurité nucléaire) sont considérées les deux priorités d'usages, l'agriculture ne venant qu'en 6^{ème} et dernière position (figure 37).

Figure 37 : Hiérarchie des usages de l'eau en France et respect du débit seuil (Source : *Explore 2070*)

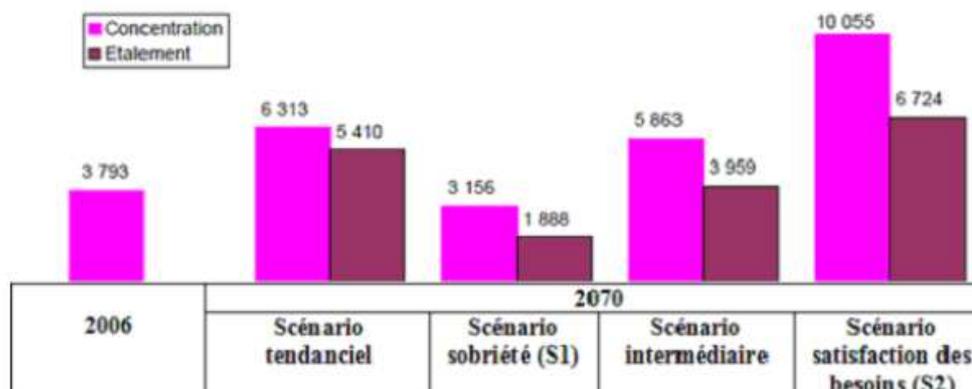


Les trois scénarios d'adaptation explorés ne retiennent, par suite, ni l'hypothèse d'une politique volontariste d'offre (développement du stockage, nouveaux transferts), ni celle d'une réduction des débits seuils (débits d'objectifs d'étiage) alors que les étiages seront pourtant bien plus sévères. Ils se différencient par la seule évolution de l'agriculture, chacun avec deux variantes selon le mode d'urbanisation. Les trois scénarios se différencient ainsi :

- le scénario « sobriété », S1, est celui de la suppression du maïs irrigué en France,
- le scénario « augmentation des besoins », S2, prend en compte l'augmentation des besoins en eau de l'agriculture y compris du fait de l'extension des surfaces irriguées au sud comme au nord de la Loire,

- le scénario « *intermédiaire* » retient pour hypothèse une conversion en cultures pluviales de 50 % du maïs irrigué.

Figure 38 : Volumes d'eau prélevés pour l'irrigation (millions de m³) : 4x2 scénarios *Explore 2070*



5.4.2. Le scénario de satisfaction des besoins avec arrêt de l'étalement urbain nécessiterait une croissance de 165 % des allocations en eau pour l'agriculture

Le scénario tendanciel (figure 39) montre qu'à assolement constant, la hausse des températures se traduira par une hausse des prélèvements pour l'irrigation par rapport en 2006 de l'ordre de :

- 66 % dans le scénario concentration (arrêt de l'étalement urbain),
- 43 % dans le scénario « étalement urbain », les surfaces agricoles étant réduites dans ce scénario en raison de la grande extension des surfaces urbanisées.

Le scénario alternatif (figure 39) de satisfaction des besoins, dans la variante « concentration », nécessiterait une augmentation des prélèvements pour l'irrigation de 165 % d'ici 2070, par rapport à l'année 2006.

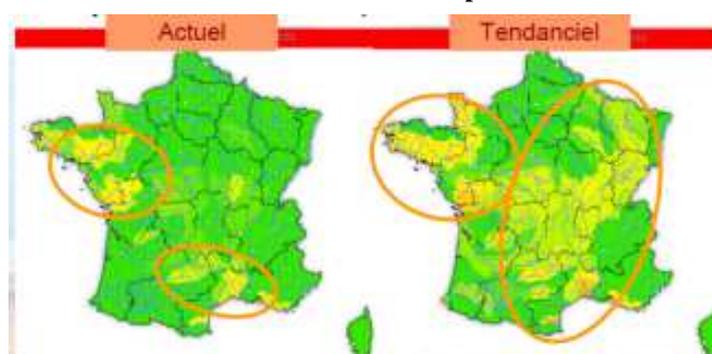
5.4.3. Un équilibre offre/demande impossible à atteindre avec les hypothèses retenues

Explore 2070 montre clairement qu'aucun des trois scénarios explorés, même celui de la disparition du maïs irrigué, ne permettra de rétablir un équilibre offre/demande.

Même dans l'hypothèse du scénario de passage à l'agriculture pluviale d'une grande partie de l'agriculture irriguée française (scénario « *sobriété* »), les débits seuils ne pourront pas être satisfaits dans un nombre très important de bassins. Ainsi et quel que soit le scénario, *la biodiversité aquatique et les services écosystémiques se retrouveront sous pression (figure 39).*

De plus, les résultats/cartes montrent fort peu de différences d'impacts sur les milieux entre les trois scénarios alternatifs : le nombre de mois sous le débit seuil et les espaces concernés restent à peu près identiques. Le sacrifice de l'agriculture ne pourra donc en aucun cas répondre au problème du maintien des milieux aquatiques dans leur état actuel.

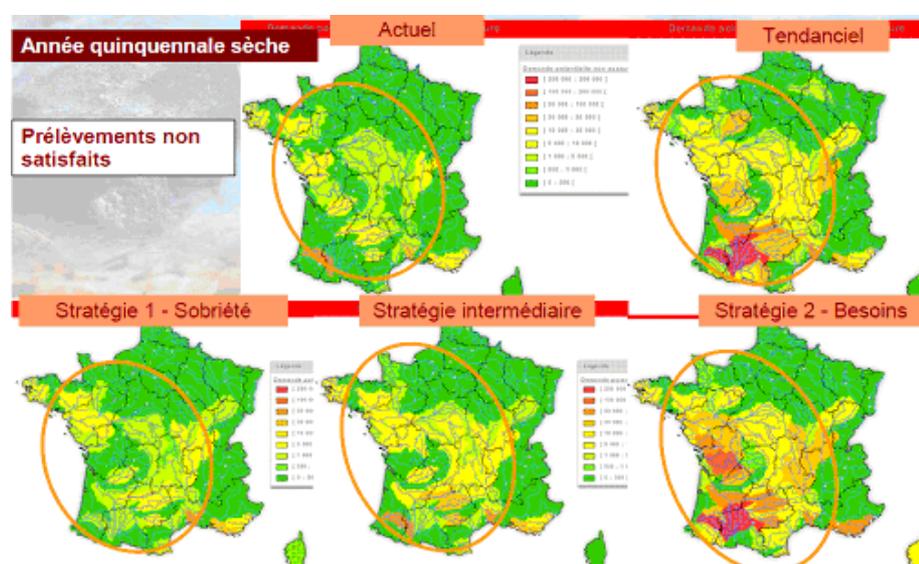
Figure 39 : Année quinquennale sèche : nombre de mois sous le débit seuil (seuil à 15 % du module) Situation et 4 scénarios *Explore 2070*





Ainsi et sans un changement de paradigme (passage à une politique équilibrée offre/demande), les prélèvements non satisfaits de l'agriculture s'accroîtront considérablement (figure 40).

Figure 40 : Prélèvements non satisfaits : actuels et 4 scénarios Explore 2070



Cependant, l'étude ne donne aucune indication sur les conséquences socio-économiques qui résulteraient de la non satisfaction des besoins identifiés pour l'agriculture française, pour l'économie nationale, pour les territoires ruraux, pour les consommateurs et pour le climat.

5.5. La prospective Garonne 2050

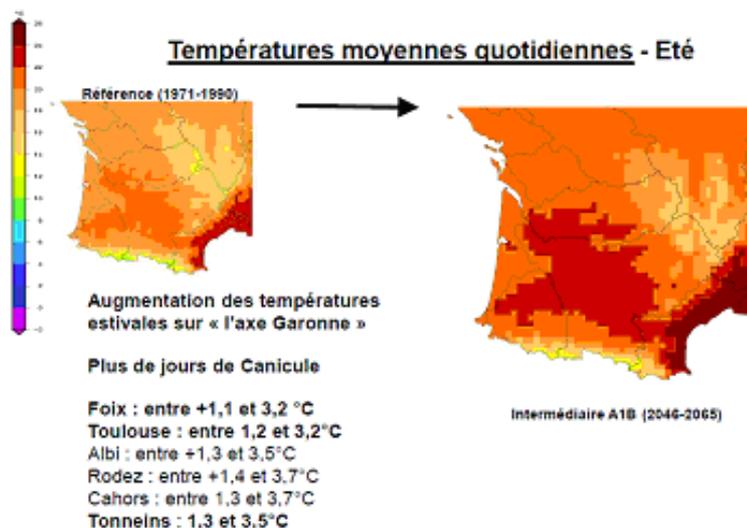
5.5.1. Une perte de 80 à 90 % du nombre d'exploitations avec les scénarios « sobriété » et « libéral » ?

Garonne 2050, étude prospective conduite de fin 2010 à fin 2013 à l'initiative de l'Agence de l'eau Adour Garonne, a exploré plusieurs scénarios différenciés de gestion quantitative de l'eau dans le contexte du changement climatique (source : <http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/grands-dossiers/la-garonne-2050.html>). Elle a bénéficié d'un appui méthodologique important assuré notamment par *Futuribles*.

Comme les autres exercices comparables, *Garonne 2050* a d'abord alerté sur les évolutions annoncées par le scénario A1B du GIEC (scénario médian) : augmentation de température de 1,5 à 2,8°C (et jusqu'à 3,5), légère baisse du total de précipitations (de l'ordre de 10 %), étés plus secs et souvent caniculaires, étiages plus sévères, plus longs et plus précoces avec une baisse des débits à hauteur de 50 %, hors gestion des barrages. Par ailleurs, l'étude retient l'hypothèse de la poursuite de la forte croissance de la population sur le bassin de la Garonne (+0,9 % par an contre +0,5 % à l'échelle nationale). En effet, la population de

4,6 millions d'habitants sur la zone gagne chaque année 30 000 habitants, essentiellement du fait du solde migratoire.

Figure 41 : Évolution des températures moyennes quotidiennes en été d'ici 2050 dans le Sud Ouest



Étude prospective à caractère « participatif », *Garonne_2050* a eu le mérite d'ouvrir la réflexion à l'exploration de scénarios intégrant la possibilité :

- d'agir sur le volet « offre » (stockage) et pas sur le seul volet « demande » (efficacité et restrictions d'accès) de la gestion de l'eau,
- d'une baisse des débits d'objectif d'étiage, la Garonne, devenant « méditerranéenne », devant voir ses débits naturels d'étiages réduits de moitié d'ici 2050.

Garonne 2050 a d'abord établi un constat. L'agriculture et l'agro-alimentaire ont une importance économique considérable dans la région, une baisse importante de la SAU est constatée en 40 ans (- 8 % : 230 000_ha), le nombre d'exploitations agricoles n'est plus que de 65 422 en 2007 (- 65 % en 40 ans) et les superficies irriguées ont baissé depuis 2000. Les exploitations sont cependant encore essentiellement de type familial (taille moyenne : 50 ha par exploitation).

L'étude a ensuite été conduite en deux grandes étapes prospectives. La première a consisté à explorer cinq scénarios différenciés (tendanciel, stockage, sobriété, local et libéral). La possibilité soit d'une réduction des prélèvements pour l'agriculture (- 20 % conformément au PNACC), soit au contraire d'une augmentation (+ 20 %) pour répondre aux nouveaux besoins d'adaptation a été examinée dans certains scénarios.

Les principales hypothèses associées aux scénarios concernant l'agriculture sont les suivantes :

- Au scénario « *sobriété* » (réduction de moitié de la superficie irriguée avec abandon du maïs et du soja) est associé une baisse du nombre d'exploitations agricoles de 80 à 90 % (contre 40 % dans le scénario tendanciel), sans pour autant permettre de toujours respecter les débits d'objectifs d'étiage.
- Le scénario « *libéral* » verrait la disparition des politiques de l'eau et de l'agriculture. L'eau devient donc un bien marchand et seules quelques grandes entreprises valorisent les terres agricoles. A ce scénario est associée la même hypothèse de diminution du nombre d'exploitations (-80 à -90 %) que le scénario « *sobriété* ». Comme ce dernier et comme le scénario tendanciel, il a été considéré comme inacceptable.
- Aux scénarios « *stockage* » et « *local* » sont au contraire associés une hypothèse de maintien du nombre actuel d'exploitations. Celles-ci pratiqueraient une « agriculture écologiquement intensive » (AEI) mais avec des systèmes de production et des évolutions différenciés. Dans le scénario « *stockage* », l'accent est mis sur l'accès à l'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre : de nouveaux barrages permettent le développement de l'hydro-électricité et de la production de biomasse. Dans le scénario « *local* », la décentralisation incite les territoires à l'autonomie. De petits barrages et retenues

sont construits et les marchés de proximité sont valorisés avec des assolements très diversifiés. Le scénario mobilise moins de ressources en eau mais la solidarité amont-aval est abandonnée.

Tableau 6 : Les 5 premiers scénarios de Garonne 2050 et l'agriculture

Scénarios		Tendanciel	Stockage	Sobriété	Local	Libéral
Production agricole	SAU	- 10 %	Stable	- 20 %	Stable	- 20 %
	Nombre exploitations	25 000	45 à 65 000	7 à 15 000	45 à 65 000	7 à 15 000
	Cultures	Baisse maïs Hausse blé, colza, tournesol	Agrocarburants 2 ^{ème} génération Miscanthus + soja, pois, luzerne, chanvre	Abandon maïs et soja pour blé et tournesol	Marchés de proximité produits de terroirs	Mitage d'exploitations capitalistiques Agro-industrie
	Type d'agriculture	agriculture écologiquement intensive	agriculture écologiquement intensive	Extensif	agriculture écologiquement intensive	
Irrigation	Surface irriguée	Stable	+ 50 %	- 50 %	Stable	Stable
	Stockages		Aidés		Aidés	Locaux privés
	Assolements	Diversifiés : report été sur printemps	Maintien maïs irrigué Biomasse	Assolement diversifié	Assolements très diversifiés Biomasse	Maintien du maïs irrigué
	Prélèvements en eau	+ 15 à + 20 %	+ 70 %	- 40 %	+ 15 à + 20 %	+ 15 à + 20 %

Source : Présentation de *Garonne 2050* par Futuribles, Assemblée générale du CGAAER, 2016

5.5.2. La solution passera par la baisse des débits seuils et par le stockage multi-usages de l'eau

La 2^{ème} étape de l'étude a consisté à poursuivre et à renouveler l'analyse prospective en tenant compte de la nécessité de s'adapter à la nouvelle donne climatique, tout en essayant de satisfaire les services rendus par l'eau en période d'étiage (dont l'agriculture/alimentation et l'eau pour la nature). Ceci a généré de nouvelles simulations relatives :

- aux *débits seuils* avec trois alternatives :
 - une réduction des DOE à hauteur de 50 %, c'est-à-dire une réduction à hauteur de la baisse des apports naturels d'étiage annoncés à l'horizon 2050,
 - une réduction des DOE de seulement 25 % grâce au soutien d'étiage
 - des DOE maintenus à 100 % en compensant par le stockage/soutien d'étiage ce que la nature n'apporte plus ;
- aux *volumes prélevables* par l'agriculture, avec trois alternatives à l'horizon 2050 :
 - le maintien des volumes prélevables (VP) négociés pour l'année 2021,
 - une baisse de 20 % des VP comme suggéré par l'actuel PNACC (Plan national d'adaptation au changement climatique),
 - une hausse de 20 % des VP pour tenir compte de la demande climatique supérieure.

Les principales conclusions de cette 2^{ème} étape sont résumées dans le tableau 7.

En synthèse, l'étude *Garonne 2050* montre que :

- dans les trois scénarios, il faudra à la fois mobiliser une part importante de l'eau des réserves EDF pour le soutien d'étiage et créer rapidement de nouvelles infrastructures de stockage. Un volume significatif de stockage supplémentaire (l'équivalent en volume de 75 à 300 « Sivens ») sera en effet nécessaire pour maintenir un débit minimal acceptable de la Garonne en été (même avec une agriculture sobre ou avec une agriculture sacrifiée),
- la variation des prélèvements agricoles de + ou - 20 % aurait un impact secondaire sur le stockage pour le soutien d'étiage,

- le maintien à leur niveau actuel des DOE n'est pas réaliste car il imposerait, outre le sacrifice de l'agriculture, un scénario de création d'infrastructures extrêmement coûteux. Une réduction des DOE est donc à prévoir.

Tableau 7. Trois scénarios pour la Garonne à l'horizon 2050

Scénarios	Réduction de 50% des DOE	Maintien des DOE à leur niveau actuel	Réduction de 25% des DOE
Stockage et mobilisation de l'eau	Mobilisation nécessaire de 195 millions m3 de plus : <ul style="list-style-type: none"> • 120 par prélèvements dans les réserves EDF • 75 par création de retenues 	Mobilisation nécessaire de 680 millions m3 de plus : <ul style="list-style-type: none"> • 380 par prélèvements dans les réserves EDF • 300 par création de retenues 	Mobilisation nécessaire de 335 millions m3 de plus : <ul style="list-style-type: none"> • 140 par prélèvements dans les réserves EDF • 195 par création de retenues ou 415 millions m3 si on décidait d'augmenter de 20 % les allocations en eau pour l'agriculture négociées pour 2021
Commentaires sur le scénario (conséquences)	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de défaillance de production d'eau potable de qualité • Remise en cause des services paysagers, récréatifs et économiques de la Garonne de mai à novembre 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité de faire sauter le verrou technologique du stockage électrique (utilisation des réserves pour le soutien d'été) + sacrifice agriculture • Scénario beaucoup trop coûteux 	Seul scénario jugé « acceptable » par les auteurs de l'étude

Ainsi, selon Futuribles qui a accompagné tout l'exercice de prospective, « *l'impact du changement climatique devrait être exprimé essentiellement en volumes supplémentaires à stocker/mobiliser pour compenser son effet à l'été* ».

La conclusion est clairement la nécessité d'une nouvelle *prise de conscience* : l'ampleur des évolutions annoncées et la nécessité de les anticiper en jouant en même temps sur la gestion inter-saisonnière de la ressource (stockage) et sur une révision à la baisse des DOE (sans oublier la poursuite des gains d'efficacité). Les politiques de l'eau se rapprocheraient ainsi de celle de l'Espagne confrontée de longue date à des situations de rareté et à un climat proche de celui que la France devrait connaître d'ici quelques décennies.

Le nouveau SDAGE du bassin Adour-Garonne n'a pas encore traduit en décision cette orientation même si la nécessité du stockage a été reconnue dans son principe, ainsi que le besoin d'une future relecture/modification du SDAGE pour réussir l'anticipation.

5.6. Vers une nouvelle vision politique pour anticiper au lieu de subir : les analyses du rapport sénatorial Tandonnet/Lozach « Eau : urgence déclarée »

Le rapport « *Eau : urgence déclarée* » des sénateurs Henri Tandonnet et Jean-Jacques Lozach, adopté en mai 2016 par la Délégation sénatoriale à la prospective, est consacré à la gestion de l'eau dans un horizon de moyen-long terme dans le contexte de dérèglement climatique. S'appuyant sur les nombreux rapports récents disponibles et sur une série d'entretiens, les auteurs alertent sur la montée annoncée des problèmes et sur l'urgence d'une prise de conscience de la réalité des faits annoncés à savoir : *moins d'eau, plus de chaleur et davantage de besoins*.

La première innovation du rapport est de montrer que *la question de l'eau, en tant que ressource, concerne tout le monde*. Chacun doit en effet pouvoir se nourrir et notre indépendance alimentaire, qui est directement liée à la disponibilité en eau, doit pouvoir être préservée. Il est donc crucial de « ne pas mettre en opposition frontale et stérile agriculteurs et consommateurs dès lors qu'ils partagent un intérêt commun : celui de disposer d'une alimentation de qualité à des coûts accessibles ».

L'enjeu est plus large car « sauf à vouloir détruire un modèle agricole et un mode de vie auxquels beaucoup sont attachés et qui représente une richesse pour la France, il n'est pas en effet concevable de conserver un maillage d'exploitations familiales qui façonne les paysages, en remplaçant des cultures légumières et fruitières par la culture du sorgho, certes plus économe en eau mais à une échelle bien plus grande ». Les auteurs soulignent la nécessité pédagogique de montrer que l'eau est une solution au problème climatique et alimentaire. Ne sera-t-elle pas de plus en plus indispensable à l'indépendance alimentaire du pays, et, dans bien des espaces, à la sécurisation des revenus, à l'installation des jeunes et à la qualité et à la vie des territoires (emplois) ? L'irrigation pourrait même, comme le souligne le rapport, être mobilisée pour réduire localement les canicules annoncées (hausse de + 5°C en été) et contribuer ainsi au mieux vivre en ville. Les rapporteurs déplorent que l'eau n'ait pas été mise en avant comme un point clef dans l'*Accord de Paris* (COP 21).

Une autre innovation importante du rapport est l'invitation à *adopter une « vision écologique globale »*. En effet, le bon état écologique des eaux ne peut s'appréhender sous l'angle seulement national et les auteurs estiment qu'il serait peu responsable de « déplacer encore plus nos problèmes sur des pays qui ont moins d'eau et qui rencontrent encore bien plus de difficultés que le notre ». Ils rappellent qu'en 2007, 15 milliards de m³ d'eau ont été utilisés à l'étranger pour produire des biens et services importés par la France contre seulement 6,6 milliards de m³ utilisés en France pour produire ce qui est exporté. La France a pourtant pour elle une ressource relativement abondante puisque 97 % de ce qui s'écoule arrive à la mer.

Comment prévenir la montée annoncée des conflits d'usages et maintenir nos emplois, nos paysages et notre souveraineté alimentaire quand un quart du territoire national est classé en « zones de répartition des eaux » (zones en déficit quantitatif non conjoncturel) ? L'avenir s'assombrit encore avec la perspective des sécheresses agricoles extrêmes, de l'augmentation des besoins en eau et de la forte baisse des débits d'étiage. Les auteurs s'interrogent par conséquent sur la *Directive cadre sur l'eau* et sur les lois et textes réglementaires qui s'en sont aujourd'hui très directement inspirés en France : ne faut-il pas en effet « réfléchir autrement que sous le prisme anglo-saxon (d'une ressource abondante) au niveau européen et national » et « avoir une approche plus méditerranéenne » ? Le seul sujet à traiter n'est pas celui de la qualité. Celui de la *disponibilité* va s'imposer et la solution passera par une politique d'offre et pas seulement de demande. « S'interdire de créer des réserves serait en effet contraire à toute l'histoire de l'humanité quand elle est confrontée au risque de pénurie. Dans un contexte de survie, il paraît en effet de bon sens de constituer des stocks pour capter l'eau quand elle est abondante, et donc sans risque pour l'écosystème, afin de pouvoir la restituer quand elle vient à manquer ». Le rapport passe en revue les autres types de solutions possibles depuis l'amélioration des réseaux, l'agro-écologie et l'irrigation de précision jusqu'à la recharge des nappes et la réutilisation des eaux usées.

Pour les auteurs, il s'agit par conséquent de « faire évoluer la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 au vu des nouvelles données climatiques pour mettre en place *une politique de partage adaptant les ressources aux besoins* », les deux priorités à mettre en avant étant dans l'ordre la consommation humaine (eau potable et alimentation) et la sécurité énergétique. Ils plaident en outre pour une gestion décentralisée au niveau de chaque bassin et sous-bassin, associant l'ensemble des acteurs du territoire afin de définir les moyens d'atteindre l'équilibre entre besoins et ressources en période de crise, tout en soulignant la nécessité de véritables capacités de maîtrise d'ouvrage. Le mode de gouvernance actuel est jugé à la fois « trop centralisé et trop dispersé ». En conclusion, pour les auteurs, le temps est donc maintenant venu du « réalisme », de l'« action » et du « politique » car il est urgent d'anticiper si on ne veut pas subir.

Annexe 1 : Liste des sigles utilisés

AFEID	Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage
AEI	Agriculture écologiquement intensive
AEP	Alimentation en eau potable
AIRMF	Association des Irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises
ANR	Agence nationale de la recherche
ARVALIS	Institut du végétal
ASA	Associations syndicales autorisées
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
BRL	Groupe BRL, issu de l'évolution de la Compagnie Nationale d'Aménagement de la région du Bas Rhône et du Languedoc
CGAAER	Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux
CGDA	Conseil général du développement agricole (Maroc)
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
DCE	Directive cadre sur l'eau
DOE	Débits d'objectifs d'étiage
DRAAF	Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DREAL	Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EMMAH	Département de l'INRA, unité mixte de recherches (UMR) entre l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (UAPV) et l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA)
ETM	Evapotranspiration maximale effective
ETP	Evapotranspiration potentielle annuelle
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture - Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEADER	Fonds européen agricole pour le développement rural
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIS-SOL	Groupement d'Intérêt Scientifique Sol
HSM	Laboratoire HydroSciences Montpellier
INRA	Institut national de la recherche agronomique
IRSTEA	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
IWMI	Institut international de gestion de l'eau - International Water Management Institute
JRC	Joint Research Centre
LOLF	Loi organique relative aux lois de finances

MEDDE	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
ONERC	Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique
OUGC	Organisme unique de gestion collective
PAC	Politique agricole commune
P-ETP	Pluies – évapotranspiration potentielle
PFE	Partenariat Français pour l'eau
PNACC	Plan national d'adaptation au changement climatique
SAU	Surface agricole utile
SCV	Sous couverture végétale
SDAGE	Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux
SERFEL	Station expérimentale et de recherche fruits et légumes
UE	Union européenne
VP	Volumes prélevables
WOCAT	Panorama mondial des approches et des technologies de conservation
WRI	World Resources Institute
ZRE	Zones de répartition des eaux