

# Diagnostic territorial d'adaptation au changement climatique

## Région Normandie

---

Décembre 2021





**Varenne agricole de l'Eau  
et de l'adaptation au changement climatique  
RESILIENCE DE L'AGRICULTURE – VOLET TERRITORIAL**

**Diagnostic territorial d'adaptation  
au changement climatique  
région NORMANDIE**

**Décembre 2021**

Dans le cadre de la thématique 2 « Résilience de l'agriculture » du Varenne de l'Eau et du Changement climatique, les Chambres d'agriculture sont mobilisées pour la réalisation des diagnostics territoriaux d'adaptation au changement climatique.

12 ateliers débats ont été organisés en Normandie pour enrichir le diagnostic et prendre en compte la diversité des situations pédoclimatiques et des filières.

**Ce diagnostic est réalisé par :**

- Isabelle Diomard, Manager de projet Climat, Chambre Régionale d'agriculture de Normandie
- Avec l'appui de Pierre Glérant, SILEBAN pour les légumes de plein champ
- Avec les contributions de : Jean Santerre, Valéry Charpentier, Valérie Patoux, Alice Denis, Jean-Charles Cardon, Jonathan Burel, Claire Caraes, Viviane Simonin, Chambre Régionale d'agriculture de Normandie
- Avec les apports des participants aux 12 ateliers débats menés en octobre et novembre 2021
- En relation avec le GIEC normand, groupe d'experts soutenu par la Région Normandie (voir page 8)

**En partenariat avec :**



**Et avec le soutien financier de :**



## Contenu

1. Le Climat en Région .....	3
1.1 Les climats normands .....	3
1.2 Evolutions climatiques en Normandie - Observations et projections .....	4
2. Les productions agricoles en Normandie .....	9
2.1 L'agriculture normande .....	9
2.2 Les filières et territoires retenus pour le diagnostic du Varenne .....	10
Illustration 1 - Filière Céréales à paille / Territoire « Plaine intermédiaire » (Plaine Sud de Caen et d'Argentan).....	12
Illustration 2 - Filière Oléagineux / Territoire « Plaines séchantes » (Sud de l'Eure, Pays d'Ouche, Perche).....	16
Illustration 3 - Filière Protéagineux / Territoire « Limons profonds à influence maritime » (Seine-Maritime, Plaine de Caen nord, Roumois) .....	20
Illustration 4 - Filière Pomme de terre / Territoire « Limons profonds à influence maritime » (Seine-Maritime, Plaine de Caen nord, Roumois).....	24
Illustration 5 - Filière Lin textile / Territoire « Limons profonds à influence maritime » (Seine-Maritime, Plaine de Caen nord, Roumois) .....	29
Illustration 6 - Filière systèmes herbagers / Territoire « Bocage à influence maritime » (Centre Manche, Cotentin, Bessin, Pays de Bray).....	31
Illustration 7 - Filière élevage bovin / Territoire « Bocage à influence maritime » (Centre Manche, Cotentin, Bessin, Pays de Bray).....	36
Illustration 8 - Filière Maïs / Territoire « Bocage intérieur » (Bocage Virois, Sud Manche, Bocage Ornais, Pays d'Auge).....	38
Illustration 9 - Filière Vergers / Territoire « Bocage intérieur » (Bocage Virois, Sud Manche, Bocage Ornais, Pays d'Auge) .....	42
Illustration 10 - Filière Légumes de plein champ / Territoire « Zones légumières » (Côte ouest Manche, Baie du Mont St Michel, Val de Saire, Vallée de Seine, Vallée d'Eure...) .....	45
3. Synthèse régionale du diagnostic.....	51
Sources.....	56
ANNEXES .....	57

## 1. Le Climat en Région

### 1.1 Les climats normands

Extraits de « Le Climat en Normandie - Profil environnemental » (1) (voir liste des sources en page 56).

*« La Normandie bénéficie d'un climat tempéré en raison des masses d'air en provenance majoritairement de l'Atlantique. L'océanité engendre, de plus, des précipitations en toutes saisons, diminuant globalement d'Ouest en Est et une amplitude thermique relativement faible augmentant selon la même direction. L'hiver se caractérise par des types de temps le plus souvent humides, frais et venteux. L'été est généralement doux et moins perturbé grâce à la remontée vers le Nord de l'anticyclone des Açores et à la fréquence plus importante des temps calmes et clairs associés (Olivier Cantat, 2015).*

Trois grands types de climats se distinguent (carte et graphiques en annexe 1) :

**Climat maritime** : le Cotentin et l'Ouest du département de la Manche forment l'ensemble le plus « océanisé » de la région : doux, humide et pluvieux. Les conditions deviennent plus douces en allant vers le Sud : temps moins venteux et plus ensoleillé. La frange littorale se distingue par son caractère très éventé et tempéré : gel et chaleur rares, précipitations moins fréquentes et moins abondantes. Les contrastes pluviométrique et thermique sont parfois très prononcés en quelques kilomètres quand le relief est marqué. Il en est de même pour le Pays de Caux, dans une ambiance globalement plus fraîche.

**Climat contrasté des collines** : le Bocage normand est bien arrosé, voire très arrosé sur les reliefs les plus exposés au flux d'Ouest et frais en raison de l'altitude. Cependant, il existe des contrastes notables entre les zones basses (fonds de vallées, dépressions... ex. : Flers-61) et les hauteurs très pluvieuses (ex. : Coulouvray-50). On retrouve globalement les mêmes types de caractères dans le Pays de Bray (76), en plus frais. Moins directement soumis aux flux océaniques, le Pays d'Auge (14), le Lieuvin (27) et le Roumois (27) connaissent toutefois des précipitations assez marquées en raison des reliefs collinaires qui favorisent leur formation. Plus au Sud, le Pays d'Ouche (27, 61) et le Perche (61) bénéficient d'un caractère continental plus affirmé : précipitations atténuées et amplitudes thermiques plus fortes (ex. : Beaulieu).

**Climat des plateaux abrités** : la Plaine agricole de Caen à Falaise, sous le vent des collines de Normandie et proche de la mer, se caractérise par une pluviométrie et des contraintes thermiques modérées (ex. : Caen). Dans la Campagne d'Alençon, par effet de continentalité, les températures sont plus contrastées, avec communément 10 à 15 jours supplémentaires par an de froid en hiver et de chaleur en été. La situation thermique est semblable dans les plaines agricoles de l'Eure, mais la pluviométrie est beaucoup plus faible (localement moins de 600 mm/an) en raison du double effet d'abri provoqué par les collines du Bocage normand et par celles qui s'étendent sur un axe du Pays d'Auge au Perche (ex. : Evreux). »

## 1.2 Evolutions climatiques en Normandie - Observations et projections

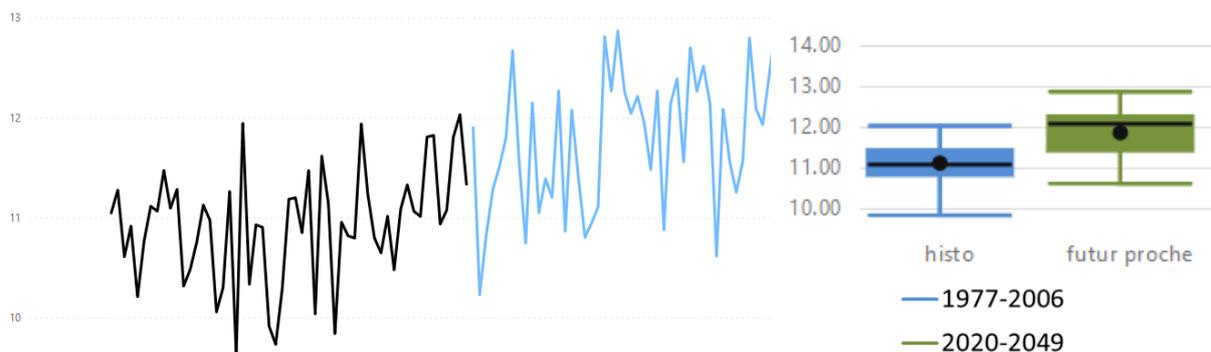
Le changement climatique se traduit par une hausse des températures et davantage de sécheresse à cause de l'augmentation de l'évapotranspiration au regard de la stabilité des cumuls annuels de pluie.

Les résultats de ce diagnostic s'appuient sur les indicateurs climatiques et agro-climatiques **d'Oracle Normandie** (période passée (2) voir liste des sources en page 56), ClimA XXI et AgriClim (périodes passées et futures), dont les sources sont détaillées en annexe 2. Pour ce travail diagnostique, le choix porte sur une **projection jusque 2050** (futur « proche » qui répond à la nécessité d'adaptation des exploitations agricoles d'aujourd'hui) et le **scénario climatique RCP 4.5** du GIEC, intermédiaire entre le scénario très optimiste RCP 2.6 et le pessimiste RCP 8.5 (graphique des scénarios du GIEC en annexe 3).

Les projections futures s'appuient sur le **modèle Aladin de Météo-France** (versions 2014 ou 2020 selon les graphiques) Ces informations doivent être prises avec précaution car la fiabilité est relative, en particulier pour les pluies qui sont difficiles à modéliser.

### Hausse des températures

Température moyenne annuelle en t°C de 1950 à 2050 à proximité de Caen (Calvados)



Lecture du graphique : voir annexe 4

Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

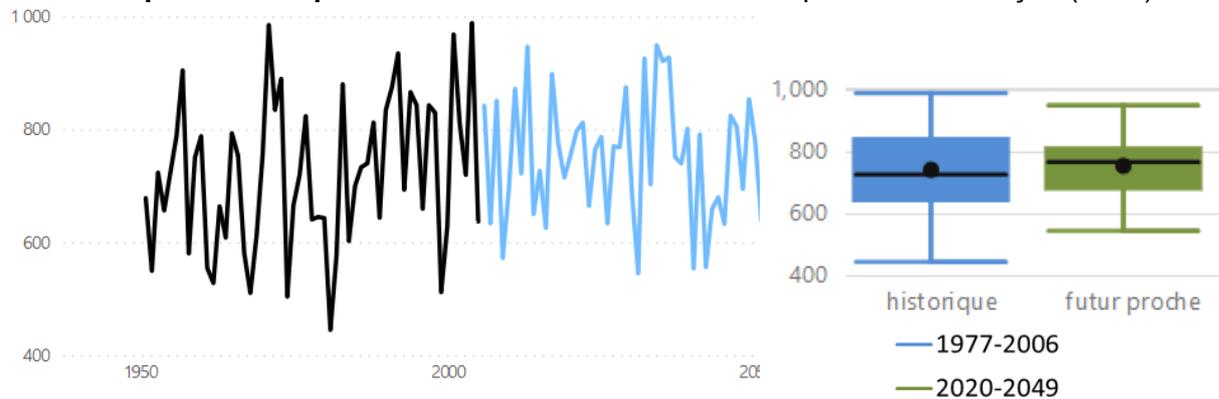
A Caen comme ailleurs en Normandie et en France, les températures moyennes annuelles montrent une **augmentation** depuis les années 1980. Les modèles climatiques prévoient que cette tendance va se poursuivre dans les 30 prochaines années. En posant l'hypothèse d'un scénario climatique intermédiaire (scénario RCP 4.5 du GIEC, voir annexe 3), **la température moyenne annuelle** à Caen **passerait de 11,0°C** en moyenne entre 1977 et 2006 (historique) à **12,1°C** sur la période 2020 à 2049 (futur proche). Cela représente un adoucissement important puisque 12,0°C correspond à la température moyenne de Nantes à la fin du 20<sup>e</sup> siècle. Les années les plus chaudes pourront même atteindre 13°C (graphique de droite), niveau jamais constaté à Caen au 20<sup>e</sup> siècle.

### Conséquences globales en agriculture :

- **Développement plus précoce des végétaux**, avancement des périodes de pousse et d'interventions agricoles.
- Interaction forte avec les risques climatiques et aléas car la sensibilité des cultures est très souvent liée au stade de développement.

## Les pluies toujours variables

### Cumul pluviométrique annuel en mm de 1950 à 2050 à proximité d'Alençon (Orne)



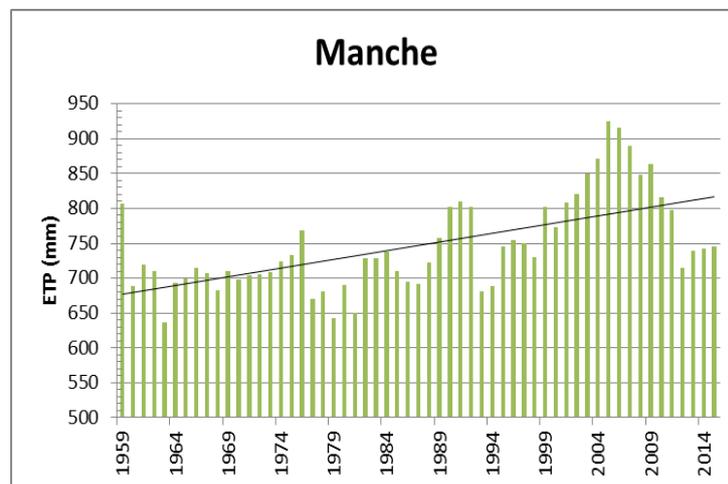
Lecture du graphique : voir annexe 4

Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

A Alençon par le passé, la pluviométrie annuelle varie fortement : de 450 à 1000 mm par an, soit plus du simple au double. Le modèle climatique pour les 30 années à venir prévoit une **pluviométrie annuelle quasi stable en moyenne** (770 mm au lieu de 730 par an), mais toujours variable d'une année sur l'autre. En Normandie d'après le modèle climatique, le cumul annuel des pluies évolue peu mais selon le lieu la fréquence d'années extrêmes plus humides ou plus sèches diminue (exemple d'Alençon) ou augmente (exemple de Rouen).

## Forte augmentation de l'évapotranspiration

EvapoTranspiration Potentielle annuelle en mm de 1959 à 2015 dans la Manche

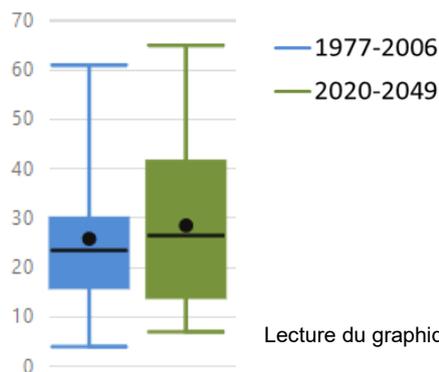


Source Météo-France, dans Oracle Normandie 2020

Dans la Manche, le **cumul annuel d'ETP est en augmentation marquée**, comme sur l'ensemble de la région, en lien avec l'augmentation des températures. Cette hausse est plus marquée à partir des années 1980-1990 et va se poursuivre à l'avenir. La pluviométrie annuelle restant globalement stable, cela va se traduire par un durcissement des conditions hydriques pour la végétation, donc d'**effets de sécheresse plus marqués** sur les végétaux.

## Pics de chaleur plus fréquents

Nombre de jours atteignant 25°C et plus de juin à septembre de 1950 à 2050 à proximité d'Evreux (Eure)



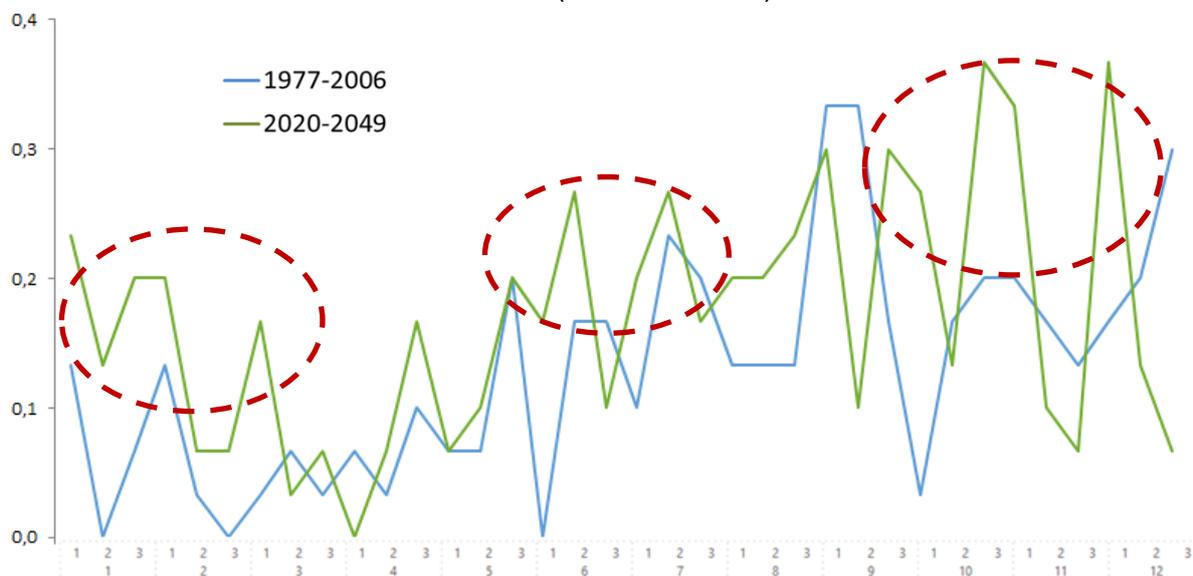
Lecture du graphique : voir annexe 4

Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

Le nombre de journées « estivales » (dépassant 25°C) augmente. A Evreux, ce nombre passe de 24 jours en moyenne entre juin et septembre en 1977-2006 à 28 jours pour la période 2020-2049. Pour 1 année sur 2, on avait auparavant 16 à 30 jours estivaux, dans le futur proche ce sera 14 à 42 jours (la variabilité augmente). Même s'ils n'apparaîtront pas tous les ans, ces **pics de chaleurs récurrents** auront des impacts sur les végétaux, les animaux et les humains, il va falloir les prendre en compte pour les années à venir. Néanmoins cet effet sera atténué en zone côtière car la proximité de la mer tempère efficacement les extrêmes de température, même dans le futur.

## Risques accentués d'érosion par les pluies fortes

Nombre de jours de pluie dépassant 20 mm en année moyenne par décade à proximité d'Yvetot (Seine-Maritime)



A Yvetot dans les 30 années à venir, en année moyenne les jours de fortes pluies (plus de 20 mm par jour) seront plus fréquents (courbe verte 6,1 jours/an au total, au-dessus de la courbe bleue 4,7 j/an) en juin-juillet et en automne-hiver de septembre à mars. A l'automne, la fréquence de ce type d'évènement sera doublée par rapport à ce qui était habituel à la fin du 20<sup>e</sup> siècle. Avec ces manifestations pluvieuses, le risque d'apparition du ruissellement érosif augmente.

### Vents : peu d'information

Les données sur les vents et des tempêtes du passé en France ne font pas ressortir de tendance en lien avec le changement climatique (3) (voir liste des sources en page 56). Les agriculteurs de Normandie évoquent le vent d'Est ou Nord-Est qui semble plus fréquent ces dernières années, mais les modèles climatiques ne permettent pas de prévoir des évolutions, ils montrent une forte variabilité.

### Conséquences globales du changement climatique en agriculture

- Modification des cycles de développement et de reproduction des êtres vivants : animaux (élevages, prédateurs, ravageurs), végétaux (cultures, flores d'intérêt agro environnemental, adventices), champignons (ravageurs essentiellement),
- Déplacements ou pertes de zones de production et / ou de filières de valorisation et transformation.

Ces effets auront pour conséquences :

- **Agronomiques** : décalage des cycles culturaux (augmentation de la précocité) entraînant des incidences sur l'organisation des travaux agricoles (gestion des moyens de production humains et matériels, modification des cycles de gestion des ressources alimentaires consommées par les animaux ou mises en marché. Par ailleurs, les températures plus douces, si elles sont accompagnées d'une humidité suffisante, augmenteront la minéralisation de la matière organique du sol, engendrant ainsi un déstockage de carbone.
- **Socio-Economiques** : modifications des volumes, des périodes disponibles pour les mises en marchés et rentrées économiques afférentes et/ou modification des activités agroalimentaires liées à ces productions pour assurer l'autonomie et les équilibres alimentaires. Incidence sur les moyens humains, matériels, services disponibles localement pour absorber les pics d'activité. Déplacements de populations en lien avec les déplacements/pertes de zones de production.
- **Ecologiques et Environnementaux** : Augmentation des risques et des propagations de bio agresseurs, élargissement ou déplacement des aires de cultures de plantes et animaux adaptés à ces climats nouveaux, renouvellement des gammes variétales et espèces cultivées.

**L'instabilité des conditions météorologiques est un effet majeur** du dérèglement climatique, l'augmentation des aléas climatiques avec les incertitudes liées complexifie fortement l'adaptation des exploitations agricoles. Les événements violents de type orages, grêle, qui seront plus fréquents, peuvent générer des destructions sur les cultures, les bâtiments et particulièrement les serres et abris.

Ce diagnostic cible **en priorité les effets du stress hydrique et thermique** sur l'agriculture normande car ces stress présentent des impacts majeurs, les nombreux autres effets seront cités en fonction des connaissances disponibles.

## Le GIEC normand

Le GIEC normand, constitué en 2019 sous l'impulsion du Président de la Région Normandie Hervé Morin, réunit des experts régionaux (scientifiques et spécialistes) sur les différentes thématiques liées au climat et à son évolution. Il a pour but de faire la synthèse des travaux scientifiques locaux existants sur ce sujet (données mesurées et projections à l'horizon 2050-2100). Ces prévisions auront pour but de se préparer aux impacts du changement climatique et de faire en sorte que le territoire, ses acteurs et ses habitants s'y préparent.

Les premiers travaux du GIEC portent sur 9 thèmes dont « Changements climatiques et aléas météorologiques », « Eau : qualité, disponibilité, risques naturels », « Sol, agronomie, agriculture »... dont les contenus étayent la connaissance du futur agricole.

Groupe d'Experts Interdisciplinaire sur l'Evolution du Climat <https://www.normandie.fr/giec-normand>

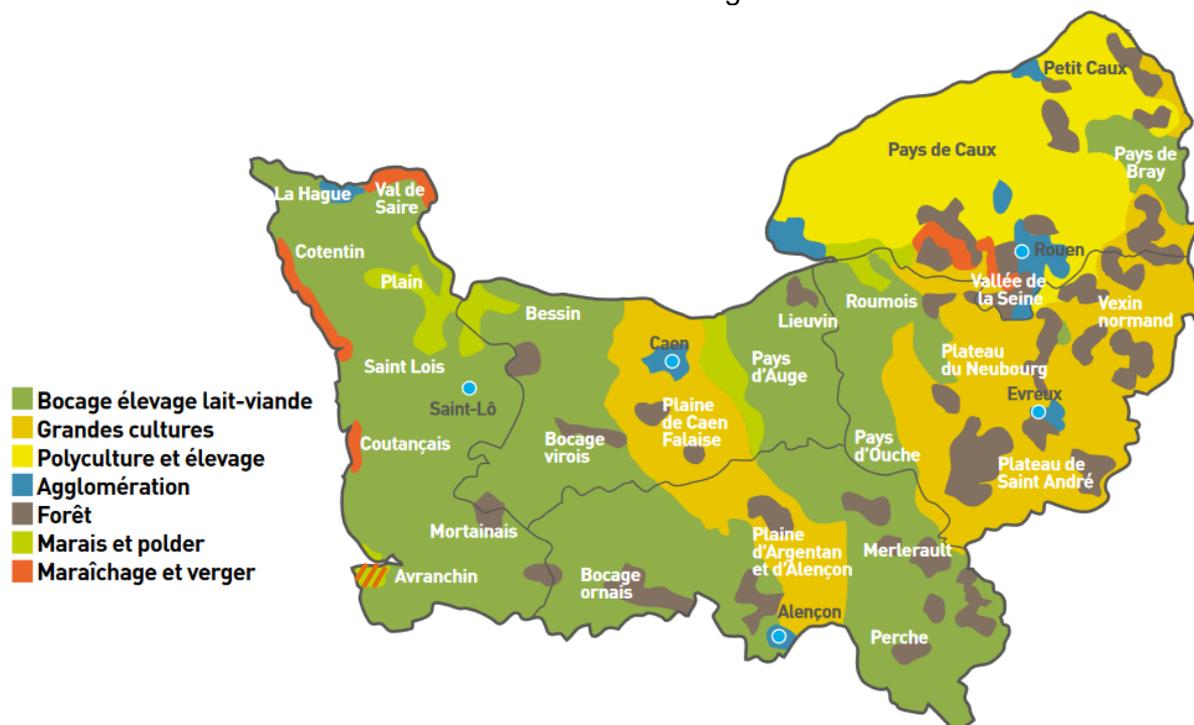
## 2. Les productions agricoles en Normandie

### 2.1 L'agriculture normande

Extrait de « Panorama de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Normandie » (4) (voir liste des sources en page 56).

« La Normandie est la 1<sup>ère</sup> région française pour sa part de Surface Agricole Utile, elle valorise par l'agriculture près de 70 % de sa surface.

L'orientation des exploitations agricoles est notamment liée aux caractéristiques des sols et du climat. Dans les zones vallonnées et bocagères de l'Ouest de la région, se concentre l'élevage laitier. Vers l'Est, les sols profonds de la plaine de Caen, au Pays de Caux et au Vexin permettent des cultures diversifiées. Le Pays d'Auge concentre une forte proportion d'élevage équin. Les petites exploitations relèvent en très grande majorité des orientations « Ovins caprins et autres herbivores » et « Bovins viande ». Les sols sableux et limoneux des côtes et des vallées sont favorables aux cultures légumières.



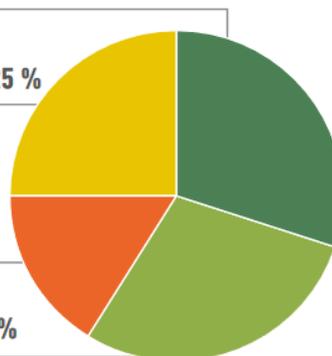
### Principales orientations technico-économiques (OTEX) des moyennes et grandes exploitations agricoles

Bovins lait 30 %

Autres orientations 25 %

Polyculture-  
polyélevage 16 %

Grandes cultures 29 %



Enquête Structure 2016

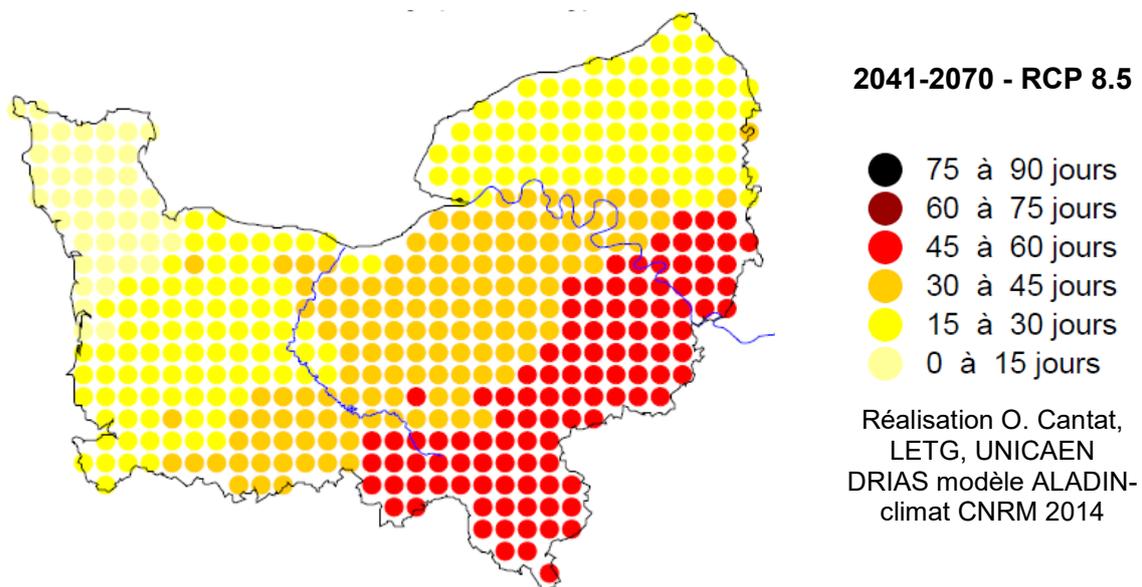
Extraits du Panorama de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Normandie, Chambre régionale d'agriculture de Normandie, 2020

## 2.2 Les filières et territoires retenus pour le diagnostic du Varenne

Pour ce diagnostic, compte-tenu des indicateurs du changement climatique disponibles à l'échelle locale, le choix a été fait de détailler **10 couples filière/territoire** puis, pour chacune des 10 filières, d'élargir la synthèse à l'échelle de la Normandie, en s'appuyant sur 12 ateliers territoriaux associant agriculteurs, interprofessions et collectivités locales, organisés en octobre et novembre 2021.

- Les filières représentent les grandes productions normandes, de manière non exhaustive. Pour chacune, une ou deux espèces ou types de production seront pris en exemple,
- Les territoires tiennent compte des zones de production agricole mais aussi des différents changements de température à venir, plus marqués dans la frange Sud-Est de la région, davantage atténués en bordure maritime.

### Contraste du nombre de jours estivaux ( $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ) à l'intérieur de la Normandie dans le futur (période 2041 à 2070)



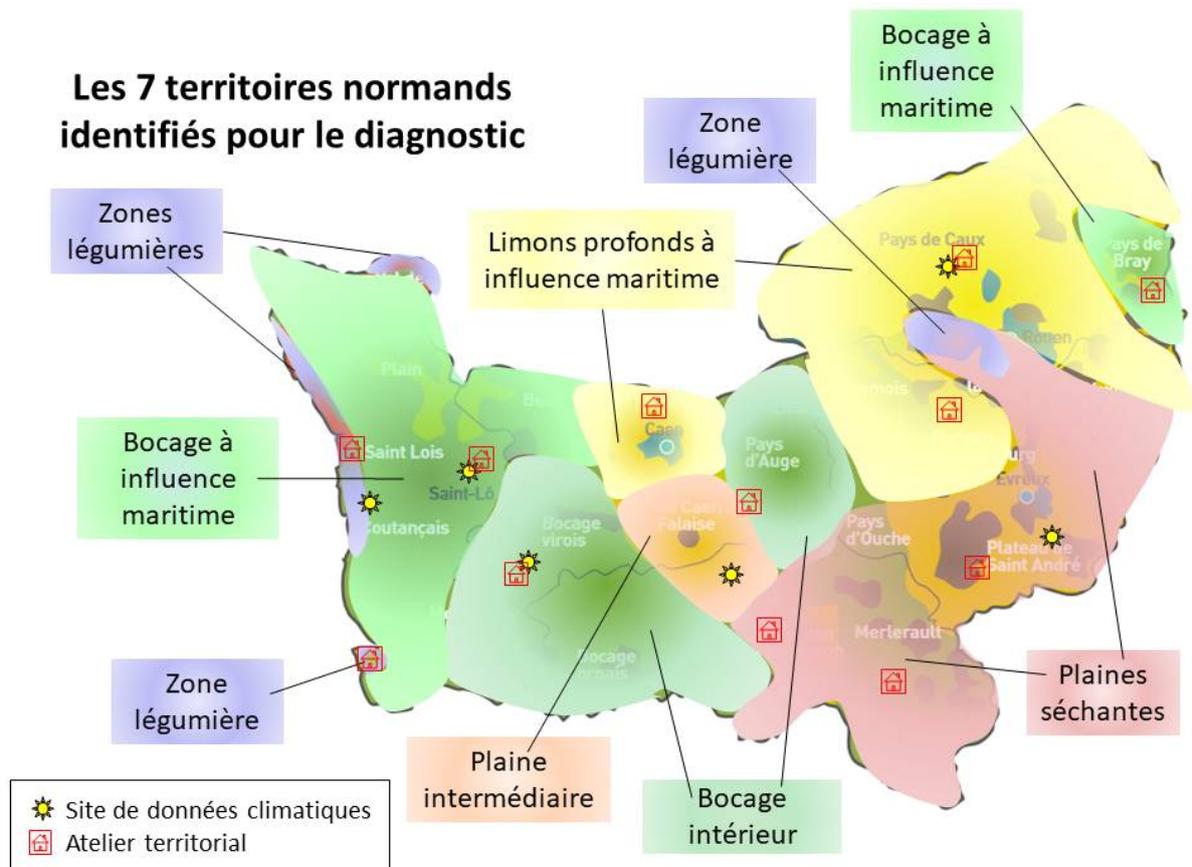
Extrait de la synthèse Changement climatique et Aléas météorologiques du GIEC normand (5) (voir liste des sources en page 56)

### Les 10 couples filière/territoire utilisés comme illustration du diagnostic

Filière	Territoire	Site des données climatiques
1 Céréales à paille	Plaine intermédiaire : Plaine Sud de Caen et d'Argentan	Argentan (61)
2 Oléagineux	Plaines séchantes : Sud de l'Eure, Perche, Pays d'Ouche, Vallée d'Eure et de Seine	St André de l'Eure (27)
3 Protéagineux	Limons profonds à influence maritime : Seine-Maritime, Roumois, Nord Plaine de Caen, Lieuvin	Yvetot (76)
4 Pommes de terre		
5 Lin textile		
6 Systèmes herbagers	Bocage à influence maritime : Centre Manche, Cotentin, Bessin, Pays de Bray	Saint Lô (50)
7 Elevage bovin		
8 Maïs	Bocage intérieur : Bocage virois, Sud Manche, bocage ornais, Pays d'Auge	Vire (14)
9 Vergers		
10 Légumes de plein champ	Zones légumières : Côte Ouest Manche, Mont St Michel, Val de Saire, Vallée de Seine, Vallée d'Eure...	Coutances (50)

### Carte indicative des territoires pour le diagnostic de l'adaptation de l'agriculture au changement climatique

#### Les 7 territoires normands identifiés pour le diagnostic

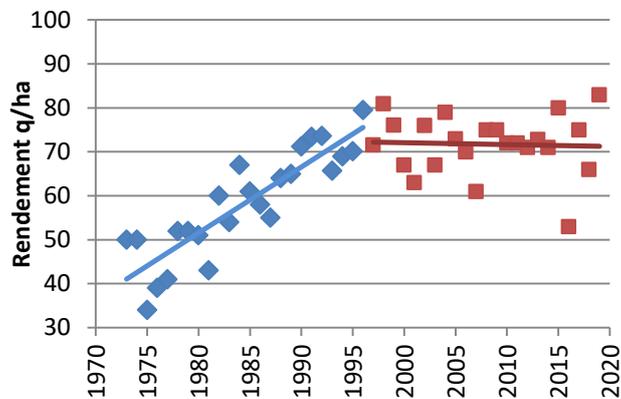


**Illustration 1 - Filière Céréales à paille / Territoire « Plaine intermédiaire » (Plaine Sud de Caen et d'Argentan)**

L'illustration aborde en priorité le **blé tendre d'hiver et l'orge d'hiver, avec l'exemple du secteur d'Argentan (Orne)**

- **indicateur 1 : Evolution passée des rendements du blé**

Rendement départemental du blé tendre d'hiver de 1973 à 2020 dans l'Orne

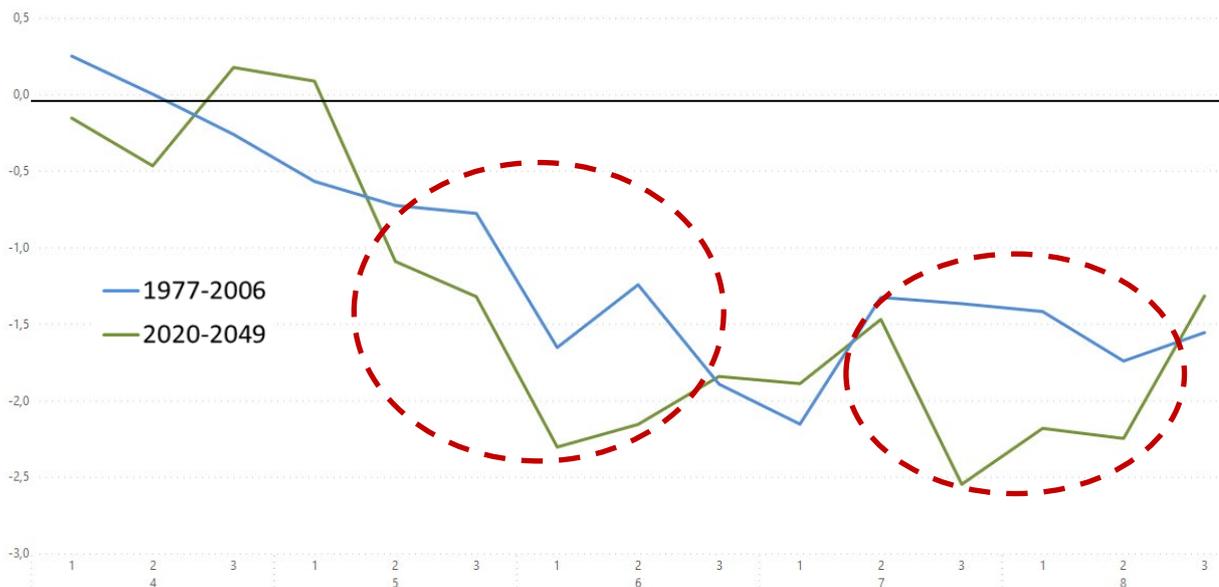


Source DRAAF Normandie dans Oracle Normandie

Après une croissance marquée, on observe à partir de la fin des années 1990 en Normandie un plafonnement des rendements en blé tendre. Parmi les 5 départements normands, c'est pour l'Orne que le plafond est le plus marqué. Ce phénomène, qui s'observe dans l'ensemble de la France métropolitaine, résulte pour moitié du changement climatique qui a accru les stress hydriques et thermiques en fin de cycle cultural (6) (voir liste des sources en page 56). Les autres facteurs sont la réduction des légumineuses dans la rotation et la légère baisse de la fertilisation azotée qui a suivi entre 2000 et 2007 la mise en place de la directive nitrates.

- **indicateur 2 : Risque de sécheresse**

**Bilan hydrique** par décennie d'avril à août à proximité d'Argentan (Orne)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour



Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

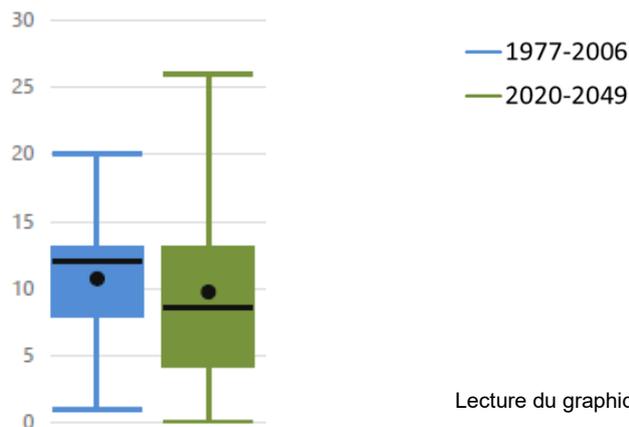
D'après le modèle climatique, en année moyenne, le manque d'eau va s'accroître sur la période 2020-2049 par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). La sécheresse sera plus marquée qu'auparavant de mi-mai à mi-juin, puis de mi-juillet à mi-août. Le manque d'eau cumulé d'avril à juillet (période de risque pour le blé) atteindra en année moyenne 154 mm au lieu de 123 mm auparavant : +25 % de stress hydrique. Pour l'orge (avril à juin) le manque d'eau cumulé sera de 92 mm au lieu de 72 mm : +28 %. L'effet sera d'autant plus fort que les sols sont peu épais (voir la réserve utile des sols de Normandie en annexe 5). Cette conclusion est valable seulement en année moyenne, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés.

L'impact sur la céréale diffère selon le stade concerné, la précocification des stades doit donc être prise en compte - exemple pour le blé à proximité d'Argentan en annexe 6. Selon Arvalis, pour un blé standard, lorsque le déficit hydrique dépasse 50 mm, les pertes de biomasse commencent à affecter significativement le nombre de grains/m<sup>2</sup>. Lors de la montaison, l'absence de pluie peut induire des carences en azote. En phase de remplissage, la taille des grains se retrouve directement pénalisée et la sénescence des feuilles se trouve accélérée. De plus, les références indiquent que le stade juste avant épiaison (gonflement) est le stade le plus sensible au déficit hydrique puisqu'une sécheresse survenant à ce stade peut réduire les rendements en grains d'environ 70%.

### - indicateur 3 : Risque d'échaudage des céréales

L'échaudage thermique intervenant entre épiaison et maturité (stades atteints en blé entre mai et juillet) impacte le remplissage des grains de céréales. Les effets négatifs peuvent se manifester dès 25°C.

**Blé : Nombre de jours atteignant 25°C et plus** à proximité d'Argentan (Orne)  
En phase de remplissage des grains : de 10 jours avant le stade épiaison jusque grain pâteux - Cas d'une variété demi-tardive semée au 15 octobre



Lecture du graphique : voir annexe 4

Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

D'après le modèle climatique, en année moyenne, le risque d'échaudage du blé diminue dans le futur proche : 10 jours de risque au lieu de 11 en fin de 20<sup>e</sup> siècle. L'explication est un évitement naturel grâce aux stades plus précoces qui font que le remplissage des grains intervient avant la période la plus chaude. L'échaudage sera néanmoins accentué en année extrême : pour 1 année sur 30 de la période 2020-2049 il y aura 26 jours d'échaudage possible (contre 20 jours par an au maximum entre 1977 et 2006). Pour l'orge qui présente des stades plus précoces que le blé, le risque d'échaudage est plus réduit.

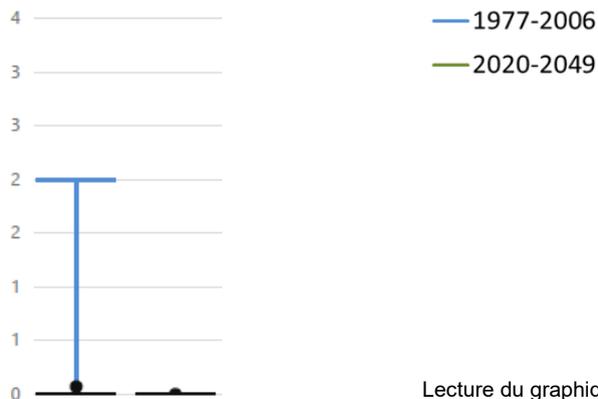
L'impact de l'échaudage sur le blé varie selon la sensibilité de la variété et les propriétés du sol. Selon P Gate (Arvalis) (7) (voir liste des sources en page 56), le rendement est réduit d'environ 1,6 q/ha par jour échaudant. Pour 1 année sur 30, il y aurait 15 jours d'échaudage supplémentaires d'où une perte de 24 q/ha.

- **indicateur agroclimatique 4 : risque de gel d'épi**

Le gel d'épi est un risque intervenant entre les stades épi 1 cm et 2 nœuds (stades atteints en blé entre mars et mai), à partir d'une température inférieure à  $-4^{\circ}\text{C}$  sur le blé.

**Blé : Nombre de jours en dessous de  $-4^{\circ}\text{C}$  à proximité d'Argentan (Orne)**

Entre les stades épi 1 cm et 2 nœuds - Cas d'une variété demi-tardive semée au 15 octobre



Lecture du graphique : voir annexe 4

Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

D'après le modèle climatique, le risque de gel d'épi diminue pour le blé, il passe de 2 jours en année extrême en fin du 20<sup>e</sup> siècle à 0 jour pour le futur proche.

Les autres risques identifiés pour le blé en Normandie (François Beauvais (8) voir liste des sources en page 56) : augmentation du nombre d'années à risque de gel aux stades tallage et méiose - développement des bio-agresseurs (exemple du puceron vecteur de la rouille jaune) - manque de rayonnement - diminution du nombre de jours nécessaires à la vernalisation (moins utilisation de variétés de type « hiver », plus productives).

## - Analyse Filière Céréales à paille en Normandie

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total).

### **Atouts :**

- Pour le blé, prévision d'évitement naturel des risques d'échaudage et de gel d'épi grâce à l'avancée des stades
- Sols plus secs en mai-juin, facilitant les interventions au champ à cette période (engrais, traitements)
- Importante palette de précocités variétales disponibles pour atténuer les risques à l'échelle de l'exploitation
- Moissons plus précoces (sauf en 2021 qui est l'exception)

### **Faiblesses :**

- Davantage de risques de sécheresse et d'échaudage : baisse des rendements des céréales (moins 25% de rendement observés en territoire « plaines séchantes »), plus grande variabilité des rendements
- Sols à réserve utile modeste (< 100 mm, voir annexe 5) dans environ un tiers de la région, donc sensibilité accrue au manque d'eau dans les secteurs concernés
- Besoins accrus d'irrigation, notamment en terre à faible réserve en eau
- Faible nombre d'exploitations équipées en système d'irrigation
- Difficulté pour valoriser les apports d'azote entre épi 1 cm et 2 nœuds (eau nécessaire pour absorber l'azote)
- Itinéraire technique à optimiser dans le même temps face aux adventices, bio-agresseurs... avec nécessité d'adaptations parfois contradictoires (exemple : semis plus précoce pour esquiver l'échaudage mais risques supplémentaires graminées résistantes et pucerons)
- Avec les orages plus fréquents (difficiles à prévoir), diminution de l'efficacité des outils d'aide à la décision utilisant les prévisions de pluie (développement de maladies fongiques)
- Diminution des périodes favorables et du nombre de jours disponibles pour récoltes, semis, ... pics de travaux concentrés

### **Opportunités :**

- La recherche est mobilisée sur les travaux visant à sélectionner des variétés plus résistantes à la sécheresse
- Sélection possible de semences ayant mieux résisté que d'autres aux aléas climatiques
- Des expériences d'agroforesterie pour protéger la culture (microclimat), déjà engagées en Normandie
- Un certain nombre d'agriculteurs déjà mobilisés pour protéger les sols (agriculture de conservation, lutte contre l'érosion) pour conserver ou renforcer leur réserve en eau
- Des investissements d'agriculteurs, Cumas et entreprises de travaux agricoles dans de nouveaux matériels (semis sous couverts, semis-direct, arrêt du labour, agriculture de conservation...)
- Intérêt de diversifier l'assolement avec de nouvelles cultures permettant de répondre ainsi à plusieurs enjeux (changement climatique, phytosanitaires, biodiversité,...)

### **Menaces :**

- Concurrence future probable pour l'accès à l'eau d'irrigation avec la réduction des ressources à long terme
- Si irrigation, perte de compétitivité avec l'augmentation des coûts de production
- Effets négatifs sur la qualité (par exemple moins de protéines car l'azote est moins bien absorbé par temps sec) et potentiellement les débouchés des céréales, augmentation des exigences sur la qualité des grains
- Augmentation de la pression des bio-agresseurs conjuguée avec la diminution des solutions phytosanitaires
- Les dates réglementaires fixes ne correspondent plus avec les périodes de travaux des champs lesquels sont ajustés en fonction des aléas météo et la précocification des stades des cultures
- Feux de moisson plus fréquents, avec en conséquence des pertes de récoltes (grain / paille)
- Augmentation des tarifs des assurances multirisques agricoles
- Seuils et/ou franchises élevées qui rendent inopérantes les assurances récoltes

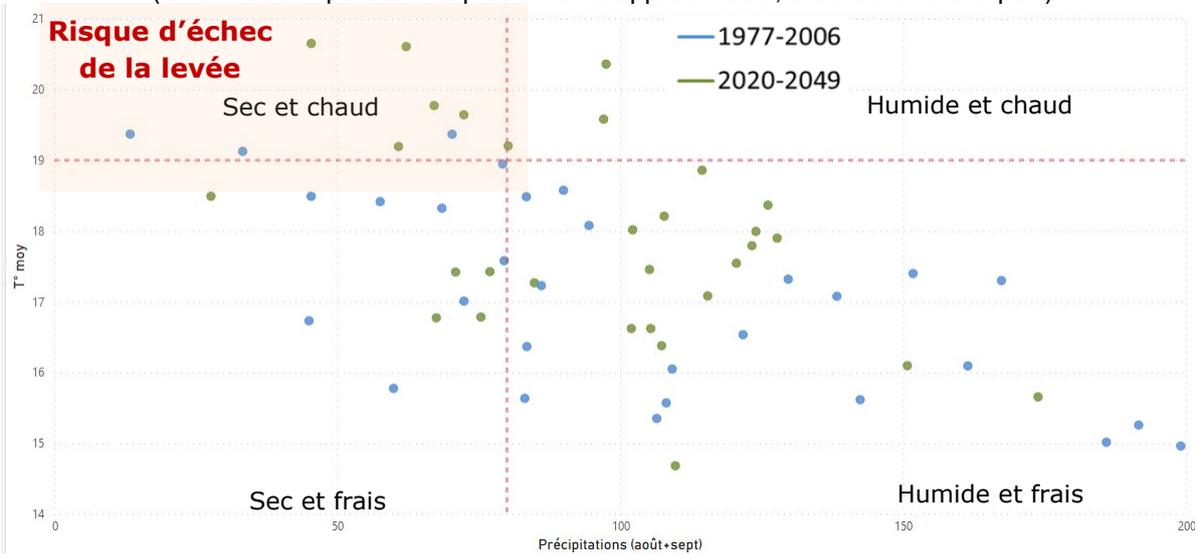
**Illustration 2 - Filière Oléagineux / Territoire « Plaines séchantes » (Sud de l'Eure, Pays d'Ouche, Perche)**

L'illustration aborde en priorité le **colza d'hiver**, avec l'exemple du secteur de **Saint André de l'Eure** (Eure)

- **indicateur 1 : Temps sec et chaud à la levée**

**Pluie et températures en août et septembre à proximité de Saint André de l'Eure (Eure)**

Température moyenne journalière en °C et Pluviométrie cumulée en mm (1 point = 1 année)  
(limites de température et pluviométrie approximatifs, établis à dire d'expert)



Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

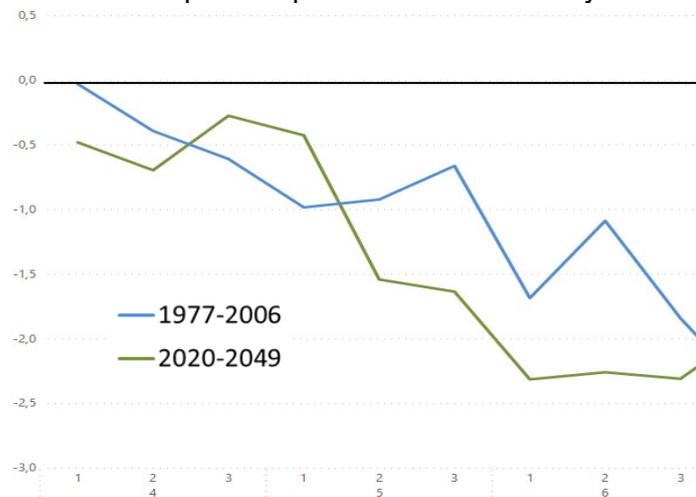
Le nombre d'années avec les mois d'août et septembre à la fois chauds et secs augmente dans le futur. Entre 2020 et 2049, 6 années sur 30 seront au-dessus d'une température moyenne de 19°C avec moins de 80 mm de cumul sur les 2 mois. Entre 1977 et 2006, seulement 4 années sur 30 sont dans cette situation.

Pour le colza, les difficultés de levée se répètent avec des conditions sèches parfois prolongées et l'augmentation de l'ETP qui assèche le sol. Outre les échecs de levée, cela fragilise le colza qui devient plus sensible aux bioagresseurs, grosse altise par exemple.

- **indicateur 2 : Risque de sécheresse à la floraison**

**Bilan hydrique** par décade d'avril à juin à proximité de Saint André de l'Eure (Eure)

Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour



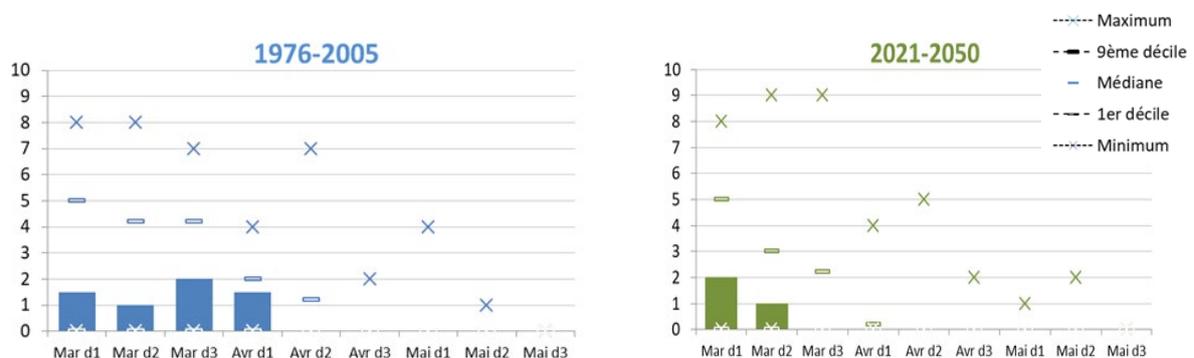
Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

D'après le modèle climatique, le manque d'eau va s'accroître sur la période 2020-2049 par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). En moyenne la sécheresse sera plus marquée qu'auparavant début avril et de mi-mai à fin juin. Le manque d'eau cumulé d'avril à juin (stade floraison, période de risque pour le colza) atteindra en année moyenne 121 mm au lieu de 83 mm auparavant soit +46 % de stress hydrique. L'effet sera d'autant plus fort que les sols sont peu épais, situation fréquente pour le colza (voir la réserve utile des sols de Normandie en annexe 5). Cette conclusion est valable seulement en année moyenne, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés.

Selon Terres Inovia (9) (voir liste des sources en page 56), la perte de rendement en colza peut atteindre 8 q/ha suite à un stress hydrique à la floraison (comparaison colza irrigué/non irrigué). Néanmoins, l'apparition plus précoce du stade floraison, en lien avec la hausse des températures pourrait permettre d'esquiver partiellement ce risque.

- **indicateur 3 : Risque de gel à la floraison**

**Nombre de jours en dessous de 0°C de mars à mai par décade à proximité de Saint André de l'Eure (Eure)**



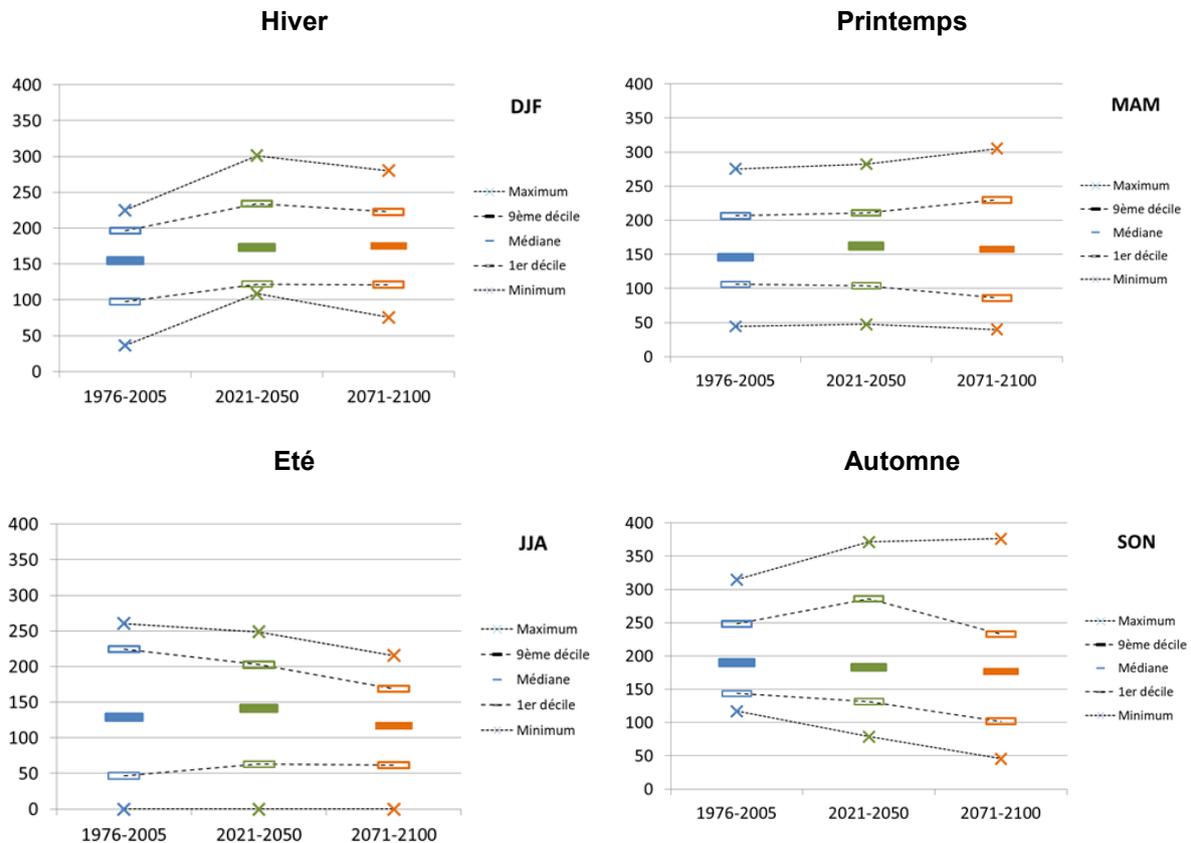
Source ClimA XXI CA27 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

Le risque de gel <0°C diminue pour la période 2021-2050 par rapport à 1976-2005 : pour 1 année sur 2 (médiane : rectangle coloré), on passe de 1,5 jour à 0 jour de gel pour la 1<sup>ère</sup> décade d'avril. Cependant, le risque de gel reste présent : entre le 10 et le 20 avril en pleine période de floraison, il sera possible 1 année sur 30 (entre 2020 et 2050) d'avoir 5 jours de gel (croix sur le graphique). Comme la floraison pourra intervenir de manière plus précoce en mars de par la hausse des températures, les dégâts pourraient être accentués certaines années, à l'instar du printemps 2021.

Pour le colza, le gel à la floraison peut avoir des effets négatifs dès 0°C, c'était le cas au printemps 2021 où une partie des fleurs a avorté à cause du froid. Lors des stades précédents, à la montaison, le seuil de sensibilité est bien plus bas, autour de -5°C. A noter que selon Terres Inovia, le colza a de grandes possibilités de rattrapage après le gel, l'impact sur la culture dépend beaucoup des conditions locales de la parcelle.

- **indicateur 4 : Excès d'eau**

**Cumul de pluie par saison (en mm) à proximité de Saint André de l'Eure (Eure)**



Source ClimA XXI CA27 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

A St André, la pluviométrie saisonnière augmente légèrement dans le futur en médiane (1 année sur 2), sauf à l'automne. L'effet principal, pour les années 2021-2050, sera une accentuation des extrêmes pluviométriques, particulièrement en automne : le cumul de pluie pourra atteindre 370 mm sur 3 mois les années les plus arrosées (80 mm seulement les années les plus sèches). De plus, certains hivers seront davantage pluvieux : jusqu'à 300 mm en 3 mois alors qu'en fin du 20e siècle le maximum était de 230 mm. Ces périodes pluvieuses plus marquées pourront engendrer des dégâts sur colza car il supporte mal l'excès d'humidité.

Les autres risques identifiés pour le colza en Normandie :

- Pression croissante des bio-agresseurs à l'automne et au printemps (altises, méligèthes...), avec peu d'alternatives aux solutions chimiques
- Manque de rayonnement sur la période d'avril à juin en cas de printemps humide, alors qu'à cette période la lumière est le principal facteur de production du colza

## - Analyse Filière Oléagineux en Normandie

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total).

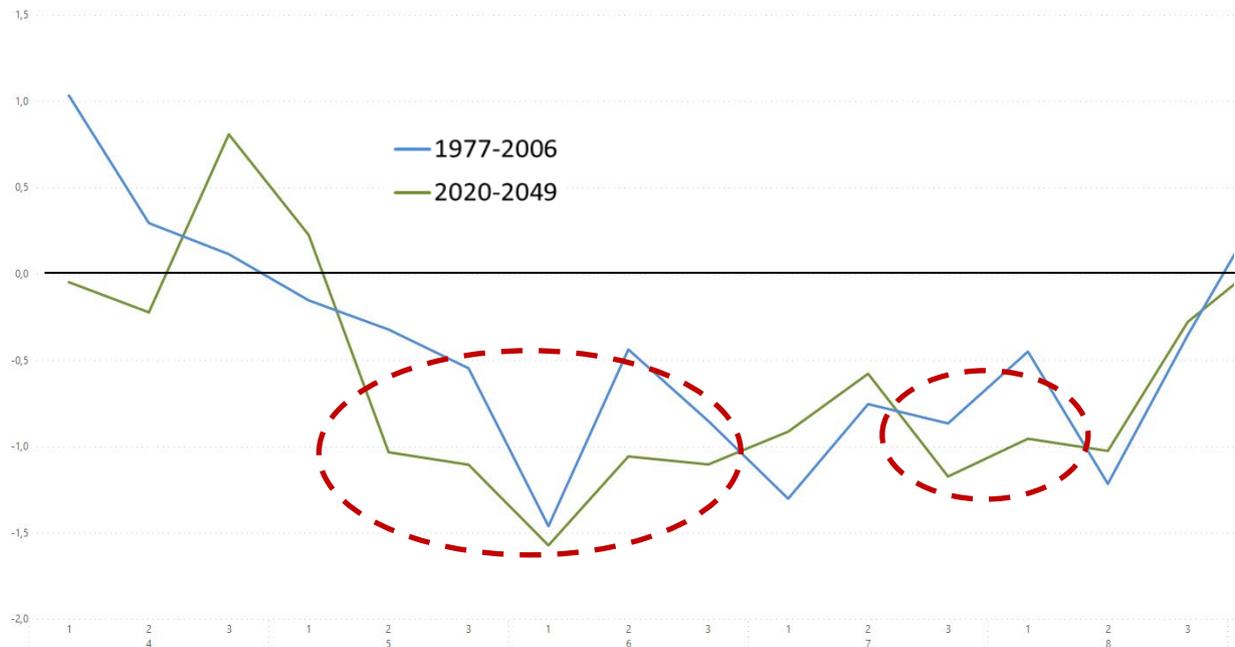
<p><b><u>Atouts :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colza et tournesol sont des cultures adaptées aux sols à faible réserve en eau</li> <li>- Colza et tournesol moins sensibles au stress thermique que les céréales à paille</li> <li>- Récoltes plus précoces (sauf en 2021 qui est l'exception)</li> </ul>	<p><b><u>Faiblesses :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrégularité des rendements en colza</li> <li>- Augmentation des échecs ou difficultés de levée pour le colza par manque d'humidité du sol en fin d'été, sensibilité accrue aux attaques d'insectes (grosses altises)</li> <li>- Sensibilité croissante du colza aux bio-agresseurs et conditions plus favorables à ces derniers, impact de plus en plus fort sur la production</li> <li>- Risque de gel printanier accentué certaines années (aléas climatiques), avortement de fleurs</li> <li>- De plus en plus de forts épisodes de pluies qui détruisent les semis</li> <li>- En bord de mer, colza impacté (brûlures) par les embruns salés (vent forts au printemps)</li> </ul>
<p><b><u>Opportunités :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de la culture de tournesol grâce à la hausse des températures, il commence à être présent dans tous les départements normands</li> <li>- Décalage des semis de colza en milieu d'été pour moins espérer un meilleur développement</li> </ul>	<p><b><u>Menaces :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de la pression des bio-agresseurs conjuguée avec la diminution des solutions phytosanitaires</li> <li>- Les dates réglementaires fixes ne correspondent plus avec les périodes de travaux des champs lesquels sont ajustés en fonction des aléas météo et des stades plus précoces des cultures</li> <li>- Feux de moisson plus fréquents, avec en conséquence des pertes de récoltes (grain / paille)</li> <li>- Augmentation des tarifs des assurances multirisques agricoles</li> <li>- Seuils et/ou franchises élevées qui rendent inopérantes les assurances récoltes</li> <li>- Conditions de récoltes déterminantes pour le tournesol, les pluies de fin septembre et les vents peuvent facilement détruire les récoltes</li> <li>- L'intérêt économique de la culture du tournesol est dépendant des cours mondiaux</li> </ul>

**Illustration 3 - Filière Protéagineux / Territoire « Limons profonds à influence maritime » (Seine-Maritime, Plaine de Caen nord, Roumois)**

L'illustration aborde en priorité le pois protéagineux, avec l'exemple du secteur d'Yvetot et de Rouen (Seine-Maritime)

- **indicateur 1 : Risque de sécheresse**

**Bilan hydrique** par décade d'avril à août à proximité d'Yvetot (Seine-Maritime)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour



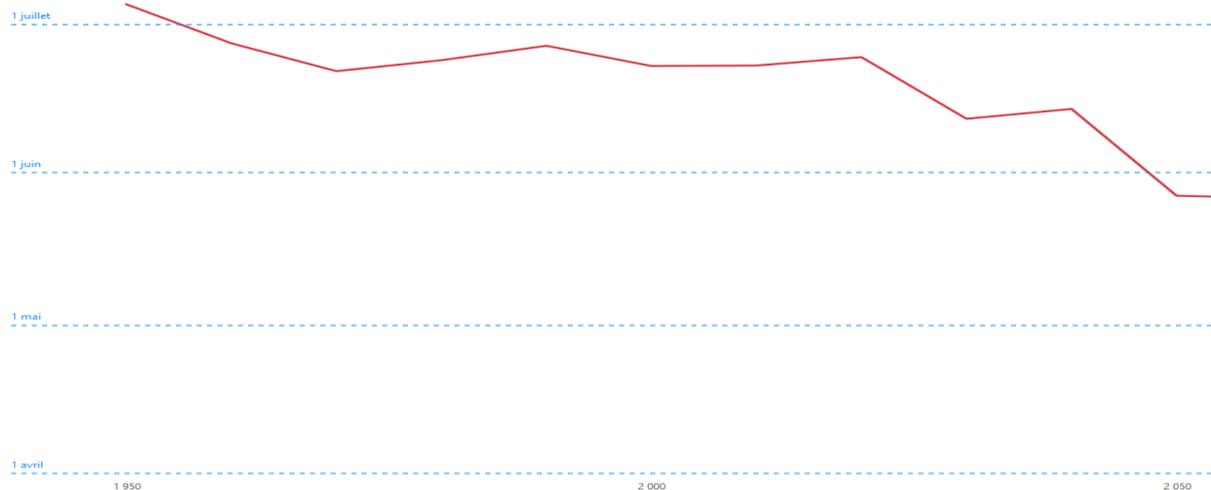
Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

D'après le modèle climatique, en année moyenne le manque d'eau va s'accroître sur la période 2020-2049 par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). La sécheresse sera plus nette qu'auparavant de mi-mai à fin juin, puis de fin juillet à mi-août. Le manque d'eau cumulé de mai à juillet (période à risque pour le pois : remplissage des grains) atteindra en année moyenne 84 mm au lieu de 68 mm auparavant : +23 % de stress hydrique. L'effet sera accentué pour les sols à réserve en eau limitée (voir la réserve utile des sols de Normandie en annexe 5). Cette conclusion est valable seulement en année moyenne, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés.

### - indicateur 2 : Risque de stress thermique

Le stress thermique impactant le pois protéagineux concerne la phase de remplissage des grains, comme le stress hydrique. Les effets négatifs se manifestent dès 25°C, comme pour la féverole. A noter que le pois chiche, d'origine méditerranéenne, résiste jusque 35°C.

#### Date du 1<sup>er</sup> jour atteignant 25°C en température maximale entre 1950 et 2050 à proximité d'Yvetot (Seine-Maritime)



Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

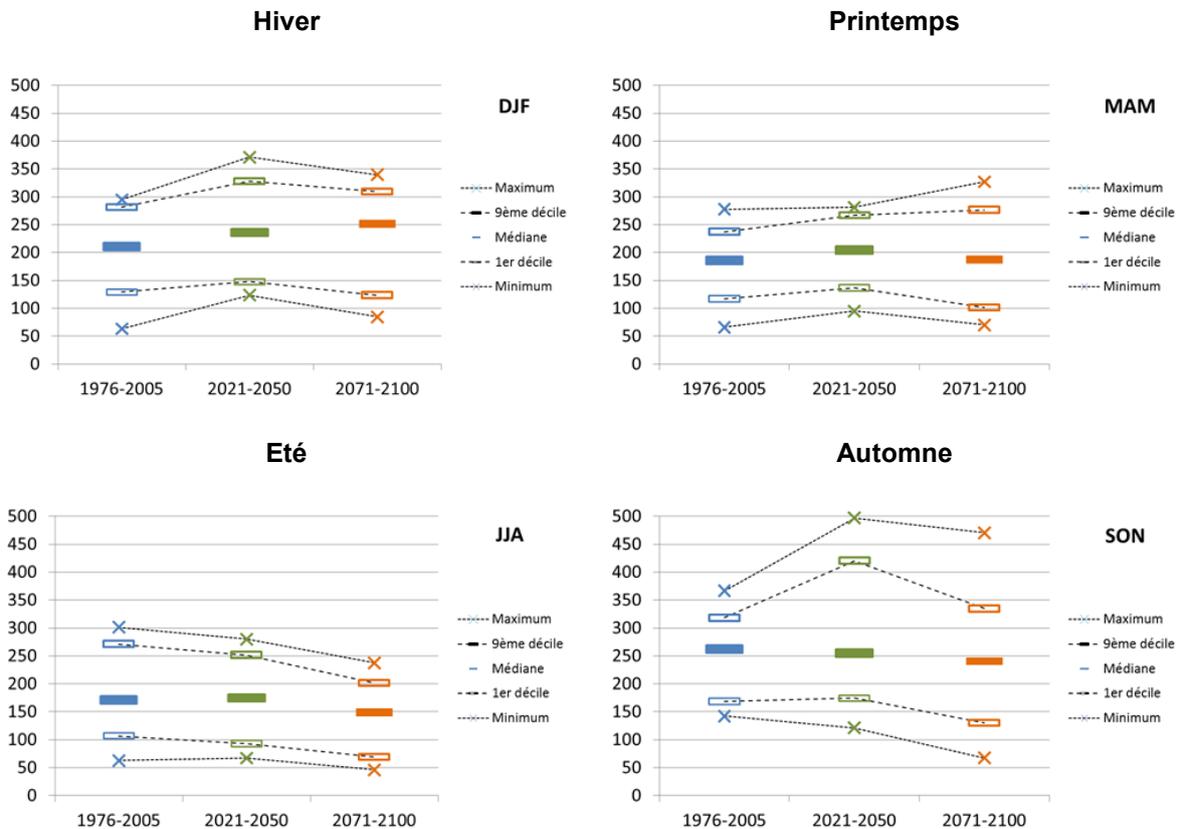
A Yvetot, la température maximale de 25°C adviendra de plus en plus tôt : habituellement fin juin à la fin du 20<sup>e</sup> siècle, elle pourra apparaître courant juin voire même fin mai vers 2050. Ces aléas climatiques plus fréquents pourront impacter la culture du pois.

### - indicateur 3 : Risque de gel

Les dégâts sur pois sont importants lorsqu'une gelée arrive brutalement après une période de températures douces, situation qui est amenée à se produire plus fréquemment (aléas météorologiques). La plante n'a pas eu le temps de s'acclimater, de s'endurcir. Les gelées tardives sont très dangereuses pour les protéagineux d'hiver, car les plantes sont reparties en pleine croissance, elles perdent leur tolérance au froid et subissent ensuite le gel. Les aléas climatiques plus fréquents (exemple du printemps 2021) vont accentuer ce risque.

- **indicateur 4 : Excès d'eau**

**Cumul de pluie par saison (en mm) à proximité de Rouen (Seine-Maritime)**



Source ClimA XXI CA76 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

A Rouen, la pluviométrie saisonnière augmente légèrement dans le futur en année médiane (1 année sur 2), sauf en automne où elle diminue légèrement. L'effet principal pour les années 2021-2050 sera une accentuation des extrêmes pluviométriques, particulièrement en automne : le cumul de pluie pourra atteindre 500 mm sur 3 mois les années les plus arrosées (120 mm seulement les années les plus sèches). De plus, certains hivers seront davantage pluvieux : jusqu'à 370 mm en 3 mois alors qu'en fin du 20e siècle le maximum était de 300 mm. Ces périodes pluvieuses plus marquées pourront générer des difficultés pour la préparation de sol et le semis pour les pois de printemps (en fin d'hiver) et les pois d'hiver (à l'automne). Au printemps l'humidité est un facteur de risque vis-à-vis des maladies fongiques, à cette saison la projection climatique indique des niveaux de pluie légèrement supérieurs. L'augmentation simultanée de l'ETP (voir page 5) devrait en atténuer l'effet.

## - Analyse Filière Protéagineux en Normandie

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total).

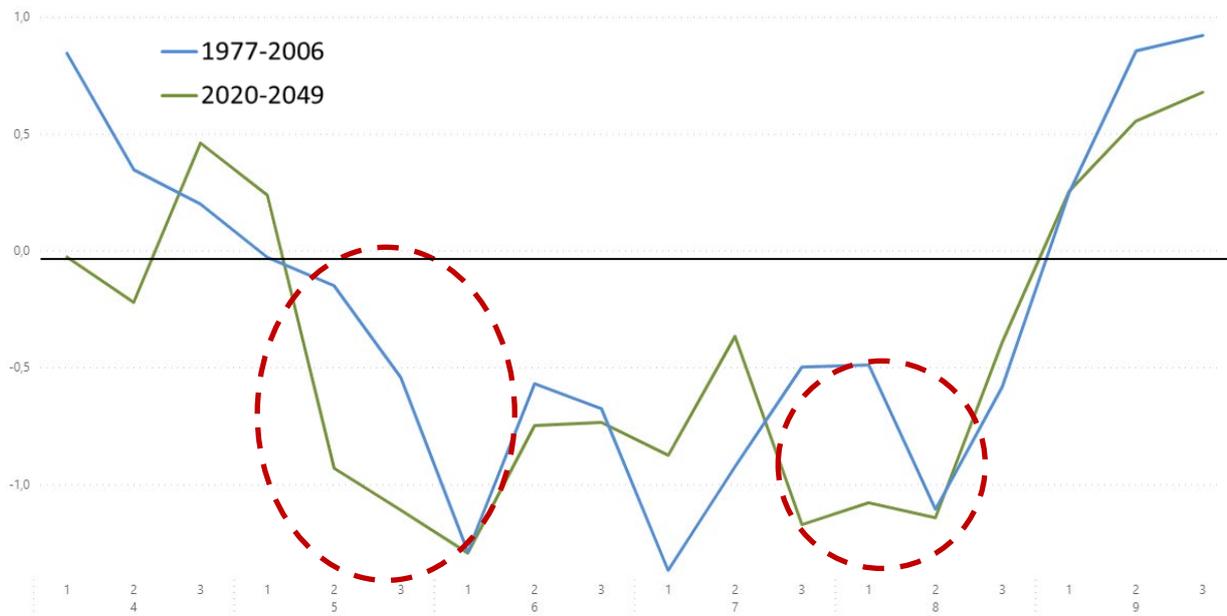
<p><b><u>Atouts :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des périodes humides au printemps : moins de maladies (en année moyenne)</li> <li>- Choix possible de variétés d'hiver pour certaines espèces (pois, féverole, lupin...) permettant d'esquiver partiellement les risques hydriques et thermiques, à condition d'avoir des sols à bon ressuyage (cultures ne supportant pas l'excès d'eau)</li> <li>- Sols plus secs en mai-juin, facilitant les interventions au champ à cette période (engrais, traitements)</li> <li>- Moissons plus précoces (sauf en 2021 qui est l'exception)</li> </ul>	<p><b><u>Faiblesses :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les rendements sont très aléatoires, (phénomène renforcé par la réduction du nombre de solutions chimiques dans la conduite des cultures), de plus en plus d'agriculteurs arrêtent cette famille de cultures</li> <li>- Forte sensibilité des protéagineux au stress thermique (sauf pour certaines espèces : pois chiche, soja...) lors de la floraison en juin : très forte incidence sur la production</li> <li>- Effet négatif du dérèglement climatique lors de la phase sensible de la floraison : exemple des pluies de juin 2021</li> <li>- Difficulté croissante lors de la levée au printemps en situation de sécheresse</li> <li>- Impact du stress hydrique surtout en sol à faible réserve utile</li> <li>- Sols à réserve utile modeste (&lt; 100 mm, voir annexe 5) dans environ un tiers de la région, donc sensibilité accrue au manque d'eau dans les secteurs concernés</li> <li>- Besoin d'irrigation accru pour les protéagineux</li> <li>- Faible nombre d'exploitations équipées en système d'irrigation</li> <li>- Dégâts sur les cultures par les gelées tardives</li> <li>- De plus en plus de bio-agresseurs, problèmes de viroses transmises par les pucerons</li> </ul>
<p><b><u>Opportunités :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conditions plus favorables aux cultures protéagineuses plus exigeantes en température : soja, lentille, pois chiche (à condition que les autres besoins soient couverts : eau, conditions de récolte, filière de valorisation...)</li> <li>- La recherche est mobilisée sur les travaux visant à sélectionner des variétés moins sensibles aux aléas climatiques</li> <li>- Protéagineux intéressants pour réduire les émissions de N<sub>2</sub>O (gaz à effet de serre)</li> </ul>	<p><b><u>Menaces :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution de la part des protéagineux de printemps qui a pour effet un changement dans les rotations avec davantage de cultures d'hiver et une gestion phytosanitaire plus délicate</li> <li>- Concurrence future probable pour l'accès à l'eau d'irrigation avec la réduction des ressources à long terme</li> <li>- Si irrigation, perte de compétitivité avec l'augmentation des coûts de production</li> <li>- Augmentation de la pression des bio-agresseurs conjuguée avec la diminution des solutions phytosanitaires</li> <li>- Augmentation des tarifs des assurances multirisques agricoles</li> <li>- Seuils et/ou franchises élevées qui rendent inopérantes les assurances récoltes</li> <li>- L'intérêt économique de la culture du soja est dépendant des cours mondiaux</li> </ul>

**Illustration 4 - Filière Pomme de terre / Territoire « Limons profonds à influence maritime » (Seine-Maritime, Plaine de Caen nord, Roumois)**

L'illustration aborde en priorité la **pomme de terre de consommation**, avec l'exemple du secteur d'**Yvetot (Seine-Maritime)**

- **indicateur 1 : Risque de sécheresse**

Bilan hydrique par décade d'avril à septembre à proximité d'Yvetot (Seine-Maritime)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour



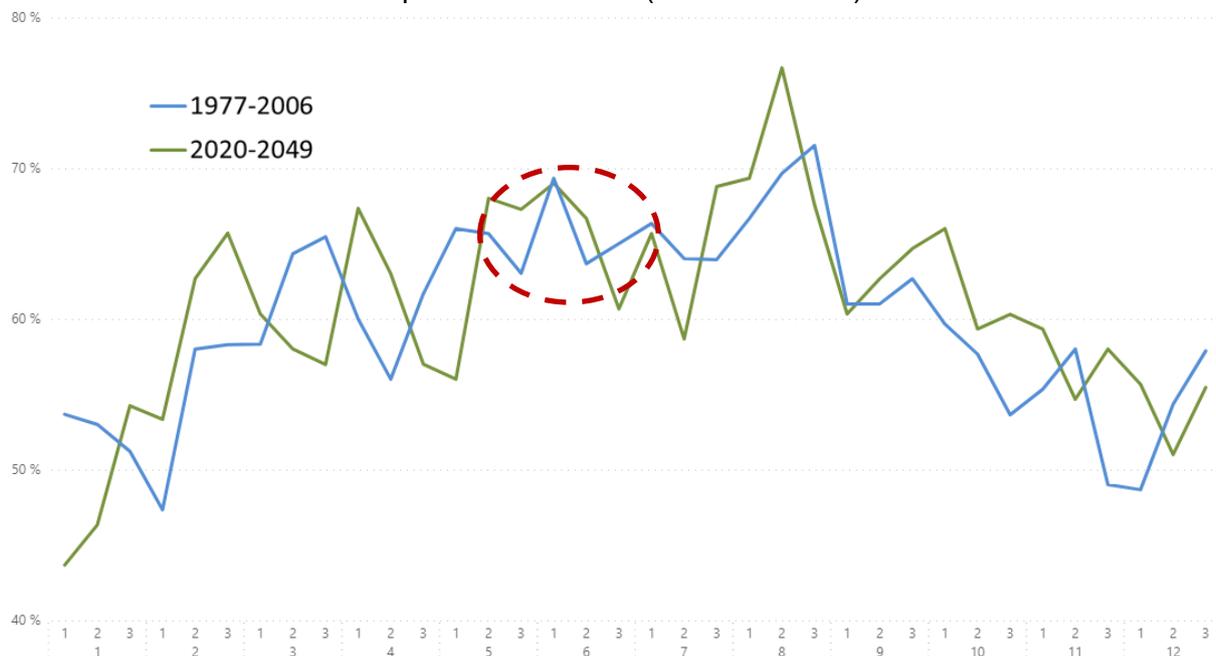
Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

D'après le modèle climatique, à Yvetot, en année moyenne, le manque d'eau va s'accroître légèrement sur la période 2020-2049 par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). La sécheresse sera plus nette qu'auparavant courant mai, puis de fin juillet à mi-août. A Yvetot, le manque d'eau cumulé de mai à août atteindra en année moyenne 99 mm au lieu de 84 mm auparavant, il y a peu d'écart grâce à des périodes pluvieuses qui viennent compenser le manque d'eau.

Selon Arvalis, pour la pomme de terre très sensible au stress hydrique, l'irrigation permet de bien couvrir les besoins en eau de la plante jusqu'à quelques jours avant le défanage. La pomme de terre a besoin d'une pluviométrie régulière pendant l'été, pour assurer le grossissement des tubercules. Cette régularité est mise à mal avec le dérèglement climatique. De plus l'indicateur ci-dessus représente seulement une en année moyenne, des années plus sèches peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts importants.

- **indicateur 2 : Sol sec à la levée**

**Jours « sans pluie » (pluie < 1 mm/j) en % en année moyenne par décade à proximité d'Yvetot (Seine-Maritime)**

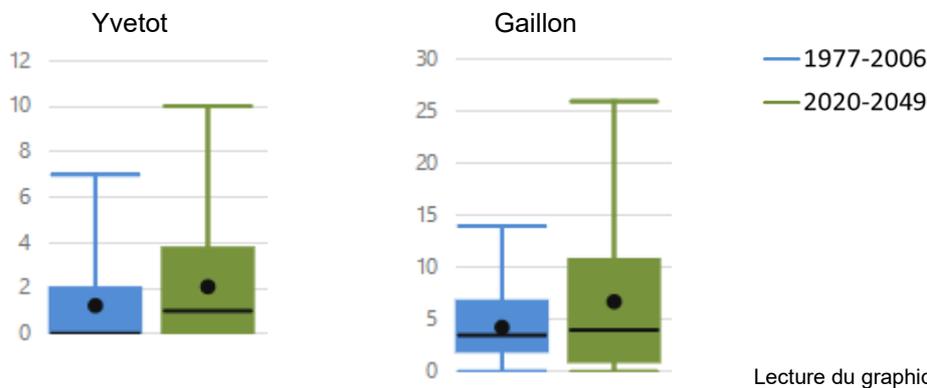


A Yvetot, en année moyenne, le pourcentage de jours sans pluie reste très proche en 2020-2049 (courbe verte : 61 % par an) par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe bleue : 60 % par an). Cependant les périodes se décalent avec davantage de jours sans pluie au printemps. En pomme de terre, l'irrigation est conseillée dès l'initiation des tubercules qui survient en général début juin (plus tôt pour les variétés précoces, plus tard pour les variétés tardives). A cette période, le risque de sécheresse superficielle du sol reste proche de l'historique en année moyenne, le changement climatique ne semble pas avoir d'effet particulier. Cependant, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés. Selon Arvalis, pour la pomme de terre de consommation l'irrigation peut débuter par temps sec dès le stade levé. Cette irrigation est bénéfique, selon les variétés, pour le nombre de tubercules et pour lutter contre la gale commune pustuleuse.

A noter qu'une période sèche avant la levée (10-20 mai en général) qui apparaît sur le graphique sera peu favorable à l'action herbicides de pré-levée (herbicides racinaires) mais favorable pour le désherbage mécanique.

- **indicateur 3 : Stress thermique**

**Nombre de jours atteignant 30°C et plus de juin à septembre à proximité d'Yvetot (Seine-Maritime) et Gaillon (Eure)**

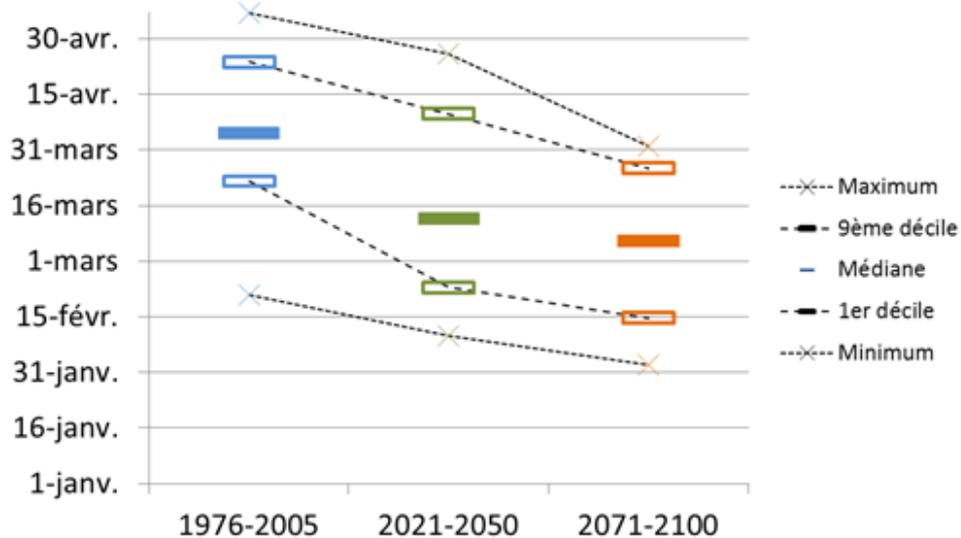


Lecture du graphique : voir annexe 4

A Yvetot, sous influence océanique, les jours dépassant 30°C restent très rares dans le futur proche (2020-2049) : 2 jours seulement en moyenne. A Gaillon, plus dans l'intérieur des terres, on passe de 4 à 7 jours en moyenne. Le risque est plus marqué pour 1 année sur 30 (maximum sur le graphique) : à Yvetot on aura au maximum 10 jours très chauds durant l'été contre 7 jours au maximum en fin du 20<sup>e</sup> siècle et à Gaillon cela pourra monter à 26 jours au lieu de 14. Ces aléas climatiques plus intenses pourront impacter la culture. Pour la pomme de terre, les fortes chaleurs au-dessus de 30°C bloquent le développement de la plante. provoquent sénescence prématurée du feuillage, perte de rendement et de calibres, montée de la matière sèche et augmentation des risques de choc à l'arrachage.

- **indicateur 4 : Risque de gel**

**Date de dernière gelée ( $\leq 0^\circ\text{C}$ ) en sortie d'hiver à Rouen (Seine-Maritime)**

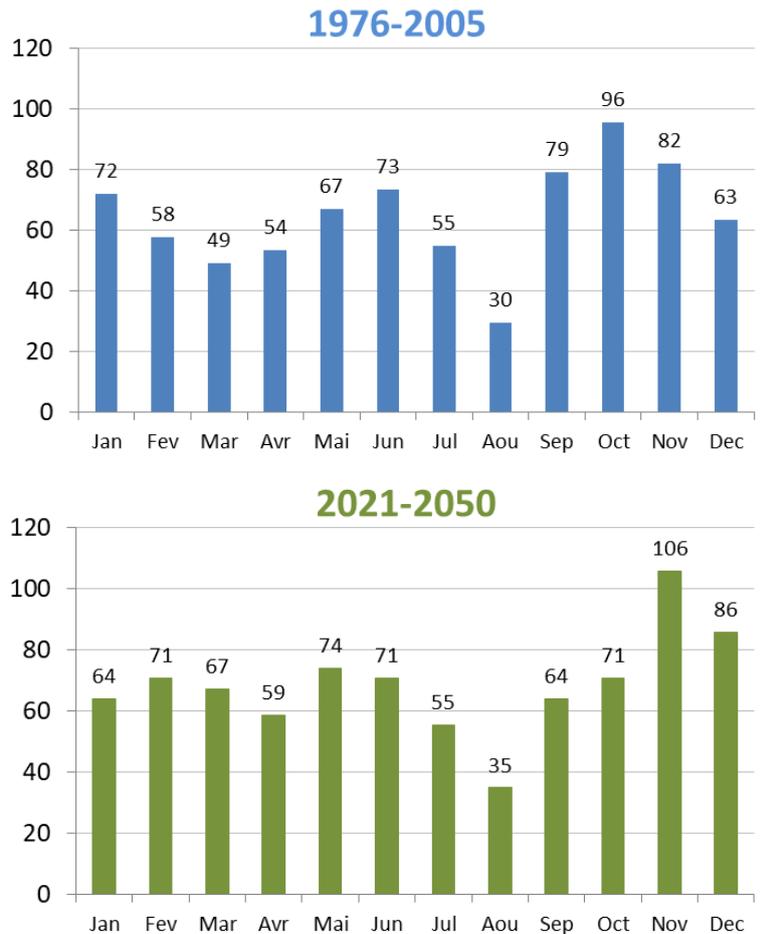


Source ClimA XXI CA76 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

La date de dernière gelée en sortie d'hiver avance nettement dans le futur : à Rouen, elle passe pour une année sur deux (médiane) du 4 avril en 1976-2005 au 12 mars en 2021-2050. En revanche la date de dernière gelée peut rester tardive : pour une année sur trente, entre 2021 et 2050 la gelée pourra encore survenir jusqu'au 26 avril. De plus, l'absence de gel après certaines années pourrait faire baisser la garde vis-à-vis de cet aléa alors qu'il sera toujours présent. Le risque de gel reste bien présent en avril dans les 30 prochaines années, il peut particulièrement endommager les cultures de pomme de terre primeur.

- **indicateur 5 : Excès d'eau**

**Cumul mensuel des précipitations (en mm) à Rouen (Seine-Maritime)**



Source ClimA XXI CA76 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

A Rouen, la pluviométrie mensuelle médiane évolue peu. L'effet principal du changement climatique pour les années 2021-2050 sera une augmentation du cumul en février-mars et novembre-décembre. Ces périodes pluvieuses plus marquées complexifieront les interventions au champ en fin d'automne et en hiver certaines années. En revanche, la récolte des pommes de terre devrait être facilitée par des précipitations moins abondantes en septembre et octobre : 64 et 71 mm de médiane sur la période 2021-2050 contre 79 et 96 mm entre 1976 et 2005. Une période de récolte trop sèche est cependant défavorable, les tubercules peuvent être abimés.

## - Analyse Filière Pomme de Terre en Normandie

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total).

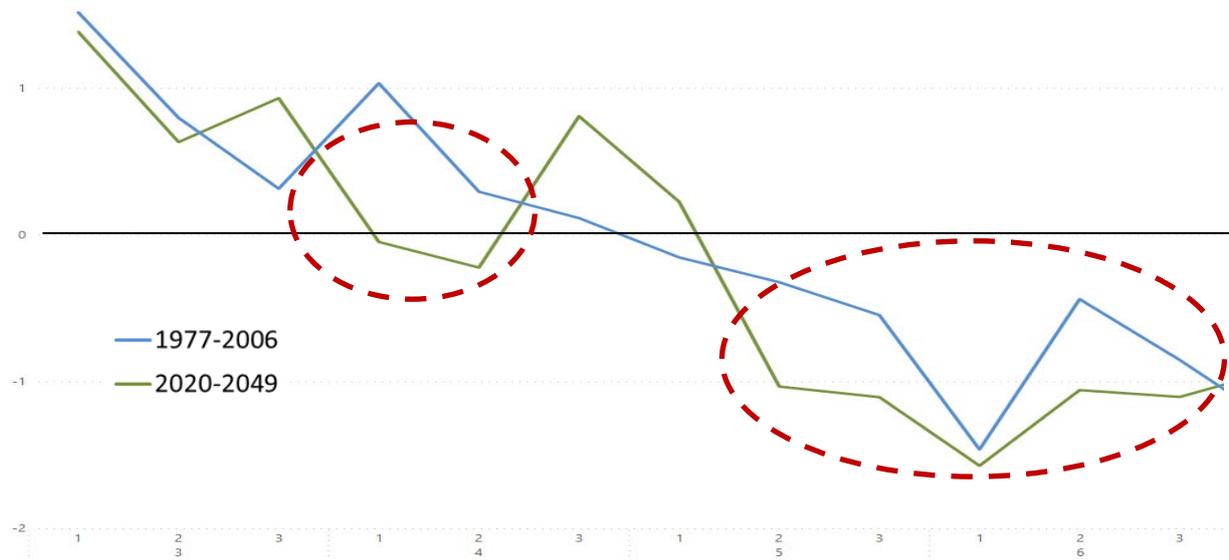
<p><b><u>Atouts :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De nombreuses zones de sols limons profonds avec une bonne réserve utile, surtout dans le nord de la région, atténuant le déficit hydrique</li> <li>- En zone de polder (pomme de terre primeur du Mont St Michel), la production peut se poursuivre même en période sèche grâce à la remontée naturelle d'eau dans le sol</li> <li>- Sols plus secs en mai-juin, facilitant les interventions au champ à cette période (engrais, traitements, désherbage mécanique...)</li> <li>- Sols en moyenne plus secs en début d'automne, facilitant l'accès au champ pour la récolte des tubercules</li> </ul>	<p><b><u>Faiblesses :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des besoins d'irrigation plus importants qu'avant même en secteur à pluviométrie élevée et forte réserve utile (Pays de Caux)</li> <li>- Sensibilité de la pomme de terre au stress thermique, impact sur la production et la qualité</li> <li>- Le gel tardif perdure y compris en zone littorale, risque en cas de plantation trop précoce variable selon les secteurs</li> <li>- Interventions au champ perturbées par les aléas météo, impacts sur les périodes de récolte et commercialisation</li> <li>- Augmentation de la pression par certains bio-agresseurs : pucerons, doryphores (destruction du feuillage) et taupins (attaque des tubercules) par la hausse des températures ; mildiou en année humide</li> </ul>
<p><b><u>Opportunités :</u></b></p> <p>Stockage de l'eau pluviale ou de ruissellement pour assurer l'irrigation Développement du désherbage mécanique avec des périodes plus sèches au printemps</p>	<p><b><u>Menaces :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragilité des sols de limon accentuée par l'irrigation et le tassement des sols</li> <li>- Erosion des sols accentuée par les pluies intenses plus fréquente, elle affecte la réserve en eau et la fertilité des terres agricoles</li> <li>- Diminution de l'efficacité des traitements du mildiou due à l'augmentation de leur fréquence d'utilisation</li> <li>- Moindre d'efficacité des herbicides de prélevée (herbicides racinaires) avec le risque de sols plus secs</li> <li>- Difficultés de conservation des récoltes à cause de l'augmentation des températures</li> </ul>

**Illustration 5 - Filière Lin textile / Territoire « Limons profonds à influence maritime » (Seine-Maritime, Plaine de Caen nord, Roumois)**

L'illustration aborde le lin textile, avec l'exemple du secteur d'Yvetot et de Rouen (Seine-Maritime)

- **indicateur 1 : Risque de sécheresse**

**Bilan hydrique** par décade de mars à juin à proximité d'Yvetot (Seine-Maritime)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour

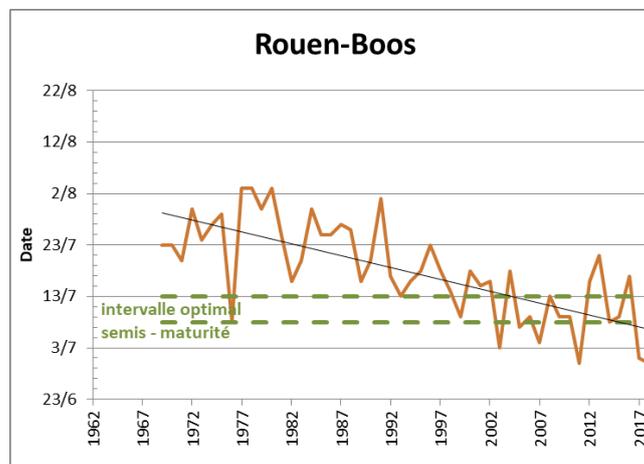


Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

D'après le modèle climatique, en année moyenne, le manque d'eau va s'accroître sur la période 2020-2049 par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). Les périodes sèches seront plus présentes qu'auparavant dès début avril, puis de mi-mai à fin juin. Ces conditions peuvent nuire fortement à l'élongation des tiges de lin, indispensable pour la production des fibres textiles de longueur suffisante. Cette conclusion est valable seulement en année moyenne, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés.

- **indicateur 2 : Raccourcissement du cycle**

Date d'arrachage possible du lin textile de printemps à proximité de Rouen (Seine-Maritime)  
(somme de température 950°CJ base 5°C semis au 15 mars)

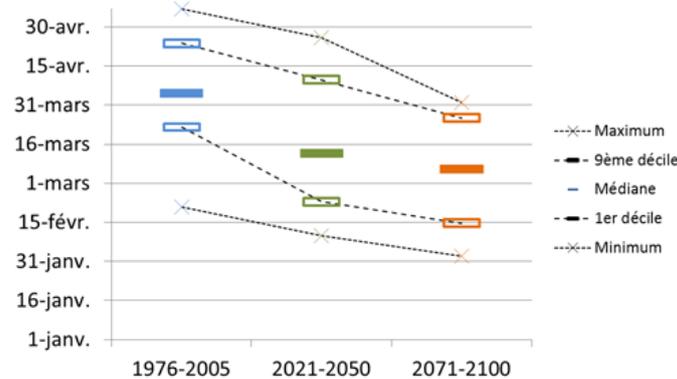


Source Météo-France, dans Oracle Normandie 2020

Le cycle du lin se raccourcit : la date théorique d'arrachage du lin est passée du 29 juillet au 7 juillet en 56 ans à Rouen. Pour assurer une bonne longueur de fibre au lin textile de printemps, l'intervalle optimal semis-maturité vis-à-vis de la production de fibres est de 115 à 120 jours. Ce raccourcissement du cycle pourrait compromettre dans les années à venir la production optimale de fibres et engendrer un déplacement vers le Nord des zones de production.

- **indicateur 3 : Risque de gel**

**Date de dernière gelée ( $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) en sortie d'hiver à proximité Rouen (Seine-Maritime)**



Source ClimA XXI CA76 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

La date de dernière gelée en sortie d'hiver avance nettement dans le futur : à Rouen, elle passe pour une année sur deux (médiane) du 4 avril en 1976-2005 au 12 mars en 2021-2050. En revanche, la date de dernière gelée reste tardive : pour une année sur trente, entre 2021 et 2050, la gelée pourra encore survenir jusqu'au 26 avril. De plus, du fait de l'augmentation des températures, le lin pourrait être plus avancé qu'auparavant à cette date et se trouver davantage sensible au gel.

- **Analyse Filière Lin textile en Normandie**

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total). Le lin textile a été abordé par les participants dans quatre de ces ateliers : secteurs limons profonds à influence maritime (Seine-Maritime et Calvados), limons profonds (Eure) et plaines séchantes (Mesnils sur Iton).

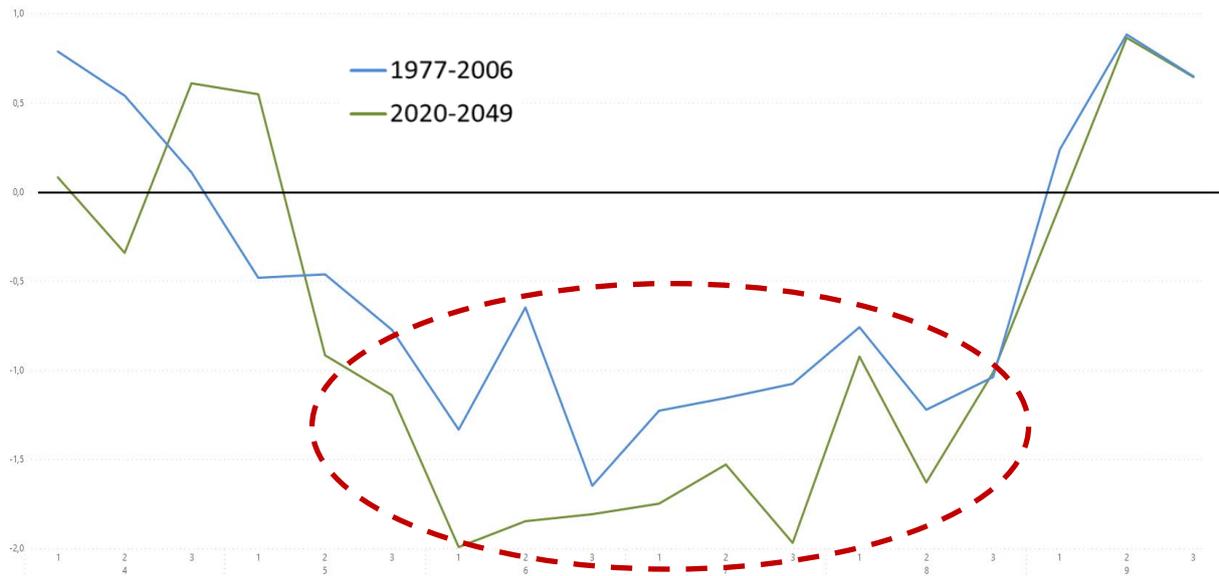
<p><b>Atouts :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de la culture du lin d'hiver, à floraison plus précoce, afin d'esquiver les sécheresses de fin de printemps et le raccourcissement du cycle</li> </ul>	<p><b>Faiblesses :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les zones de production les plus au Sud de la Normandie seront les plus rapidement touchées par le raccourcissement du cycle</li> <li>- Constat de baisse des rendements</li> <li>- Lin d'hiver et de printemps tous deux sensibles au gel, dégâts de gel tardif constatés en 2021</li> <li>- Impact des orages plus fréquents : verse du lin voire lin déposé au sol qui « s'envole » pendant le rouissage</li> <li>- La pluviométrie régulière nécessaire au lin (pousse puis rouissage) non assurée dans le futur avec les aléas climatique</li> </ul>
<p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De nouvelles zones de culture à tester au nord-ouest de la Normandie du fait de l'augmentation des températures</li> </ul>	<p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérennité du lin fibre et de sa filière à moyen terme dans la région si le changement climatique s'emballe ?</li> </ul>

**Illustration 6 - Filière systèmes herbagers / Territoire « Bocage à influence maritime » (Centre Manche, Cotentin, Bessin, Pays de Bray)**

L'illustration aborde en priorité les **prairies permanentes et temporaires** de graminées, avec l'exemple du secteur de Saint Lô (Manche)

- **indicateur 1 : Risque de sécheresse**

**Bilan hydrique** par décade d'avril à septembre à proximité de Saint-Lô (Manche)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour

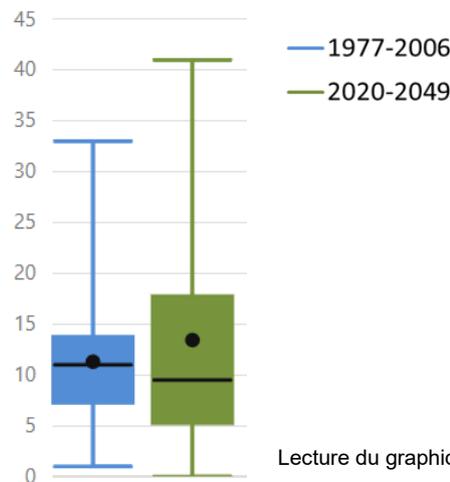


Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

D'après le modèle climatique, en année moyenne, le manque d'eau va s'accroître sur la période 2020-2049 par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). La sécheresse sera plus marquée qu'auparavant de mi-mai fin août. Le manque d'eau cumulé d'avril à septembre atteindra en année moyenne 146 mm au lieu de 86 mm auparavant : **+70 % de stress hydrique**, l'impact sur la production d'herbe sera important. Les périodes les plus sèches (P-ETP les plus faibles) seraient en moyenne début juin et fin juillet. Le manque d'eau début juin est le plus impactant car les récoltes d'herbe de printemps assurent à la fois quantité et qualité de l'alimentation fourragère des herbivores. De plus, la sécheresse estivale limiterait la période de pâturage. L'effet de ces périodes sèches sera d'autant plus fort que les sols sont peu épais (voir la réserve utile des sols de Normandie en annexe 5) et en l'absence d'alimentation profonde par capillarité (cas des prairies humides). Cette conclusion est valable seulement en année moyenne, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés.

- **indicateur 2 : Stress thermique**

**Nombre de jours atteignant 25°C et plus de juin à septembre à proximité de Saint-Lô (Manche)**



Lecture du graphique : voir annexe 4

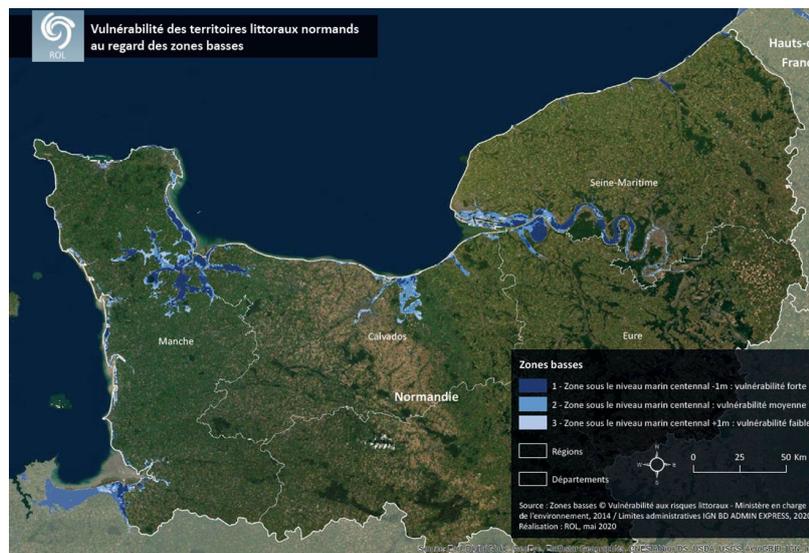
Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

A Saint-Lô, sous influence océanique, le nombre de jours dépassant 25°C va rester modéré dans le futur proche (2020-2049) : 10 jours en moyenne sur 4 mois de juin à septembre. Cependant les événements météorologiques extrêmes se multipliant, le phénomène est plus marqué pour 1 année sur 30 (maximum sur le graphique) : jusqu'à 40 jours chauds durant l'été.

L'impact sur les prairies dépendra des espèces qui les composent. Le Ray-Grass Anglais, très présent dans les prairies permanentes normandes et qui était l'espèce ultra dominante des prairies temporaires de la Manche en fin du 20<sup>e</sup> siècle, supporte mal les températures élevées. Cette graminée de bonne valeur fourragère ralentit sa croissance dès 20°C et stoppe sa pousse à 25°C. Pour les espèces prairiales de ce type, le « creux de pousse » estival va se manifester plus fortement qu'auparavant, même en zone à influence maritime.

- **indicateur 3 : Hausse du niveau marin**

**Territoires Normands sous divers niveaux marins de référence (inférieur au niveau des pleines mers de vive-eau et pour divers scénarios de tempêtes)**



Source DREAL Normandie 2014, extrait de la synthèse Systèmes côtiers : risques naturels et restauration des écosystèmes du GIEC normand (10) (voir liste des sources en page 56)

L'élévation du niveau marin causé par le changement climatique va concerner de nombreuses zones herbagères de Normandie, en particulier les marais littoraux, polder, estuaires. La carte ci-dessus identifie de couleur bleu les zones qui pourraient être inondées à l'avenir.

Ces évènements pourraient se produire à échéance indéterminée, à l'occasion de tempête associée aux grandes marées et selon le sens du vent.

Cet effet pourrait envoyer des prairies jusqu'à 50 km des côtes, réduisant très fortement la production fourragère de ces terrains, l'eau salée détruisant la flore présente, non adaptée. Dans la Manche, les prairies concernées représentent 17% des prairies permanentes du département (Frédéric Gresselin, DREAL Normandie).

## - Analyse Filière systèmes herbagers en Normandie

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total).

### Atouts :

- Diversité floristique des prairies permanentes pour résister aux pics de chaleur
- Présence de prairies sur des sols fertiles à bonne réserve en eau
- Sols plus secs en mai-juin, facilitant les interventions au champ à cette période (engrais, récoltes)
- Récolte d'herbe envisageable sur une plus large période : à Saint-Lô, de mars à novembre au lieu d'avril à septembre auparavant
- Mise à l'herbe des animaux et coupes d'herbe plus précoces qu'avant, mais à l'inverse pousse de l'herbe retardée certaines années (vent froid et sec au printemps)
- Possibilité de développement du pâturage d'automne et de fin d'hiver, sous réserve de portance des sols.

### Faiblesses :

- De plus en plus compliqué de gérer un système herbager, avec des pousses d'herbe très aléatoires en fonction des conditions météorologiques
- Les rendements des prairies sont devenus très variables (du simple au double d'une année sur l'autre à Sées)
- La pousse d'herbe se réduit en été dans une grande partie de la Normandie
- Dégradation de l'état des prairies par la sécheresse d'été et surexploitation (développement d'espèces indésirables telles que l'agrostis), nécessitant une rénovation (sur-semis) difficile à réussir
- Développement de plantes invasives et toxiques pour le bétail provenant de zones plus au sud (exemple du séneçon de Jacob).
- Diminution des fenêtres météorologiques pour la récolte du foin, les périodes humides empêchent le séchage de l'herbe
- Risque de mauvaise levée des prairies temporaires avec des périodes sécheresse lors des semis
- L'humidité peut empêcher la récolte ou la pâture des prairies : accès, portance du sol insuffisants en automne ou au printemps : l'herbe est présente mais non valorisable. Non exploitée au bon stade, elle perd ses qualités fourragères

### Opportunités :

- Implantation d'espèces prairiales résistantes aux stress hydriques et thermiques : nombreuses espèces (fétuque, dactyle, chicorée, plantain...) et travaux sur le sujet
- Développement des prairies multi-espèces, des cultures de luzerne
- Constituer des stocks d'herbe sur pied à pâturer l'été pour passer le creux de pousse estival
- Les haies, l'agroforesterie, limitent grâce à leur ombrage le stress thermique pour la prairie (jusqu'à 10°C de moins au sol)
- Davantage de facilité à exploiter les prairies de zones humides avec un ressuyage plus rapide
- De nouvelles successions de culture avec prairie temporaire : exemple de la succession prairie – sorgho – prairie
- Des investissements d'agriculteurs, Cumas et entreprises de travaux agricoles dans de nouveaux matériels pour les chantiers de récolte d'herbe, le sur-semis des prairies...

### Menaces :

- Fragilisation du modèle économique par consommation de fourrages récoltés, paille, achat de fourrage en année sèche : hausse du coût alimentaire
- Nécessité de conserver des stocks fourragers d'une année sur l'autre : impacts sur économie et gestion
- Les systèmes tout-herbe semblent relativement risqués : diversifier les ressources fourragères pour atténuer les catastrophes
- Gestion des chantiers de récolte complexe, débit de chantier en augmentation ce qui impacte les coûts
- Les prairies en zone très sèche et sols minces auront une productivité insuffisante pour en justifier leur exploitation : risque d'abandon par l'agriculture, d'enrichissement
- Les herbues impactés par les conditions sèches pourraient remettre en cause le système d'élevage des moutons de prés-salés (Mont Saint Michel)

- Stocks d'herbe sous forme d'enrubannage, de foin ventilé (séchoir en grange)... pour une meilleure gestion des stocks fourragers  
- Les arbres fourragers implantés en haie ou agroforesterie pourraient constituer un fourrage d'appoint en situation de sécheresse  
- Complémentarité entre systèmes d'élevage et de culture : fourrage produit par le cultivateur (luzerne par ex.) en échange de produit organique de l'élevage (fumier par ex.): en développement dans le sud du Calvados

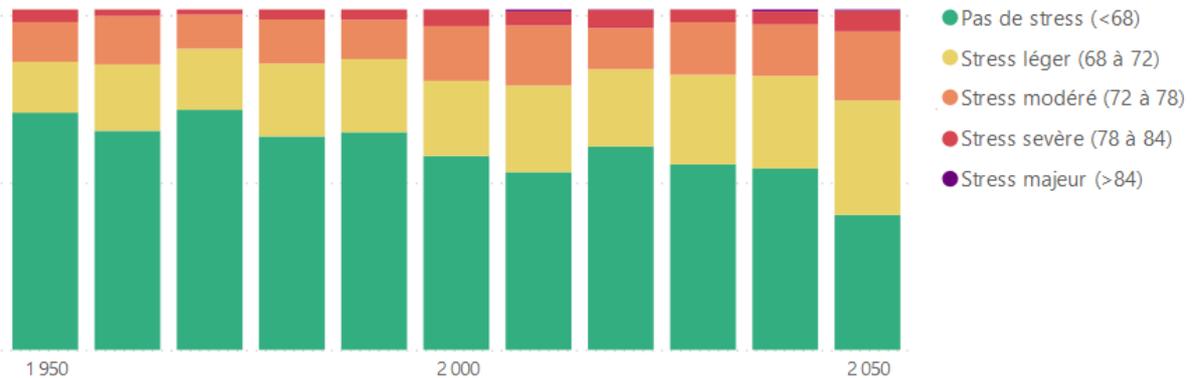
- La hausse du niveau marin entrainera la disparition des prairies de marais littoraux, arrière-littoraux et de polders sur de grandes superficies (marais du Cotentin et du Bessin, vallée de Seine jusque Rouen), perte de zones de pâturage  
- Difficulté de respect de cahiers des charges des produits de qualité, sur la durée de pâturage en été par exemple  
- Les dates de la réglementation ou des mesures agro-environnementales, fixes, ne correspondent plus aux périodes des travaux des champs, lesquels sont ajustés en fonction de la pousse de l'herbe et des aléas météo  
- Fragilisation des exploitations en agriculture biologique appuyées sur un système tout herbe, ou principalement herbager

**Illustration 7 - Filière élevage bovin / Territoire « Bocage à influence maritime » (Centre Manche, Cotentin, Bessin, Pays de Bray)**

L'illustration aborde en priorité l'élevage de **bovins laitiers**, avec l'exemple du secteur de **Saint Lô (Manche)**

- **indicateur 1 : Stress thermique des vaches laitières**

**Niveau de stress des vaches laitières** (% des jours) selon l'Index de Température Humidité (ITH) de juin à septembre par décennie à proximité de **Saint-Lô (Manche)**



Les bovins sont sensibles aux températures élevées associée à une forte humidité. Cela impacte négativement la production laitière, la reproduction, la santé et le bien-être de l'animal. L'Index de Température Humidité ITH permet d'évaluer le stress des vaches laitières. Au fil des années, à l'approche de 2050 (mais avec des fluctuations), le nombre de jours vécus sans stress en été se réduit : de 70 % de temps vers 1950, on ira vers seulement 40 à 50 % du temps en 2030-2050. L'équipement des bâtiments et des sites de pâturage devra prendre un compte les risques de stress sévère voire majeur certaines années, d'autant plus dans les zones de la région les plus exposées aux pics de chaleur (voir carte page 10). Si Saint-Lô est relativement peu exposé à ce risque, une large partie de la région sera davantage touchée.

- **Analyse Filière élevage de bovins en Normandie**

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total).

**Atouts :**

- Climat océanique limitant les risques de stress thermique des bovins, surtout dans le Nord et l'Ouest de la Normandie
- Haies, et parfois vergers hautes tiges, assurant de l'ombrage, bien présents dans les zones bocagères normandes
- Les modèles indiquent une production fourragère en augmentation jusque 2100 pour les secteurs tempérés comme le Pays de Caux et le Cotentin (études ClimaLait (11) et (12) voir liste des sources en page 56)

**Faiblesses :**

- Souffrance des animaux par forte chaleur et baisse de productivité (moins de lait et moindre qualité du lait), de fertilité, consommation d'eau accrue. Les vaches laitières sont plus sensibles que les autres bovins
- Bâtiments d'élevage pas conçus pour des températures élevées, insuffisamment ventilés
- Exposés à la chaleur et au soleil, les animaux souffrent de photosensibilité, d'insolation
- Manque d'ombrage dans une partie des prairies
- Nécessité d'une surveillance plus fréquente des sources de stress, donc du temps à passer et un appui par des outils adaptés

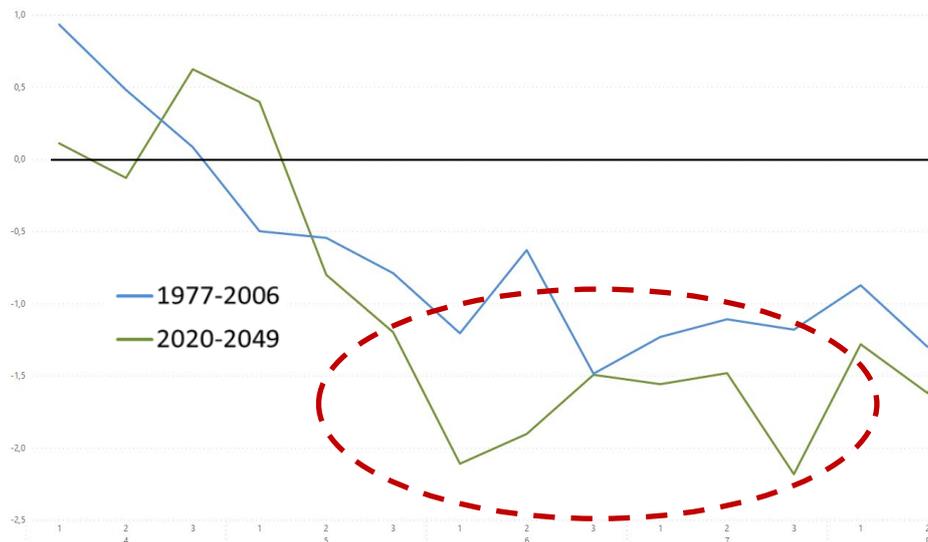
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production laitière nécessitant un abreuvement important des animaux : dépendance aux ressources en eau</li> <li>- Augmentation de la pression parasitaire avec la hausse des températures et la réduction des périodes de gel : exemple de la besnoitiose bovine venue du Sud et transmise par une mouche piqueuse</li> <li>- Baisse de la production fourragère par stress hydrique et thermique dans les secteurs les plus chauds, secs et sol minces</li> </ul>
<p><b><u>Opportunités :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La Normandie peut rester une zone plus favorable à l'élevage bovin que d'autres régions plus au Sud, grâce à sa situation plus tempérée et la réserve en eau d'une partie des sols</li> <li>- Possibilité de créer de l'ombrage au pâturage et baisser la température au sol grâce aux haies, aux vergers ou à l'agroforesterie dans les prairies : effet « parasol »</li> <li>- Possibilité d'organiser du pâturage de nuit en cas de fortes chaleurs</li> <li>- Solutions existantes d'adaptation des bâtiments d'élevage pour diminuer le stress thermique des animaux : aération, ventilation, brumisation, points d'abreuvement plus accessibles...</li> <li>- Possibilité de réimplantation ou rénovation de haies autour des bâtiments d'élevage</li> <li>- Intérêt croissant porté au bien-être animal, ce qui facilitera la prise en compte par les éleveurs de la protection contre la canicule, voire conduira les politiques publiques à accompagner les adaptations sur les exploitations - Opportunité de développement de soja local comme concentré pour les vaches laitières grâce aux températures plus élevées (sous réserve d'avoir suffisamment de pluie et de bonnes conditions de récolte)</li> <li>- Choix de races plus rustiques pour mieux résister aux aléas climatiques</li> </ul>	<p><b><u>Menaces :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'adapter à la baisse le chargement de l'exploitation pour le remettre en cohérence avec la production fourragère réduite par le changement climatique</li> <li>- Augmentation du coût de production en lien avec les adaptations nécessaires (logement, alimentation, achats de fourrages, matériel de surveillance et d'alerte, accès à l'eau)</li> <li>- Ombrage des haies pas toujours efficace : périodes de chaleur très précoce avant la pousse des feuilles, sécheresse amenant à la perte des feuilles ou même la mort des arbres</li> <li>- Eau d'abreuvement moins disponible par assèchement des sources, cours d'eau, puits ou forages en été dans certains secteurs, voire apparition de fer dans l'eau (Manche).</li> <li>- Nécessité d'utiliser l'eau du réseau et d'établir un branchement en cas d'insuffisance des autres ressources : impact économique</li> <li>- Salinisation des points d'abreuvement en zone côtière basse à cause de la hausse du niveau marin</li> <li>- Tensions croissantes sur l'enjeu eau (utilisations, consommations, stockage, qualité)</li> <li>- Difficulté de respect de cahiers des charges des produits de qualité sur le pâturage en été (AOP Neufchâtel par exemple)</li> <li>- Regard négatif de la société sur les bovins qui pâturent moins en été</li> <li>- Interrogation sur l'avenir de la filière laitière et les problématiques d'élevage dans les territoires normands déjà impactés par la diminution de l'élevage bovin</li> </ul>

**Illustration 8 - Filière Maïs / Territoire « Bocage intérieur » (Bocage Virois, Sud Manche, Bocage Ornais, Pays d’Auge)**

L’illustration aborde en priorité le **maïs fourrage**, avec l’exemple du secteur de **Vire (Calvados)**

- **indicateur 1 : Risque de sécheresse**

**Bilan hydrique** par décade d’avril à septembre à proximité de Vire (Calvados)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour

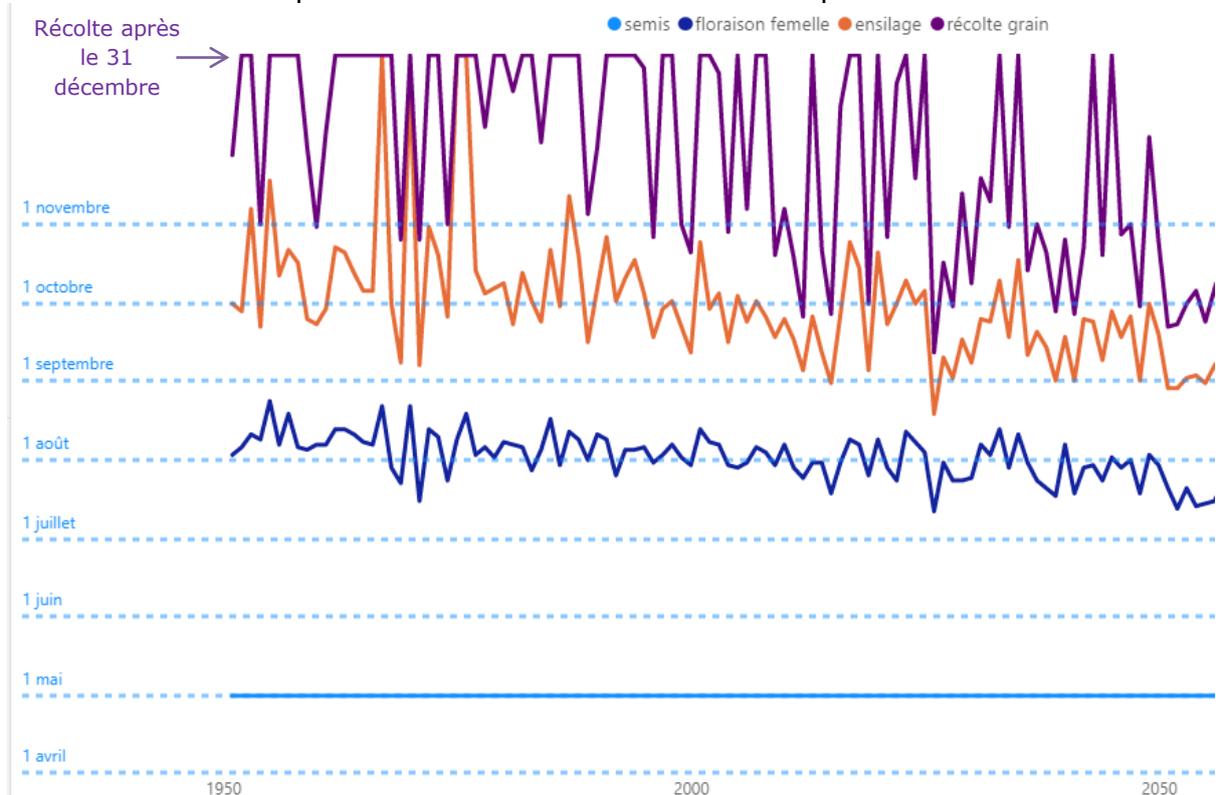


D’après le modèle climatique, en année moyenne, le manque d’eau va s’accroître sur la période 2020-2049 par rapport à l’historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). La sécheresse sera plus nette qu’auparavant de mi-mai à fin août. Le manque d’eau cumulé de mai à août (période à risque pour du maïs semé début mai) atteindra en année moyenne 165 mm au lieu de 123 mm auparavant : **+34 % de stress hydrique**. L’effet sera accentué pour les sols à réserve en eau limitée (voir la réserve utile des sols de Normandie en annexe 5). Cette conclusion est valable seulement en année moyenne, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés.

Pour le maïs fourrage, les périodes critiques sont la croissance de la plante en mai-juin puis la floraison femelle habituellement début août dans le secteur de Vire. Le bilan hydrique montre une disponibilité en eau dégradée début juin, ce qui aura des conséquences négatives sur la production du maïs. De plus, le réchauffement aura tendance à avancer la date de floraison femelle (graphique ci-dessous) qui pourrait se produire en 3<sup>e</sup> décennie de juillet, où un autre creux du bilan hydrique pourrait être plus fréquent.

- **indicateur 1 : Développement du maïs**

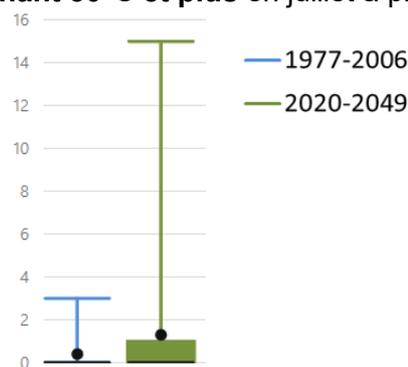
Périodes d'atteinte des **stades du maïs** à proximité de **Vire** (Calvados)  
selon les sommes de température (base 6°C écartée à 30°C)  
pour un semis au 30 avril et une variété précoce



Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

- **indicateur 2 : Stress thermique**

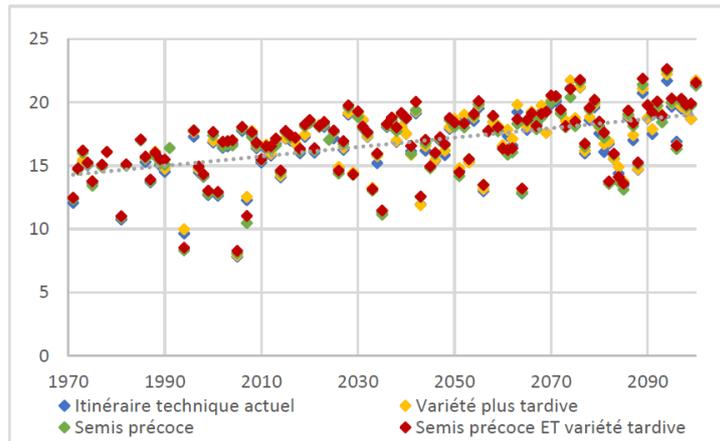
**Nombre de jours atteignant 30°C et plus** en juillet à proximité de **Vire** (Calvados)



Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

A Vire, le nombre de jours dépassant 30°C va rester très faible dans le futur proche (2020-2049) : 1 seul jour en moyenne pendant le mois de juillet. Cependant les événements météorologiques extrêmes se multipliant, le phénomène nettement sera plus marqué pour 1 année sur 30 (maximum sur le graphique) : jusqu'à 15 jours très chauds durant ce mois, qui freineront la croissance du maïs.

- **indicateur 3 : Projection de rendements du maïs fourrage pour la pointe du Pays de Caux (76)**



Rendements obtenus pour chaque année simulée, pour différentes combinaisons précocité x date de semis.

Source Etude Climalait Résultats pour la zone du Pays de Caux (Normandie), 2018

Ces résultats de simulations de rendement du maïs fourrage sont réalisés dans un secteur de Normandie très favorable : sol de limon profond à très bonne réserve en eau, zone pluvieuse (1000 mm/an) et tempérée à proximité de la mer.

Extrait étude Climalait Pays de Caux :

« Les simulations sont réalisées pour : une variété précoce (d'indice compris entre 220 et 290) et une variété demi-précoce (d'indice compris entre 260 et 330), deux dates de semis : la normale actuelle (20 avril) et 15 jours plus tôt. Conséquence directe de l'augmentation des températures et du taux de CO<sub>2</sub>, sans déficit hydrique marqué, **les rendements seraient en augmentation, avec une importante variabilité interannuelle**. Les dates de floraison et de récolte seraient de plus en plus précoces. Des variétés plus tardives pourraient donc être semées sans risquer de problème à la récolte, avec un gain de rendement par rapport à l'itinéraire technique actuel. »

- **Analyse Filière Maïs en Normandie**

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total).

**Atouts :**

- Augmentation des rendements du maïs constatés dans plusieurs secteurs
- Possibilité de semer des variétés de maïs plus tardives et productives grâce à l'augmentation des températures
- Des récoltes plus précoces à l'automne, dans de meilleures conditions de portance des sols
- Le maïs est peu sensible au stress thermique dans les conditions normandes : arrêt de pousse au-dessus de 30°C, avantage vis-à-vis de la prairie de ray-grass
- Sols plus secs en mai-juin, facilitant les interventions au champ à cette période (engrais, traitements)
- Possibilité de semer plus tôt au printemps : réchauffement du sol plus précoce
- Le maïs cultivé en sol hydromorphe (terrain humide) a une meilleure production en année de sécheresse

**Faiblesses :**

- Rendements du maïs devenus très variables, du simple au double selon l'année
- Production hétérogène selon les types de sols
- Forte dépendance à l'eau de la culture de maïs
- Sols à réserve utile modeste (< 100 mm, voir annexe 5) dans environ un tiers de la région, donc sensibilité accrue au manque d'eau dans les secteurs concernés
- De plus en plus d'aléas climatiques qui impactent la culture : orage détruisant les semis, gel à la levée, vent, orage, qui entraînent de la verse
- Les excès d'humidité sur le fourrage engendrent des mycotoxines avec un impact sur les bovins

**Opportunités :**

- La culture de maïs apparait plus sécurisante que la prairie pour assurer les stocks fourragers. Un accès à l'eau pour irriguer le maïs ouvrirait de nouvelles perspectives pour l'élevage. Exemple dans l'Orne : le système d'irrigation a permis à un éleveur de conserver son atelier bovin.
- Opportunité de contrats pour produire du maïs semences
- Diversifier les ressources fourragères sur une exploitation pour mieux résister aux aléas climatiques
- Utiliser des espèces nouvelles dans la région telles que le sorgho : fort potentiel fourrager, très appétant, moins de besoin en eau que le maïs. Mais nécessite de l'eau à la levée et ne pousse pas si les températures sont trop basses
- Planter de la sylphie, culture fourragère pérenne
- Un certain nombre d'agriculteurs déjà mobilisés pour protéger les sols (agriculture de conservation, lutte contre l'érosion) pour conserver ou renforcer leur réserve en eau
- Des investissements d'agriculteurs, Cumas et entreprises de travaux agricoles dans de nouveaux matériels (semis sous couverts, semis-direct, arrêt du labour, agriculture de conservation...)
- Intérêt de diversifier l'assolement avec de nouvelles cultures permettant de répondre ainsi à plusieurs enjeux (changement climatique, phytosanitaires, biodiversité,...)

**Menaces :**

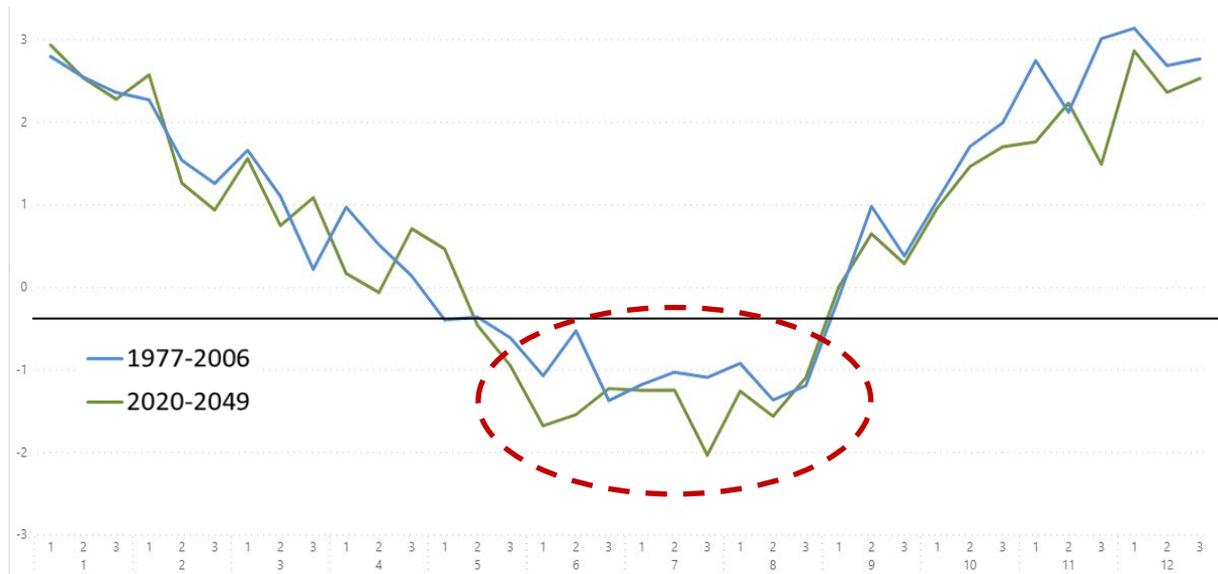
- Abandon de la culture de maïs fourrage ou grain dans les zones à stress hydrique trop important (zones sèches et sols minces) : rendements inférieurs à 5 tMS/ha et 20 qtx/ha
- Tension foncière accrue dans les zones les plus favorables au maïs (sols de limons profonds) telles que Pays de Caux, Bessin, Cotentin...
- Augmentation de la pression des ravageurs : exemple de la pyrale arrivée en Seine-Maritime depuis 3 ans.
- Concurrence future probable pour l'accès à l'eau d'irrigation avec la réduction des ressources à long terme, avec freins sociétaux à lever dans une région où l'irrigation reste peu pratiquée.
- Si irrigation, perte de compétitivité avec l'augmentation des coûts de production
- Augmentation de la pression des bio-agresseurs conjuguée avec la diminution des solutions phytosanitaires
- Les dates réglementaires fixes ne correspondent plus avec les périodes de travaux des champs lesquels sont ajustés en fonction des aléas météo et des stades plus précoces des cultures
- Augmentation des tarifs des assurances multirisques agricoles
- Seuils et/ou franchises élevées qui rendent inopérantes les assurances récoltes

**Illustration 9 - Filière Vergers / Territoire « Bocage intérieur » (Bocage Virois, Sud Manche, Bocage Ornais, Pays d’Auge)**

L’illustration aborde en priorité les **pommiers à cidre**, avec l’exemple du secteur de Vire (Calvados)

- **indicateur 1 : Risque de sécheresse**

**Bilan hydrique** par décade de janvier à décembre à proximité de Vire (Calvados)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour



Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

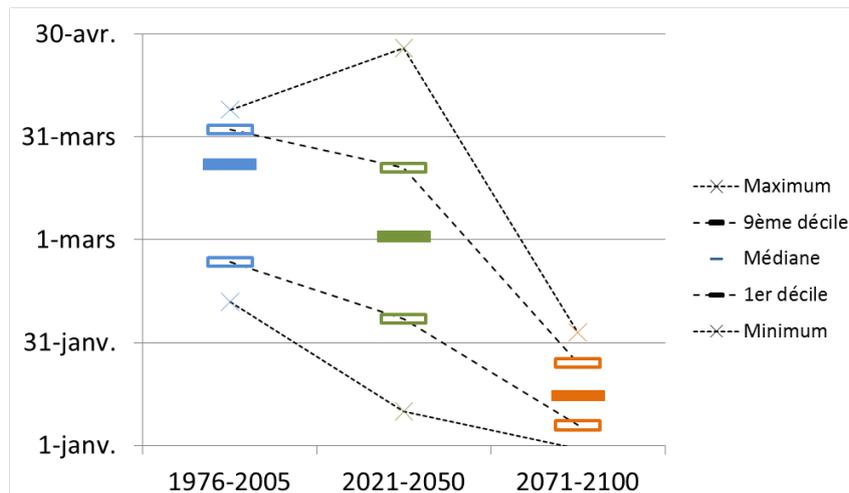
D’après le modèle climatique, en année moyenne le manque d’eau va s’accroître sur la période 2020-2049 par rapport à l’historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). La sécheresse sera plus nette qu’auparavant de mi-mai à fin août. Le manque d’eau cumulé d’avril à septembre (période à risque pour le pommier) atteindra en année moyenne 152 mm au lieu de 98 mm auparavant : **+55 % de stress hydrique**. L’effet sera accentué pour les sols à réserve en eau limitée (voir la réserve utile des sols de Normandie en annexe 5). Cette conclusion est valable seulement en année moyenne, des années extrêmes peuvent survenir (augmentation de la fréquence des aléas climatiques) avec des impacts plus élevés.

Pour le pommier, les périodes critiques sont la floraison, la formation des pépins, le développement des fruits (surtout dans les premières semaines suivant la floraison), la formation du bourgeon à fruit, le mûrissement du fruit et l’aoûtage de l’arbre (endurcissement au froid). fait que L’ensemble des mois d’avril à septembre au minimum sont concernés compte tenu de la grande diversité des variétés de pomme à cidre utilisées en Normandie. Par ailleurs, les jeunes arbres doivent être alimentés en eau régulièrement après leur plantation pour assurer leur croissance.

Heureusement les réserves en eau continueront à se recharger entre octobre et février (toujours en année moyenne), cela permettra aux arbres de se renforcer et leur évitera de souffrir de la sécheresse au moment de leur reprise en végétation.

- **indicateur 2 : Risque de gel à la floraison**

**Date de dernière gelée ( $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) en sortie d'hiver à proximité de Vire (Calvados)**



Source ClimA XXI CA14 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

La date de dernière gelée en sortie d'hiver avance nettement dans le futur : à Vire, elle passe pour une année sur deux (médiane) du 23 mars en 1976-2005 au 2 mars en 2021-2050. De même pour une année sur 10 (9<sup>e</sup> décile) elle passe du 2 avril au 22 mars. En revanche d'après le modèle **la dernière gelée pourra être plus tardive** que dans le passé : pour une année sur trente, entre 2021 et 2050 la gelée pourra encore survenir jusqu'au 26 avril. De plus, du fait de l'augmentation des températures, la floraison pourrait être plus avancée qu'auparavant à cette date et se trouver davantage sensible au gel. Le niveau de dégâts dépend de la force du gel et de sa concomitance avec la floraison. Le grand nombre de variétés de pommes à cidre de précocité différente cultivées en Normandie réduit le risque de dégâts généralisés.

- **Analyse Filière Vergers en Normandie**

Cette analyse est issue des indicateurs précédents, étoffés par les informations issues de 12 ateliers territoriaux tenus à l'automne 2021 avec 80 agriculteurs, des organisations agricoles et d'autres acteurs du territoire (260 participants au total). Les vergers ont été abordés par les participants dans trois de ces ateliers : secteurs Pays d'Auge, Saint Loïs et Pays de Bray.

**Atouts :**

- Dans le panel variétal historique, grande diversité de variétés qui amoindrit le risque vis-à-vis du gel
- Impact du gel moins grave qu'ailleurs en France grâce aux variétés locales à floraison tardive
- Conditions de récolte à l'automne plus agréables pour les travailleurs (récolte plus précoce, températures plus élevées en moyenne)

**Faiblesses :**

- La période de l'année à risque vis-à-vis de la sécheresse peut être large selon la localisation du verger dans le territoire normand. Dans le secteur de Saint-Lô pourtant très océanique, constat de 25 à 30 % de récolte en moins dans les dernières années.
- Mortalité d'arbres constatée suite à des années très sèches
- Sols à réserve utile modeste (< 100 mm, voir annexe 5) dans environ un tiers de la région, donc sensibilité accrue au manque d'eau dans les secteurs concernés
- Les périodes très sèches donnent des pommes très sucrées donc du jus trop sucré ou du cidre trop alcoolisé

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fruits plus riches en polyphénols : amertume</li> <li>- Peu d'équipement en irrigation, de plus en plus indispensable au cours des premières années d'implantation d'un verger</li> <li>- Effets du gel plus impactant sur les nouvelles plantations (variétés de pommes de table notamment)</li> <li>- Avancement des stades phénologiques : gain de 1 semaine de maturité sur les récoltes de pommes. Cuves réfrigérées nécessaires car avec les températures trop douces le cidre repart en fermentation.</li> <li>- Plus de bio-agresseurs, à la faveur des températures élevées : cochenilles, apparition du deuxième vol de carpocapses...</li> </ul>
<p><b><u>Opportunités :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité d'intégrer les risques de gel tardif dans les programmes de création variétale</li> <li>- Des équipements d'irrigation économes en eau existent</li> </ul>	<p><b><u>Menaces :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cidre de qualité plus variable à cause des événements extrêmes, conjugués à l'importance des vergers en production biologique (40 %)</li> <li>- Difficulté de respect de la typicité des produits et des cahiers des charges en Appellation d'Origine : par exemple le Poiré est constitué à 20% d'une variété dont on ne connaît pas le devenir dans le contexte climatique futur</li> <li>- Si irrigation, perte de compétitivité avec l'augmentation des coûts de production.</li> <li>- Augmentation de la pression des bio-agresseurs conjuguée avec la diminution des solutions phytosanitaires</li> <li>- Délai très long (20 ans) pour créer de nouvelles variétés plus résilientes</li> <li>- Augmentation des tarifs des assurances multirisques agricoles</li> <li>- Filière avec de faibles capacités d'investissement</li> </ul>

**Illustration 10 - Filière Légumes de plein champ / Territoire « Zones légumières » (Côte ouest Manche, Baie du Mont St Michel, Val de Saire, Vallée de Seine, Vallée d'Eure...)**



La filière légumière Normande se distingue au plan national pour ses productions de légumes diversifiées. C'est la première région de production de poireaux, navets et salades d'été, c'est la seconde région de production de carotte. La gamme des choux, céleris, persil et oignons, et pomme de terre primeur ... complète les productions majeures. **L'illustration aborde en priorité la carotte** (65 à 70 000 t commercialisées par an en Normandie), avec l'exemple des **indicateurs climatiques du secteur de Coutances** (Manche).

La zone de Créances jouit d'une renommée élevée pour ses productions légumières, qui se traduit par deux signes officiels de qualité : un label rouge pour les carottes des sables, une IGP pour le poireau des sables de Créances. Les démarches pour le renouvellement du label rouge poireau des sables sont en cours à l'INAO. Sur ce bassin légumier historique, carottes et poireaux sont les légumes phare. Navets, salades, pommes de terre et céleris sont aussi présents. Sur la côte-ouest de la manche les volumes annuels de carottes sont de l'ordre de 23 à 25 000 t. Ce sont des carottes de saison (récoltes d'août à octobre) et de garde (récoltes de novembre à mars-avril). Les premières carottes sont semées en avril – mai dans des limons et sables limoneux, sur des sols parfois hydromorphes (bas de Créances). Les autres sont semées dans les sables littoraux de mai à juin. Les exigences qualité pour accéder au marché sont élevées (couleur, formes, calibres, absence de défaut visuel) : sur un rendement potentiel brut pouvant atteindre plus de 100 t/ha, 25 à 50 t/ha sont commercialisables.

Les facteurs déterminant le rendement sont liés à la totalité du cycle de culture, du semis à la récolte. Au-delà des principes agronomiques de choix des parcelles pour leurs précédents et la préparation des lits de semences, on retiendra la densité de levée, les phases d'allongement puis de remplissage de la racine et enfin la phase de conservation dans le sol jusqu'à récolte dans les effets directs du climat sur la culture. Les effets indirects du climat sont à rapprocher des dynamiques et cycles des bio agresseurs (dont les adventices), des régimes d'alimentation hydrominérale des végétaux (choix et fractionnements des apports de fertilisants, rythme des irrigations), des contraintes d'accès aux parcelles par les engins agricoles (pas d'agrofourmiture, pas de récoltes en excès d'eau), des dynamiques de marché régionales, nationales et européenne principalement et des disponibilités opérationnelles des moyens humains et techniques de travail à l'échelle de la filière.

La carotte est une plante de climat tempéré, l'optimum de développement est à 18-20°C. La gamme variétale est importante pour adapter la date de semis et la durée du cycle végétatif. Plus de 10 variétés sont actuellement recensées dans les exploitations.

La réussite des semis : levées homogènes et rapides, sans pertes, conditionnent la densité du peuplement pour atteindre le calibre commercial (20 – 45 mm) et maîtriser l'enherbement du rang. Le sec, l'humidité excessive, la chaleur forte et le froid sont autant de facteurs qui peuvent provoquer des fontes de semis, des levées étalées (retards de germination, mortalités, dormance) voire des absences de levées. Les attaques de pucerons sont aussi à redouter en cas de chaleur et humidité. Les températures de germination sont entre 2,3°C et 35°C pour un optimum à 20 - 25 °C pour lequel la durée de levée est de 10-12 jours. L'exposition des racines à une saturation en eau après la levée diminue la longueur du pivot et augmente le nombre de carottes fourchues. (13) (voir liste des sources en page 56).

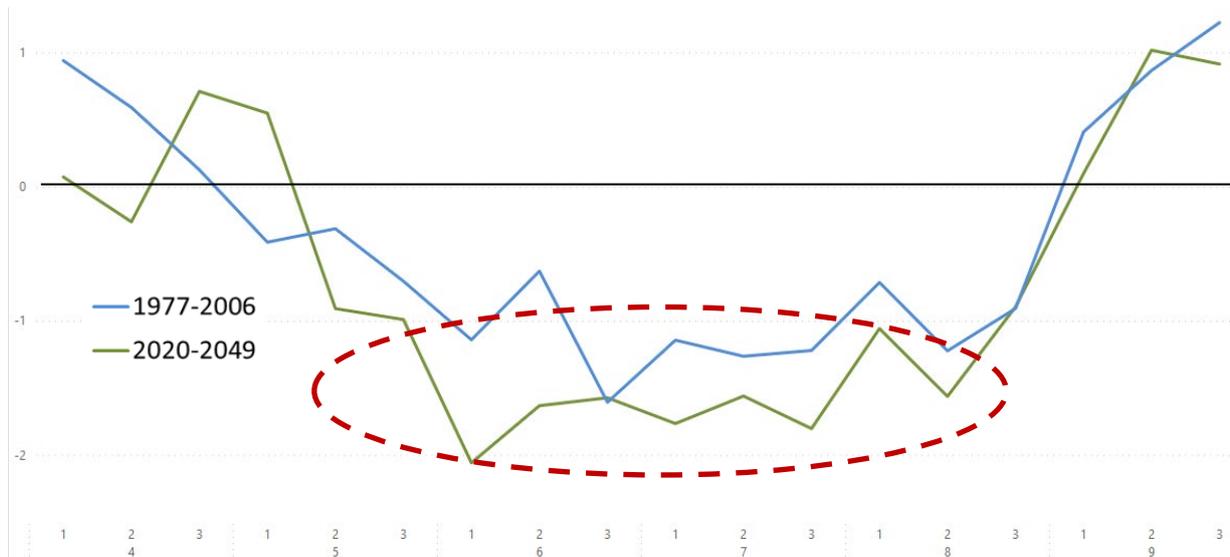
Lors de la phase d'allongement du pivot, outre l'absence de compaction du sol, une période sans excès d'eau est favorable. Les excès d'eau provoquent une modification de la forme des racines, le développement maladies (tache d'eau) et des mortalités. Les déficits prolongés limitent la pénétration du pivot (carotte courtes), diminuent la lissitude des racines et altèrent leur forme cylindrique régulière. Les alternances de déficits et d'apports d'eau provoquent des arrêts de croissances (« ampoule » à l'extrémité) et des éclatements en fin de phase végétative. Le sec favorise le développement de gales dues à des streptomycées. Les étés secs suivis d'automne humides sont favorables au rhizoctone violet (*Rhizoctonia violae*). Les excès d'humidités sont favorables à la maladie de la tache ou cavity spot (*Pythium sp*).

En phase de conservation ce sont les excès d'eau et les gelées prolongées qui provoquent des pertes. En repos végétatif, la plante supporte des gelées à -7°C et des sols à -5°C (14) (voir liste des sources en page 56). Le maintien de la carotte dans un sol saturé en eau génère des pourrissements plus ou moins rapide après le retrait de l'eau (8 à 10 j). Les excès d'eau favorisent la maladie de la bague (*Phytophthora*) et le développement de taches (*cavity spot*). Toutes les lésions provoquées par les champignons permettent l'installation de bactéries et le développement de nécroses.

Les besoins totaux en eau sont assez mal connus. Le Ctifl référence des données bibliographiques variant de 200 mm à 900 mm sur la durée du cycle de culture selon les sites de production, les variétés et le stade à la récolte.

- **indicateur 1 : Risque de sécheresse**

Bilan hydrique par décennie d'avril à septembre à proximité de Coutances (Manche)  
Pluviométrie - EvapoTranspiration Potentielle moyenne en mm/jour

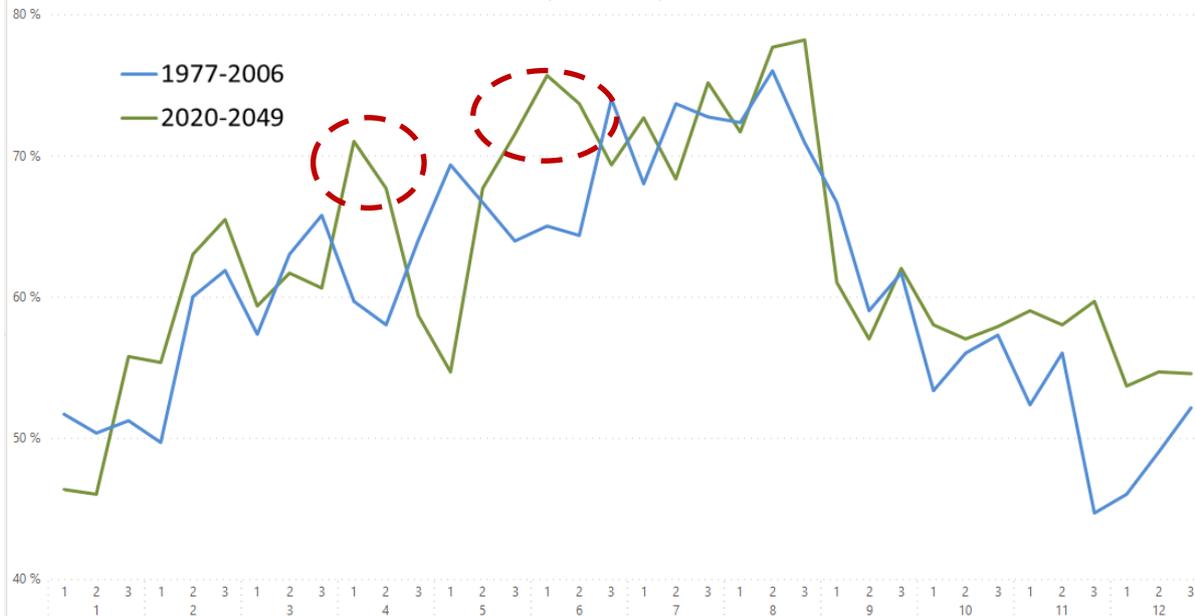


Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

En année moyenne le manque d'eau va s'accroître à la période 2020-2049 par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe verte en dessous de la courbe bleue sur le graphique). La période de déficit hydrique commencera dès la première décennie d'avril, sera interrompue autour de la première décennie de mai, puis s'accroîtra dès la deuxième décennie de mai jusqu'à la fin août à un niveau plus sévère que sur la période de référence. A Coutances, le manque d'eau cumulé de mai à août atteindra en année moyenne 156 mm au lieu de 116 mm auparavant.

**indicateur 2 : Sol sec à la levée**

**Jours sans pluie (pluie < 1 mm/j) en % en année moyenne par décennie à Coutances (Manche)**

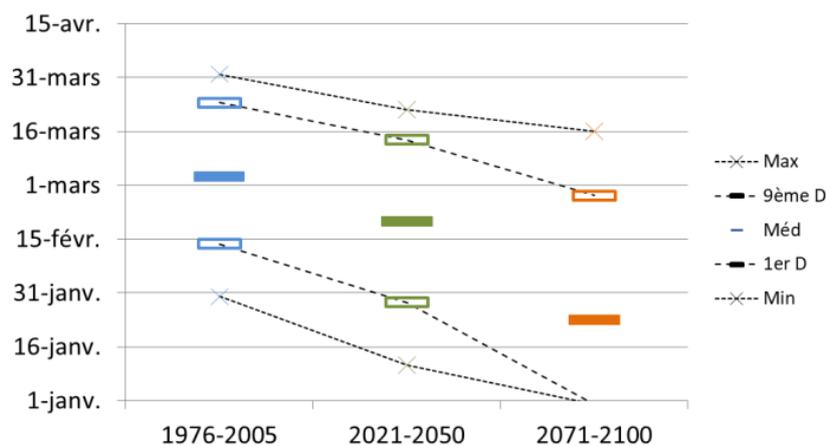


Source AgriClim - Scénario RCP 4.5 - DRIAS-2020 modèle ALADIN63\_CNRM-CM5

A Coutances, en année moyenne le pourcentage de jours sans pluie reste proche en 2020-2049 (courbe verte : 65 % par an) par rapport à l'historique 1977-2006 (courbe bleue : 63 % par an). Cependant les périodes se décalent avec davantage de jours sans pluie au printemps. On dépassera 70 % de jours sans pluie début avril et surtout fin mai-début juin, en pleine période de levée des carottes. Cela se traduira par un risque accru de sécheresse superficielle du sol à la levée et donc un besoin supplémentaire d'irrigation pour assurer la levée des légumes.

- **indicateur 3 : Risque de gel**

**Date de dernière gelée ( $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) en sortie d'hiver à Cerisy la Salle (Manche)**



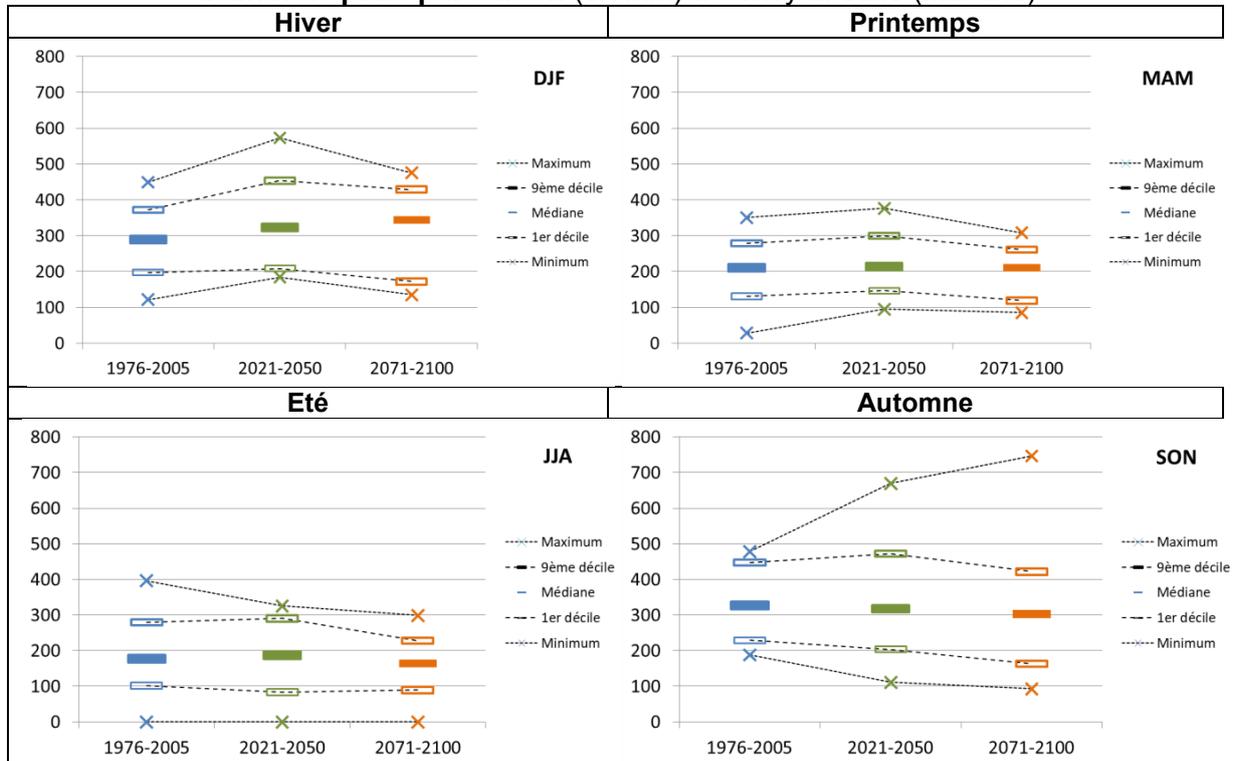
Source ClimA XXI CA50 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

La date de dernière gelée en sortie d'hiver avance nettement dans le futur : à Cerisy la Salle (centre Manche) elle passe pour une année sur deux (médiane) du 3 mars en 1976-2005 au 18 février en 2021-2050. En revanche la date de dernière gelée reste tardive : pour une année sur trente, entre 2021 et 2050 la gelée pourra néanmoins survenir jusqu'au 22 mars.

Du fait de l'augmentation des températures, les légumes pourront être plus avancés qu'auparavant à cette date et se trouver davantage sensibles au gel. De plus, l'absence de gel après fin janvier certaines années (1<sup>er</sup> décile) pourrait faire baisser la garde vis-à-vis de cet aléa alors qu'il sera toujours présent. Le risque de gel reste donc bien présent et pourrait concerner les semis de carottes les plus précoces ainsi que les pommes de terre primeurs.

- **Indicateur 4 : Excès d'eau**

**Cumul de pluie par saison (en mm) à Cerisy la Salle (Manche)**



Source ClimA XXI CA50 - Scénario RCP 4.5 - DRIAS modèle ALADIN-climat CNRM 2014

A Cerisy, la Salle la pluviométrie saisonnière reste stable en médiane dans le futur. L'effet principal du changement climatique pour les années 2021-2050 sera une accentuation des extrêmes pluviométriques, particulièrement en automne et en hiver. A l'automne, le cumul de pluie atteindra 700 mm pour les années les plus arrosées contre seulement 100 mm les années les plus sèches. De même, certains hivers seront davantage pluvieux qu'en fin du 20e siècle.

**Conséquences agronomiques**

Sur notre modèle carotte les tendances d'évolutions de climat décrites pourraient agir de façon significative.

- Pour la période de semis

Les semis précoces se feraient en conditions plutôt favorables aux levées et à l'efficacité des herbicides : sols ressuyés fin avril et pluies début mai. Pour les semis suivants les sols trop humides avant la levée seront défavorables à la germination et à la levée. La sécheresse durable à partir de la mi-mai nuira aux levées et à la maîtrise des adventices. Dans le secteur de Créances le développement du souchet maritime (plante adventice) est déjà largement constaté, sa présence rend parfois les parcelles incultes faute de moyens de régulation.

Les possibilités de semis plus précoces offrent parfois une solution d'évitement partiel à certains ravageurs du sol comme le nématode *Heterodera carotae* (effets du changement climatique à confirmer sur le cycle du ravageur).

**- Pour la phase de croissance**

Le recours à l'irrigation sera nécessaire pour assurer l'installation des cultures (en juin) puis à partir de fin juillet pour assurer le début du gonflement du pivot. Les stratégies de fertilisation et d'irrigation devront être revues, en tenant compte des risques de lessivage, de développement des adventices sur le rang et l'inter rang, de développement des maladies de racines et du feuillage. Les irrigations de bassinage pourront servir à maîtriser les élévations de températures au niveau du couvert, pour ne pas bloquer le développement physiologique du végétal et des à-coups de croissance ou le durcissement des sols nuisibles à la prise de volume homogène du pivot et au rendement commercial. Les conditions sèches et chaudes pourront favoriser les insectes en général et les ravageurs en particulier (augmentation du nombre de cycles de reproduction). Les excès de chaleur pourront provoquer la diapause chez certains : la mouche de la carotte n'est plus active lorsque les températures atteignent 25 °C (ou moins de 7 °C). Le temps sec limite aussi son activité. L'extension de l'aire de répartition de certains ravageurs comme les taupins sont clairement à redouter : le développement de dégâts (galeries) est déjà constaté. Les fins de printemps début d'été sont favorables à la remontée précoce des larves en surface.

**- Pour la phase de conservation**

Les excès de pluie en hiver agiront négativement sur la conservation des racines au sol (maladies) et à la fluidité des travaux de récolte. Les passages d'engins sur des sols saturés en eaux nuiront durablement à la fertilité des sols (compactions et tassements). Les températures hivernales plus clémentes seront également préjudiciables à préservation de la qualité sanitaire au champ et donc aux rendements. L'accroissement des réservoirs de ravageurs induits réduiront la fertilité agronomique des sols pour les années à venir.

**- Analyse Filière Légumes de plein champ en Normandie**

Les constats établis pour la carotte sont transposables aux autres légumes normands implantés au printemps et récoltés de septembre à avril de l'année suivante. Les légumes implantés l'été (poireau, choux, navets, salades, ...) subiront les excès de sécheresse dont les effets devront être maîtrisés par des irrigations. Les possibilités de conservation au sol et de récoltes en hiver seront réduites par les excès d'eau et le radoucissement. Les conséquences impacteront la filière et ses accès aux marchés en cas d'irrégularité des apports et d'apports insuffisants.

**Atouts :**

- Diversité des espèces produites
- Semis et plantations plus précoces qu'auparavant, moins de gelées
- Périodes de production et de récoltes élargies
- Sols plus secs en mai-juin, facilitant les interventions au champ à cette période (engrais, traitements, travail du sol...)
- En zone de polder (Mont St Michel), la production peut se poursuivre même en période sèche grâce à la remontée naturelle d'eau dans le sol (exemple des salades)
- L'irrigation assure la qualité des légumes, améliore leur résistance aux bio-agresseurs, diminue la température locale (moins de stress thermique)
- Opérations de forages d'irrigation coordonnées par la filière légumes il y a 30 ans (Val de Saire, partiellement en secteur Côte ouest de la Manche)
- Trois des territoires légumiers normands sur cinq équipés pour l'irrigation

**Faiblesses :**

- Forte sensibilité au stress hydrique pour beaucoup de cultures légumières, besoin croissant d'irrigation dès le semis
- Manque de connaissances sur l'impact du stress thermique pour certains légumes, dont la carotte
- Manque d'expertise locale et de services liés à l'irrigation de « précision »
- Equipements des producteurs sans goutte à goutte, absence de télégestion de l'irrigation
- Manque de connaissances sur les besoins en eau précis des cultures légumières et des territoires hydrogéographiques homogènes d'irrigation
- Pertes d'efficacité des produits phytosanitaires (exemples : herbicides racinaires, produits de contact), et des produits de biocontrôle par temps sec
- Plante adventice favorisée par les périodes sèches et difficile à maîtriser : Souchet maritime (Côte ouest de la Manche)

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le poireau est peu sensible au stress thermique, il pousse jusqu'à 32-33°C</li> <li>- Les températures élevées réduisent l'activité de certains bio-agresseurs : au-dessus de 25°C pour la mouche de la carotte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficulté d'accès aux parcelles et de conservation au champ (légumes « de garde ») en automne-hiver : excès d'eau plus fréquents (aléas climatiques).</li> <li>- Le risque de gel tardif perdure pour la pomme de terre primeur du Mont St Michel, la plantation ne doit pas être anticipée</li> </ul>
<p><b>Opportunités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nouvelles espèces cultivables à moyen terme (maïs nécessitent en général de l'irrigation)</li> <li>- Moindre concurrence des zones de production plus au sud qui seront davantage impactées par le changement climatique</li> <li>- En zone de polder (Mont St Michel), plus-value en période sèche grâce à une production maintenue (salades) au contraire des autres bassins de production</li> <li>- En zone de polder, éviter l'excès d'eau dans les champs grâce à l'entretien et la gestion des digues et portes à flot</li> <li>- Un tissu d'association de gestion des forages et de l'eau (ASA) déjà existant, en lien avec l'administration et l'Agence de l'Eau</li> <li>- Une capacité à coordonner les actions vis-à-vis du changement climatique avec deux organisations de producteurs légumières (GPLM et Agrial OP légumes)</li> <li>- Une station régionale d'expérimentation (SILEBAN) menant des essais sur les méthodes d'irrigation et l'adaptation au contexte climatique</li> <li>- Constructions de bassins et réservoirs d'irrigation capables de capter les eaux excédentaires en hiver, y compris des eaux de drainage</li> <li>- Optimisation et aménagements des réseaux de collecte des eaux excédentaires</li> <li>- Optimiser les ressources en eaux disponibles non utilisées : eau de la tourbière de Baupte dans la Manche, eau usée ou de bassin d'orages...</li> <li>- Plan de Gestion des Ressources en Eau en cours d'élaboration dans la Manche pour mieux évaluer les besoins</li> <li>- Développement de l'agriculture connectée, bigdata, ... (irrigation, épidémiologie, outils d'aide à la décision)</li> <li>- Possibilité d'irriguer lors de périodes sensibles des légumes (levée, périodes très sèches, finition...) pour limiter la consommation d'eau</li> <li>- Modernisation des équipements des exploitations</li> <li>- Transferts de compétences / savoir-faire vers de nouvelles zones de production, de nouvelles exploitations agricoles</li> <li>- Constituer une organisation collective de la gestion de la ressource en eau : rentabiliser / mutualiser</li> </ul>	<p><b>Menaces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modification des périodes de production -&gt; impact sur les débouchés, l'accès aux marchés, la continuité des activités et la fidélisation des compétences dans les entreprises et les territoires</li> <li>- Zones légumières en partie développées en zone littorale, polder ou en vallée, impact de la montée du niveau marin et de la salinisation de la ressource en eau</li> <li>- Augmentation des besoins en eau d'irrigation, sans ressources adaptées</li> <li>- L'irrigation est mal perçue par une partie de la population</li> <li>- Attention à la qualité de l'eau si constitution de réservoirs ou réutilisation d'eaux usées</li> <li>- Pertes d'exploitations par destructions des cultures, des abris en cas d'évènements climatiques violents type orages, grêle, tempêtes ou en cas d'excès climatiques type inondations, pluies sur des périodes longues, sécheresses.</li> <li>- Vieillesse des exploitations et arrêt de la modernisation</li> <li>- Multiplication des contraintes et obligations réglementaires, multiplication des autorités compétentes dans les domaines de l'eau</li> <li>- Perte de compétitivité des entreprises et de leur rentabilité</li> <li>- Manque de capacité d'investissement des agriculteurs pour acquérir du matériel d'irrigation permettant des économies d'eau</li> <li>- Perte de fonctionnalité des réseaux de fossés (par manque d'entretien : insuffisance des moyens disponibles et/ou réglementation limitante) pour l'évacuation des excès d'eau</li> <li>- Réduction des solutions phytosanitaires autorisées pour lutter contre les insectes</li> <li>- Conversion en culture biologique plus délicate en Normandie que dans d'autres régions plus chaudes (sud de la France) à cause des insectes (ex. pucerons)</li> </ul>

### 3. Synthèse régionale du diagnostic

Les 10 couples filières-territoires pris en exemple en Normandie en partie 2 de ce diagnostic montrent la diversité et l'importance des effets du changement climatique sur l'agriculture de la région. En dehors des spécificités de chaque production qui font qu'elles seront plus ou moins impactées, le dérèglement du climat a des conséquences générales qui peuvent être rassemblées dans une nouvelle grille, ci-dessous

Au-delà des filières choisies pour l'illustration, le changement climatique impacte l'ensemble des productions agricoles normandes : sont également concernés les **élevages de porcs, de volailles, de lapins** (stress thermique, mortalité), élevages d'herbivores **équins, ovins, caprins...** (production fourragère, stress thermique), les cultures de **betteraves sucrières, de céréales** (maïs grain, blé tendre et orge de printemps, orge brassicole, triticale, avoine, blé dur, seigle, sorgho grain...), **chanvre, miscanthus, lin oléagineux, filières semences, cultures fourragères** (légumineuses, mélanges, nouvelles plantes fourragères...), les **légumes de plein champ** et le **maraîchage**, l'**horticulture** et les **pépinières** (stress hydrique et thermique, gel, décalage des périodes de production : synthèse de la filière en annexe 6), l'**apiculture** (variations fortes des températures) la **pisciculture** (température et qualité de l'eau) et la **conchyliculture** (qualité de l'eau, recul du littoral... : détail dans le courrier en annexe 7)...

Citons quelques commentaires récurrents recueillis lors des 12 ateliers territoriaux organisés en Normandie avec les exploitants agricoles et autres acteurs du territoire (260 participants) :

- « *Le changement climatique c'est autant trop d'eau que pas assez : cela fonctionne par excès* »,
- « *Le mauvais temps est le temps qui dure* » au sujet des séquences météorologiques (sécheresse ou pluies), plus marquées qu'avant,
- Et sur la résilience de l'agriculture : « *Ne pas mettre tous les œufs dans le même panier* ».

## Synthèse du diagnostic territorial d'adaptation de l'agriculture au changement climatique en Normandie

### Atouts :

- Normandie moins impactée par l'augmentation des températures que les régions françaises plus au sud, grâce à l'influence du climat océanique et sa latitude élevée
- De nombreuses zones de sols limons profonds avec une bonne réserve utile, surtout dans le nord de la région (voir annexe 5), atténuant le déficit hydrique
- Paysage bocager assurant de l'ombrage, bien présent sur une partie du territoire Normand
- Des productions agricoles normandes diversifiées, favorisant une certaine résilience par le tissu agricole et amont-aval déjà présent
- Des aides déjà disponibles (état, région, département...) pour certains investissements d'adaptation au changement climatique
- Mobilisation de la Région ayant permis une déclinaison d'un GIEC Normand, source de sensibilisation et de mobilisation sur le changement climatique

### Faiblesses :

- Modifications du climat et impacts du changement climatique sur les cultures déjà observés dans la région, particulièrement par des phénomènes climatiques extrêmes plus fréquents et plus intenses (orages, précipitations et sécheresses excessives, dégâts de gel...).
- Vulnérabilité des zones basses côtières à la montée du niveau de la mer (parcelles mais aussi bâtiments) et de zones importantes à l'intérieur des terres (marais, vallées...), par limitation de l'écoulement cours d'eau vers la côte
- Impact du stress thermique sur de nombreuses productions agricoles de la région : bovins, porcins, volailles, prairies, céréales à paille, protéagineux... et sur les conditions de travail des agriculteurs et salariés agricoles peu acclimatés à ces situations (canicules)
- Besoins accrus d'irrigation, notamment en terres à faible réserve en eau, faible nombre d'exploitations équipées en système d'irrigation, dans un environnement peu au contact de l'irrigation jusqu'alors
- Diminution des périodes favorables et du nombre de jours disponibles pour récoltes, semis, ... renforcement des pics de travaux concentrés
- Fiabilité des prévisions météo qui se réduit (orages, événements extrêmes) : complexité pour gérer les interventions agricoles
- Croissance des épisodes de feux de moissons

### Opportunités :

- Possibilité de développer de nouvelles productions exigeantes en température, à condition que les autres facteurs de croissance et de récolte soient réunis
- Mise en place et accompagnement de nouvelles filières permettant de développer certaines productions résilientes vis-à-vis du changement climatique, sous réserve de dépasser les seules situations de niche
- Valorisation agricole des sols à tendance humide facilitée par leur assèchement (augmentation de l'évapotranspiration)
- Possibilité de diversifier l'assolement avec de nouvelles cultures, permettant de répondre ainsi à plusieurs enjeux (changement climatique, phytosanitaires, biodiversité,...)

### Menaces :

- L'instabilité des conditions météorologiques perturbe les productions agricoles, génère une charge mentale supplémentaire pour les agriculteurs (adaptation permanente requise) et se répercute sur les filières de production
- Augmentation de la pression des bio-agresseurs, apparition de nouvelles plantes adventices, conjuguées avec la diminution des solutions phytosanitaires
- Tensions entre usages de l'eau, particulièrement dans les secteurs où les réserves sont limitées, concurrence future probable pour l'accès à l'eau d'irrigation avec la réduction des ressources à long terme
- Disponibilité de l'eau dépendante des conditions réglementaires (arrêtés sécheresse)

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- La recherche, les instituts techniques, les organisations agricoles sont mobilisées sur l'adaptation et l'atténuation face au changement climatique : adaptation continue sur les productions, les variétés, les races, les pratiques agricoles...</li> <li>- Développement du stockage de l'eau pluviale ou de ruissellement et de l'utilisation d'eau « non conventionnelle », solutions peu mobilisées à ce jour en Normandie, à étudier pour assurer l'irrigation</li> <li>- Prémices de la gestion du risque dans les exploitations agricoles engagées, mais restant à développer</li> <li>- Les arbres fourragers implantés en haie ou agroforesterie pourraient constituer un fourrage d'appoint en situation de sécheresse</li> <li>- Complémentarité entre les systèmes d'élevage et de cultures qui coexistent en Normandie : exemple du fourrage produit par le cultivateur (luzerne en appui pour alimenter le bétail) en échange de produit organique de l'élevage (fumier pour entretenir la réserve hydrique du sol)</li> <li>- Développement de l'agriculture connectée, bigdata, outils d'aide à la décision pour un meilleur suivi des productions, équipement des serres pour le contrôle du climat</li> <li>- Augmentation de la demande de végétaux auprès de la filière horticole, de bénéficier des effets positifs (notamment ombrage, réduction des zones de chaleur urbaines...)</li> <li>- Réduction de l'empreinte carbone, valorisation de la séquestration du carbone par l'activité agricole afin de limiter les impacts du dérèglement climatique déjà engagés en élevage bovin et offrant de bonnes perspectives</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effets négatifs sur la qualité des produits (exemple des carottes déformées par le manque d'eau mais aussi par les excès) et potentiellement leurs débouchés</li> <li>- Difficultés de conservation des récoltes (ex. pommes de terre) / de transformation (ex. cidre) à cause de l'augmentation des températures</li> <li>- Risque accru de formation d'ozone dans l'air (soleil et température élevée) avec dégâts sur les feuilles de végétaux et possibilité d'impact sur les productions</li> <li>- En cultures pérennes et pour les arbres, délai très long (20 ans) pour créer de nouvelles variétés plus résilientes, choisir des essences adaptées à un futur climatique qui va évoluer (températures croissantes)</li> <li>- Situation économique fragile des exploitations agricoles qui vont se trouver impactées, avec en plus, des adaptations structurelles pouvant être onéreuses (bâtiment d'élevage, matériel de culture, irrigation économe...)</li> <li>- Augmentation des tarifs des assurances multirisques agricoles, montants élevés pour les productions sous abri</li> <li>- Seuils et/ou franchises élevées qui rendent inopérantes les assurances récoltes</li> <li>- Erosion des sols accentuée par les pluies intenses plus fréquentes : elle affecte la réserve en eau, la fertilité des terres agricoles, et génère des dégâts</li> <li>- Difficulté de respect de cahiers des charges des produits de qualité : exemple des fromages AOP et du pâturage en été, ou encore de l'AOP du Poiré</li> <li>- Les dates de la réglementation (couverts, épandages...) ou des mesures agro-environnementales (fauche...), fixes, ne correspondent plus aux périodes des travaux des champs et encore moins à l'avenir. Ces travaux sont réajustés en continu selon la pousse des cultures et les aléas météo</li> <li>- Mauvaise image de l'irrigation, des bovins non pâturant... vis-à-vis de la société</li> <li>- Si accueil de nouvelles populations en Normandie (remontée d'habitants du sud vers un secteur plus tempéré) et installation de nouveaux agriculteurs (en élevage laitier par exemple), les concurrences sur le foncier et sur l'accès à l'eau seront exacerbées</li> </ul> |
|---|--|

## Zoom sur les nouvelles opportunités de productions en Normandie

De nouvelles filières agricoles rendues possibles par le changement climatique (températures plus élevées) peuvent être mises en place ou renforcées en Normandie :

- Le tournesol, le blé dur, ne sont pas nouveaux mais ces cultures s'étendent alors qu'elles étaient auparavant confinées au sud de la région,
- Les nouvelles cultures fourragères plus résistantes à la sécheresse : sorgho, moha, sylphie... pour apporter des réponses sur les systèmes fourragers herbagers fragilisés ou en substitution partielle ou totale du maïs ensilage,
- Le soja devenu cultivable dans une partie de la région mais qui a besoin d'eau (irrigation) et de bonnes conditions pour être récolté à l'automne,
- Le pois chiche, plante méditerranéenne résistante à la sécheresse, déjà testé avec des résultats techniques très variables, mais qui nécessite un renforcement de la filière pour représenter des volumes suffisants et occuper une part significative sur un marché alimenté par l'importation,
- Le développement de partenariats entre la grande culture et l'élevage, par exemple pour valoriser de la luzerne d'une part (complément fourrager, diversification des assolements et autonomie fourragère azotée régionale) et les effluents organiques d'autre part (augmenter le stockage carbone en sols de grandes cultures, renforcer la réserve hydrique),
- Le développement d'espèces végétales à des fins de production de biomasse à vocation énergétique : cellulosique alimentant des méthaniseurs ou ligno-cellulosique comme biocombustibles,
- La vigne, à la faveur de l'ouverture des autorisations de plantation, avec déjà quelques expériences significatives en cours.

De nouvelles cultures pourraient arriver en Normandie, les conditions de leurs régions d'origine étant devenues trop difficiles. Pour la résilience des exploitations agricoles et leur résistance aux aléas météorologiques, la **diversification des productions** est une piste importante mais elle est soumise à l'existence de débouchés et donc des filières et infrastructures de valorisation.

### Identification des filières de production les plus à risque

A l'issue de ce diagnostic et au vu des effets déjà constatés du dérèglement climatique, on peut supposer que les productions les plus impactées seront les **élevages d'herbivores** (y compris bovins, équins, ovins, caprins, tous dépendants de la production fourragère), les **cultures de printemps** (sensibles par la sécheresse estivale), les **productions légumières** (fortes exigences de qualité) et les **produits sous signe de qualité** (en cas de difficulté de respect du cahier des charges). Néanmoins, il faut souligner qu'il y aura de **fortes différences d'impact selon la localisation de ces productions dans la région et leurs conditions de sols**.

Par ailleurs, il faut aussi tenir compte de la part d'incertitude des projections climatiques et de l'interaction de nombreux facteurs qu'il faudrait pouvoir prendre en compte pour caractériser plus précisément l'impact du changement climatique sur chacune des productions agricoles.

### Les suites à donner

Ce diagnostic sera suivi d'une feuille de route pour l'adaptation de l'agriculture normande au changement climatique. Les pistes d'adaptation feront alors l'objet d'une réflexion plus approfondie intégrant leurs volets techniques, économiques, sociaux et environnementaux, et en particulier la prise en compte de la gestion territoriale des ressources en eau.



## Sources

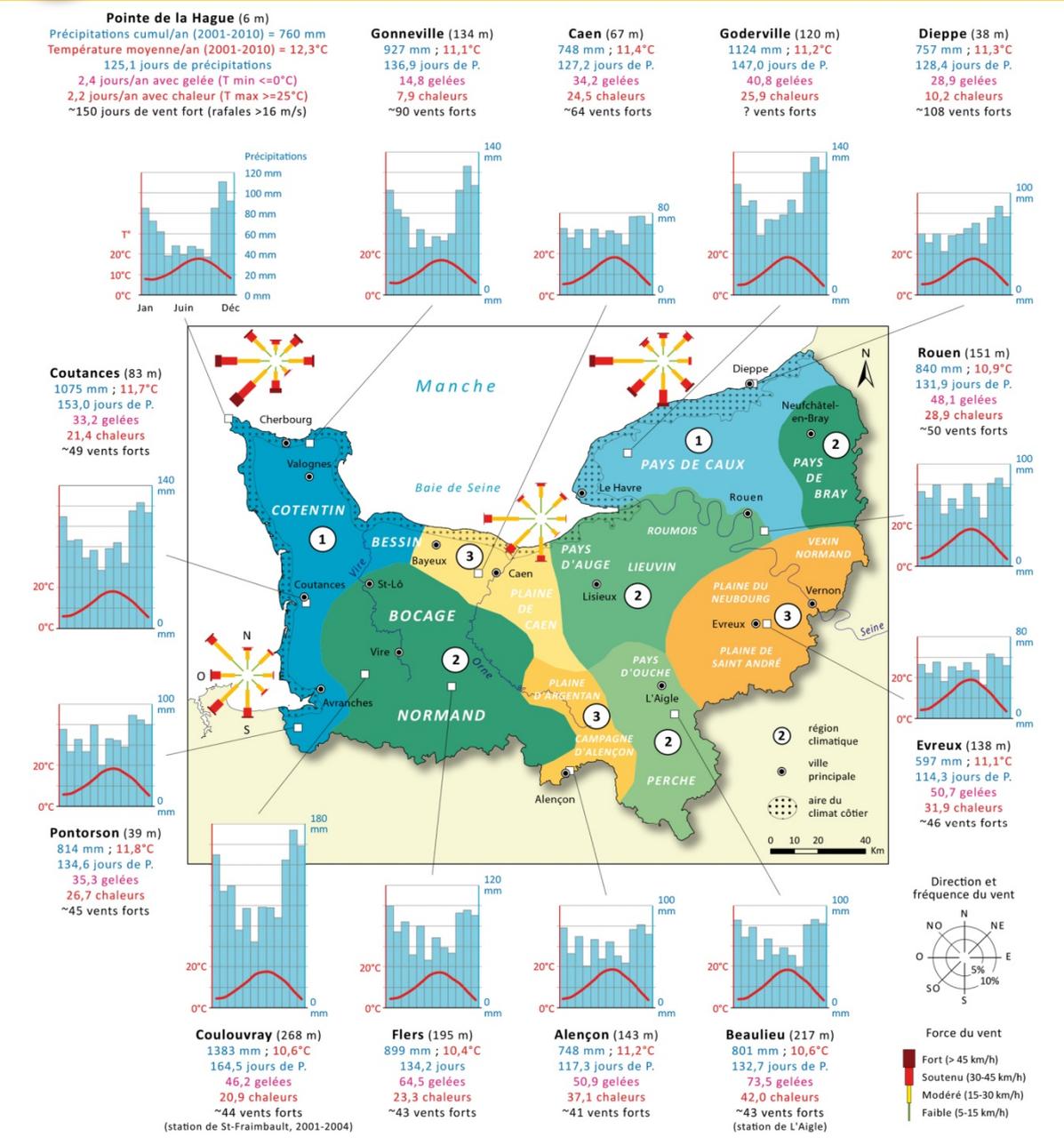
- (1) DREAL Normandie. Profil environnemental - Le climat en Normandie. 2020.
- (2) Chambre régionale d'agriculture de Normandie. Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique (ORACLE), État des lieux sur le changement climatique et ses incidences agricoles en région Normandie. 2020.
- (3) Météo France <http://tempetes.meteo.fr/spip.php?article197>
- (4) Chambre régionale d'agriculture de Normandie. Panorama de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Normandie. 2020.
- (5) GIEC Normand Synthèse Changement climatique et Aléas météorologiques O. Cantat, B. Laignel, Z. Nouaceur, S. Costa. 2020
- (6) Brisson N., Levraut F., 2010. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulation d'impact sur les principales espèces. Le livre vert du projet Climator (2007-2010), ADEME
- (7) Gate P., Brisson N., Gouache D. 2010. « Les causes du plafonnement du rendement du blé en France : d'abord une origine climatique », Académie d'Agriculture de France. p. 5-6.
- (8) Beauvais F., Cantat O., Madeline P., Le Gouée P., Brunel-Muguet S., Medjkane M., 2019. Quelles conséquences du changement climatique sur le blé tendre en Normandie aux horizons 2050 et 2100 ? Étude d'impact prospective à partir du modèle ALADIN-Climat.
- (9) Terres Inovia Rencontres techniques de Terres Inovia 23 nov 2020 <https://www.youtube.com/watch?v=i4hb68mBWug>
- (10) GIEC Normand. Systèmes côtiers : risques naturels et restauration des écosystèmes S. Costa, J. Deloffre, JP Lacoste, R. Leymarie, B. Laignel. 2020
- (11) ClimaLait Résultats pour la zone du Pays de Caux (Normandie). Jean-Christophe Moreau (Idele) et Aurélie Madrid (Idele, CNIEL). 2018.
- (12) ClimaLait Résultats pour la zone Bocage du Cotentin (Normandie). Jean-Christophe Moreau (Idele) et Aurélie Madrid (Idele, CNIEL). 2019.
- (13) CTIFL La Carotte Guide pratique tome 1 - La Carotte état des connaissances tome 2
- (14) Cl. Chaux et Cl. Foury Productions légumières Tome 2 Légumes feuilles, tiges, fleurs, racines, bulbes

## ANNEXES



## Les principaux ensembles climatiques de Normandie

Réalisation : Olivier CANTAT, Université de Caen Normandie, LETG Caen, UMR 6554 CNRS, 2018.  
Familles de climats : (1) maritime, (2) contrasté des collines, (3) d'abri des plateaux et côtier (☼ plus venté, moins arrosé)



### Les principaux ensembles climatiques normands

Familles de climats : (1) maritime, (2) contrasté des collines, (3) d'abri des plateaux, côtier (variante plus éventée et moins arrosée).

Document de synthèse conçu à partir de cartes de températures et de précipitations réalisées d'après les données Drias en points de grille CNRM Météo-France (maille de 8 km) et inspiré des cartes de Trzpit de l'Atlas de Normandie (1965) et de la thèse d'Escourrou (1978).

Les 13 diagrammes ombrothermiques sont dessinés à partir de données Météo-France sur la période 2001-2010.

Les 4 roses des vents littorales sont dessinées à partir des données du modèle Aladin de Météo-France sur la période 1999-2009.

Réalisation : Olivier Cantat, GEOPHEN, LETG Caen, UMR 6554 CNRS, Université de Caen Normandie, 2018.

## Sources des indicateurs climatiques et agro-climatiques utilisés dans ce diagnostic

Les indicateurs du changement climatiques de ce diagnostic sont issus de 3 outils développés par les Chambre d'agriculture de Normandie grâce aux financements du CasDAR et de l'ADEME.

### ORACLE Normandie :

ORACLE est l'Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique, développé en Normandie depuis 2016 sur un modèle des Chambres d'agriculture de France, élaboré par Frédéric Levraut. Cet observatoire se fonde sur des observations météorologiques du passé pour identifier les évolutions en lien avec le changement climatique. Il utilise des données de stations météorologiques entre 1959 et 2017 (source Météo-France), complétées par des informations statistiques agricoles (source DRAAF Normandie).

Livret ORACLE Normandie 2020 :

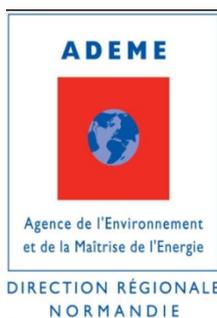
<https://normandie.chambres-agriculture.fr/territoire/energies-climat-air/climat/>

### ClimA XXI :

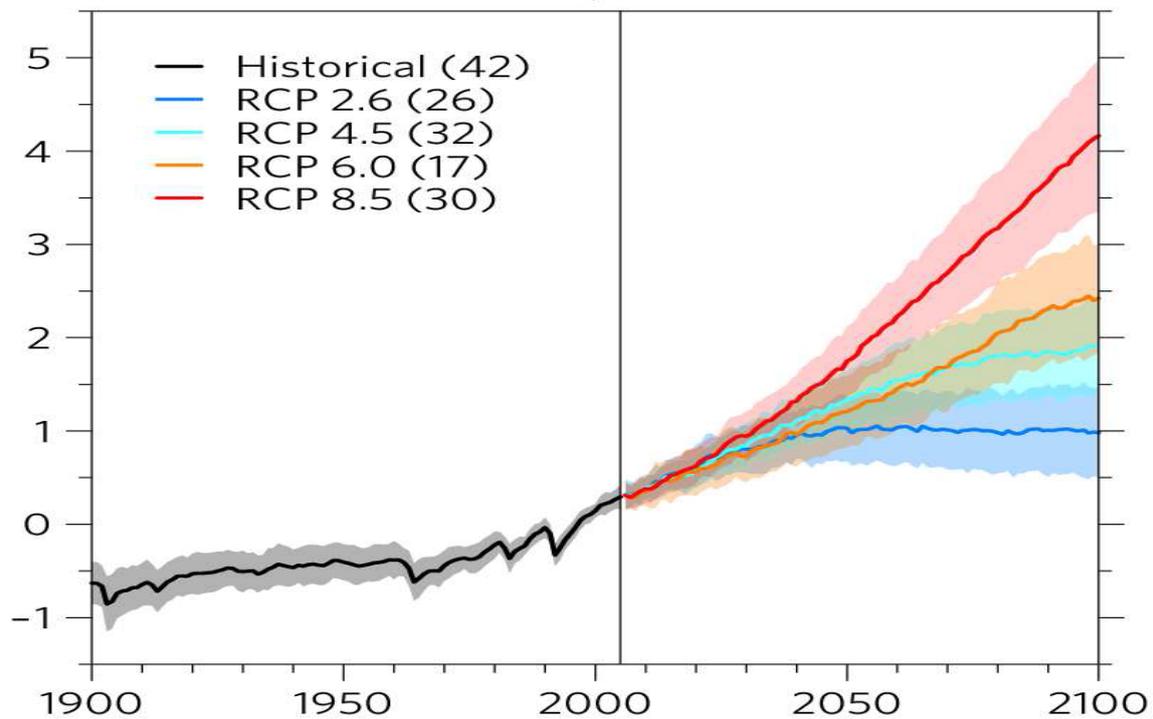
Les données utilisées dans ce rapport proviennent du portail « DRIAS - Les futurs du climat » de Météo France, mis en graphique selon l'outil ClimA-XXI (Climat et Agriculture au XXIe siècle) des Chambres d'agriculture de France, élaboré par Frédéric Levraut. Les données ont été travaillées et mises en forme par les étudiants d'UniLaSalle et les Chambres d'agriculture de Normandie. L'outil donne des indicateurs passés et futurs du changement climatique en agriculture pour 15 lieux en Normandie (3 lieux par département). Trois horizons de temps sont disponibles : 1977-2006, 2020-2049 et 2070-2099. Le modèle climatique utilisé est ALADIN-climat CNRM de 2014, en projection RCP 4.5 pour le futur.

### AgriClim :

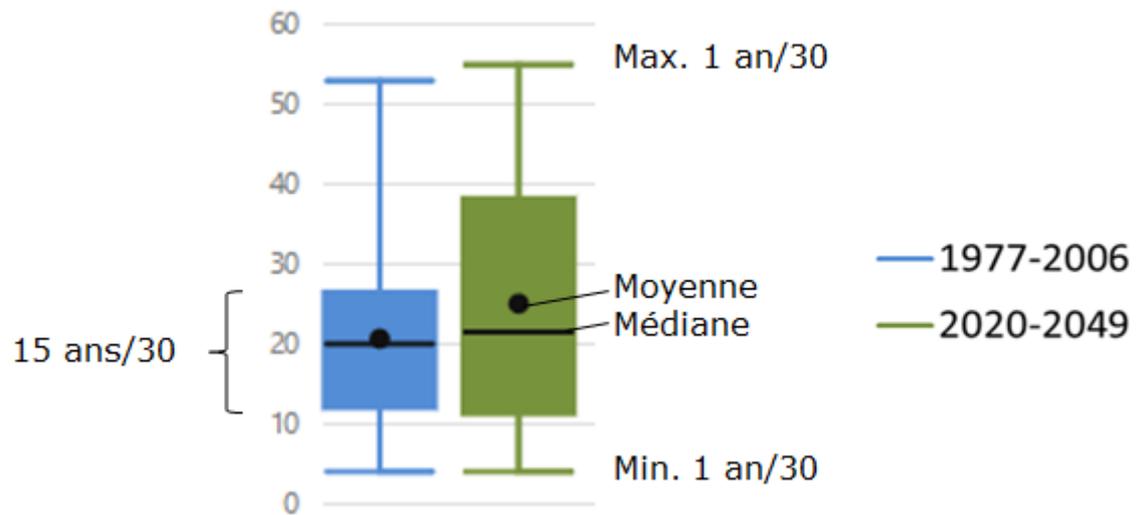
Les données utilisées dans AgriClim proviennent du portail « DRIAS - Les futurs du climat » de Météo-France, mis en graphique grâce à l'outil AgriClim des Chambres d'agriculture de Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. L'outil permet d'obtenir les indicateurs passés et futurs du changement climatique en agriculture pour 60 lieux en Normandie (1 lieu tous les 25 km). Trois horizons de temps sont disponibles : 1977-2006, 2020-2049 et 2070-2099. Le modèle climatique utilisé est ALADIN63\_CNRM-CM5 de 2020, en projection RCP 4.5 pour le futur.



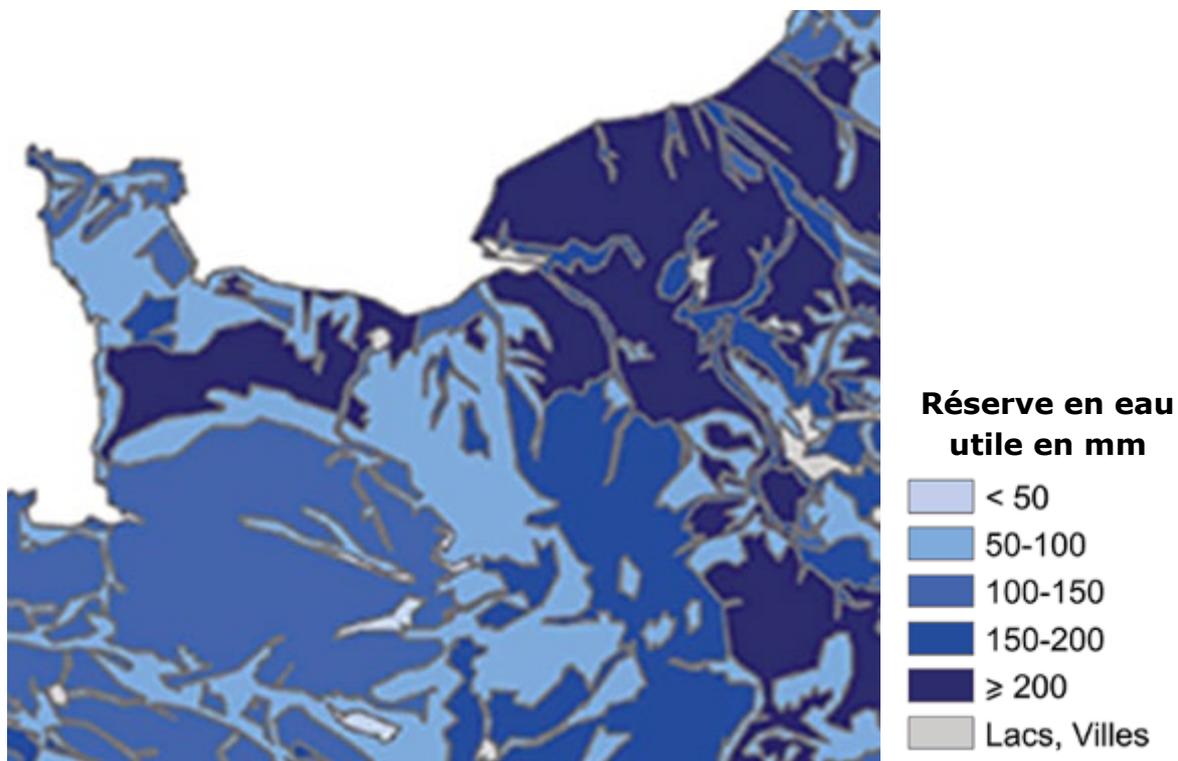
**Evolution simulée de la température moyenne mondiale de 1900 à 2100.  
Ecart à la moyenne 1986-2005. Source : GIEC 2013**



### Lecture des graphiques en « boîte à moustaches » (ou box-plot)

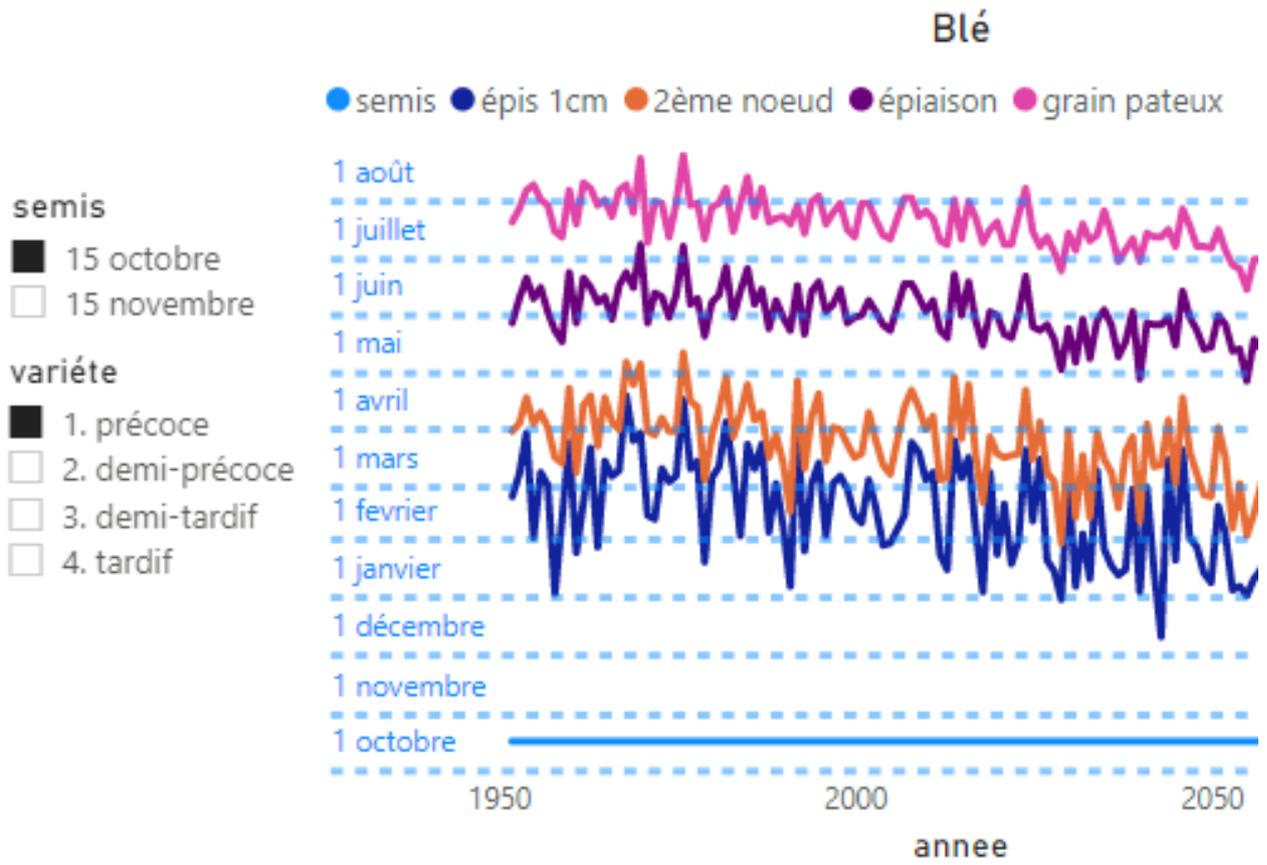


### Réserve en eau utile des sols de Normandie



Extrait de la carte : Les réserves en eau utile de la France métropolitaine, GIS Sol  
Source INRA, Base de données Géographique des Sols de France à 1/1 000 000, 1998

### Périodes d'atteinte des stades du blé à proximité d'Argentan (RCP 4.5) de 1950 à 2050 selon les sommes de température



## Analyse de l'interprofession française de l'horticulture, de la fleuristerie et du paysage (VAL'HOR)

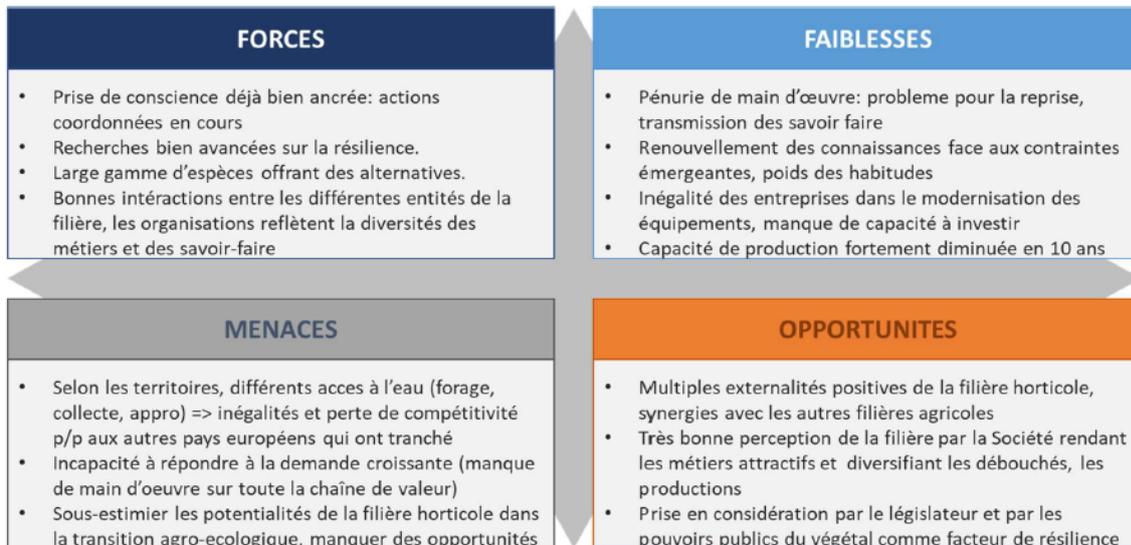
Extraits de « Varenne agricole Eau - Changement climatique. Présentation de l'enquête conduite par VAL'HOR pour la filière horticole » 29 septembre 2021

Récapitulatifs des phénomènes climatiques à prévoir	Impacts sur la filière	Leviers/ opportunités
Modification du régime des précipitations : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Volume plus important (+5 à +15% par rapport à 2015)</li> <li>➤ Répartition déséquilibrée</li> </ul>	Ravinement des sols, demande croissante en végétaux pour retenir les sols, favoriser l'infiltration	<i>Collecter les eaux pluviales. Augmenter l'offre de végétalisation pour retenir les sols [7] et pour absorber les eaux pluviales (désartificialisation).</i>
Montée vers le Nord du climat méditerranéen	Changer les gammes végétales, trouver des cultivars plus adaptés	<i>Adapter la gamme des espèces dans des régions nouvelles. Transférer les savoir-faire entre producteurs.</i>
Hiver et automnes moins froids	Perturbation du cycle de vie des parasites, des pathogènes et des plantes envahissantes [7] : survie pendant l'hiver, nouveaux pathogènes et nouvelles plantes envahissantes sans solutions phytopharmaceutiques L'aspect des végétaux peut être différent des attentes actuelles Induction de la floraison des végétaux perturbée	<i>Accompagner les usagers sur les changements d'aspect des produits, les rassurer sur la reprise Adapter les itinéraires techniques pour réduire les dégâts du gel.</i>
Augmentation de phénomènes de gels tardifs au printemps	Perturbation de la croissance des végétaux à un stade physiologique critique pouvant entraîner retard de croissance (brûlures des jeunes feuilles), parfois mort du végétal	<i>Trouver des plantes à démarrage plus tardif/lent Adapter les itinéraires techniques pour réduire les dégâts du gel : équipements, pratiques culturales</i>
Étés plus chauds et plus secs avec des phénomènes de sécheresse des sols	Augmentation des besoins en arrosage de compensation	<i>Travailler le sol en favorisant la rétention de l'eau, ombrage Elargir la gamme variétale.</i>
Micro climats très chauds en milieux urbains	Demande de végétaux pour les villes	<i>Identifier les zones à végétaliser et proposer des végétaux adaptés.</i>

*Tableau n°1 : Conséquences des changements de climat sur les activités de la filière de l'horticulture, de la fleuristerie et du paysage (en vert italiennes les opportunités).*

En conclusion le changement des conditions climatiques va :

- Impacter la qualité des produits horticoles : leur sensibilité aux maladies, les à-coups d'arrosage possibles au cours de leur cycle de production impacte *in fine* leur capacité de reprise dans les espaces végétalisés.
- Influencer les modes de production. Ils doivent être revus au regard d'une meilleure efficacité de l'eau d'arrosage.
- Augmenter la demande globale en végétaux. Grâce aux externalités positives de la filière la demande en végétaux augmente et cette tendance ne va pas cesser de croître dans les années à venir.



*Figure n°3 : Analyse SWOT de la filière horticole au regard de l'accès à l'eau dans le contexte de changement de climat*



Chambre d'Agriculture de Normandie  
**Monsieur le Président Sébastien WINDSOR**  
6 rue des Roquemonts  
CS 45346  
14053 CAEN Cedex

Gouville sur mer, le 24 novembre 2021

Ref : 21.11.24.MS  
Objet : Varenne agricole  
Dossier suivi par Manuel SAVARY

Monsieur le Président,

Par un courrier du 18 octobre 2021, vous avez invité le Comité Régional de la Conchyliculture Normandie – Mer du Nord à des ateliers régionaux sur le Varenne agricole de l'Eau et de l'adaptation au changement climatique et nous vous en remercions.

Les enjeux de cette démarche sont d'importance pour la conchyliculture, ce qui nous avait amené à participer à différents groupes thématiques et réunions organisées par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Je souhaite ici rappeler ces principaux enjeux :

- Qualité et quantité des ressources en eau douce nécessaires à nos élevages situés en aval des bassins versants dont l'incidence porte sur :

- des thématiques sanitaires et de santé publique dans le cadre de la gestion de nos zones de production (fermetures liées à des contaminations ayant un impact économique sur les entreprises) et la commercialisation de nos produits,
- des enjeux d'apports de nutriments pour la production phytoplanctonique indispensable nourriture à nos élevages,

- Evolution des environnements conchylicoles dont l'incidence porte sur :

- des modifications de quantité et de typologie du phytoplancton filtré par les coquillages d'élevage,
- des changements physiques et chimiques des masses d'eaux marines pouvant avoir une influence sur la physiologie des coquillages : exemple : acidification des océans impactants la formation des coquilles des bivalves conchylicoles,
- des répartitions différentes des espèces notamment des espèces compétitrices ou prédatrices des coquillages d'élevage : exemple : augmentation exponentielle des araignées de mer depuis 5 ans se nourrissant des moules de bouchot, remontée des côtes atlantiques vers la mer de la Manche de la daurade royale qui consomme les coquillages,...



- Modifications des quantités d'eau douces (dessalure) notamment par lâchers d'eau importants ou intempestifs sur les bassins versants pouvant conduire à des mortalités ou à des changements (quantité et typologie) du phytoplancton filtrées par les coquillages d'élevage

- Elévation du niveau de la mer et gestion du trait de côte dont l'incidence porte sur :

- déchaussement ou ensablement des infrastructures conchylicoles (tables ou pieux) et des accès à la mer, liés à des phénomènes climatiques exceptionnels (multiplication des événements tempétueux par exemple) ou à l'évolution hydrosédimentaire du littoral (déplacement d'un chenal de fleuve ou de bancs de sable,...),
- Remontée de nappe, entrée d'eau par des brèches ou submersion des infrastructures et bâtiments à terre (en rappelant que la nécessité et la réglementation font de la conchyliculture une activité devant se trouver à proximité immédiate de la mer).

Les solutions à apporter pour répondre à ces principaux enjeux sont multiples et variées et de nombreuses pistes d'actions peuvent être développées dans le cadre d'un plan d'actions visant à construire des politiques durables favorisant la résilience des modèles agricoles et conchylicoles face au dérèglement climatique.

Aussi nous serions très heureux de vous présenter de manière plus précise ces enjeux et les pistes d'actions qui en découlent qui pourraient être intégrés aux diagnostics territoriaux et au plan d'actions de la Région Normandie, comme nous souhaitons être partenaire de toute instance de régulation et de partage de l'eau.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de nos salutations respectueuses.

**Thierry HELIE**  
 La Présidence  
 Président du CRC Normandie / Mer du Nord