

Communication au colloque de la SFER à l'ESA d'Angers, 6-7 juin 2024

Adapter les productions agricoles face au changement climatique, une étude prospective à l'échelle de 5 territoires ligériens

Anne-Monique Bodilis¹, Alice Valles¹, Clément Gras¹,

¹ Arvalis-Institut du végétal

Introduction

Face aux évolutions du climat, les agriculteurs des Pays de la Loire et les acteurs de leurs filières de productions végétales ont conduit en 2022-2023 une réflexion prospective en intégrant les atouts et contraintes de leur territoire. Quelles productions et filières végétales dans la région à horizon 2050 ? Comment garantir la pérennité de l'activité agricole et agroalimentaire locale, tout en préservant les paysages et la ressource en eau ?

Pour appréhender ces questions, agriculteurs et techniciens agricoles ont évalué différentes trajectoires d'adaptation, préfigurant ce que pourraient être leurs exploitations agricoles demain. Cette étude prospective sur les systèmes de culture en Pays de la Loire, a été pilotée et réalisée par ARVALIS dans le cadre du projet inter-régional CLIMATVEG¹. Elle a associé une soixantaine d'agriculteurs ainsi que leurs partenaires techniques et économiques et bénéficié du financement de la région Pays de la Loire.

1 – CONTEXTE ET METHODE

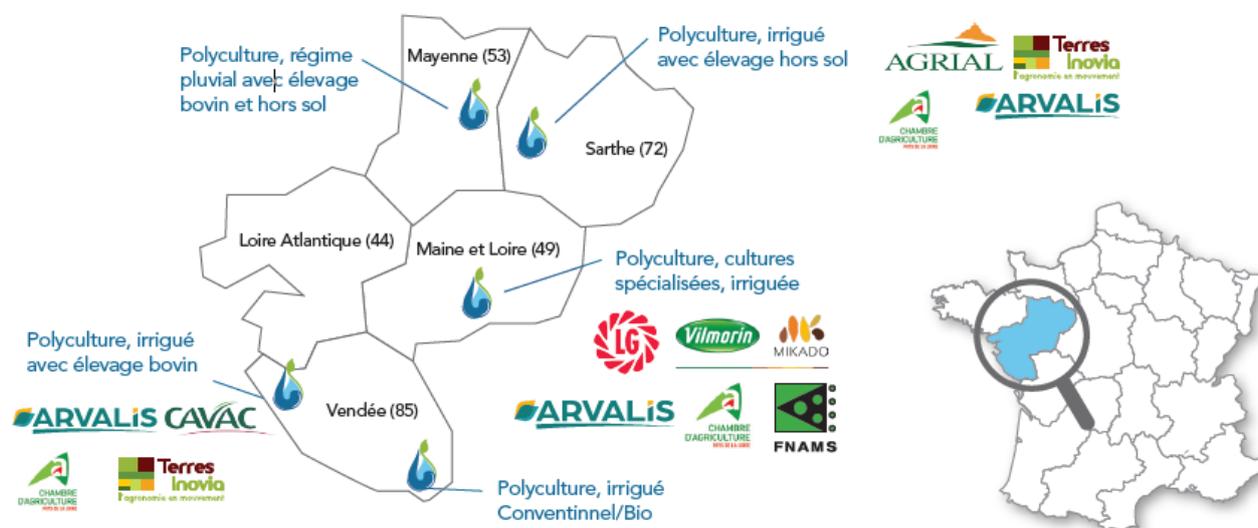
1-1- Cinq territoires d'étude contrastés, représentatifs de la diversité régionale

L'étude prospective a été menée dans 5 territoires différents de la région Pays de la Loire, choisis de manière à explorer la diversité des contextes pédoclimatiques et les systèmes de production associés (figure et tableau 1).

Dans chacun de ces territoires, l'étude a consisté à définir avec ses acteurs agriculteurs, conseillers agricoles et opérateurs des filières économiques du végétal, un système de production de référence – appelé par la suite « système de référence » et à coconcevoir différents scénarios d'adaptation plus résilients vis-à-vis du changement climatique en intégrant tant que faire se peut l'évolution des modes de consommation et des marchés. Ces scénarios ont été évalués à l'échelle de l'exploitation agricole et à l'échelle du territoire, **dans le passé récent, et à horizon 2040-2060.**

¹ Le projet inter-régional **CLIMATVEG**, coordonné par Vegepolys Valley, étudie les leviers de transition et la durabilité des systèmes de productions végétales face au changement climatique. Il est financé par les partenaires réalisateurs, les régions Pays de la Loire et Bretagne et l'Ademe.

Figure et tableau 1 : les 5 territoires dans lesquels l'étude a été conduite et leurs partenaires techniques et économiques associés



| Territoire | Description du système de référence | Acteurs économiques et techniques associés |
|---|---|---|
| Plaines du centre-est des Pays de la Loire (Sarthe, Est Maine et Loire) | Système de polyculture partiellement irrigué – élevage hors sol | Agrial Chambre d'agriculture |
| Bocage du nord (Nord Maine et Loire, Mayenne) | Système de polyculture régime pluvial – élevage bovin | Terres Inovia |
| Bocage et Plaine du sud (Sud Loire Atlantique, Nord Vendée) | Système de polyculture partiellement irrigué – élevage bovin | Cavac Chambre d'agriculture |
| Plaine de Vendée (Sud et Centre Vendée) | Système de polyculture partiellement irrigué en bio et en conventionnel | Terres Inovia |
| Vallée de l'Authion (Maine et Loire) | Système de polyculture irrigué avec production de cultures spécialisées | Vilmorin, Limagrain Fnams, Chambre d'agriculture |

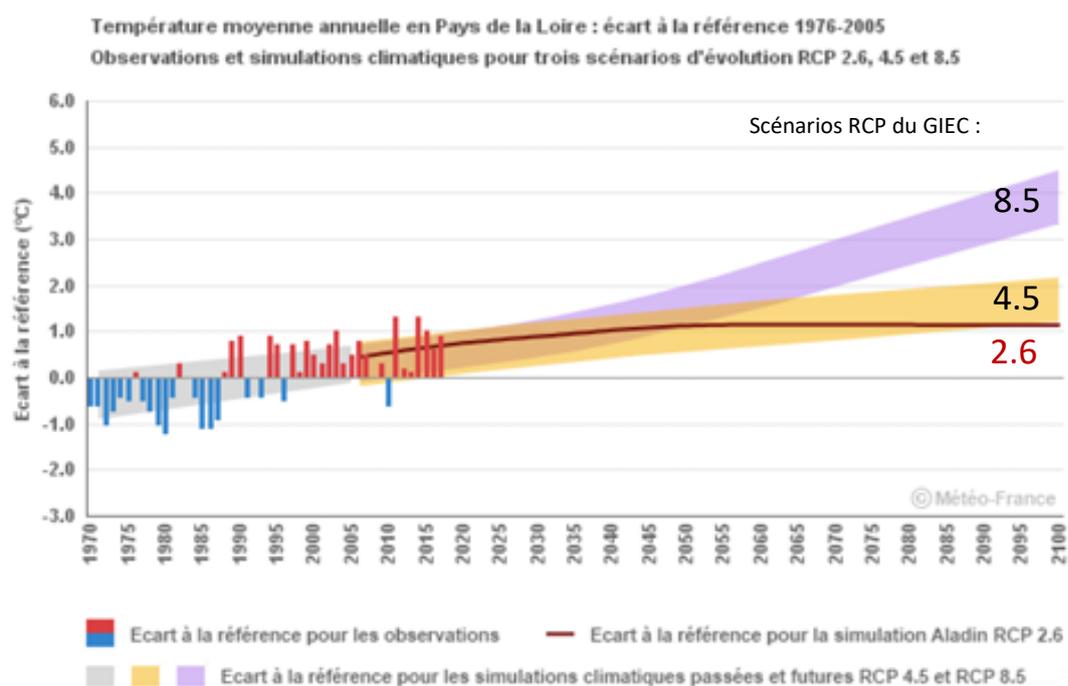
1-2- Un climat ligérien qui se réchauffe, marqué par des aléas croissants

La région Pays de la Loire bénéficie d'un climat doux océanique qui se nuance en climat océanique altéré à dégradé à mesure de l'éloignement de la façade atlantique. Les températures y sont clémentes (moyenne annuelle de 10 à 12.5°C) avec un gradient Sud-Nord mais aussi Ouest – Est, l'est de la région, plus continental connaît davantage de gelées en hiver et de températures chaudes en été. La pluviométrie est relativement soutenue en automne-hiver tandis que les 2 mois d'été sont régulièrement marqués par un déficit hydrique prolongé. Le gradient Ouest – Est est également marqué pour la pluviométrie, l'ouest de la région étant davantage exposé aux perturbations océaniques. Ainsi la pluviométrie annuelle moyenne varie de moins de 500 mm sur le Saumurois à près de 1000 mm sur les reliefs du nord de la Mayenne ou dans les Gâtines en Vendée.

Ce climat tend déjà à évoluer, avec un réchauffement notable depuis le début des années 1990. Globalement, en trente ans (entre 1959-1988 et 1989-2018), les températures gagnent 1 degré en moyenne annuelle. Cette tendance à l'augmentation des températures se manifeste tant dans les valeurs minimales que maximales, aussi bien en été qu'en hiver. La distribution spatiale des températures reste identique dans le temps.

En Pays de la Loire comme sur le reste du territoire français, les projections climatiques du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) montrent une poursuite du réchauffement annuel, de même ampleur quel que soit le scénario climatique jusqu'aux années 2050. Le nombre de journées chaudes est également en augmentation tandis que le nombre de gelées poursuit sa diminution. Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario climatique considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂ qui respecterait l'accord international de Paris de 2015). Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait dépasser 3°C à l'horizon 2071-2100 (figure 2).

Figure 2 : évolution des températures moyennes annuelles en France selon les différentes projections du GIEC – Source : Météo-France

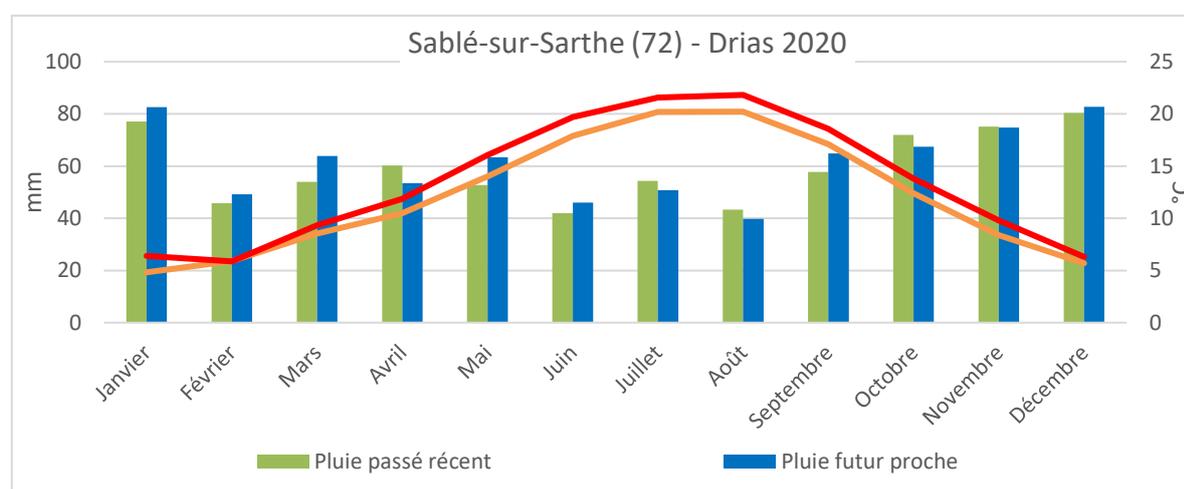


En tendance, les projections climatiques du GIEC montrent peu d'évolution des précipitations annuelles mais une répartition saisonnière encore plus marquée qu'actuellement. La pluviométrie hivernale et printanière plus importante devrait contribuer favorablement à la recharge des nappes mais accentuera également le risque d'excès d'eau hivernal dans les sols hydromorphes. Le déficit estival accru, couplé à la tendance estimée d'étés se réchauffant plus vite que les hivers, devrait induire une évapotranspiration estivale plus marquée affectant sévèrement le bilan hydrique.

Les évaluations réalisées dans le cadre de l'étude s'appuient sur la comparaison de 2 périodes climatiques disjointes : une période de référence correspondant au passé récent (1980 – 2000) et une période dans le futur proche (2040 - 2060). Pour chacune de ces périodes, nous avons généré les paramètres météorologiques de 20 années climatiques, simulés par les modèles de Météo France – DRIAS (modèle retenu : ALADIN) de manière à appréhender la variabilité du climat.

Nous avons choisi de travailler sur la trajectoire RCP 4.5 du GIEC, qui fait l'hypothèse d'une stabilisation des émissions de gaz à effet de serre. Ce scénario conduirait à une augmentation des températures moyenne de +1.6 à +2.5°C à l'horizon 2060 (figure 3). Rappelons que sur le pas de temps choisi pour l'étude (2040-2060) les différents scénarios du GIEC se différencient encore peu, la divergence des scénarios survenant après (figure 2).

Figure 3 : Tendence moyenne des simulations du climat passé et futur sur 20 ans (Drias, 2020) – exemple du territoire Vallée de la Sarthe



| Météo Sablé/Sarthe (72) Source Météo France (Drias 2020 – modèle Aladin – RCP 4.5) | 1980-2000 | 2040-2060 |
|--|-----------|---------------------|
| T° moyenne annuelle | 12.2 °C | 13.5 °C + 1.3 °C |
| Pluviométrie moyenne annuelle | 715 mm | 739 mm + 24 mm |
| Bilan Hydrique estival cumul de [Pluie – évapotranspiration potentielle] de juin à sept | -264 mm | -357 mm + 93 mm |

Les projections d'évolution du climat futur révèlent également une recrudescence d'évènements climatiques extrêmes ayant des conséquences sur les productions végétales (gel tardif, défaut de rayonnement, inondations...). Ces accidents climatiques, annoncés plus fréquents mais par définition difficiles à prévoir, n'ont pas pu être intégrés dans l'étude.

1-3- Une approche quantitative par modélisation au service de l'analyse multicritère

L'évaluation multicritère des différents systèmes de culture et leur projection dans le climat futur a été possible grâce à de la modélisation à partir des données climatiques, pédologiques, techniques et agronomiques propres à chaque territoire. Elle s'appuie sur l'utilisation de l'outil de simulation ASALEE mis au point par ARVALIS et ses partenaires (figure 4). Cet outil permet d'évaluer des assolements de cultures par simulation de la production de chaque culture sous contrainte hydrique. La variabilité climatique est appréhendée par simulation des rendements sur les 20 années climatiques de chaque période « passé récent » et « futur proche ».

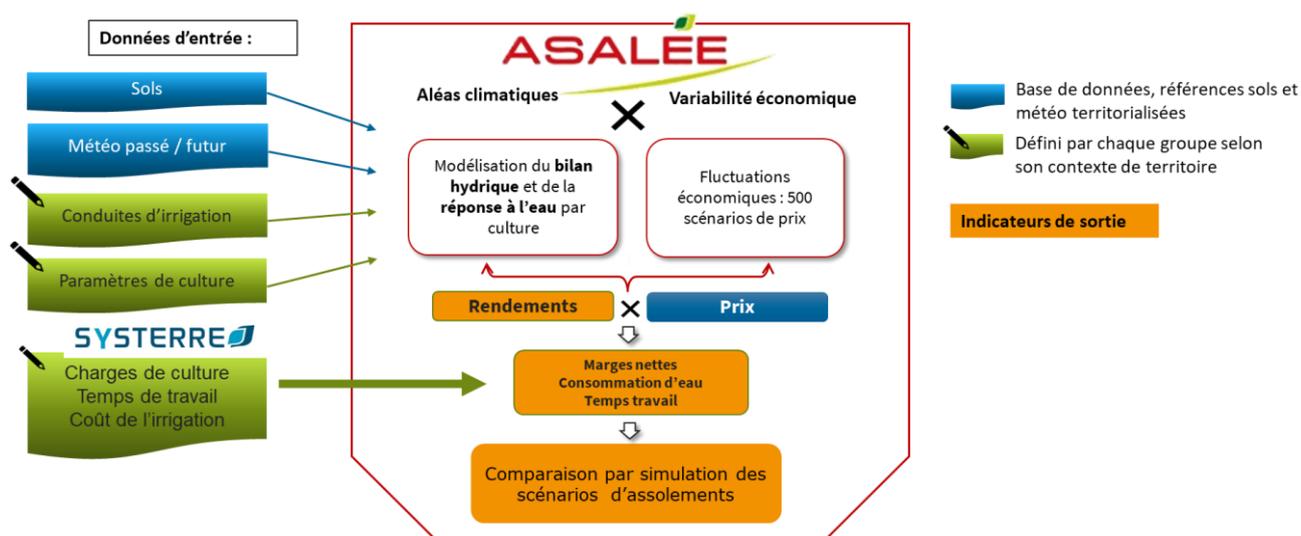
Ce volet agro-climatique repose sur un modèle de bilan hydrique (modèle ARVALIS Irré-LIS) qui renseigne sur le niveau de satisfaction des besoins en eau de chaque culture aux stades phénologiques clés de son cycle, couplé à des fonctions de production. Les fonctions de production sont issues des travaux d'expérimentations et permettent d'estimer le rendement attendu en fonction de la contrainte hydrique (un climat et un volume d'eau disponible donné – pluie et eau d'irrigation) à partir d'un rendement potentiel en confort hydrique. Pour ce faire, ASALEE fait appel à des bases de données sols et météo (sources Météo France et ARVALIS). On obtient ainsi un rendement par culture selon l'incertitude climatique et les apports d'eau d'irrigation. L'utilisateur paramètre les caractéristiques des îlots de cultures (surfaces, volumes d'irrigation disponible, dates d'application, matériels et débits, règles de conduite) et les cultures présentes (dates de semis, précocités, règles d'irrigation, couverts végétaux avant la culture).

Cette variable estimée est ensuite traduite en un **indicateur économique de Marge Nette** intégrant les niveaux de production, les prix de vente et l'ensemble des charges associées à chaque culture de l'assolement (charges liées à l'irrigation, charges opérationnelles et charges de structure estimées à partir du paramétrage réalisé par chaque groupe territorial et à l'aide de l'outil Systerre®). **L'aléa économique est appréhendé à partir d'un modèle d'incertitude des prix** de vente des productions qui simule le résultat économique pour 500 scénarios de prix.

Ainsi, la dimension de risque et de fluctuation du résultat est approchée pour 2 facteurs de variabilité majeurs pour les exploitations agricoles : les aléas climatiques et la variabilité des prix de vente des productions.

Enfin, l'outil fournit d'autres indicateurs d'intérêt comme **le volume d'eau d'irrigation consommé et les temps de travaux.**

Figure 4 : représentation schématique de la modélisation des indicateurs avec l’outil Asalée



Enfin, l’analyse multicritère a également été enrichie par des indicateurs de durabilité agronomique associés à chaque assolement.

Ainsi, en s’appuyant sur un tableau d’indicateurs agronomiques, socio-économiques, et environnementaux (tableau 2), les différents scénarii d’assolements proposés et modélisés pour chaque territoire ont été comparés.

Tableau 2 : les différents indicateurs agronomiques, socio-économiques, et environnementaux utilisés pour l’analyse multicritère au sein de chaque territoire

| Indicateurs socio-économiques | |
|---|--|
| <p>Marge nette € / ha</p> <p><i>Valeur médiane et dispersion sur 20 années climatiques et pour 500 scénarios de prix</i></p> | <p>Revenu dégagé par l’exploitant agricole après le retrait de l’ensemble des charges de l’exploitation (hors rémunération familiale). La marge nette correspond à ce qui reste au chef d’exploitation pour sa propre rémunération (les charges salariales ont été déduites).</p> <p><i>Marge nette = prix de vente x rendement + Aides PAC – charges d’intrants – charges de mécanisation (estimées par l’outil Systerre®) – charges de main d’œuvre salariale – Cotisation sociales – charges liées au foncier</i></p> |
| <p>Temps de traction Heures travaillées / an</p> | <p>Temps passé sur la parcelle hors temps d’approche. Comme pour les charges de mécanisation, ce temps a été estimé à l’aide de l’outil Systerre® à partir d’un itinéraire technique moyen établi par culture et d’un débit de chantier par opération culturale.</p> |
| <p>Part des cultures spécialisées dans l’assolement % de la surface cultivée</p> | <p>Ces cultures, sources de forte valeur ajoutée, sont parfois remises en cause en lien avec l’eau disponible dans certains scénarios étudiés (territoires Vallée de l’Authion et Plaine de Vendée)</p> |
| <p>Emploi agricole direct</p> | <p>Nombre d’UTH travaillant sur l’exploitation</p> |

| Indicateurs environnementaux |
|--|
| <p>Consommation en eau pour l’irrigation des cultures - m3/an <i>Valeur médiane et dispersion sur 20 années climatiques</i></p> |
| <p>Evolution des surfaces en prairie - % de la situation de référence</p> |

| Indicateurs agronomiques | |
|--|--|
| Equilibre du Bilan fourrager 3 classes : « déficitaire » « équilibré » « excédentaire » | Estimé à partir d'un bilan fourrager médian sur 20 ans = besoins du troupeau – production médiane de fourrages Qualifié selon ce bilan de : « déficitaire » = nécessité d'acheter du fourrage ou de réduire la taille du troupeau, « équilibré », « excédentaire » |
| Autonomie en azote du système de culture indice en relatif à la situation actuelle = 100 | Appréhendée par 2 indicateurs agrégés sous la forme d'un indice en relatif à la situation actuelle : - La part des cultures pourvoyeuses d'azote (colza = résidus de culture pourvoyeurs d'azote à la culture suivante, légumineuses, prairie) dans l'assolement : % de la surface cultivée - Les sources de produits résiduels organiques produites sur l'exploitation du fait de l'activité d'élevage : évolution dans les différents scénarios par rapport à la situation initiale. |
| Potentiel de maîtrise du désherbage Note synthétique globale à l'exploitation - échelle à 4 niveaux du moins satisfaisant au plus satisfaisant : --/+/++ | Appréhendé avec 2 ratios : - Le rapport surface en cultures de printemps/surface en cultures d'hiver : dans l'idéal, ce ratio doit être proche de 100 %, c'est-à-dire équilibré pour éviter une spécialisation de la flore adventice (risque de mauvais contrôle des graminées d'hiver si dominante de cultures d'hiver / risque de mauvais contrôle des graminées estivales si dominante de cultures d'été) avec en conséquence un recours accru aux herbicides. - La part de prairies assolées dans la SAU – les cultures pluriannuelles comme la prairie facilitant le contrôle des adventices annuelles / % de la surface cultivée |

Encadré. Hypothèses de travail retenues pour le calcul des indicateurs économiques

- Les charges de mécanisation ont été adaptées aux surfaces travaillées
- Nous avons fait le choix de ne pas augmenter les charges d'intrants dans le futur hormis les charges variables d'irrigation (augmentées de 50 % pour intégrer une tendance attendue d'augmentation des coûts d'accès à l'eau). En effet, la matrice des prix utilisée pour simuler l'aléa économique reprend des scénarios de prix historiques sur la période 2010 – 2020, nous nous sommes donc référés aux coûts de l'énergie et des intrants représentatifs de cette période. On peut supposer que si ces charges augmentaient de façon structurelle, les prix de vente des productions augmenteraient également. Les frais de séchage du maïs en particulier n'ont pas été augmentés (d'autant plus que les récoltes seront réalisées à une humidité des grains régulièrement plus basse dans le futur : avancée du cycle et ETP et températures supérieures en fin d'été) et sont ajustées au rendement estimé dans chaque scénario.
- La couverture par les assurances récolte a été systématisée dans projections futures.
- Nous avons légèrement réduit les aides directes de la PAC (-10 € / ha). Les légumineuses bénéficient d'une aide couplée de 105 € / ha.
- Les cotisations sociales ont été prises en compte mais restent fixes pour chaque culture et chaque assolement dans un territoire.
- Les rendements simulés par le modèle intègrent uniquement la sensibilité de chaque culture au déficit hydrique. D'autres accidents peuvent survenir (nécessité de re-semis, impact de l'excès d'eau hivernal, du stress thermique, gel, maladies etc...). Ces aléas sont à intégrer dans l'interprétation finale.

1-4- Des ateliers de co-conception pour valoriser l'expertise collective

Dans chaque territoire d'étude, un groupe d'agriculteurs et de techniciens s'est réuni à 3 reprises au cours de l'année 2022 pour :

- Définir « l'exploitation de référence » représentative de leur territoire et concevoir des scénarios d'adaptation. Les scénarios d'adaptation retenus reposent exclusivement sur des leviers que nous sommes aujourd'hui en mesure d'évaluer. Nous n'avons pas exploré, dans le cadre de cette étude, des scénarios plus exploratoires, ne disposant pas des références nécessaires à leur évaluation.
- Evaluer les différents scénarios d'assolements envisagés pour s'adapter : évaluation multicritère à partir de la modélisation de l'évolution des rendements des cultures et des consommations en eau (outils et modèles ARVALIS voir 1.3).
- Débattre des trajectoires d'évolution possibles, de leur robustesse, de leurs enjeux et conséquences. Au-delà du changement climatique, les groupes de conception ont intégré dans leur réflexion d'autres facteurs d'évolution pressentis par les participants : disponibilité en eau pour l'irrigation potentiellement plus contrainte, évolution des attentes sociétales vis-à-vis de l'agriculture, des habitudes alimentaires des consommateurs, disponibilité en main d'œuvre potentiellement limitante, inflexions réglementaires... Ces réflexions ont conduit dans chaque groupe à explorer des scénarios diversifiés et parfois opposés ce qui donne une large vision d'ensemble des possibles et des enjeux associés.

2- RESULTATS²

2-1- Des exploitations fortement pénalisées par l'évolution du climat

Sans adaptation du système de production, tous les territoires sont sévèrement impactés par le changement climatique (tableau 3). Les exploitations d'élevage bovin perdent leur autonomie fourragère et n'ont plus capacité à alimenter le troupeau dans sa taille initiale sauf à acheter du fourrage à l'extérieur.

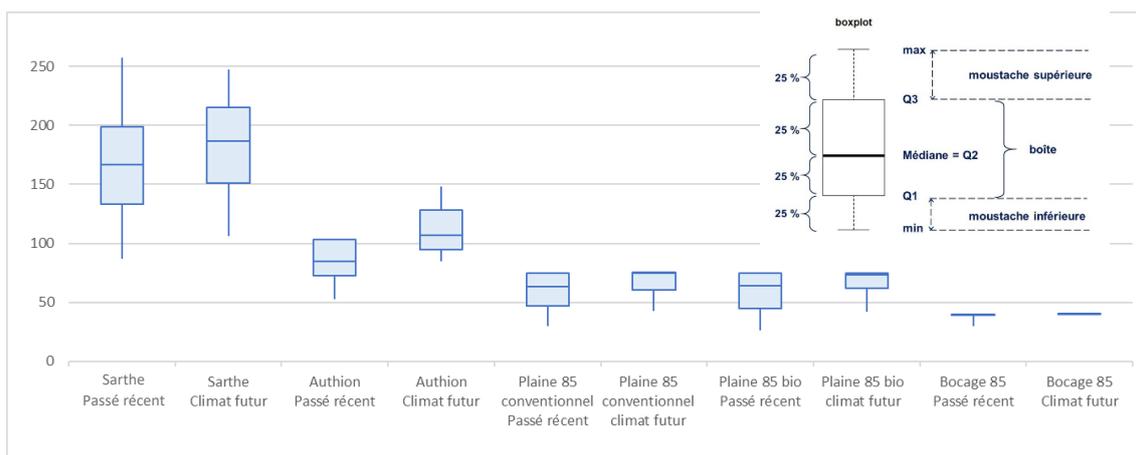
Tableau 3 : évolution de la marge nette médiane dégagée par l'atelier productions végétales pour chacune des exploitations

| Evolution de la marge nette médiane de l'atelier PV dans le climat futur, % de l'initial | Territoire | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | <i>Vallée de la Sarthe</i> | <i>Plaine de Vendée conventionnel</i> | <i>Plaine de Vendée bio</i> | <i>Vallée de l'Authion</i> | <i>Bocage Mayennais</i> | <i>Bocage vendéen</i> |
| | -53 % | -21 % | -24 % | -15 % | -38 % + achat de fourrage | -30 % + achat de fourrage |

² Les résultats de l'étude de chaque territoire ont fait l'objet d'un rapport détaillé et d'une fiche de synthèse – livrables du projet CLIMAVEG, prochainement disponibles en ligne.

Les volumes d'eau d'irrigation disponibles et consommés sont très différents selon les territoires en lien avec la nature des sols et les systèmes de production. Dans le futur, les consommations en eau sont accrues, mais dans la limite des volumes totaux disponibles pour chaque exploitation et des capacités du parc matériel d'irrigation (figure 5). Les besoins en eau des cultures ne sont plus satisfaits lorsque le plafond maximum est atteint, soit plus d'une année sur 2 en Vendée.

Figure 5 : consommation totale en eau pour l'irrigation sur chaque exploitation, distribution interannuelle sur 20 années climatiques en passé récent et climat futur – Km³



2-2- Des choix de scénarios très contrastés permettant d'explorer un ensemble de trajectoires

Afin d'atténuer les effets dépressifs du climat, chaque groupe a identifié des leviers d'adaptation propres à son contexte territorial. La dynamique de groupe au sein de chaque territoire a abouti à une réflexion riche avec l'élaboration de scénarios parfois très divergents. Pour illustrer cette diversité, le tableau 4 recense les différentes trajectoires explorées au sein de chaque territoire.

Tableau 4 : palette des scénarios explorés par chacun des groupes territoriaux

| Groupe | Scénarios explorés |
|---|---|
| Vallée de la Sarthe | <ul style="list-style-type: none"> - « Croissance » : Développement des cultures et de l'élevage, diversification et alternance des cultures, possible par le développement de l'irrigation sur toute la surface - « Protéines végétales » : Développement des protéines végétales destinées à l'alimentation humaine et des cultures d'oléo-protéagineux moins consommatrices en eau d'irrigation - « Sobriété en eau » : réduction de l'irrigation compensée par l'agrandissement et adaptation de l'assolement en faveur des cultures d'hiver et du sorgho |
| Plaine de Vendée conventionnelle | <ul style="list-style-type: none"> - « Stabilité » : maintien de la trajectoire actuelle, l'agrandissement permet de préserver le résultat de l'agriculteur - « Sobriété en eau et en intrants azotés » : réduction de la consommation d'eau et d'engrais de synthèse par l'arrêt des cultures les plus consommatrices, agrandissement pour maintenir le revenu |

| | |
|-------------------------------------|---|
| Plaine de Vendée bio | <ul style="list-style-type: none"> - « Stabilité » : maintien de la trajectoire actuelle, l'agrandissement et la diversification des cultures permettent de préserver le résultat de l'agriculteur - « Irrigation renforcée à ressource globale constante » : augmentation de la quantité d'eau pour chaque culture en réduisant la surface cultivée |
| Vallée de l'Authion | <ul style="list-style-type: none"> - « Réduction de la ressource en eau d'irrigation » : avec exploration de différents assolements possibles allant du maintien des cultures spécialisées à faible aléa jusqu'à la simplification (-40 % de cultures spécialisées) - « Stockage de l'eau hivernale excédentaire » : maintien des filières cultures spécialisées et réduction des prélèvements dans les cours d'eau en période estivale |
| Bocage du nord : Est Mayenne | <ul style="list-style-type: none"> - « Croissance » : développement des ateliers cultures et élevage par l'agrandissement - « Croissance sécurisée » : développement de l'élevage et des cultures par l'agrandissement et l'accès à l'irrigation - « Végétalisation » : arrêt du lait et diversification des productions végétales - « Végétalisation sécurisée » : arrêt du lait et diversification des productions végétales sécurisée par l'accès à l'irrigation |
| Bocage du sud : Vendée | <ul style="list-style-type: none"> - « Stabilité » : sécurisation de la production fourragère et maintien des cultures de vente par le développement de l'irrigation - « Elevage sécurisé » : développement des cultures fourragères annuelles à même capacité d'irrigation - « Élevage extensif » : réduction de la production laitière et des fourrages annuels au profit de l'herbe et des cultures de vente. |

L'exploration de trajectoires d'évolution contrastées procure ainsi aux décideurs des éléments de réflexion utiles pour une approche globale basée sur l'analyse de l'évolution des différents indicateurs proposés par l'analyse multicritère (voir exemple, tableau 5).

Tableau 5 – exemple de tableau de bord d'indicateurs pour le territoire Bocage Vendéen – évolution des indicateurs dans le climat futur (projection 2040-2060, modèle Aladin Drias, RCP 4.5), pour la situation initiale et les 3 scénarios d'adaptation proposés par le groupe ; écart à la situation actuelle, valeurs médianes

| Evolution des indicateurs pour les productions végétales sur la période 2040-2060 | <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 5px;"> 1 2 3 </div> | | | |
|---|--|--|---|--|
| | Sans adaptation | Développement de la capacité d'irrigation pour sécuriser la production de fourrage et développer les cultures de vente | Développement des cultures fourragères annuelles à même capacité d'irrigation | Réduction de la production laitière et de la main d'œuvre (-1 UTH) |
| | 120 ha de cultures + 90 ha de prairie | Mêmes surfaces en cultures annuelles et en prairie | 20 ha de prairie passent en cultures fourragères soient 140 ha de culture | 20 ha de culture passent en prairie soient 100 ha de culture |
| Cheptel (nombre de vaches laitières) | 120 | 120 | 120 | 80 - 25 à -30 % de lait |
| Ressource en eau : réserve | 40 000 m ³ | 80 000 m ³ | 40 000 m ³ | 40 000 m ³ |
| Consommation en eau d'irrigation | stable mais limitante : volume d'eau disponible insuffisant pour assurer la production | +98 % | stable à l'exploitation -14 % / ha cultivé | -11 % à l'exploitation + 7 % / ha cultivé |
| Surface en prairie | constante | constante | -20 % | +20 % |
| Bilan fourrager | déficitaire acheter du fourrage ou réduire le troupeau | tout juste équilibré grâce au développement de l'irrigation | équilibré à excédentaire | équilibré à excédentaire |
| € Marge nette | -30 % | -15 % | -20 % | -30 % |
| h Temps de travail pour l'atelier productions végétales | +1 % | -3 % | +20 % | + 2 % |
| emplois directs (UTH) | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Indicateurs de durabilité agronomique | | | | |
| Autonomie en azote Indice relatif à la situation initiale | 100 | 100 | 77 | 111 |
| Capacité à maîtriser le désherbage des cultures (-/-/+ /++) | + | + | - | ++ |

Pour le territoire du Bocage vendéen le système initial est composé d'un atelier de polyculture-élevage avec 120 vaches laitières, pour une SAU de 210 ha (dont 90 ha de prairie non simulés dans les outils), pour 3 UTH dont 1.25 pour l'atelier végétal hors prairie. L'exploitation comporte des sols limoneux-sableux profonds (80ha - 140mm de Réservoir Utile - RU) et sablo-limoneux superficiels (40ha - 70mm de RU), l'assolement est composé de maïs fourrage pluvial et irrigué (52ha), de blé tendre irrigable (52ha), de tournesol et de colza en pluvial (respectivement 10ha et 6ha).

Sur ce territoire du Bocage vendéen, à l'échelle de l'exploitation agricole de référence, aucun des scénarios d'adaptation testés ne permet de maintenir le résultat économique au niveau actuel. Toutefois les 3 scénarios d'adaptation proposés permettent d'assurer l'autosuffisance en fourrage de l'exploitation ce qui n'est pas le cas de l'assolement actuel quand on le projette dans le climat futur. Les 3 scénarios reposent sur le maintien de la capacité d'irrigation de l'exploitation, au moins au niveau actuel pour les scénarios 2 et 3, et de la développer dans le

cas du scénario 1. Ce scénario 1 est celui qui permet la moindre baisse de revenu pour le chef d'exploitation (- 15 %) : il n'est envisageable que s'il existe des possibilités de stockage supplémentaires en eau et sous réserve d'une augmentation maîtrisée des coûts de l'énergie (ici estimée à + 50 % dans le futur).

Les scénarios 2 et 3 permettent une réduction des prélèvements d'eau (- 11 à - 14 %). Ils atténuent la baisse de revenu de l'atelier cultures mais celle-ci reste malgré tout conséquente (- 20 à - 30 %). Ces deux scénarios assurent une production de fourrages excédentaire qui sécurise l'alimentation du troupeau et pourrait être valorisée à l'extérieur certaines années ou permettre le développement d'un atelier d'engraissement complémentaire (valorisation du temps libéré dans le scénario 3 par exemple). Le scénario 2 implique une forte augmentation du temps de travail (+ 20 %). Le scénario 3 conduit à une baisse de l'emploi agricole (- 30 %).

A l'échelle du territoire et des filières agricoles et agro-alimentaires, les scénarios 1 et 2 permettent de maintenir les filières lait sur le territoire. Le scénario 1 sécurise la production agricole avec le maintien de la production laitière et de la collecte en céréales. Il demande toutefois de doubler la capacité de stockage de l'eau en hiver. Le scénario 2 implique le retournement de 20 % des surfaces en prairie avec des conséquences sur la fertilité des sols et la maîtrise des adventices (risque d'augmentation de l'utilisation des herbicides). Il conduit aussi à une réduction des volumes de cultures de vente produits avec en conséquence une réduction de l'activité de collecte. Enfin, le scénario 3, réduirait significativement la valeur ajoutée des deux filières, lait et céréales, et aurait des conséquences fortes sur l'emploi agricole et agro-alimentaire (amont et aval).

2-3 – Des points de vigilance quant à la faisabilité ou la durabilité des scénarios d'adaptation

Le temps de travail :

Dans plusieurs territoires, certains scénarios d'adaptation proposés conduisent à une augmentation significative du temps de travail en lien avec l'évolution des productions et/ou l'agrandissement, que les acteurs des groupes ont jugée absorbable (tableau 6). Toutefois, le temps de travail et la disponibilité en main d'œuvre ont été des problématiques exprimées de manière récurrente dans les groupes. Les trajectoires d'adaptation les plus inflationnistes en temps sont donc potentiellement compromises.

Tableau 6 : variabilité de l'indicateur « temps de travail » selon les scénarios d'adaptation

| Plage d'évolution du temps de travail estimée selon les différents scénarios d'adaptation envisagés % | Territoire | | | | | |
|---|---------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|------------------|----------------|
| | Vallée de la Sarthe | Plaine de Vendée conventionnel | Plaine de Vendée bio | Vallée de l'Authion | Bocage Mayennais | Bocage vendéen |
| | -24 à -6 %* | +14% | -18 % à +15% | -11% à +10% | +11% à +33% | -3% à + 20% |

* dans le territoire Sarthe, le groupe a estimé que l'accroissement du temps de travail lié à l'agrandissement n'était pas soutenable pour 1 seul UTH et a fait le choix d'augmenter la main d'œuvre avec +0.5 à +2 UTH sur l'exploitation.

La résilience agronomique et économique :

L'optimisation des assolements vis-à-vis de leur besoin en eau d'irrigation conduit en tendance à réduire la part des cultures d'été et notamment du maïs au profit des cultures d'hiver, comme les céréales et le colza. Cette trajectoire n'est pas sans impact sur la robustesse agronomiques des systèmes de culture et notamment leur résilience vis-à-vis des bioagresseurs, notamment les adventices.

Dans la même logique, le tournesol et le sorgho viennent se substituer au maïs dans certains scénarios. Enfin, en système d'élevage, la nécessité de sécuriser la production de fourrages conduit à augmenter la part de ces productions au détriment des cultures de vente. Ces évolutions d'assolement auraient donc également des répercussions sur les volumes produits et l'activité de collecte avec des adaptations à prévoir sur les infrastructures de stockage (capacité à alloter, optimisation économique des séchoirs...) et la nécessité de trouver des débouchés en adéquation avec ces évolutions.

Dans les deux territoires de polyculture - élevage, des scénarios extrêmes ont été explorés allant du développement de l'activité à, au contraire, une réduction des productions animales. Dans ce dernier cas, la perte de valeur ajoutée potentielle n'est pas compensée par le développement des productions végétales. De plus, la réduction des systèmes d'élevage entraîne des répercussions au plan agronomique avec des systèmes de culture potentiellement moins fertiles, plus dépendants des engrais de synthèse et plus vulnérables vis-à-vis des adventices.

L'accès à l'eau :

Enfin, la compétitivité des filières et la durabilité économique des exploitations repose, plus encore dans le futur, sur la capacité à pouvoir irriguer les cultures. Certains scénarios reposent sur le développement de la ressource en eau pour l'irrigation (Bocages vendéen et mayennais, Sarthe), d'autre sur la préservation des capacités actuelles (sud Vendée, Vallée de l'Authion). Ce levier de l'irrigation, permet selon les situations, de sécuriser le bilan fourrager, de préserver le revenu par la conservation de cultures spécialisées à forte valeur ajoutée ou par la diversification des productions.

Conclusion

Les projections par territoire permettent de dégager des tendances destinées à accompagner les décisions stratégiques que devront prendre les agriculteurs et leurs filières dans les prochaines années. Si l'effet de certains paramètres climatique comme l'augmentation de la concentration de l'air en CO₂ et des stress thermiques, la recrudescence des aléas saisonniers extrêmes, de l'excès d'eau hivernal, ont été éludés faute de savoir en l'état actuel des connaissances en estimer les impacts conjugués sur la production, la modélisation des conséquences du déficit hydrique estival accru permet déjà de quantifier les enjeux.

Les leviers d'adaptation actionnés sont spécifiques à chaque groupe, en cohérence avec leur contexte territorial, toutefois on retrouve des constantes entre territoires :

- L'augmentation de la productivité du travail par l'agrandissement des outils de production, avec en contrepartie une tension accrue en termes de temps de travail et la restructuration des exploitations agricoles avec en corollaire une réduction de l'emploi agricole direct.

- La diversification des cultures au profit des cultures d'automne et des oléo-protéagineux, ce qui renvoie parfois à des problématiques agronomiques d'équilibre des systèmes mais aussi économiques pour les filières agricoles (capacité de mise en marché, valorisation des outils de collecte...).
- L'inquiétude des éleveurs face aux évolutions sociétales – consommation de viande, acceptation du modèle de production, qualité de vie au travail (moindre acceptabilité des contraintes liées à l'élevage et difficultés à recruter) – a amené les territoires concernés à étudier des scénarios de réduction des productions animales. Cette option amène systématiquement à une forte perte de valeur ajoutée sur le territoire ainsi qu'à sa moindre résilience agronomique.
- Enfin, la sécurisation des productions passe par le maintien de la capacité d'irrigation.

Il est à noter que les potentialités des outils utilisés dans l'étude n'ont pas permis de modéliser des scénarios de rupture comme le développement de l'agri-voltaïsme, ou de l'agro-foresterie, faute de disposer à ce jour du recul suffisant et des références pour quantifier les performances de ces systèmes.

Bibliographie

- Drias^{les futurs du climat} <https://www.drias-climat.fr/>
- Soubeyroux et al. (2020). Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS-2020 pour la Métropole. Météo-France
- Valles A., ASALEE : outil de comparaison d'assolements vis-à-vis de la ressource en eau pluviale et d'irrigation, communication orale, Journée IRD Grandes cultures en Occitanie, 14 février 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=xgUx4qk6QYU&t=272s>
- Marsac S., 2020. ASALEE, un outil en ligne comparant les stratégies d'assolement. Perspectives agricoles n°475, Mars 2020, 59.
- Valles A., Carrera A., Marsac S., Gendre S., Tscheiller R., Moynier JL, Olou A., Deudon O., Leveau V. Revue AE&S 13-1 Eau, sol et changement climatique juin 2023. CLIMASSOL : l'assolement comme levier d'adaptation des exploitations agricoles face au changement climatique. <http://agronomie.asso.fr/aes-13-1-111>
- Pôle Economie et Prospective de la Chambre d'agriculture Pays de la Loire., octobre 2022. Etat des lieux des filières céréales, oléagineux et protéagineux en Pays de la Loire. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2022/2022_etat_des_lieux_de_la_filiere_COP.pdf
- Pôle Economie et Prospective de la Chambre d'agriculture Pays de la Loire., avril 2023. L'agriculture en Vendée. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2023/2023_1_agriculture_en_Vendee_en_2021.pdf
- ADEME, 2019. Comment développer sa stratégie d'adaptation au changement climatique à l'échelle d'une filière agroalimentaire ? Guide méthodologique, 66 pages, disponible en ligne sur www.ademe.fr/mediatheque.
- Gravé J., Bodilis AM., Perspectives Agricoles n°509 avril 2023, dossier Changement Climatique, pp 60-63, s'adapter pour préserver la rentabilité des exploitations.