



CAHIER DES ESSENTIELS

Dans le cadre de l'AE2 « Changement climatique », les Chambres d'agriculture sont mobilisées pour accompagner et stimuler la prise en compte des enjeux climatiques dans l'évolution des pratiques dans les systèmes d'exploitation pour en favoriser la durabilité et la résilience. Ce cahier permet d'appréhender les enjeux d'atténuation et d'adaptation au sens large.

Les enjeux agricoles autour du changement climatique en région Hauts de France



Fabien DUTERTRE – Conseiller énergie Climat
Chambre d'agriculture Nord Pas de Calais
Chambre régionale d'agriculture des Hauts-de-France

hautsdefrance.chambre-agriculture.fr



Table des matières

1. Préambule	3
2. La mesure du changement climatique	3
2.1. Notions de base sur le climat.....	3
2.1.1. La normale climatique	3
2.1.2. L'anomalie	3
2.1.3. La tendance	5
2.1.4. Indicateurs climatiques et Agro-climatiques.....	5
2.2. Observations : du constat mondial à la réalité régionale	5
2.2.1. Le constat mondial	5
2.2.2. Le constat national.....	5
2.2.3. Le constat régional.....	5
2.2.4. A retenir.....	5
2.3. Des modèles et scénarios pour définir les projections climatiques.....	6
2.3.1. Les modèles et scénarios climatiques	6
2.3.2. A retenir.....	7
3. Les conséquences agricoles	7
3.1. Evolution de la phénologie	7
3.2. Stress thermique.....	7
3.3. Stress hydrique.....	7
3.4. A retenir	8
4. Les mesures d'adaptation.....	8
4.1. Leviers sur la demande en eau	9
4.2. Leviers sur l'offre en eau	9
4.3. A retenir sur les leviers d'adaptation.....	10
5. La contribution agricole aux émissions de GES.....	11
6. Les leviers d'atténuation	12
6.1. Les leviers de réduction des émissions de CO2	12
6.1.1. Directes (au sein de l'exploitation)	12
6.1.2. Indirectes	12
6.2. Les leviers de réduction des émissions de CH4	12
6.3. Les leviers de réduction des émissions de N2O.....	12
6.4. Etudes et livrables de référence	12

1. PRÉAMBULE

En France et en Hauts de France, la réalité du changement climatique et ses conséquences se font de plus en plus sentir. L'agriculture en perçoit de plus en plus les signes tangibles notamment au regard de l'évolution de la phénologie des cultures, mais elle en porte également déjà les stigmates (canicule, sécheresse, inondation, ...).

Tous les ans, des records sont battus. L'évolution des conditions climatiques ainsi que la fréquence et l'intensité des aléas climatiques, engendrent des conséquences sur les écosystèmes et les productions agricoles qu'elles soient végétales ou animales.

Ce constat nécessite d'avoir une vision globale des enjeux d'adaptation et d'atténuation autour du changement climatique à savoir.

L'adaptation consiste à prendre la mesure des évolutions climatiques à l'échelle régionale, qu'elles soient passées (1950-2020) et projetées (jusque 2050-2100), dans le but d'analyser et anticiper les conséquences agricoles ; proposer, tester et déployer des leviers visant à réduire la vulnérabilité des systèmes agricoles.

L'atténuation correspond à la réduction par l'agriculture régionale de son empreinte associée aux causes anthropiques du changement climatique. Ainsi, il convient de mesurer les contributions agricoles en termes d'émission de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et N₂O), comprendre l'ensemble des leviers visant à la réduire de ces émissions et assurer un stockage additionnel de carbone dans les sols et la biomasse.

Remarque : le secteur agricole peut également contribuer à décarboner d'autres secteurs d'activité tels que le bâtiment ou encore l'industrie via la bioéconomie : production d'énergie (biomasse, méthanisation, solaire photovoltaïque) ; de matériaux de construction (paille, chanvre, anas de lin, ...) ;

...

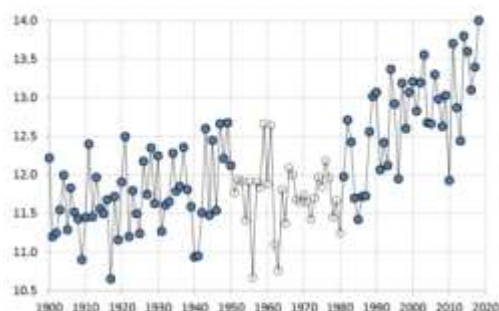
2. LA MESURE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

2.1. Notions de base sur le climat

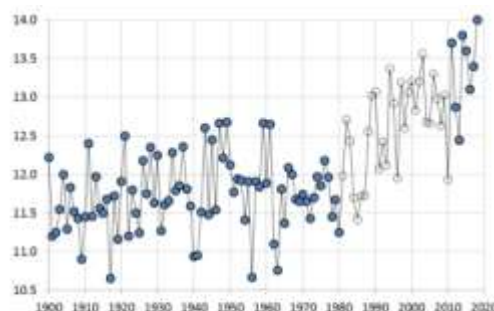
2.1.1. La normale climatique

La normale climatique correspond à une référence servant à représenter le climat sur une période. Elle correspond à la moyenne sur 30 ans d'un paramètre atmosphérique. Il existe de nombreux paramètres atmosphériques mesurés en routine via les stations météorologiques tels que : les températures (moyenne, maximale, minimale) ; les cumuls de précipitation (annuels, saisonniers, ...) ; les nombres de jours de gel ; ... Les normales sont mises à jour toutes les décennies (exemple : normale 1981-2010 ; normale 1991-2020).

Exemple :



Normale 1951-1980
T°moyenne annuelle
en France : 11,7°C

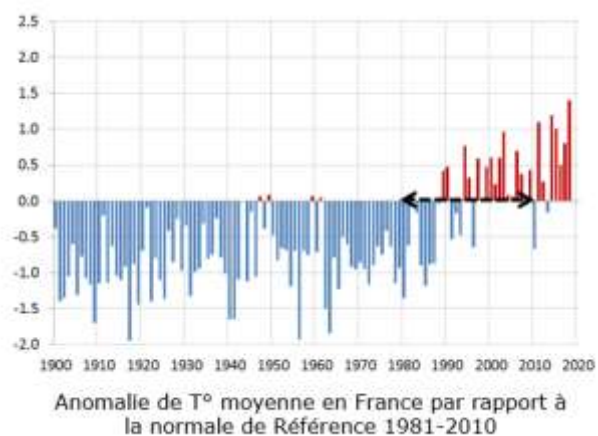
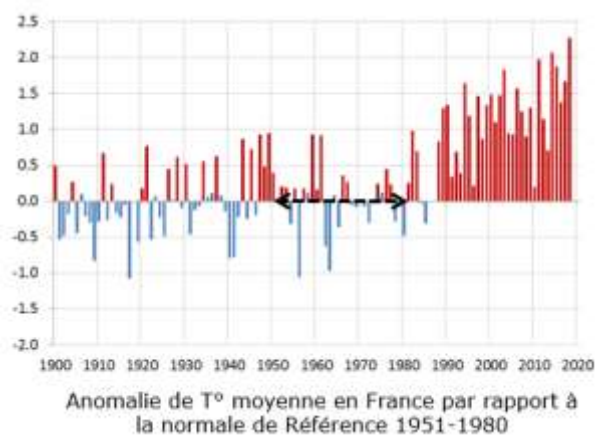


Normale 1981-2010
T°moyenne annuelle
en France : 12,6°C

2.1.2. L'anomalie

L'anomalie correspond à l'écart de mesure d'un paramètre atmosphérique par rapport à une normale. Cette anomalie varie en fonction de la normale considérée.

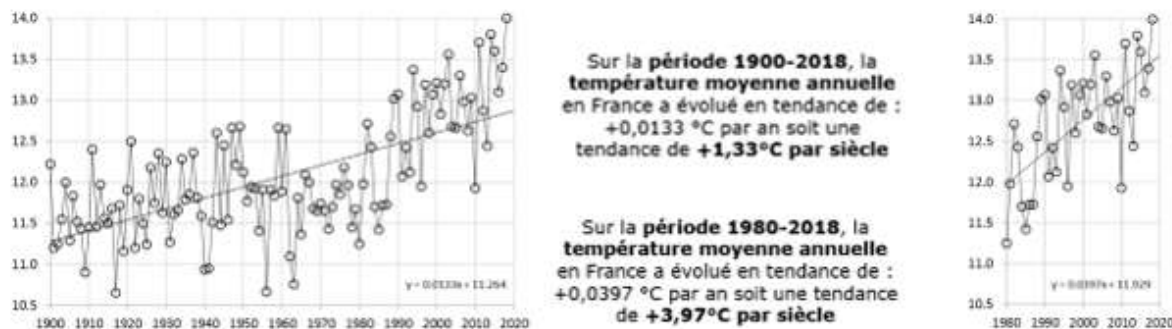
Exemple :



2.1.3. La tendance

Evolution calculée par une droite de régression sur un pas de temps long des valeurs d'un paramètre atmosphérique. Cette tendance varie en fonction des périodes utilisées.

Exemple :



2.1.4. Indicateurs climatiques et Agro-climatiques

Un indicateur climatique relate l'évolution d'un paramètre atmosphérique.

Un indicateur agro-climatique précise la définition d'un ou plusieurs paramètres climatiques en fonction de l'impact sur la phénologie et/ou la physiologie d'une culture.

2.2. Observations : du constat mondial à la réalité régionale

2.2.1. Le constat mondial

Il existe de nombreux indicateurs qui révèlent un réchauffement climatique :

- ✓ Evolution de la température de surface
- ✓ Evolution de la température et du contenu en chaleur des océans
- ✓ Evolution de la surface des glaciers, banquises et de la couverture neigeuse
- ✓ ...

Voici diverses sources d'intérêt pour bénéficier de données et illustrations :

<https://science.nasa.gov/climate-change/>

<https://www.noaa.gov/>

2.2.2. Le constat national

Météo France via son réseau de stations, dont le maillage et l'historique sont importants, permet de bénéficier et visualiser un nombre conséquent d'indicateurs. Il communique et informe régulièrement sur le climat.

<https://meteofrance.com/actualites/climat>

<https://meteofrance.com/climathd>

2.2.3. Le constat régional

En région, un travail spécifique sur les constats agricoles a été mené par les chambres d'agriculture sur la base des données Météo France régionales. Ce travail est disponible sur le livret de l'observatoire ORACLE.

<https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/ressources/documents/le-document-en-detail/actualites/observatoire-agriculture-et-changement-climatique-oracle/>

Un autre observatoire régional en Hauts de France a été mis en place par le CERDD :

<https://www.cerdd.org/Les-services-du-Cerdd/L-Observatoire-Climat-Hauts-de-France>

2.2.4. A retenir

Depuis les années 1960, sur les différentes stations en Hauts de France, nous constatons :

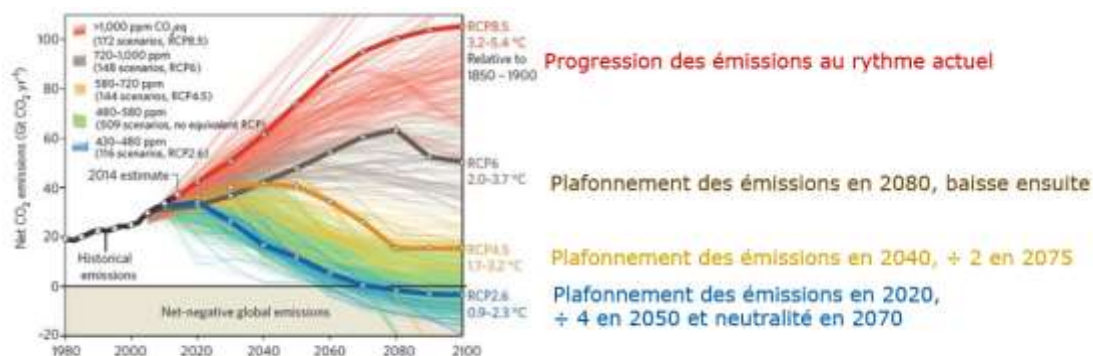
- Une tendance d'augmentation de la température moyenne de +3°C par siècle
- Une réduction de l'ordre de 30% du nombre de jours de gel
- Un doublement du nombre de jours où la température dépasse 25°C
- Peu de tendance d'évolution concernant les cumuls de précipitation annuels et saisonniers mais une variabilité interannuelle assez marquée.

2.3. Des modèles et scénarios pour définir les projections climatiques

2.3.1. Les modèles et scénarios climatiques

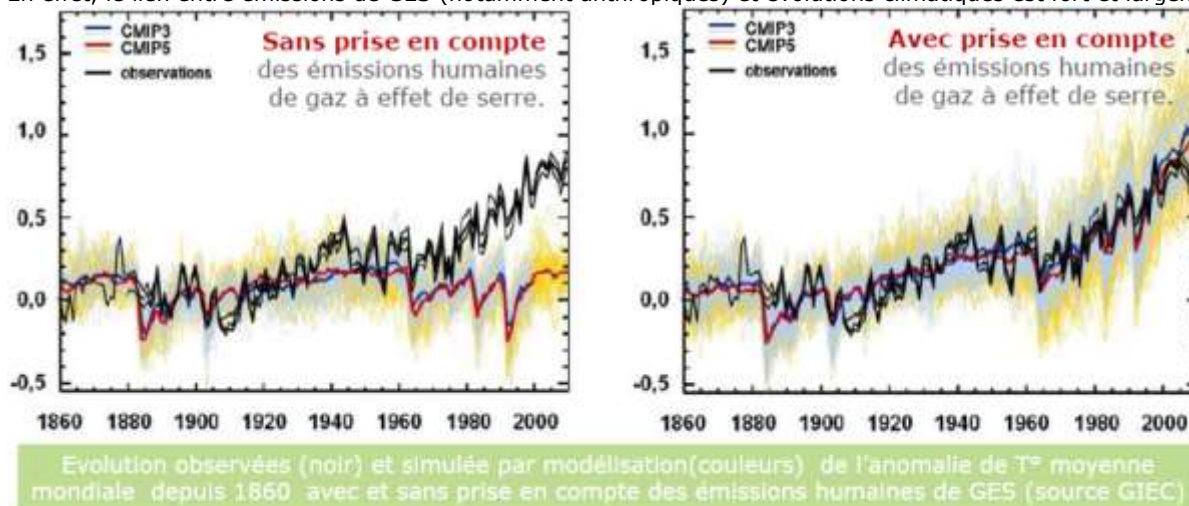
De la vision mondiale à l'échelle locale, aujourd'hui des modèles fiables et robustes permettent d'envisager les évolutions climatiques à venir. En Europe et plus particulièrement en France, nous pouvons utiliser 12 modèles climatiques (= simulateurs) issus de l'ensemble EURO-CORDEX.

Ces modèles sont alimentés par plusieurs scénarios estimant les émissions de gaz à effet de serre (GES) mondiales pour le 21^{ème} siècle (en fonction du niveau d'application et l'ambition des politiques climatiques, de la démographie, ...).



Trajectoires d'émissions de CO₂ et évolutions correspondantes de température en 2100 (Source : GIEC, 2013.)

En effet, le lien entre émissions de GES (notamment anthropiques) et évolutions climatiques est fort et largement expertisé.



<https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/>

Des plateformes de calcul et de visualisation d'indicateurs climatiques sont aujourd'hui disponibles en libre accès. C'est notamment le cas des 2 suivantes : CANARI-France (Solagro) et DRIAS (météo France).

<https://canari-france.fr/about>

<https://www.drias-climat.fr/>

C'est en utilisant ces 2 plateformes que :

- Les diagnostics régionaux (dont celui des Hauts de France) du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique ont été menés :

https://chambresagriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/National/A4_3Volets_varenne_V20-01.pdf

- Et que les indicateurs agro-climatiques du projet « ClimEauFil » ont été calculés et regroupés au sein de fiches cultures :

<https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/actions/environnement-et-climat/climeaufil/>

2.3.2. A retenir

Les tendances d'évolution récentes se poursuivront et s'accroîtront au cours du XXI^{ème} siècle : augmentation des températures moyennes (annuelles, saisonnières) et « extrêmes » ; augmentation du nombre de journées chaudes et très chaudes ; réduction du nombre de jours de gel, ...

Jusqu'en 2050, le changement climatique est écrit et voisin pour tous les scénarios d'émission de GES. Les écarts entre les résultats des modèles selon les scénarios d'émission se créent et se creusent sur la 2^{ème} partie du XXI^{ème} siècle. Autrement dit : les efforts d'atténuation et politiques climatiques n'auront un effet visible qu'à partir des années 2050.

En région Hauts de France, les conditions climatiques projetées peuvent apparaître comme plutôt favorables : hausse des sommes de températures des cultures d'hiver et de printemps ; nombre de journées de stress « acceptable » ; maintien ou hausse légère des cumuls de précipitation... Néanmoins, ces aspects favorables sont à contrebalancer par :

- Une augmentation marquée de la variabilité interannuelle induisant un manque de prévisibilité des pratiques les plus pertinentes (ex : année 2022 vs année 2023)
- Des difficultés à modéliser les conditions extrêmes (ex : précipitations intenses, sécheresse)

3. LES CONSÉQUENCES AGRICOLES

Plusieurs conséquences +/- impactantes peuvent être mises en avant à l'échelle nationale et régionale.

3.1. Evolution de la phénologie

Tout d'abord, la hausse des températures sur toutes les saisons modifie les cycles et la phénologie des cultures. La date de récolte des cultures est un premier élément remarquable. Néanmoins, l'évolution des variétés et des pratiques culturales peuvent brouiller ce constat.

Les cultures pérennes (arboriculture, viticulture) permettent une vision plus fine de ce décalage de phénologie (ex : dates de floraison des arbres fruitiers, dates des vendanges, ...) mais sont également les plus impactées par ce phénomène car davantage vulnérables à l'aléa gel. En effet, bien que le nombre de jours de gel ait tendance à se réduire, le gel tardif sur des cultures dont les stades sont bien plus avancés (conditions thermiques favorables) a des conséquences importantes (exemple : 2021).

3.2. Stress thermique

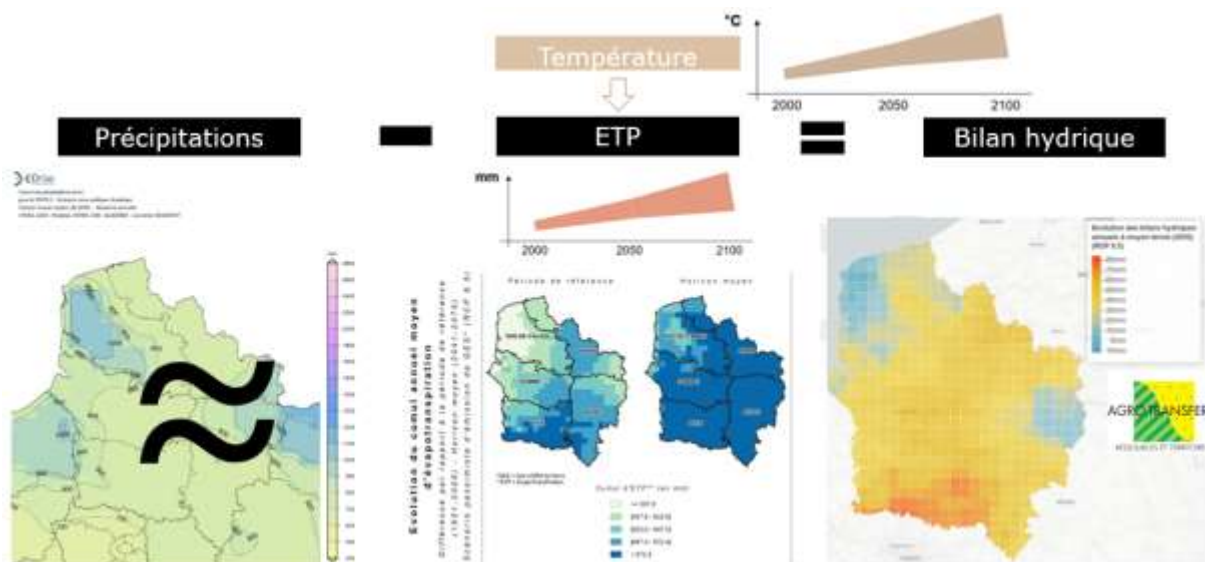
La hausse des températures moyennes est un fait mais n'a que peu d'impact direct. Les effets les plus importants sont associés à la hausse du nombre de jours chauds à très chauds +/- consécutifs (vague de chaleur).

Ces conditions de températures peuvent entraîner des conséquences négatives sur la physiologie des cultures (fermeture des stomates, brûlures, échaudage, ...) et des animaux, regroupées sous le terme de stress thermique. Ces stress thermiques sont également de + en + marqués et peuvent induire des baisses quantitatives et/ou qualitatives des productions (ex : baisse de rendement, PMG, réduction de la production laitière, ...).

3.3. Stress hydrique

Il est constaté, et projeté, peu d'évolution des cumuls de précipitations. Sans considérer le manque d'efficacité potentielle de ces dernières en cas d'excès (précipitations intenses), la hausse des températures notamment au printemps et en été font augmenter l'évapotranspiration potentielle (ETP). Le bilan hydrique étant la différence entre les précipitations et l'ETP, ce dernier a et aura tendance à se creuser.

Les stress hydriques et l'évolution des besoins en eau des cultures peuvent être représentés via le schéma ci-dessous :



Ce constat est néanmoins variable en Hauts de France du fait de l'existence de plusieurs zones climatiques avec une influence maritime +/- marquée au sein des Hauts de France (cf : diagnostic varenne, observatoires, ...).

3.4. A retenir

Ces diverses conséquences ont déjà des répercussions sur les récoltes en termes de qualité et de rendements. Il est notamment constaté pour la majorité des cultures un plafonnement voire une réduction des rendements sur certaines années extrêmes à partir des années 1980 (cf : observatoire ORACLE).

<https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/ressources/documents/le-document-en-detail/actualites/observatoire-agriculture-et-changement-climatique-oracle/>

Certaines filières ont déjà cherché à anticiper et étudier la vulnérabilité de leurs systèmes (ex : filières d'élevage bovines) ou mettre en place des essais spécifiques en lien avec le changement climatique :

<https://idele.fr/climalait/>

<https://idele.fr/detail-article/syntheses-regionales-du-projet-climaviande>

<https://www.arvalis.fr/infos-techniques/tolerance-la-secheresse-le-lin-fibre-rejoint-le-club-des-especes-letude-sur-la>

<https://www.inrae.fr/actualites/ble-tendre-secheresse-nouvelles-varietes-venir>

<https://www.arvalis.fr/infos-techniques/jouer-sur-la-precocite-et-la-tolerance-des-varietes>

https://web.inforesources.bfh.science/pdf/focus08_1_f.pdf

<https://www.cnipt.fr/le-defi-du-changement-climatique-pour-la-filiere-pommes-de-terre-fraiches/>

https://legumes-info.fr/wp-content/uploads/2023/02/DP_Unilet_fevrier_VF.pdf

<https://climatbat.chambres-agriculture.fr/volailles/stress-thermique-en-volaille/#:~:text=Le%20stress%20thermique%20en%20volaille&text=Lorsque%20la%20temp%C3%A9rature%20est%20anormalement,de%20la%20mortalit%C3%A9%20peut%20survenir.>

<https://ifip.asso.fr/actualites/adaptation-de-la-filiere-porcine-au-changement-climatique/#:~:text=L'%C3%A9levage%20porcin%20peut%20contribuer,de%20serre%20et%20favorisant%20le>

4. LES MESURES D'ADAPTATION

Ces constats sur les évolutions passées et sur les projections à venir laissent à penser que les aléas climatiques vont s'intensifier et se multiplier. Les conséquences déjà remarquées en région (ou dans des régions plus au sud) sont à prendre en considération afin de faire évoluer les pratiques actuelles et les systèmes de demain.

En Hauts de France, 2 projets en cours ont pour objectif de structurer la réponse des filières en termes d'adaptation face au changement climatique et vis-à-vis de l'usage de l'eau :

- ClimEauFil porté par la chambre d'agriculture à la suite du Varenne (précédent)
- Res'Eau porté par Agro-transfert

<http://www.agro-transfert-rt.org/projets/reseau-resilience-des-systemes-agricoles-des-hauts-de-france-face-aux-effets-du-changement-climatique-sur-la-gestion-de-leau/>

Pour les grandes cultures, l'enjeu principal réside dans l'usage et la disponibilité de l'eau :



4.1. Leviers sur la demande en eau

Différents leviers peuvent être mis en place pour jouer sur la demande en eau. Ils peuvent s'articuler autour des choix variétaux (précocité, tolérance) avec une diversification et des mélanges potentiellement judicieux. D'autres leviers sont davantage en lien avec la conduite des cultures (date et densité de semis, fertilisation, ...).

Enfin, notamment sur une vision moyen terme à long terme, il est également nécessaire d'envisager de nouveaux choix de cultures et une évolution de l'assolement voire du système.

Chacun de ces leviers doit être adapté et choisi en fonction des types de sol rencontrés et des capacités d'irrigation.

4.2. Leviers sur l'offre en eau

En dehors de l'irrigation et de l'optimisation de cette dernière via des OAD et du matériel spécifique (goutte à goutte, capteurs, sondes, ...), l'offre en eau réside dans la capacité à la rétention par les sols de l'eau. Cette dernière peut être améliorée par une réduction du travail du sol, une réduction du tassement, l'optimisation des couverts, l'augmentation de la matière organique et certaines pratiques (binage, paillage, ...) ou encore l'agroforesterie.

4.3. A retenir sur les leviers d'adaptation

Leviers envisageables dans la région des HDF

Concernant l'élevage

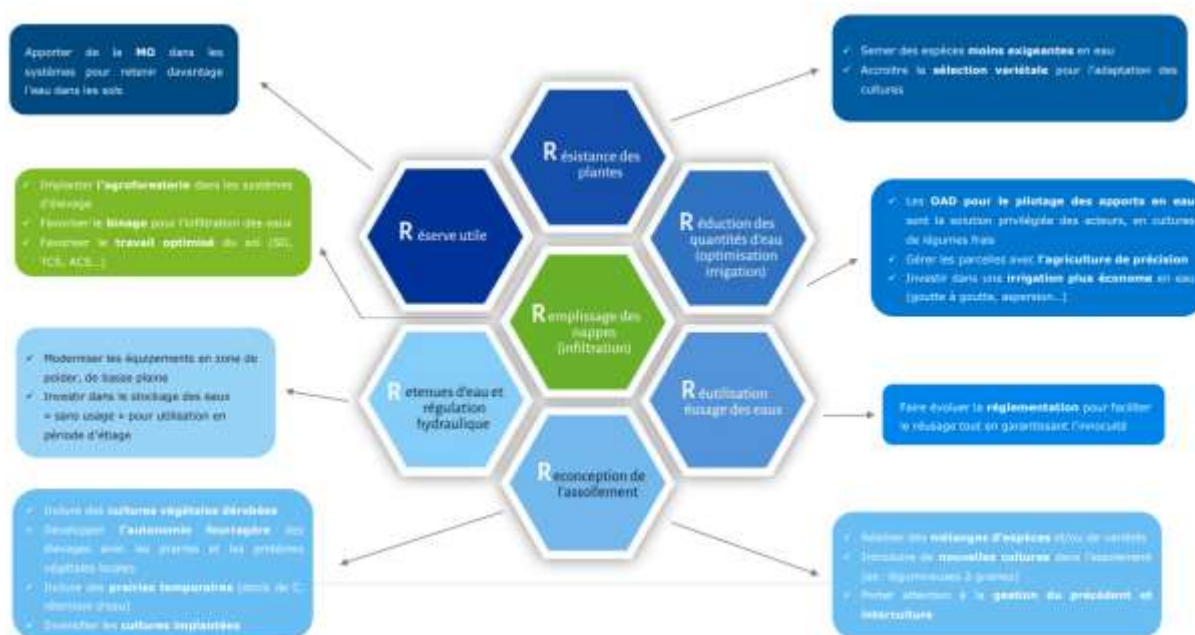
- ✓ Développer l'autonomie fourragère des élevages avec les prairies et les protéines végétales locales
- ✓ Implanter l'**agroforesterie** dans les systèmes d'élevage
- ✓ Adapter les **races** d'élevage
- ✓ Adapter l'**alimentation** du bétail
- ✓ Semer des espèces **moins exigeantes** en eau
- ✓ Développer les **mélanges** avec graminées (méteils)
- ✓ Inclure des **cultures végétales dérobées**
- ✓ Améliorer l'**efficacité énergétique** des bâtiments
- ✓ Investir dans des **ventilateurs** : rafraîchissement des bâtiments
- ✓ Déployer la **solidarité territoriale** sur le fourrage

Concernant les cultures

- ✓ Apporter de la **MO** dans les systèmes pour retenir davantage l'eau dans les sols
- ✓ Les **OAD pour le pilotage des apports en eau** sont la solution privilégiée des acteurs, en cultures de légumes frais
- ✓ Accroître la **sélection variétale** pour l'adaptation des cultures
- ✓ Favoriser le **travail optimisé** du sol (SD, TCS, ACS...)

Concernant les cultures

- ✓ Modifier les **densités** de semis
- ✓ Inclure des **prairies temporaires** (stock de C, rétention d'eau)
- ✓ Diversifier les **cultures implantées**
- ✓ Réaliser des **mélanges d'espèces** et/ou de variétés
- ✓ Gérer les parcelles avec l'**agriculture de précision**
- ✓ Investir dans une **irrigation plus économe** en eau (goutte à goutte, aspersion...)
- ✓ Développer le **barbutage**
- ✓ Développer la **réutilisation / le réusage** des eaux usées
- ✓ Favoriser le **binage** pour l'infiltration des eaux
- ✓ Modifier les **calendriers** de production
- ✓ Porter attention à la **gestion du précédent et interculture**
- ✓ Développer des **réserves d'eau de pluie**
- ✓ Favoriser la création de **vergers maraîchers**
- ✓ Développer l'**agrivoltaïsme** (réduction ETP, récupération d'eau)
- ✓ Introduire de **nouvelles cultures** dans l'assolement (ex: légumineuses à graines)



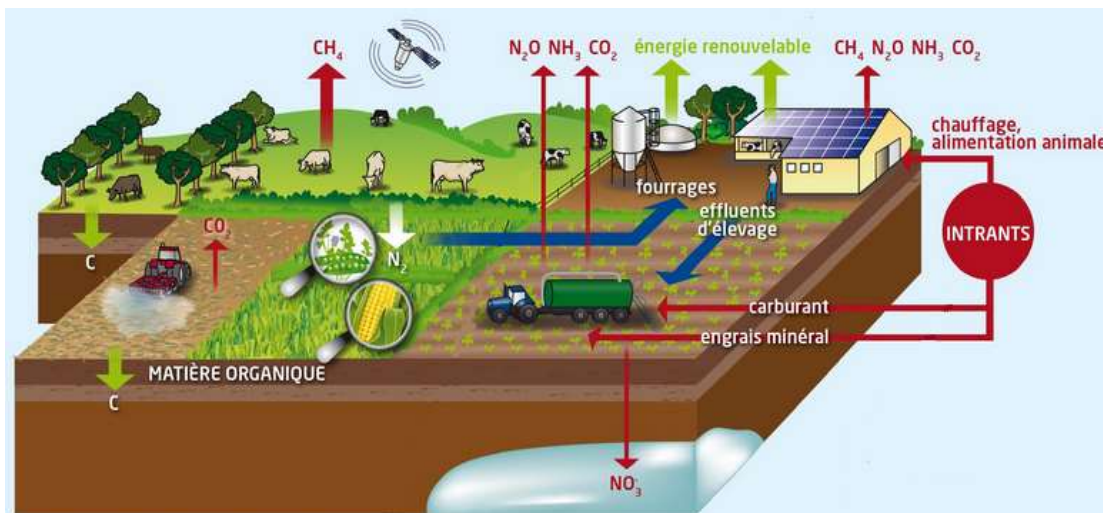
5. LA CONTRIBUTION AGRICOLE AUX EMISSIONS DE GES

L'agriculture régionale contribue aux émissions de GES mais est le seul secteur d'activité à être concerné majoritairement par des émissions dites « non énergétiques » (CH_4 et N_2O) en complément des émissions dites « énergétiques » associées à l'usage d'énergie fossile (CO_2).

Ces émissions peuvent être liées :

- Directes et associées à l'activité agricole : consommation d'énergie (notamment fossile), émissions de méthane par les ruminants et les effluents d'élevage, émissions de N_2O par les sols en lien avec les apports d'engrais azotés.
- Indirectes et associées par l'usage d'intrants (fertilisation minérale, machinisme, aliments pour l'élevage, ...) dont la fabrication et le transport sont énergivores et source d'émissions de GES.

Le schéma suivant résume ces flux de GES spécifiques au système agricole :



Plusieurs études ont été menées spécifiquement sur les émissions de GES agricoles avec pour ambition de mieux les comprendre et les estimer afin d'aider à la définition de politiques publiques d'atténuation adaptée (SNBC nationale, SRADDET régional, PCAET des collectivités, ...) :

- Rapport ClimAgri Régional :

<https://www.observatoireclimat-hautsdefrance.org/Les-ressources/Ressources-documentaires/Rapport-d-etude-ClimAgri-Hauts-de-France-Juin-2019>

D'autres études visent également à mieux appréhender la capacité de stockage de CO_2 par les sols des sols agricoles :

- Démarche et diagnostic ABC'Terre :

<http://www.agro-transfert-rt.org/abcterre/>

- Etude 4/1000 :

<https://www.inrae.fr/actualites/stocker-4-1-000-carbone-sols-potentiel-france>

En dehors de ces approches « territoriales », plusieurs outils de diagnostic et d'accompagnement à l'échelle des exploitations agricoles existent et contribuent notamment depuis quelques années à la mise en place des démarches bas carbone (ex : CAP'2er, Carbon Extract, My Easy Carbon, SysFarm, ...).

6. LES LEVIERS D'ATTÉNUATION

Il existe un nombre conséquent de leviers d'atténuation des émissions agricoles. Ils peuvent être communs pour certains et facilement transposables à toutes exploitations agricoles ; ou +/- propres et spécifiques à des systèmes d'exploitation.

6.1. Les leviers de réduction des émissions de CO₂

Les leviers de cette catégorie regroupent toutes les mesures de réduction de consommation d'énergie :

6.1.1. Directes (au sein de l'exploitation)

Que cela soit au champs (machinisme, écoconduite, réglage, pratiques économes (TCS, ...) ou au niveau des bâtiments (équipements d'économie d'énergie, performance thermique des bâtiments, régulation, ...), il existe de nombreuses solutions dont bon nombre sont déjà appliquées et/ou connues du fait de la hausse des coûts énergétiques.

6.1.2. Indirectes

La baisse d'usage des intrants agricoles contribue à la réduire la production et du transport de ces derniers :

Ex 1 : Réduction des apports de fertilisants minéraux par optimisation des apports organiques, optimisation des couverts de type CIPAN, OAD, analyses de sols et ajustement & calcul de la juste dose

Ex 2 : Usage collectif de matériel et machinisme / CUMA

...

6.2. Les leviers de réduction des émissions de CH₄

Les leviers de cette catégorie portent essentiellement sur l'optimisation des effectifs ruminants et la recherche autour de leur alimentation.

Ex 1 : réduction de l'âge au vêlage et réduction des effectifs improductifs

https://idele.fr/inosys-reseaux-elevage/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F3c1042ca-f063-4792-9fc4-18bc2f8979e9&cHash=cdd196d3726f2dc96f78418576e0df5e

Ex 2 : Alimentation et émissions de CH₄

https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2021/2021_Reducire_emissions_CH4_en_jouant_sur_alimentation.pdf

6.3. Les leviers de réduction des émissions de N₂O

Les leviers de cette catégorie portent sur l'optimisation des apports de fertilisants azotés sous formes organiques ou minérales ainsi que sur la gestion des effluents d'élevage.

6.4. Etudes et livrables de référence

Certaines études de référence permettent d'appréhender plus en détail ces leviers :

<https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/4ce01662146c72f5de3ed9130c30c5dd.pdf>

<https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5022-attenuer-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-le-secteur-agricole.html>

Au sein du réseau des chambres d'agriculture, vous pouvez également bénéficier des livrables du projet reflex Clima-Culteur, dont la CA HDF était partenaire, et pour lequel un webinaire vous avez été proposé en 2023 :

- Référentiel vidéo :

<https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/etre-agriculteur/progresser-dans-ses-pratiques/booster-sa-performance-par-le-climat/climat-culteur-referentiel-video/>

- Tableur d'aide à la décision filières, bibliographie, fiches ressources, ... :

<https://rd-agri.fr/results?tri=DATE&typesDonnees=DOCUMENT&codeProjet=20ARE007&page=0>

Au travers ce cahier des essentiels, l'objectif était de :

- Vous fournir les clefs de compréhension des enjeux climatiques en lien avec l'agriculture ;
- Vous aider dans leur appropriation et leur intégration dans votre mission de conseiller.

Les conseillers en charge du climat dans les divers départements sont également là pour vous accompagner et mettre en place une transversalité réelle car nécessaire pour répondre au défi qui nous attend.