

FICHES CULTURES

L'agriculture à l'aune du changement climatique

Quels impacts sur
les cultures des
Hauts-de-France ?



Sommaire



PRÉAMBULE.....3-4

- Contexte du projet
- Travaux menés par la Chambre d’Agriculture et Agro Transfert
- Méthode et sources de données
- Présentation et compréhension des résultats

LES FICHES CULTURES.....5-47

- La culture d’endives
- La culture du maïs
- Les prairies
- La culture de carottes
- La culture de betteraves
- La culture de haricots verts
- La culture des pommes de terre
- La culture des petits pois
- La culture du lin

SOURCES.....24

LE PROJET CLIM'EAUFIL



CONTEXTE DU PROJET

Face au changement climatique, les risques d'augmentation des sécheresses mais aussi de précipitations plus variables et plus intenses sont réels. Nous attendons, par conséquent, dans le futur, une augmentation du déficit hydrique. Par ailleurs, la densité de population dans le bassin Artois-Picardie est deux fois plus élevée que la moyenne nationale. Cela engendre des besoins en eau conséquents, une artificialisation des sols, qui met en péril la recharge et l'infiltration des nappes.

Dans ce contexte, l'enjeu est d'adapter l'activité agricole et ses filières tout en continuant à répondre aux exigences des consommateurs, de la société en général et de garder ce secteur compétitif, durable, attractif pour les jeunes porteurs de projet d'installation et de qualité.

Le projet Clim'EauFil a pour objectif d'accompagner l'agriculture du bassin Artois-Picardie et ses filières à l'élaboration de trajectoires d'adaptation au changement climatique, pour le Futur Proche (2030-2050), qui soient compatibles avec la quantité et la qualité de la ressource en eau.



TRAVAUX MENES PAR LA CHAMBRE D'AGRICULTURE ET AGRO TRANSFERT

Dans le cadre de la phase 1 du projet Clim'EauFil, la Chambre Régionale d'Agriculture ainsi que l'organisme Agro Transfert ont mesuré l'impact du changement climatique sur les cultures agricoles des Hauts-de-France.

Leurs travaux sont présentés dans ce document, et concerne les cultures suivantes : la betterave, la carotte, les endives, les haricots verts, le lin, le blé, le maïs, les pommes de terre, les petits pois et les prairies.



MÉTHODE ET SOURCE DE DONNÉES

Nous avons fait le choix d'utiliser des **données de l'ensemble des projections climatiques régionales DRIAS-2020**. Elle propose une sélection de **12 simulations** (modèles climatiques) de l'ensemble européen **EURO-CORDEX** identifiées comme les plus pertinentes sur le territoire français. Ces projections bénéficient en complément d'un ajustement statistique à partir des données observées du réseau de Météo-France sur plusieurs décennies.

Cet ajustement permet de corriger les biais présents dans tout modèle climatique, ce qui est indispensable pour pouvoir calculer un grand nombre d'indicateurs climatiques basés notamment sur des seuils absolus. Cette étape d'ajustement statistique permet également de proposer une **résolution de 8 km**.

Concernant le scénario climatique d'émission de gaz à effet de serre: le choix a été fait de considérer uniquement le RCP 8.5 (scénario avec émissions élevées).

Concernant la période de temps : pour chacun des jeux de modélisation, la période de temps disponible est comprise entre 1985 et 2100. Cette période sera le plus souvent scindée en 3 : passé récent (1985 - 2020); futur proche (2021 - 2050) ; et futur lointain (2051 - 2100).

Afin de pouvoir bénéficier de résultats assez rapidement, éviter de refaire un travail de programmation utilisant les données brutes issues de DRIAS déjà disponible, nous avons opté pour l'utilisation du portail CANARI-France. Ce portail permet le calcul d'indicateurs agro climatiques et assure une modulation possible des seuils, plafonds et période de calcul.

Ainsi, en fonction des cultures, diverses **variables climatiques** sont **disponibles** : des variables de **précipitations, de température** (minimale, maximale, moyenne), d'**ETP** (méthode Hargreaves 0.175) et de déficit hydrique.

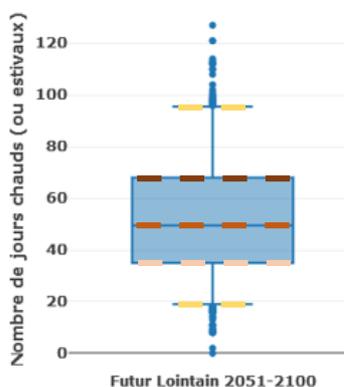


PRÉSENTATION ET COMPRÉHENSION DES RÉSULTATS

Le portail CANARI-France assure l'illustration des résultats selon divers formats :

- Une représentation graphique type **boîte à moustaches** idéales pour comprendre la distribution des résultats ;
- Un tableau de distribution des résultats ;
- Une représentation graphique de l'évolution au cours du XXIème siècle de la distribution des résultats.

Le choix de la représentation graphique type boîte à moustache a été fait pour les fiches cultures suivante. Vous trouverez ci-dessous une aide de lecture et compréhension.



Comprendre le graphique (situé à gauche) :

La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **Q75** = trait supérieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs supérieures de l'ensemble des données.
- **Médiane** = trait à l'intérieur de la boîte. Valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure de l'ensemble des données.
- **Q25** = trait inférieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs inférieures de l'ensemble des données.
- **95e et 5e centile** = extrémités des moustaches ou traits au dessus et en dessous de la boîte.
- **Ronds** = valeurs au-delà des moustaches, représentant 5% des valeurs supérieures et inférieures de l'ensemble des données.

Pour chaque période de temps, la distribution est réalisée sur l'ensemble des valeurs issues des 10 à 12 modèles climatiques (dépend du scénario RCP sélectionné).

L'ENDIVE



FILIERE ET CARTOGRAPHIE

La France est le **premier pays producteur** d'endives. Quant à eux, les Hauts-de-France fournissent **95 % de la production nationale** d'endives.

Dans la région, **8 200 ha** sont dédiés à la culture des racines d'endives.

En 2021, la région compte environ **380 producteurs** dont 233 en organisation de production et 151 indépendants (Région Hauts-de-France, 2021).

La même année, **7 600 tonnes d'endives sur 150 000 tonnes produites** furent exportées. Les principales destinations sont l'Italie et l'Allemagne.

Au regard de la cartographie des zones climatiques et de répartition des surfaces cultivées ci jointe : **4 secteurs** ont été retenus pour l'analyse des indicateurs agro-climatiques : **Dunkerque ; Lille ; Abbeville ; Péronne.**

Répartition des surfaces d'endives
Par région agricole - Hauts-de-France



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

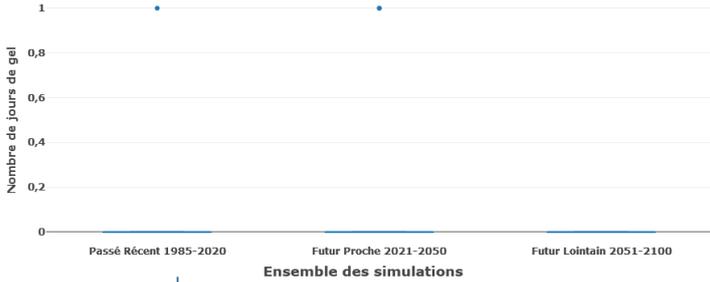
Les indicateurs présentés dans le tableau ci-dessous ont été définis en collaboration avec L'Association des Producteurs d'Endives de France (APEF) et le pôle légumes région Nord.

	Effets du climat	Indicateurs Agro – Climatiques
	Risque de montaison en début de cycle / Gel post semis	Nombre de jours de gel du 15/04 au 20/05
	Risque de non levée (érosion, battance) / Précipitation intense	Nombre de jours où cumul précipitation \geq 20mm du 01/04 au 30/06
	Risque pertes de production (rendement et qualité) / Stress hydrique au cours du cycle	Déficit hydrique (mm) du 01/07 au 30/09 Nombre de jours consécutifs sans pluies / période Août septembre
	Risque de montaison et destruction de feuillage / Stress thermiques	Nombre de jours où T max \geq 30 °C du 01/06 au 31/07 Nombre de jours où T max \geq 35°C du 01/07 au 31/08
	Risque de difficulté de récolte / Gel intense début hiver	Nombre de jours où T min \leq -5°C du 01/11 au 31/12

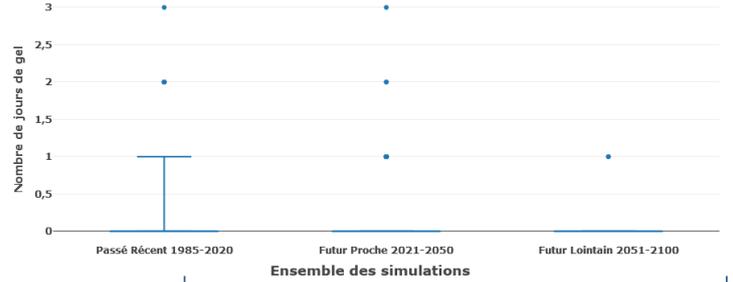
IAC Stress début de cycle (gel et précipitations intense)

Nombre de jours de gel du 15/04 au 20/05

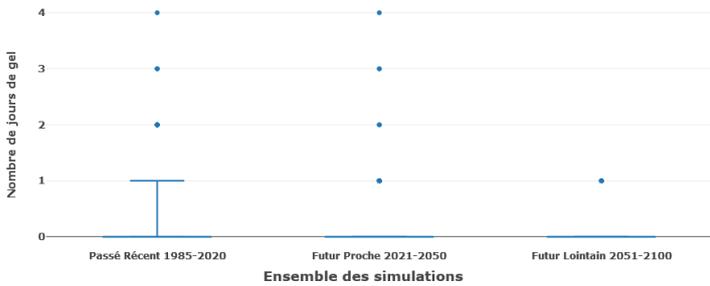
Secteur Dunkerque



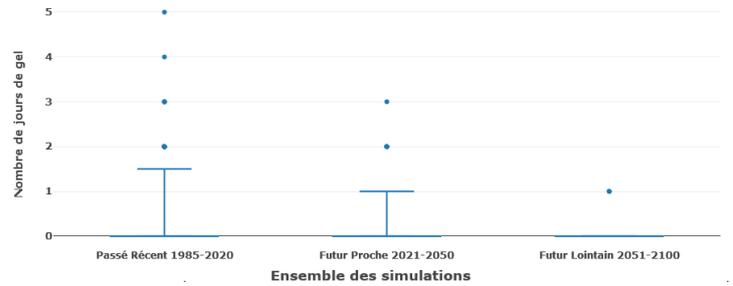
Secteur Lille



Secteur Abbeville

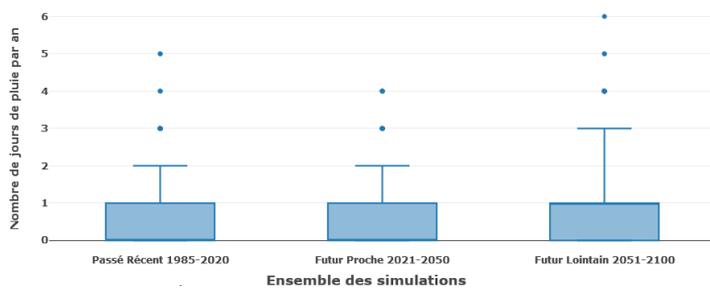


Secteur Péronne

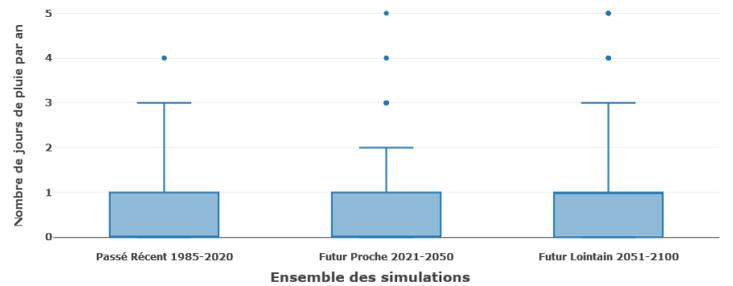


Nombre de jours où cumul de précipitation journalier ≥ 20 mm du 01/04 au 30/06

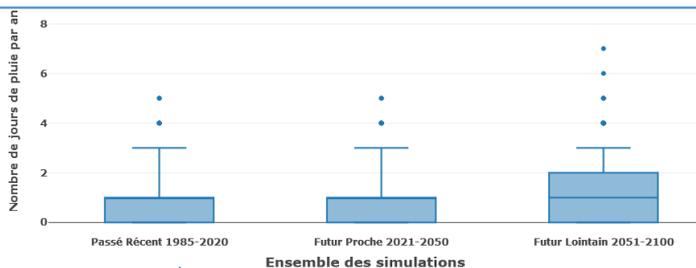
Secteur Dunkerque



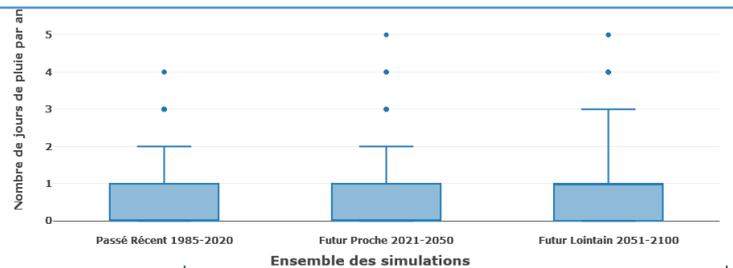
Secteur Lille



Secteur Abbeville

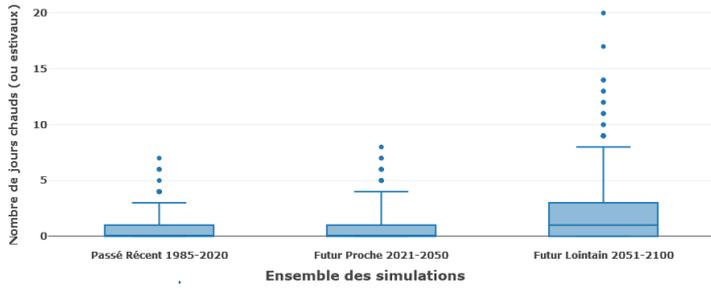


Secteur Péronne

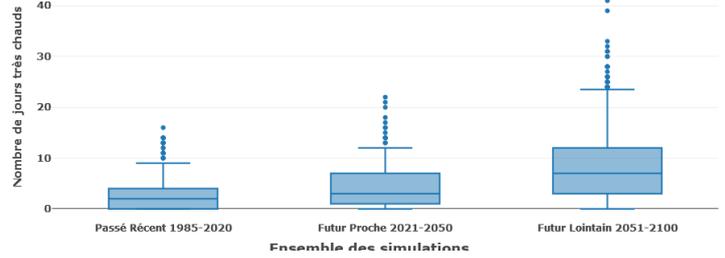


Nombre de jours où $T_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ du 01/06 au 31/07

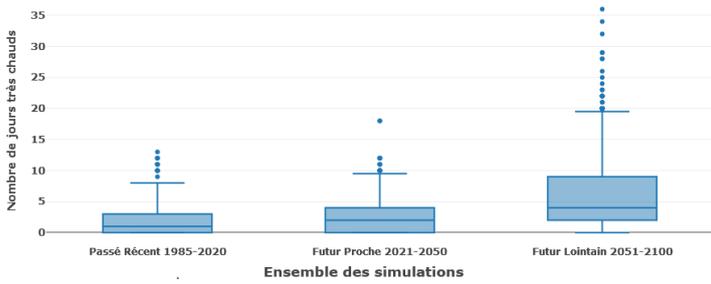
Secteur Dunkerque



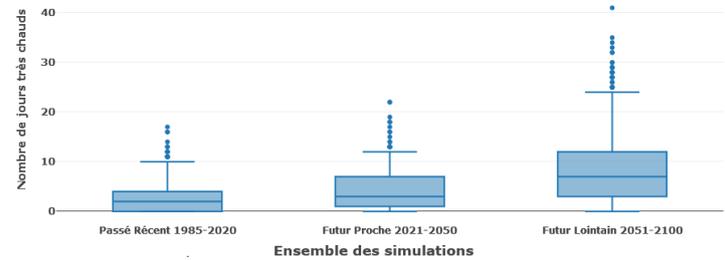
Secteur Lille



Secteur Abbeville

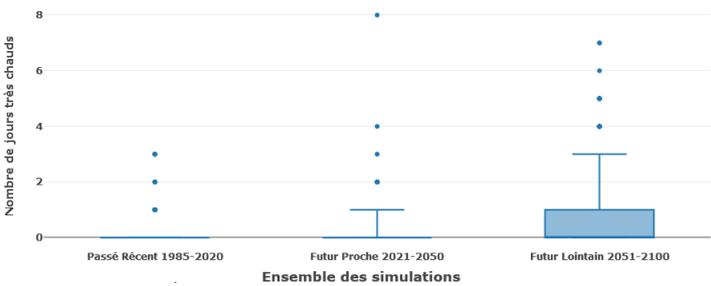


Secteur Péronne

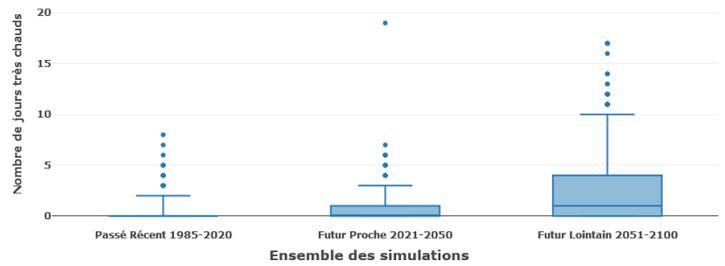


Nombre de jours où $T_{max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ du 01/07 au 31/08

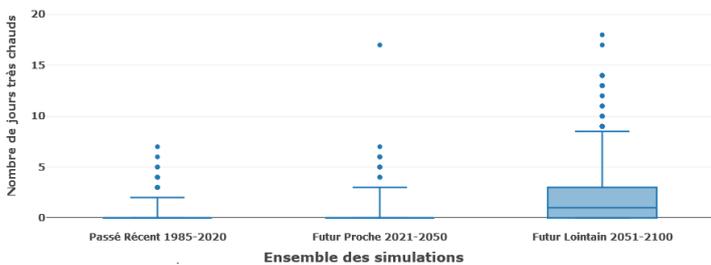
Secteur Dunkerque



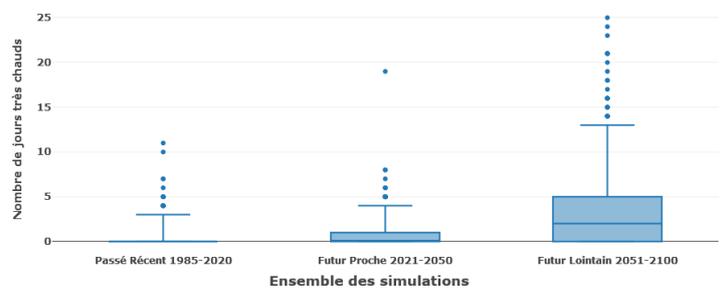
Secteur Lille



Secteur Abbeville

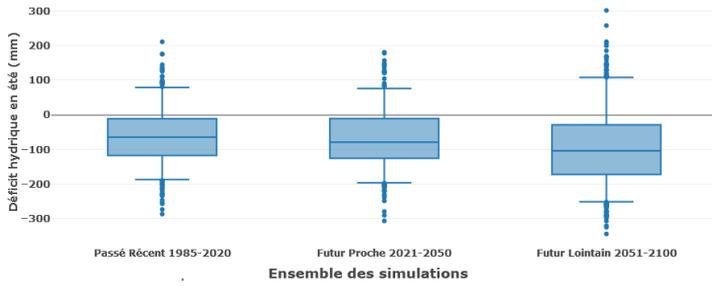


Secteur Péronne

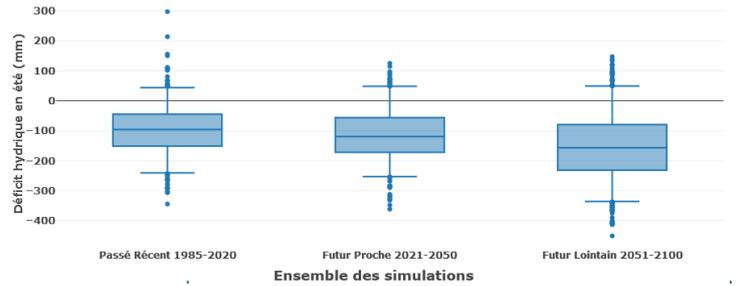


Déficit hydrique (mm) du 01/07 au 30/09

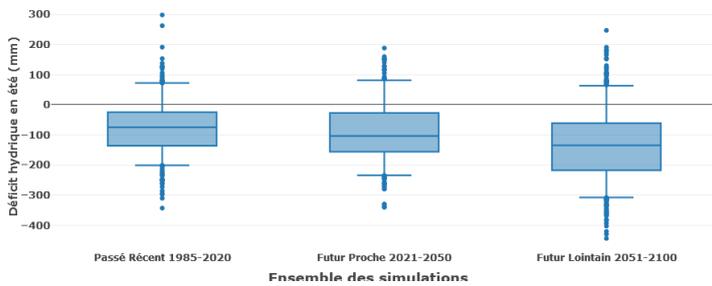
Secteur Dunkerque



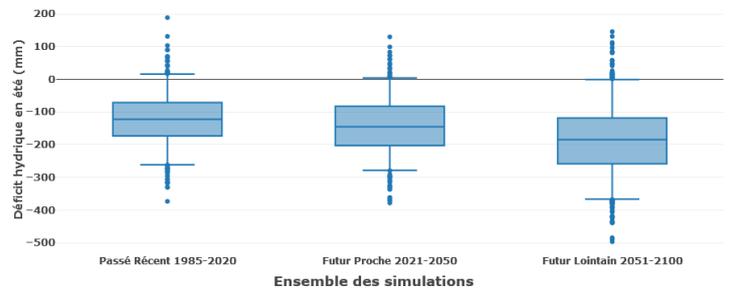
Secteur Lille



Secteur Abbeville

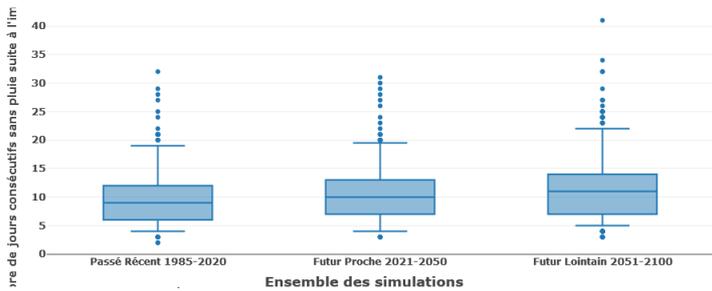


Secteur Péronne

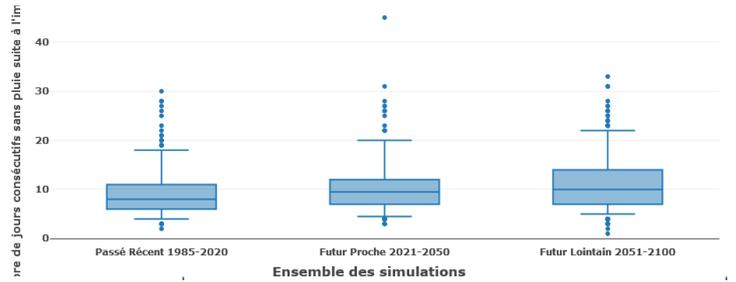


Nombre de jours consécutifs sans pluie du 01/08 au 30/09

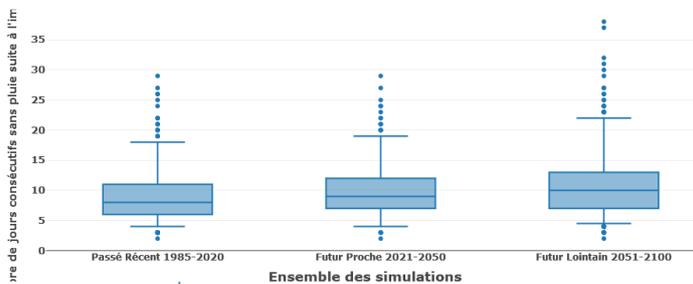
Secteur Dunkerque



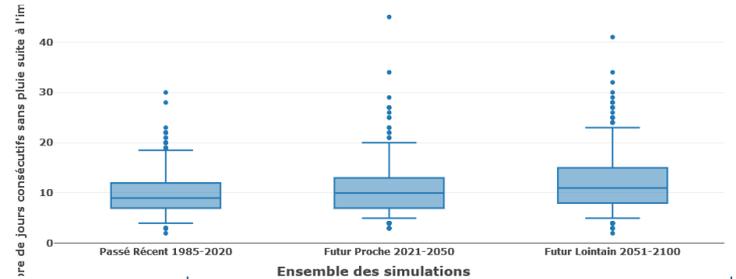
Secteur Lille



Secteur Abbeville

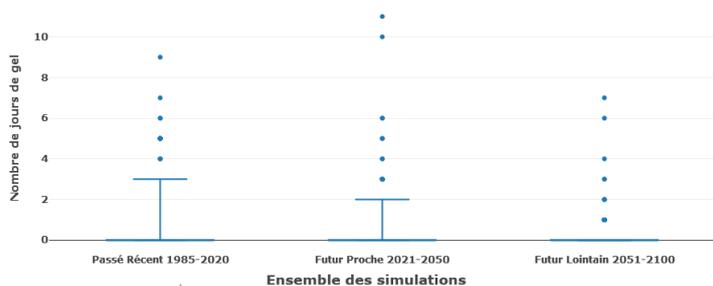


Secteur Péronne

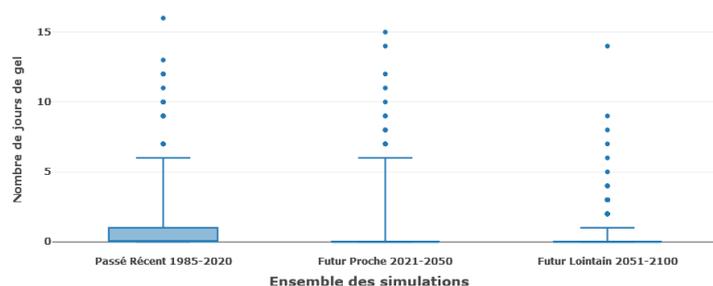


Nombre de jours de gel intense ($T_{\min} \leq 5^{\circ}\text{C}$) du 01/11 au 31/12

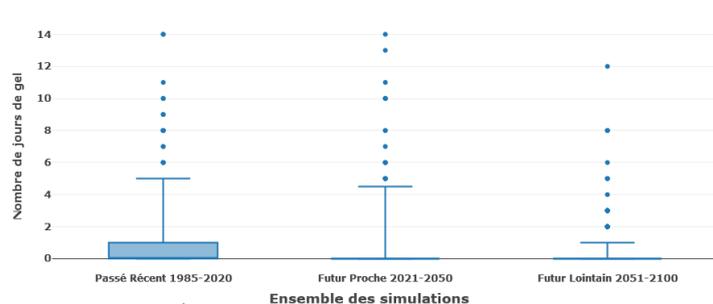
Secteur Dunkerque



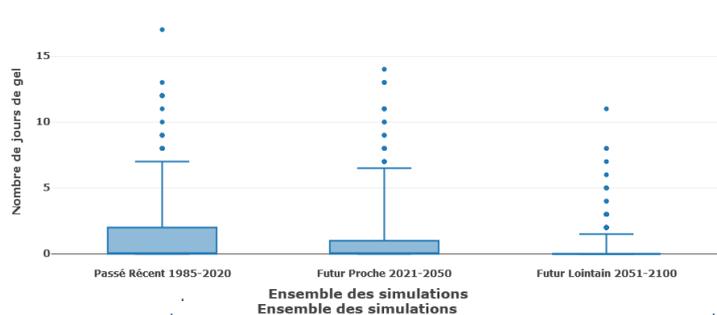
Secteur Lille



Secteur Abbeville



Secteur Péronne



INTERPRETATION

Les résultats des calculs des indicateurs agro-climatiques associés à la culture de l'endive témoignent pour l'ensemble des stations (mais à des degrés variables):

- D'un recul net du risque de gel pour les périodes post semis et récolte tardive
- D'un risque équivalent de jours de précipitations intenses (attention néanmoins à la capacité des modèles sur cette variable)
- D'une augmentation des risques de stress thermique avec une plus grande variabilité interannuelle
- D'un creusement net du déficit hydrique en période estivale

LE MAÏS



FILIERE ET CARTOGRAPHIE

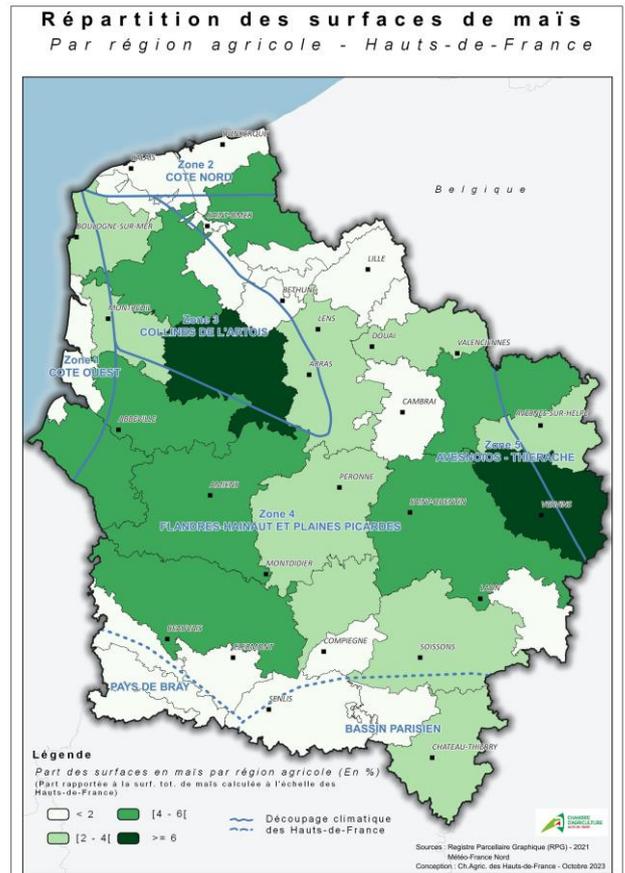
La France est le **premier producteur européen** de maïs, en cultive au total plus de 3 millions d'hectares (grain, fourrage, semence), soit environ **11% de la surface agricole française**.

Le maïs occupe environ **85 560 ha de la SAU des Hauts-de-France**. Le rendement moyen est de 80 qx/ha mais se situe généralement autour de 65 qx/ha pour le maïs grain et 10 t MS/ha en ensilage.

Une production de maïs est à destinée **60 % pour l'alimentation animale**, à **30 % pour l'industrie** et à **10 % pour l'alimentation humaine**.

L'Artois et l'Avesnois sont deux territoires d'élevages laitiers, c'est pourquoi elles concentrent les principales surfaces cultivées en maïs.

Au regard de la cartographie des zones climatiques et de répartition des surfaces cultivées ci jointe : **4 secteurs** ont été retenus pour l'analyse des indicateurs agro-climatiques : **Desvres ; Saint Pol sur Ternoise ; Vervins et Beauvais**.

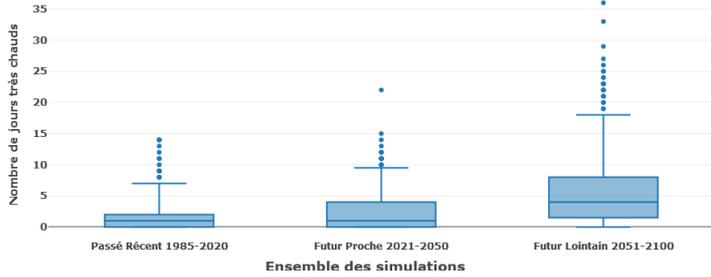


INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

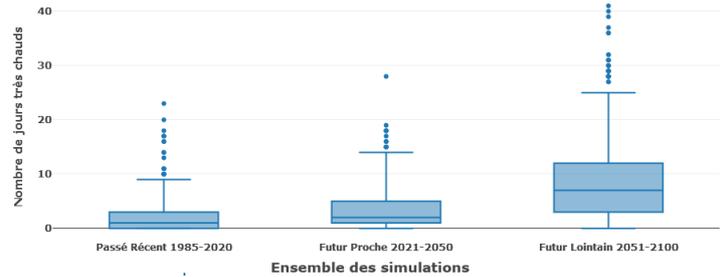
Effets du climat	Indicateurs Agro – Climatiques
 Risque de stress thermique et échaudage	Nombre de jours où $T \geq 30^{\circ}\text{C}$ du 01/07 au 31/08 Nombre de jours où $T \geq 35^{\circ}\text{C}$ du 01/07 au 31/08
 Risque de stress hydrique Risque d'avortement des grains	Déficit hydrique (mm) du 01/05 au 31/08 Nombre de jours sans pluies du 15/07 au 05/08
Risque Pyrale du maïs	Somme des °CJ base 10°C plafond à 30°C du 01/01 au 31/08

Nombre de jours où $T_{max} \geq 30^{\circ}C$ du 01/07 au 31/08

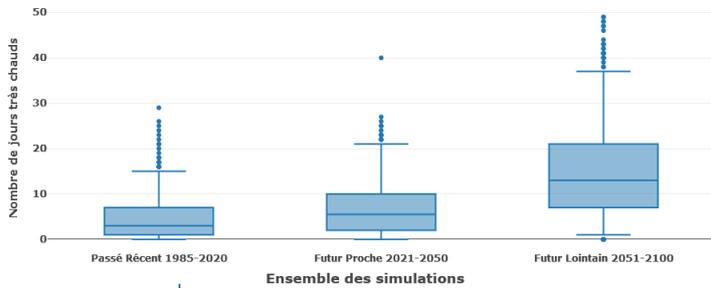
Secteur Desvres



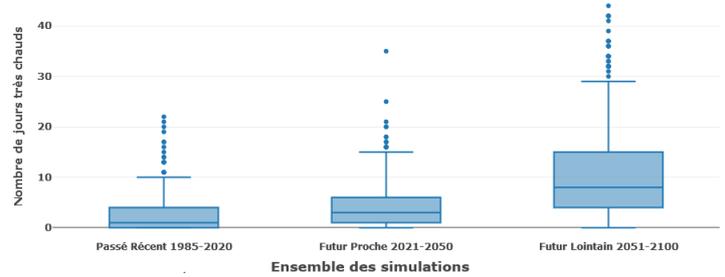
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

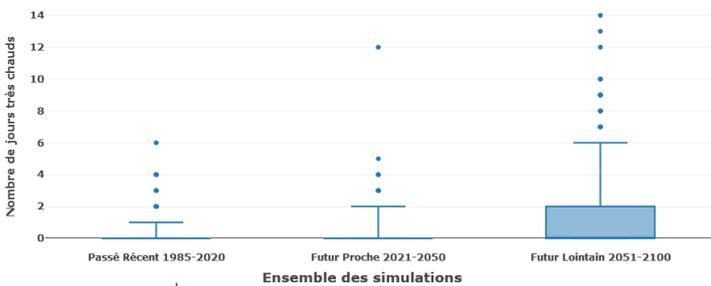


Secteur Vervins

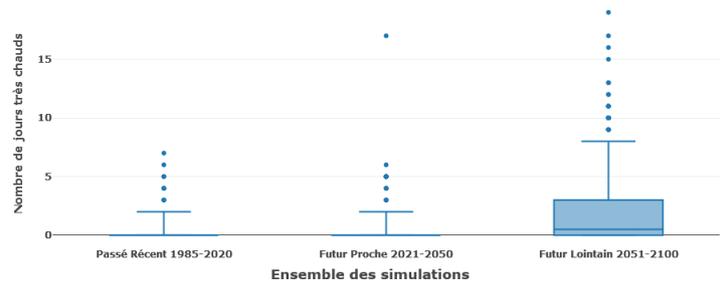


Nombre de jours où $T_{max} \geq 35^{\circ}C$ du 01/07 au 31/08

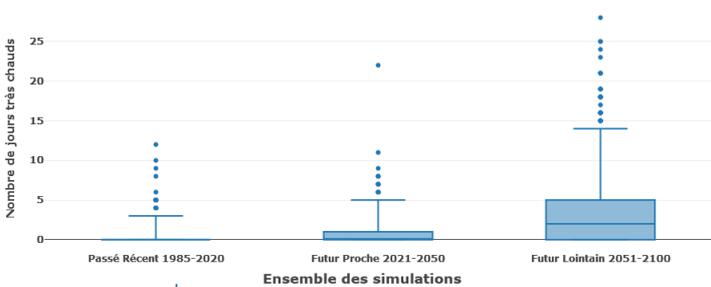
Secteur Desvres



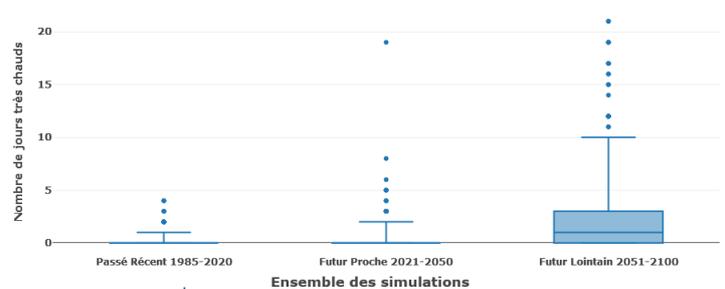
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

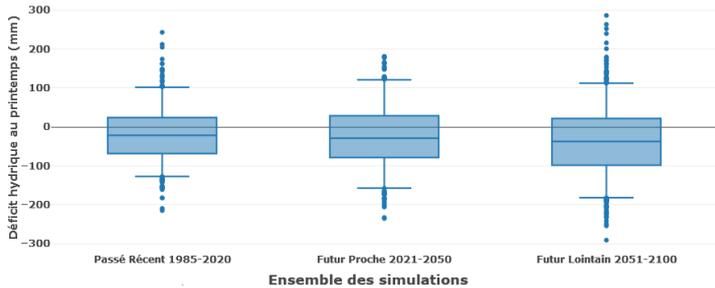


Secteur Vervins

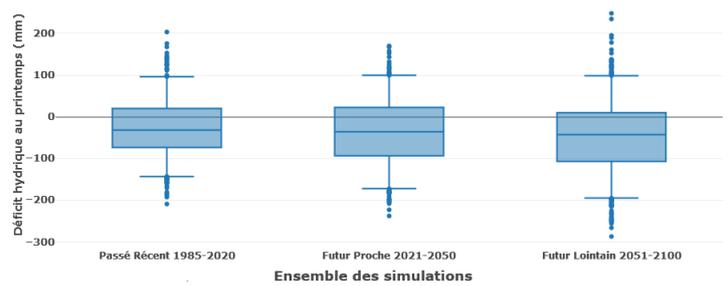


Déficit hydrique (mm) du 01/04 au 30/05

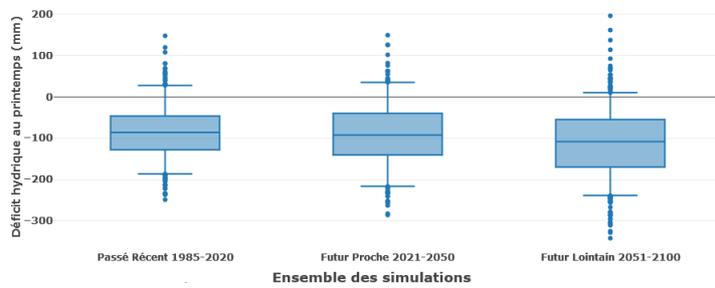
Secteur Desvres



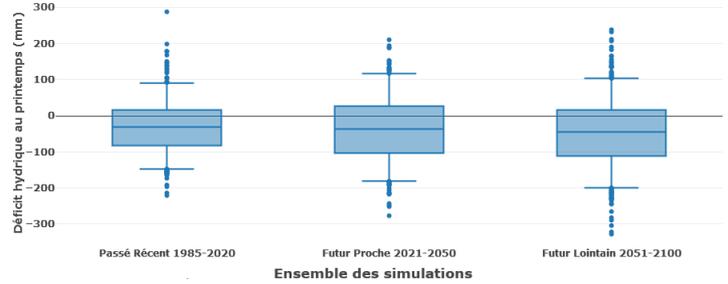
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

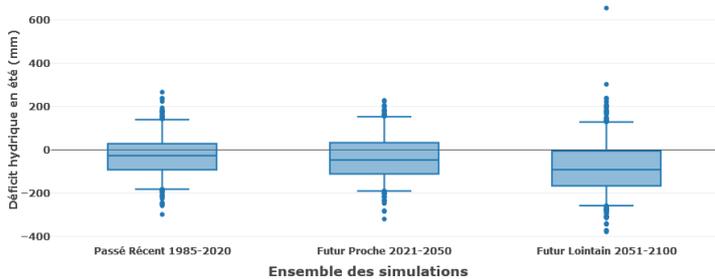


Secteur Vervins

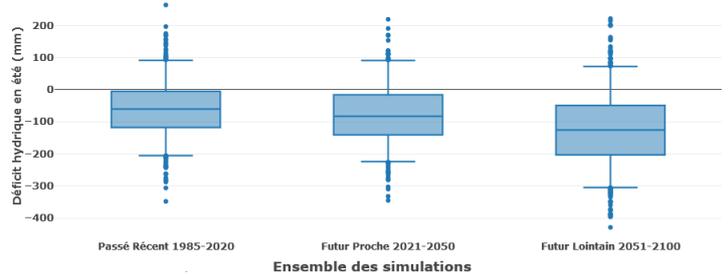


Déficit hydrique (mm) du 01/06 au 30/09

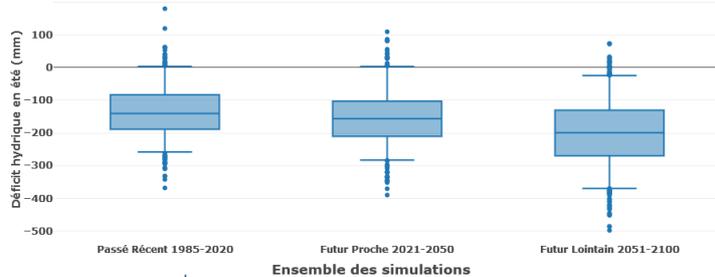
Secteur Desvres



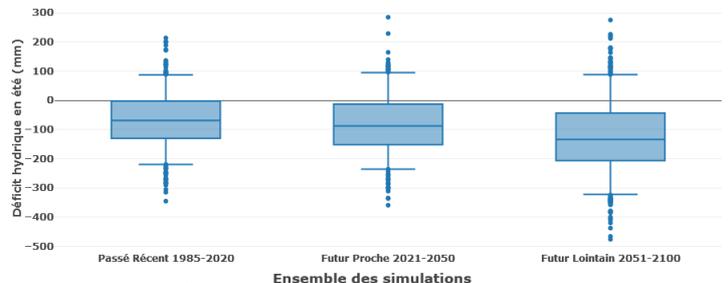
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

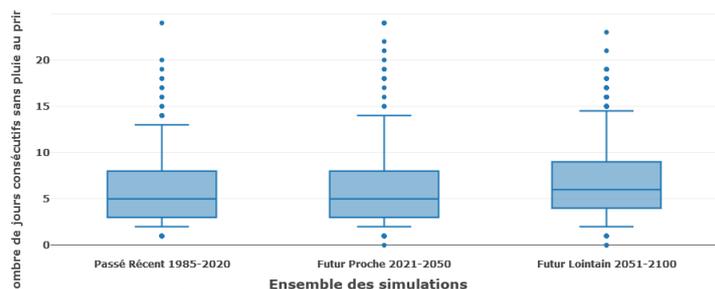


Secteur Vervins

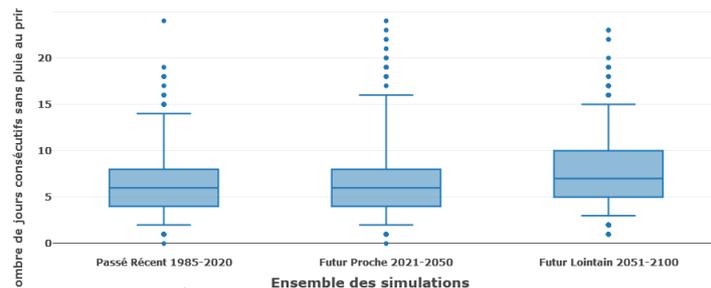


Nombre de jours consécutifs sans pluie du 15/07 au 07/08

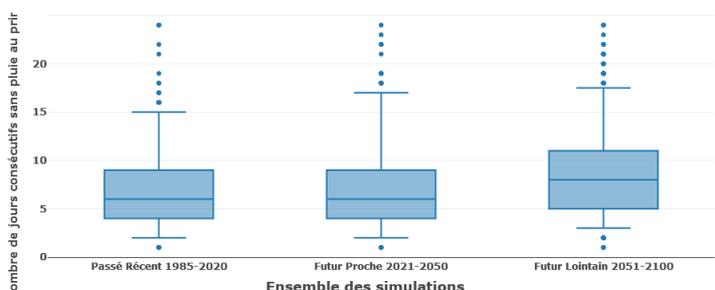
Secteur Desvres



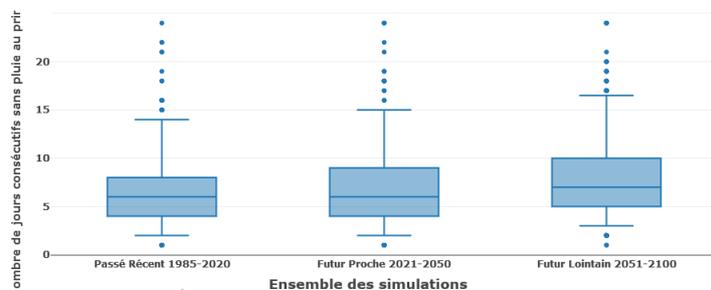
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais



Secteur Vervins



INTERPRETATION

Les résultats des calculs des indicateurs agro-climatiques associés à la culture du Maïs témoignent pour l'ensemble des stations (mais à des degrés variables):

- D'une augmentation des risques de stress thermique
- D'un creusement net des déficits hydriques printanier et notamment estival
- D'une légère augmentation du nombre de jours sans pluie donc peu d'augmentation du risque d'avortement des grains.

Néanmoins, une grande variabilité interannuelle est à craindre au regard de l'amplitude de répartition des résultats.

LES PRAIRIES



FILIERE ET CARTOGRAPHIE

En France, **11,5 millions d'hectares de prairies** et environ 2,2 millions d'hectares de parcours nourrissent 27 millions de ruminants. Ces surfaces produisent approximativement 55 millions de tonnes de matière sèche d'herbe. Elles sont fauchées à 42 % pour être conservées sous forme de foin, d'ensilage ou d'enrubannage (Idele, 2022).

Dans l'Union européenne, **30% de la surface agricole européenne** est couverte de prairies permanentes, **5 % de prairies temporaires**.

En 2017, les prairies dont les prés salés, occupent **17 % de la SAU des Hauts-de-France**. Les prairies permanentes sont majoritaires : 86 % (Agréste, 2021).

Au regard de la cartographie des zones climatiques et de répartition des surfaces cultivées ci jointe : **4 secteurs** ont été retenus pour l'analyse des indicateurs agro-climatiques : **Desvres ; Saint Pol sur Ternoise ; Vervins et Beauvais**.



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

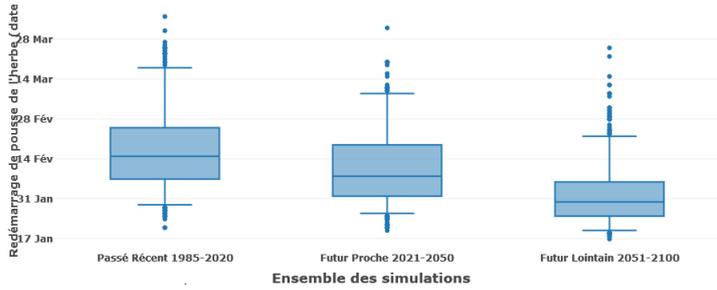
Effets du climat	Indicateurs Agro – Climatiques
Evolution de la phénologie et du calendrier cultural	Date de reprise de pousse Date de mise à l'herbe Date de fauche (précoce ensilage, foin ; tardive foin)
Risque de stress hydrique (sécheresse)	Nombre de jours consécutifs sans pluie au printemps Nombre de jours consécutifs sans pluie en été
Risque stress thermique (arrêt de pousse)	Nombre de jours où T max > 25°C du 01/04 au 30/09 Nombre de jours consécutifs où T max > 25°C du 01/04 au 30/09



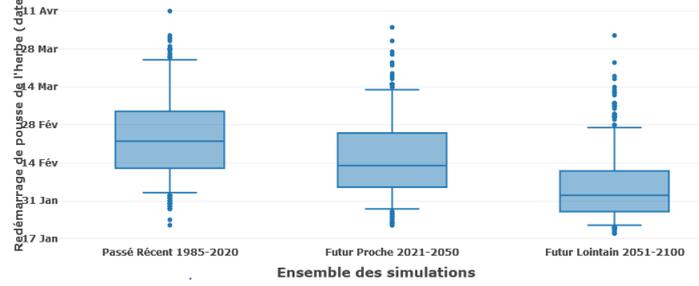
IAC Evolution de la phénologie et du calendrier

Date de redémarrage de la pousse de l'herbe = 200°C base 0°C borne à 18°C à partir du 01/01

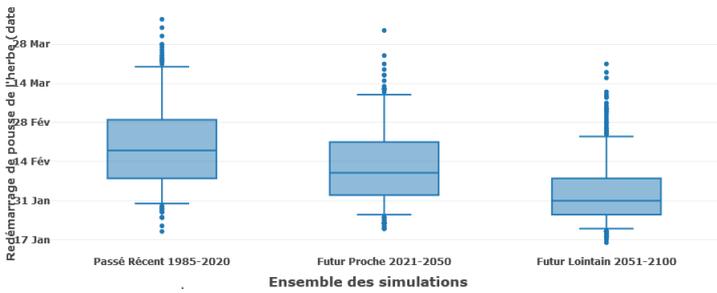
Secteur Desvres



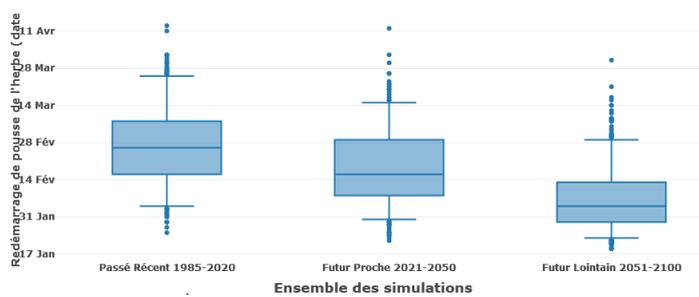
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

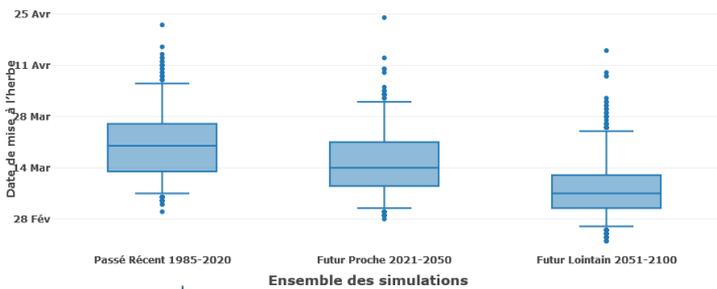


Secteur Vervins

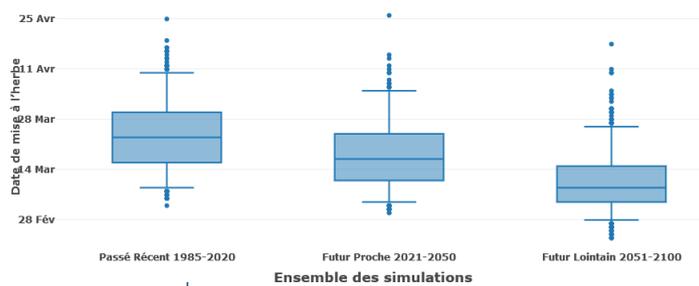


Date de mise à l'herbe = 250°C base 0°C borne à 18°C à partir du 01/02

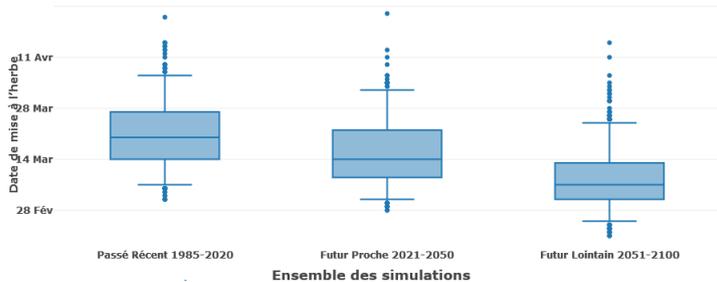
Secteur Desvres



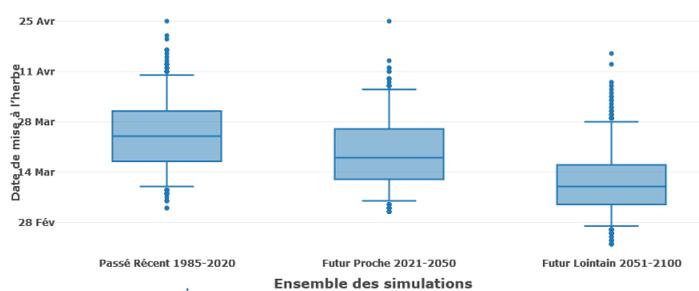
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais



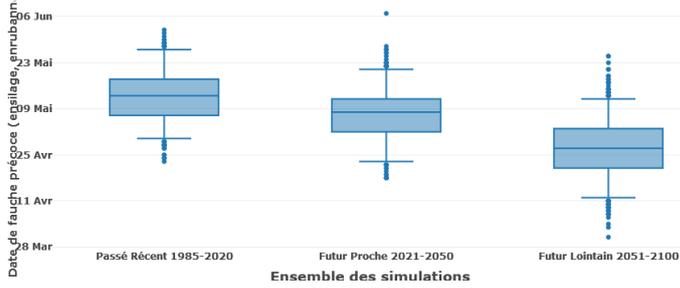
Secteur Vervins



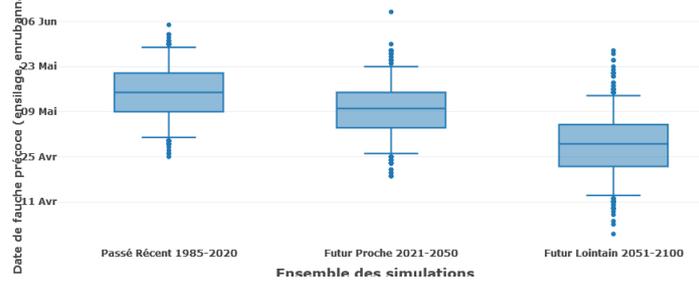
IAC Evolution de la phénologie et du calendrier

Date fauche précoce (type ensilage) = 700°C base 0°C borne à 18°C à partir du 01/02

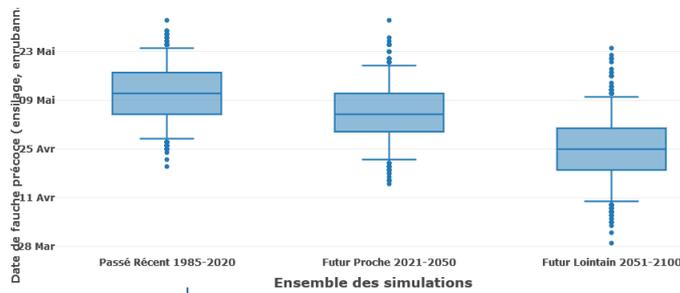
Secteur Desvres



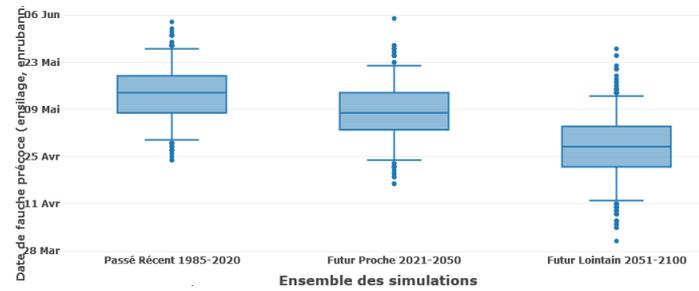
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

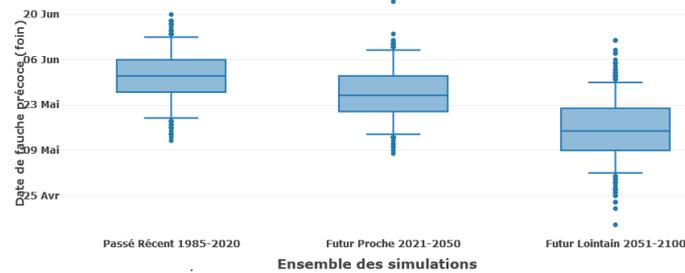


Secteur Vervins

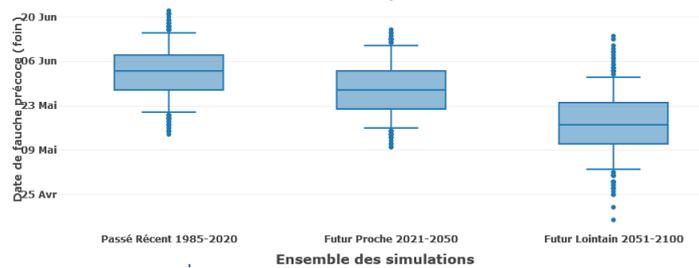


Date fauche précoce (type foin) = 1000°C base 0°C borne à 18°C à partir du 01/02

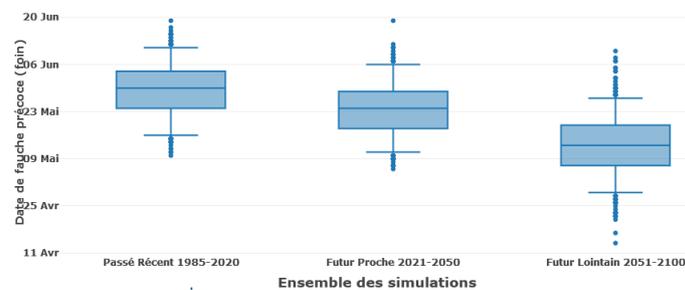
Secteur Desvres



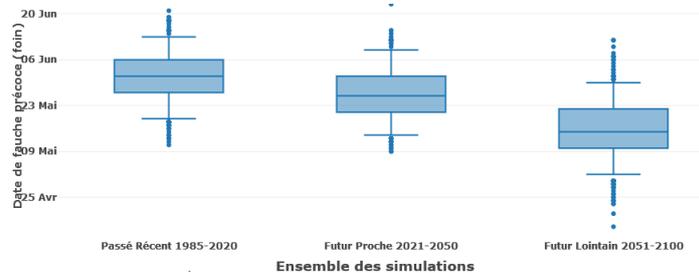
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

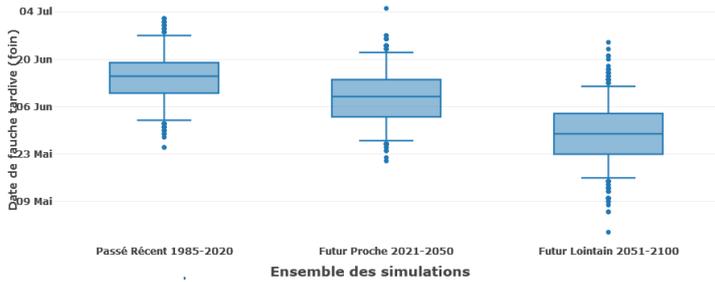


Secteur Vervins

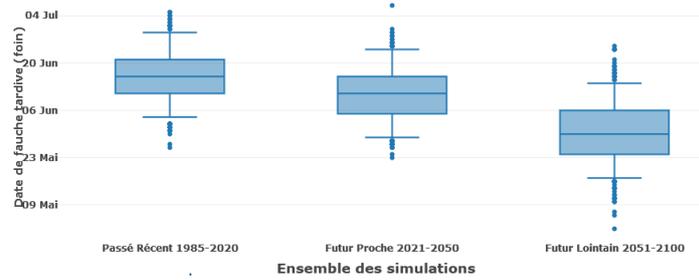


Date fauche tardive (type foin) = 1200°C base 0°C borne à 18°C à partir du 01/02

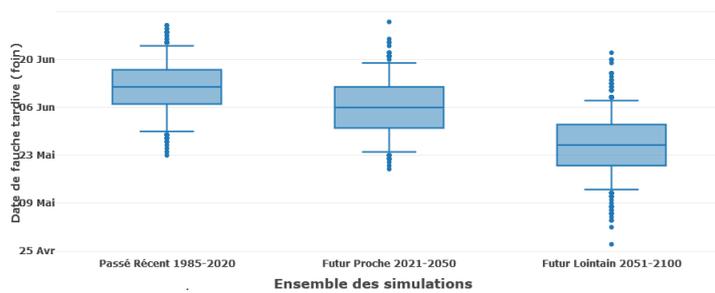
Secteur Desvres



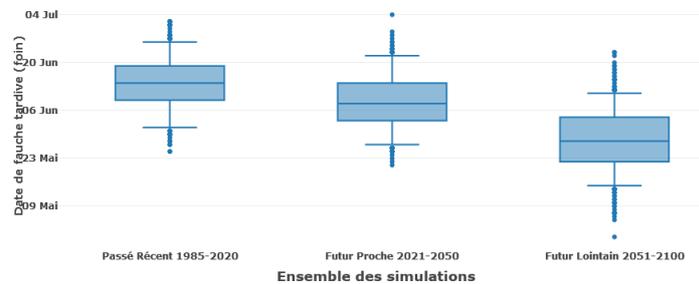
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

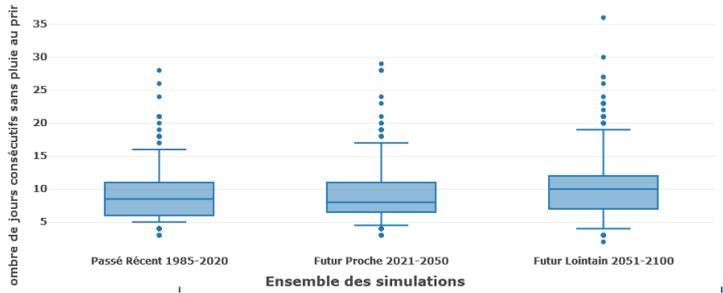


Secteur Vervins

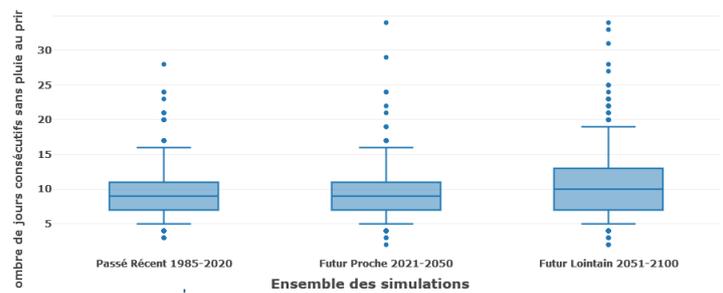


Nombre de jours consécutifs sans pluies du 01/04 au 30/06

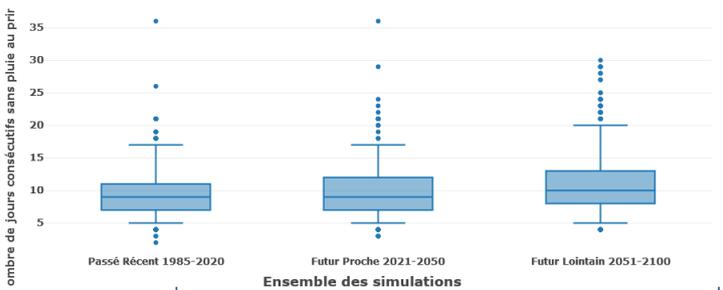
Secteur Desvres



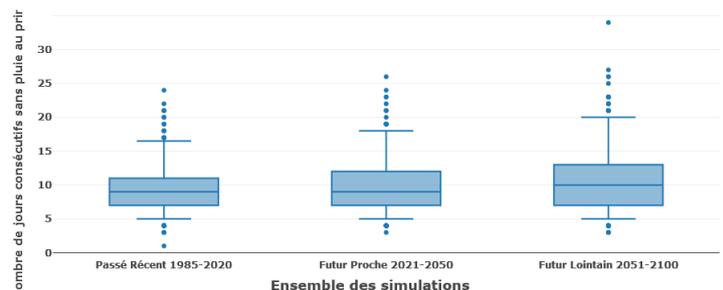
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

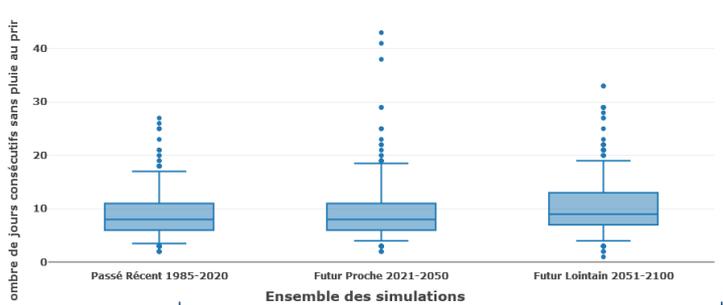


Secteur Vervins

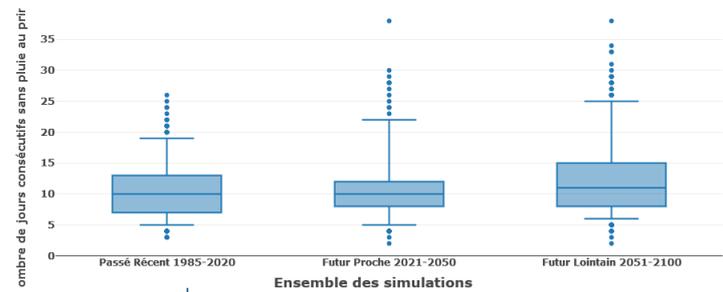


Nombre de jours consécutifs sans pluies du 01/07 au 31/08

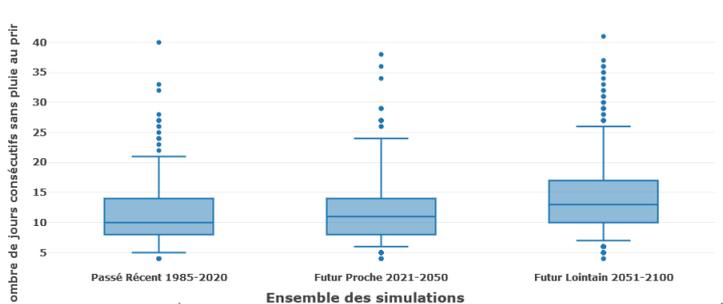
Secteur Desvres



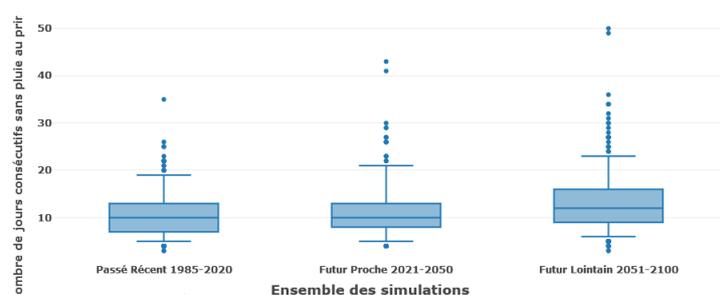
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

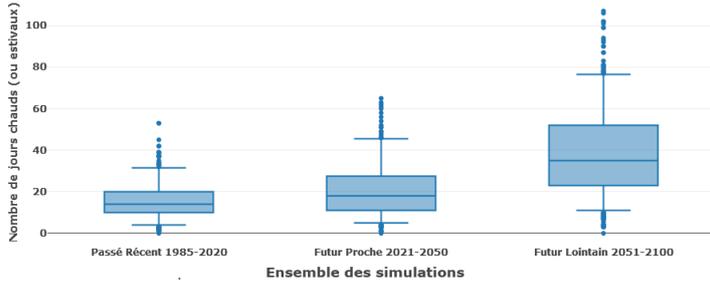


Secteur Vervins

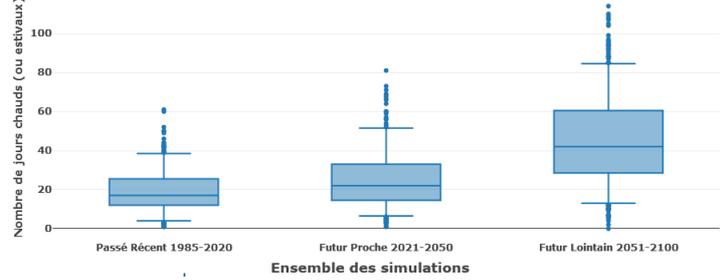


Nombre de jours où Tmax >25°C du 01/04 au 30/09

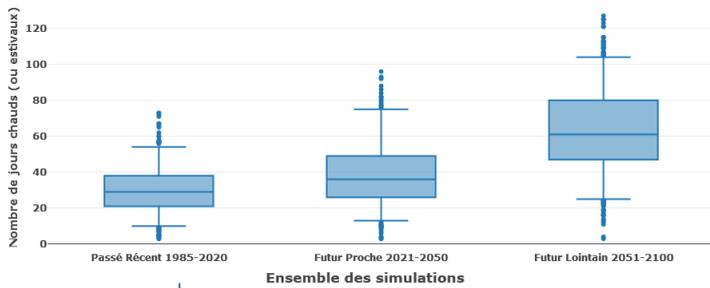
Secteur Desvres



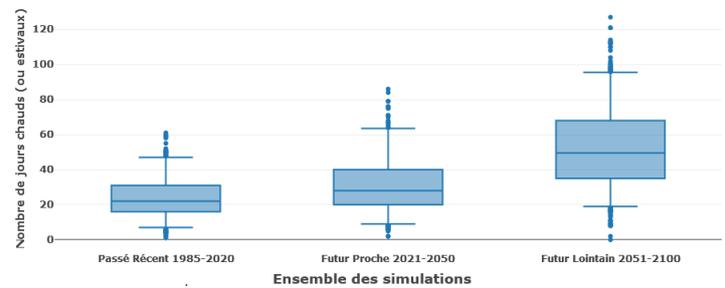
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

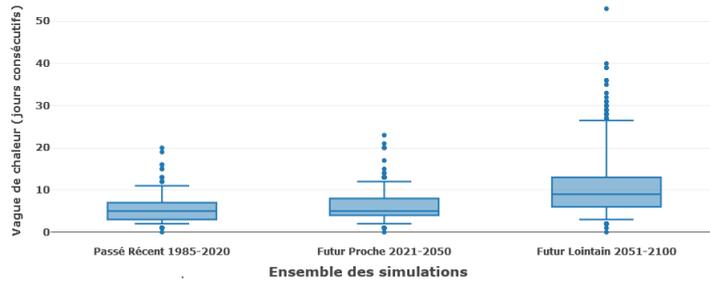


Secteur Vervins

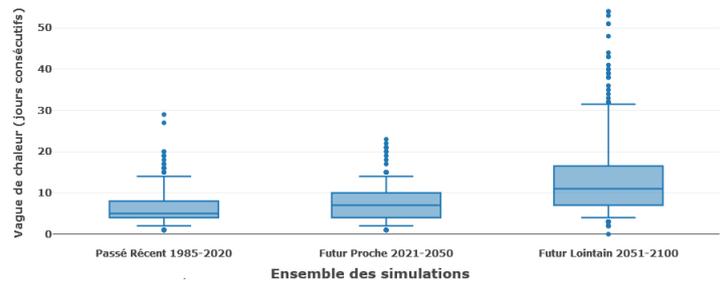


Nombre de jours consécutifs où Tmax >25°C du 01/04 au 30/09

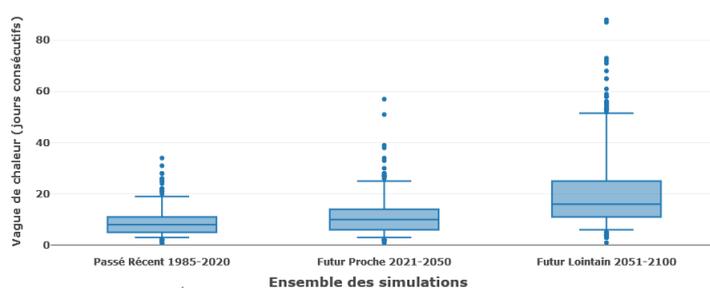
Secteur Desvres



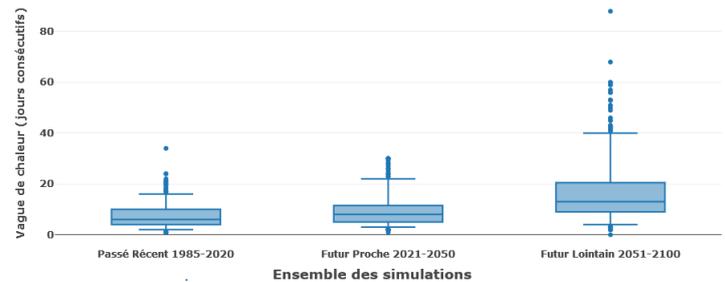
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais



Secteur Vervins





INTERPRETATION

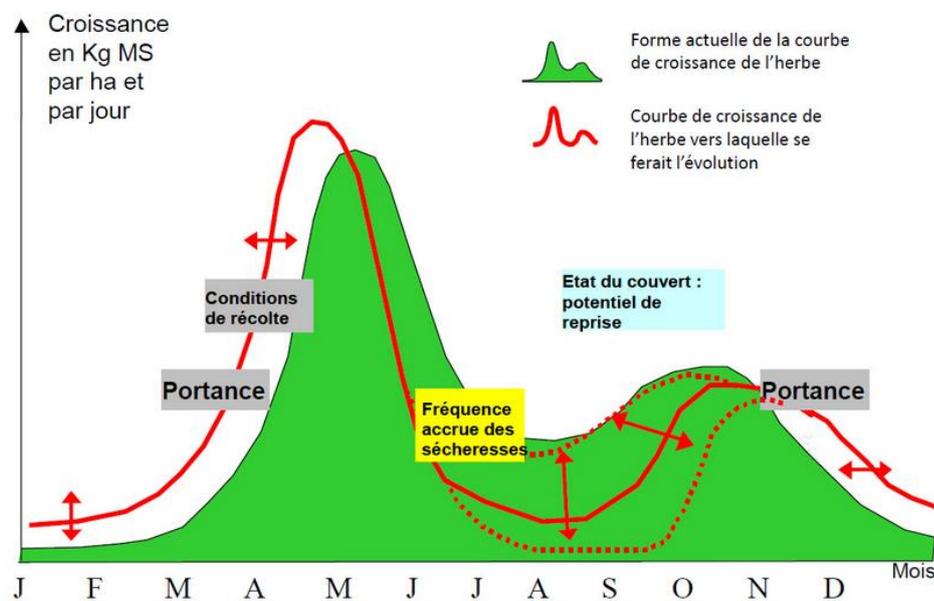
Les résultats des calculs des indicateurs agro-climatiques associés à la phénologie des prairies témoignent pour l'ensemble des stations (mais à des degrés variables):

- D'un recul de tous les stades et dates d'intervention.

Ceci se justifie par une augmentation des températures. Néanmoins, cette approche ne permet pas de vérifier la faisabilité des « dites » interventions (mise à l'herbe et fauche) notamment au regard du niveau de portance des sols. Il en serait de même sur la faisabilité d'une valorisation tardive de l'herbe (gestion du second pic de production automnale)

- D'une augmentation du stress thermique induisant une limitation de la pousse de l'herbe (creux de pousse estival plus marqué)

Ces résultats sont déjà connus à l'échelle nationale et sont traduits par le schéma ci-dessous.



Simulation de modification de la pousse de l'herbe : courbes de croissance comparées (en kg de MS par ha et par jour) de la production actuelle et à venir.
Source: Idele (©Idele)

LA CAROTTE



FILIERE ET CARTOGRAPHIE

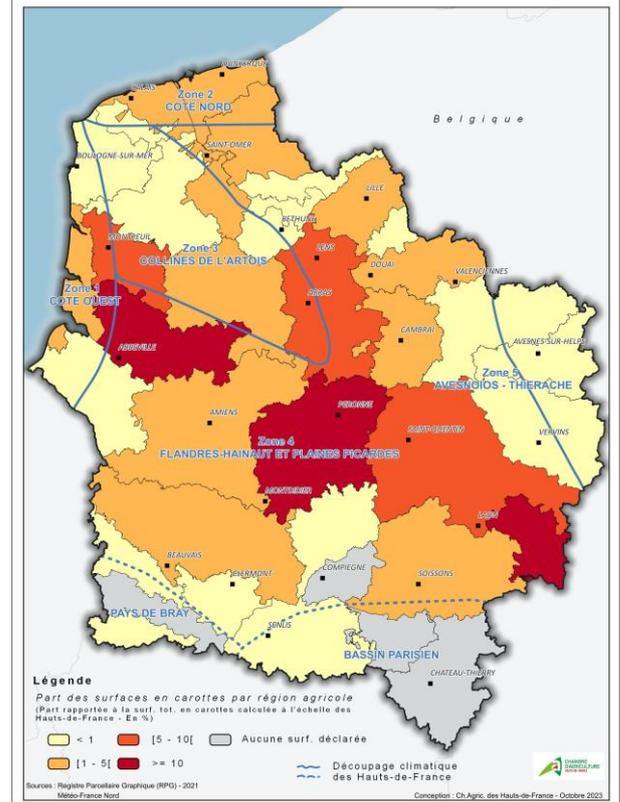
Dans les Hauts-de-France, la carotte est cultivée chaque année sur plus de **2 000 hectares**. La région se place en deuxième position au niveau national en termes de superficie après la Nouvelle-Aquitaine (Agreste, 2018).

Les départements de l'Aisne et du Pas-de-Calais concentrent les **3/4 des exploitations** cultivant la carotte. Deux tiers de la production sont destinés à la transformation industrielle. En 2018, un total de **120 420 tonnes** de carottes ont été produites sur le territoire régional, pour 533 391 tonnes à l'échelle nationale (FranceAgriMer, 2018).

La filière de légumes, carotte comprise, représente **5 480 salariés**, dont 2 360 dans l'industrie et 3 120 dans le négoce.

Au regard de la cartographie des zones climatiques et de répartition des surfaces cultivées ci jointe : **4 secteurs** ont été retenus pour l'analyse des indicateurs agro-climatiques : **Montreuil sur mer, Abbeville, Dunkerque et Laon**.

Répartition des surfaces en carottes
Par région agricole - Hauts-de-France



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

Effets du climat	Indicateurs Agro – Climatiques
 Risque de gel	Date de dernière gelée sortie hiver
Risque mouche de la carotte	Date de franchissement du seuil de 900 degrés jours (en base 0°C, initiée au 01/01), correspondant au premier vol des mouches de la carotte
 Risque de stress hydrique (sécheresse)	Déficit hydrique cumulé (mm) entre le 01/03 et le 31/08 Nombre de jours consécutifs sans pluie entre le 01/04 et le 30/09
 Risque stress thermique	Nombre de jours annuel où T > 30°C

IAC Risque de gel

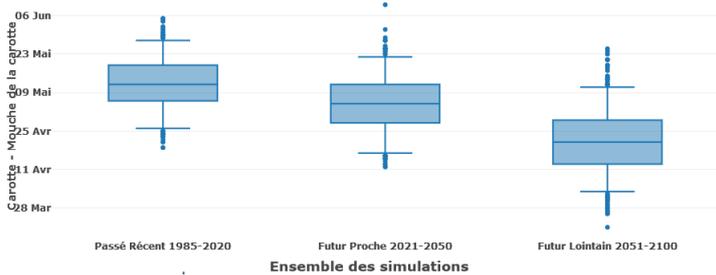
Date de dernière gelée sortie hiver (médiane des sorties des modèles source DRIAS scénario RCP8.5)

	Référence (1976-2005)	Horizon proche (2021-2050)	Horizon moyen (2041-2070)	Horizon lointain (2071-2100)
Montreuil sur mer Abbeville	24/03	08/03	27/02	11/02
Dunkerque	03/03	15/02	11/02	28/01
Laon	01/04	21/03	10/03	22/02

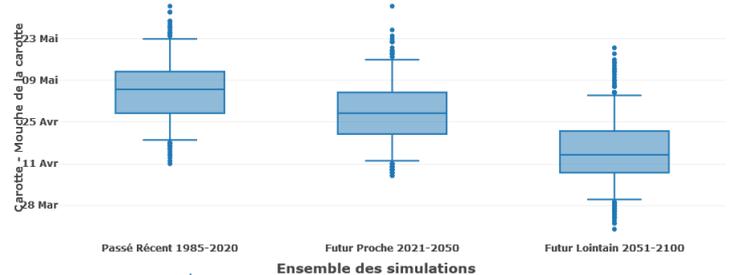
IAC Ravageur et bioagresseur

Date de franchissement du seuil de 900 degrés jours (en base 0°C, initiée au 01/01) = 1^{er} vol de mouches de la carotte

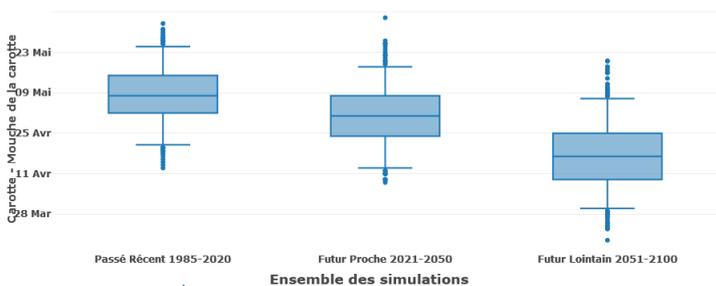
Secteur Montreuil sur Mer



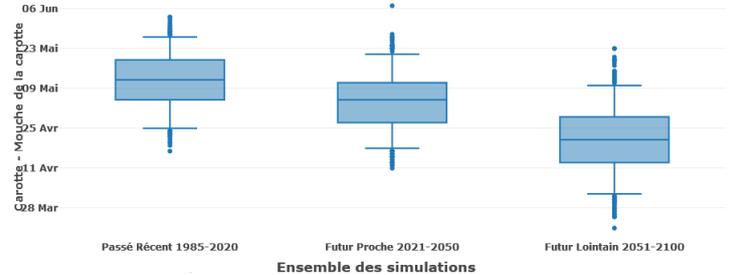
Secteur Dunkerque



Secteur Abbeville



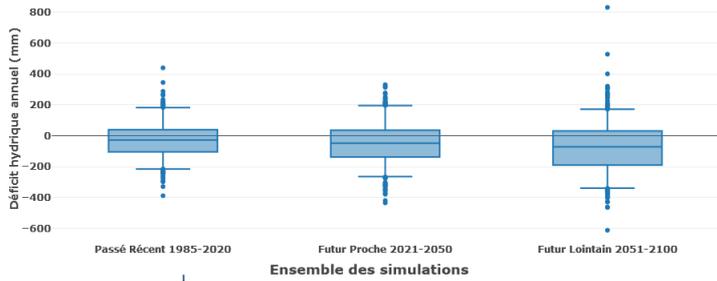
Secteur Laon



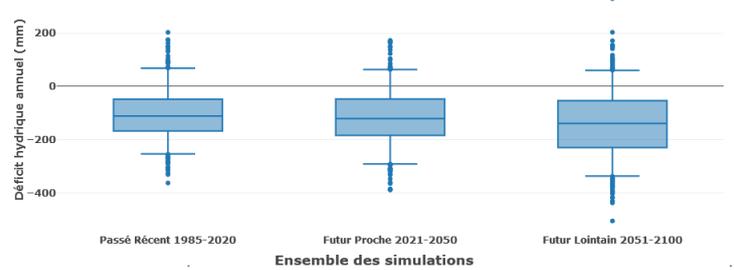
IAC Stress hydrique sur la période de production

Déficit hydrique cumulé (mm) entre le 01/03 et le 31/08

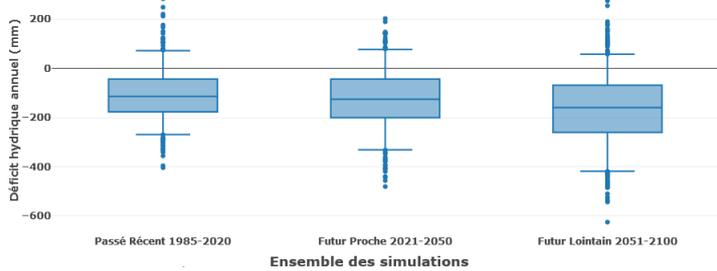
Secteur Montreuil sur Mer



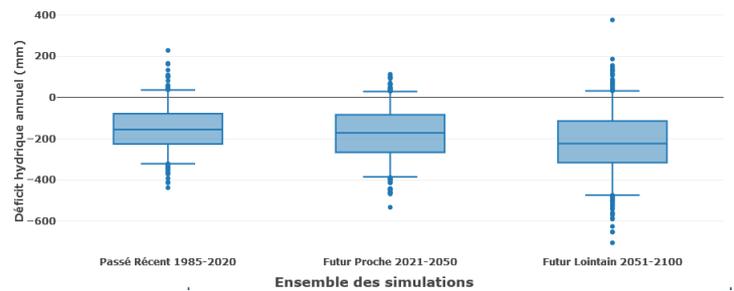
Secteur Dunkerque



Secteur Abbeville

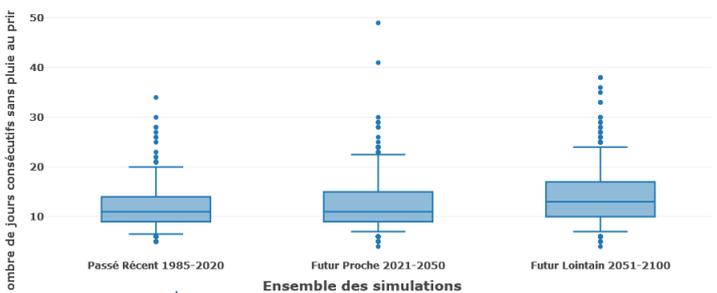


Secteur Laon

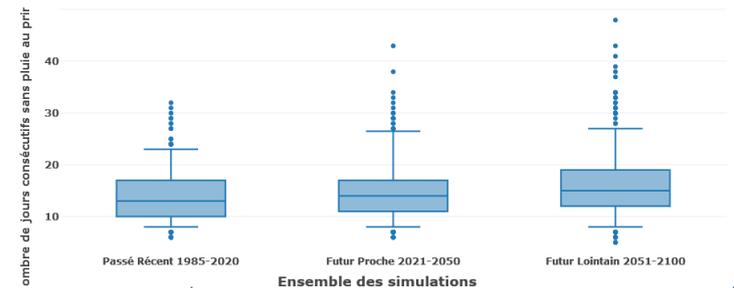


Nombre de jours consécutifs sans pluies du 01/04 au 30/09

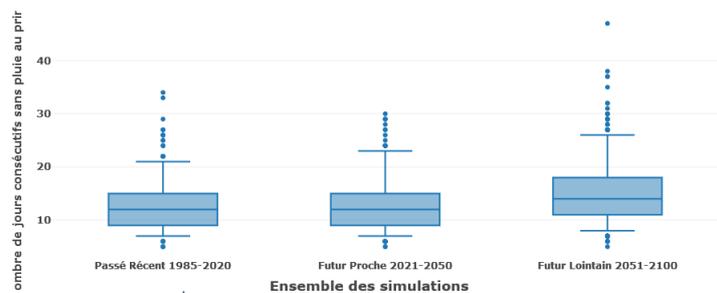
Secteur Montreuil sur Mer



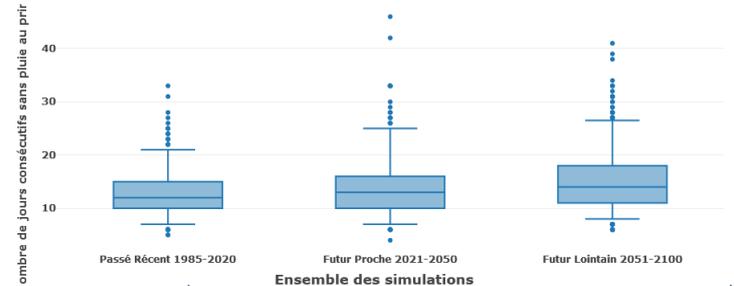
Secteur Dunkerque



Secteur Abbeville

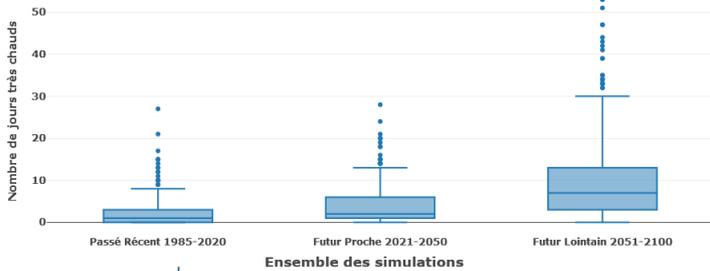


Secteur Laon

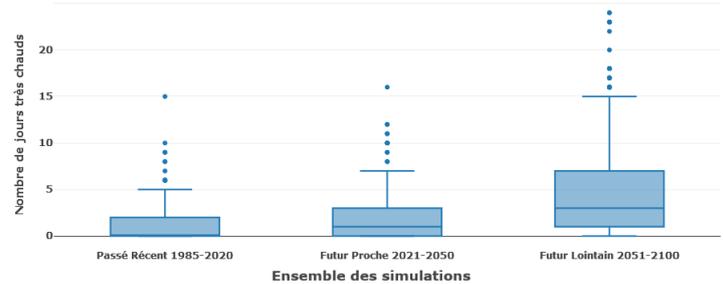


Nombre de jours annuel où $T > 30^{\circ}\text{C}$

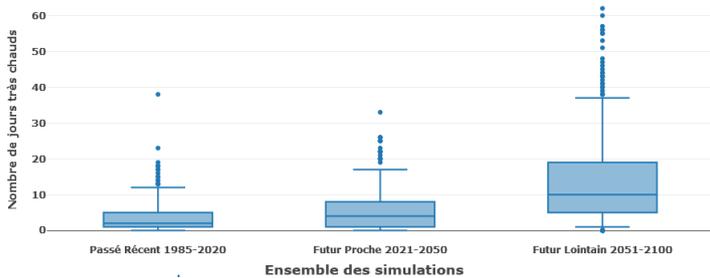
Secteur Montreuil sur Mer



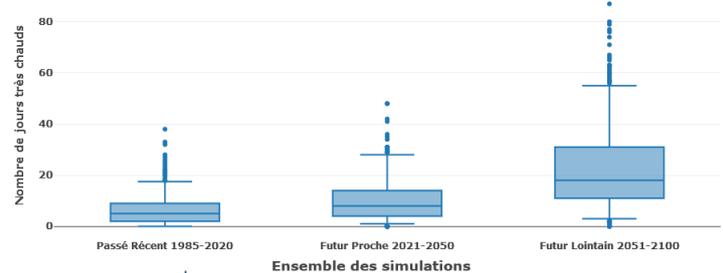
Secteur Dunkerque



Secteur Abbeville



Secteur Laon



INTERPRETATION

Les résultats des calculs des indicateurs agro-climatiques associés à la culture de la carotte témoignent pour l'ensemble des stations (mais à des degrés variables):

- D'un recul net de la date de dernière gelée
- D'un recul net de la date du 1^{er} vol de mouche de la carotte
- D'une augmentation des risques de stress thermique avec une plus grande variabilité interannuelle
- D'un creusement du déficit hydrique en période printemps et été avec des niveaux plus important pour les secteurs du versant sud des Hauts de France avec une plus grande variabilité interannuelle
- D'une légère augmentation du nombre de jours consécutifs médian sans précipitations mais un élargissement important de la distribution des résultats extrêmes.

LA BETTERAVE



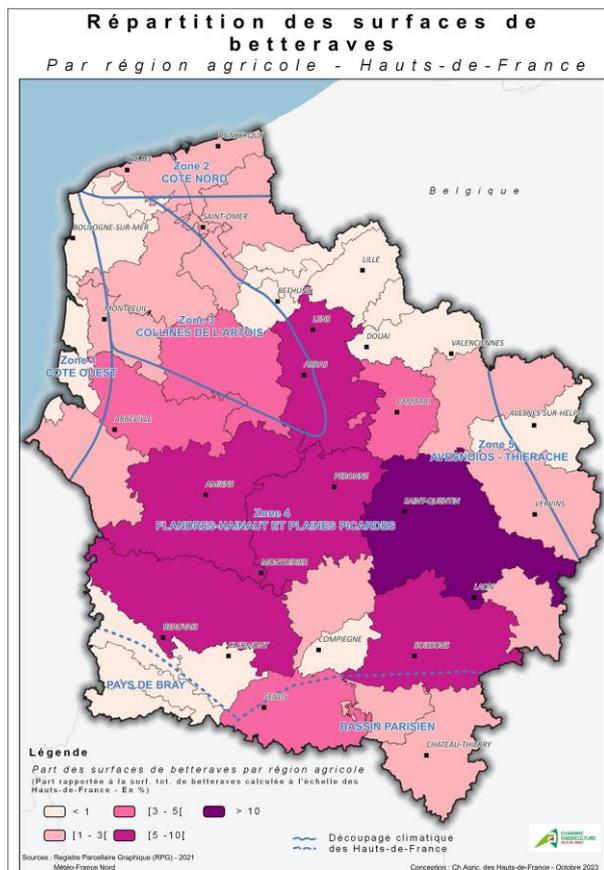
FILIERE ET CARTOGRAPHIE

Les Hauts-de-France sont la **première région** productrice de betterave à sucre en France : 204 000 ha sont dédiés à cette culture soit 10% de la surface agricole de la région. Cette filière est à l'origine de **404 millions d'euros** de chiffre d'affaires soit 8% du chiffre d'affaires régional.

La betterave, c'est aussi 11 500 exploitations, c'est-à-dire **49% des agriculteurs** des Hauts-de-France. A l'échelle de la région, 17,4 millions de tonnes sont produites chaque année, environ 85 t/ha.

Neuf sucreries sont implantées en Hauts-de-France soit **40% des sucreries françaises** et **10% des sucreries européennes**. Au total, 2,5 millions de tonnes de sucre sortent de ces usines tous les ans, soit 55% du sucre français. Les rendements obtenus ces dernières années autour des **13 tonnes de sucre à l'hectare**, font de la région la plus performante du monde.

Au regard de la cartographie des zones climatiques et de répartition des surfaces cultivées ci jointe : **4 secteurs** ont été retenus pour l'analyse des indicateurs agro-climatiques : **Dunkerque ; Saint Pol sur Ternoise ; Saint Quentin et Beauvais** .

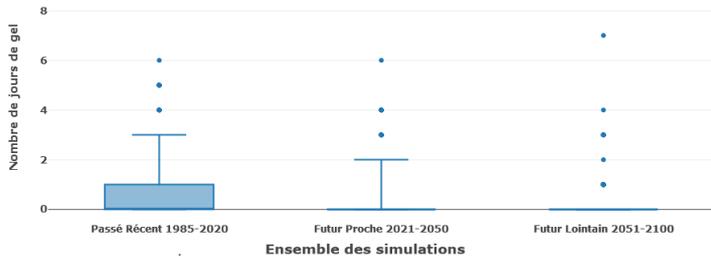


INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

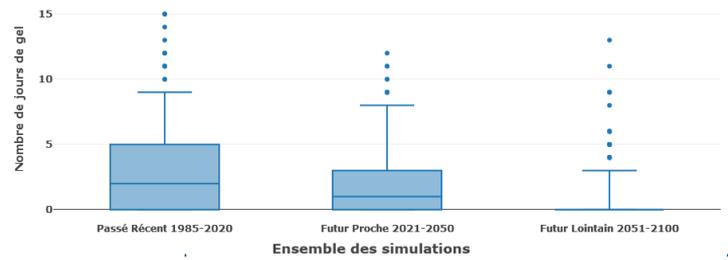
	Effets du climat	Indicateurs Agro – Climatiques
	Risque de montaison en début de cycle / Gel post semis	Nombre de jours de gel du 15/03 au 15/04
	Risque de non levée (érosion, battance) / Précipitation intense	Nombre de jours où cumul précipitation \geq 20mm du 15/03 au 15/04
	Risque pertes de production (rendement et qualité) / Stress hydrique au cours du cycle	Déficit hydrique (mm) estival du 01/05 au 30/09 Nombre de jours consécutifs sans pluies du 01/07 au 30/09
	Risque d'arrêt de croissance et baisse de rendement sucre / Stress thermiques	Nombre de jours où T max \geq 35°C du 01/05 au 30/09

Nombre de jours de gel du 15/03 au 15/04

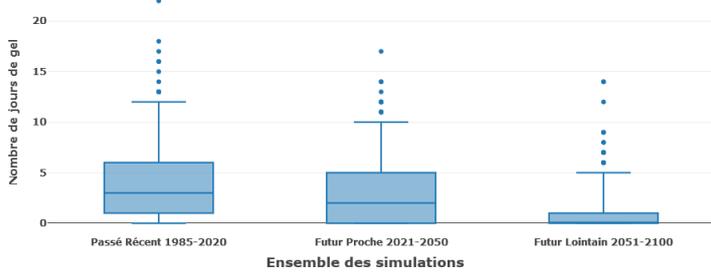
Secteur Dunkerque



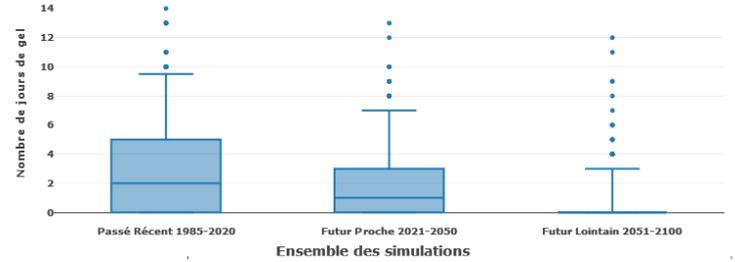
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

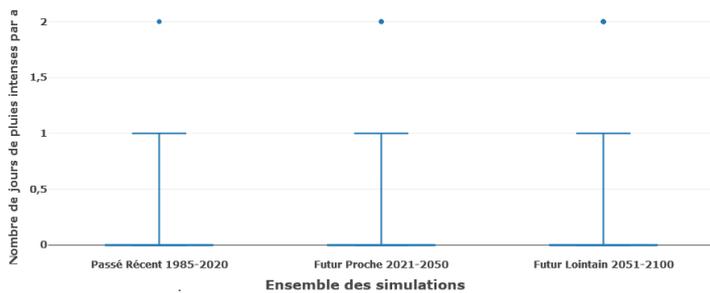


Secteur Saint Quentin

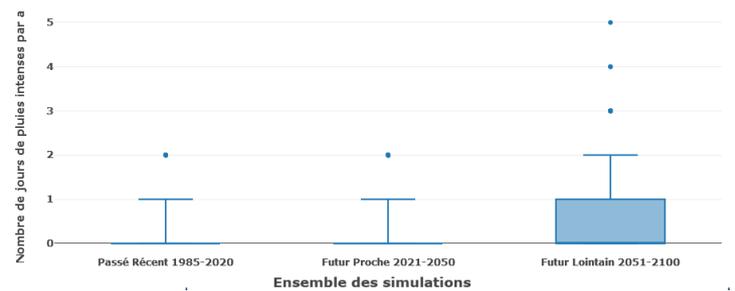


Nombre de jours où précipitation > 20 mm du 15/03 au 15/04

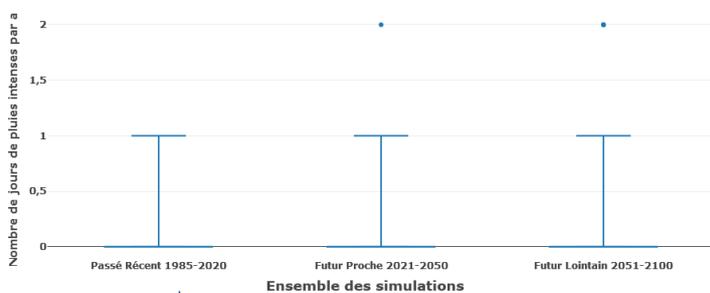
Secteur Dunkerque



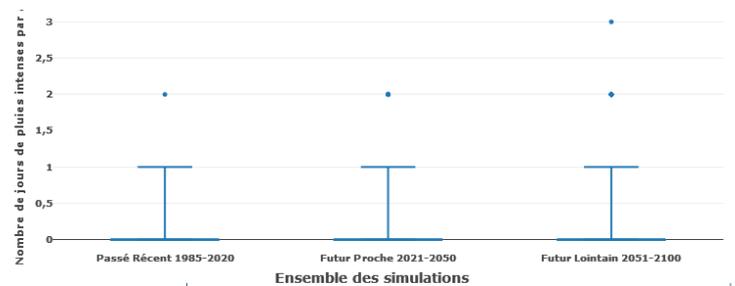
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

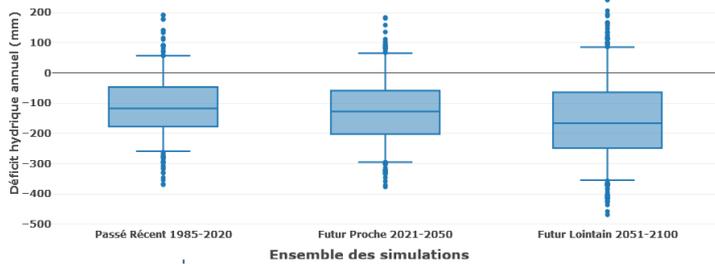


Secteur Saint Quentin

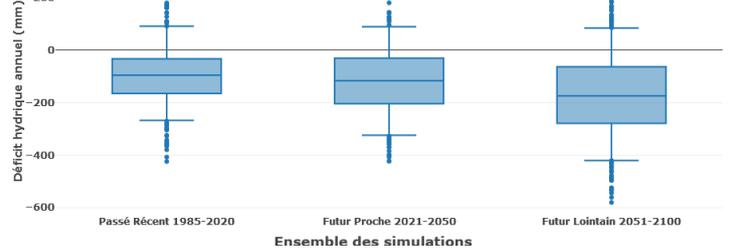


Déficit hydrique cumulé (mm) entre le 01/05 et le 30/09

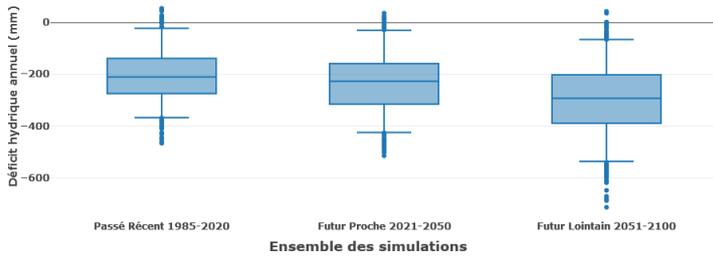
Secteur Dunkerque



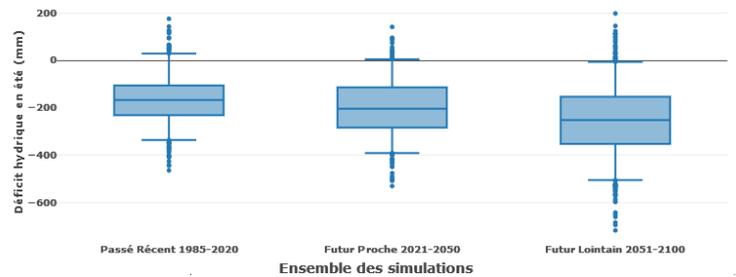
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

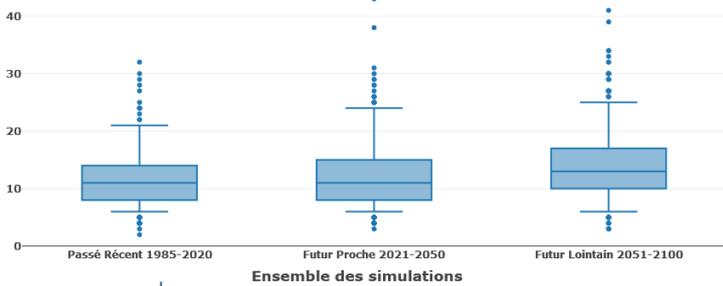


Secteur Saint Quentin

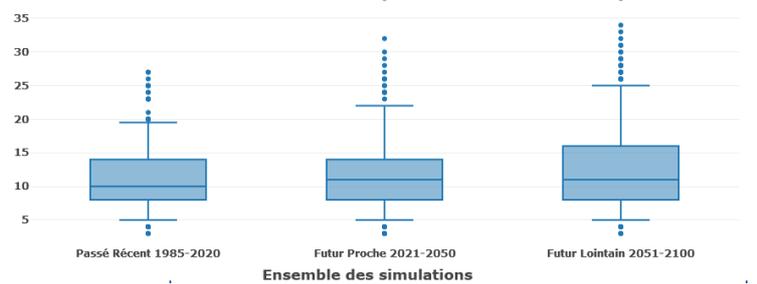


Nombre de jours consécutifs sans pluies du 01/07 au 30/09

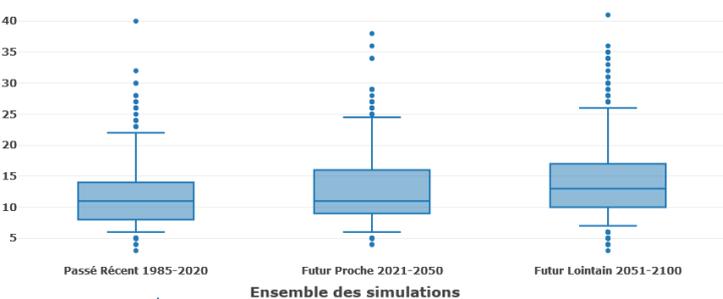
Secteur Dunkerque



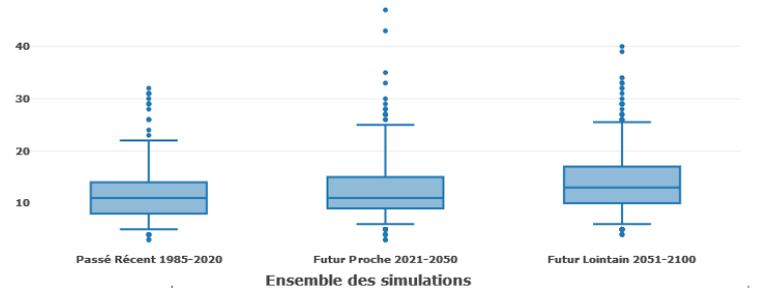
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

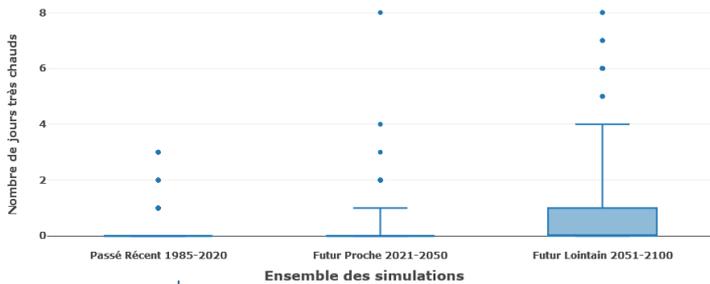


Secteur Saint Quentin

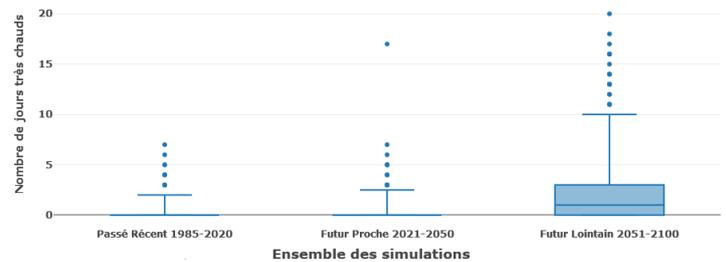


Nombre de jours où $T > 35^{\circ}\text{C}$ du 01/06 au 30/09

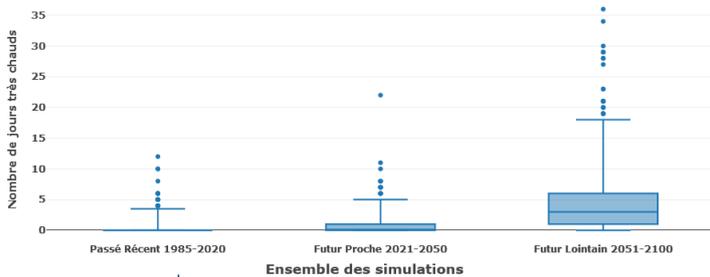
Secteur Dunkerque



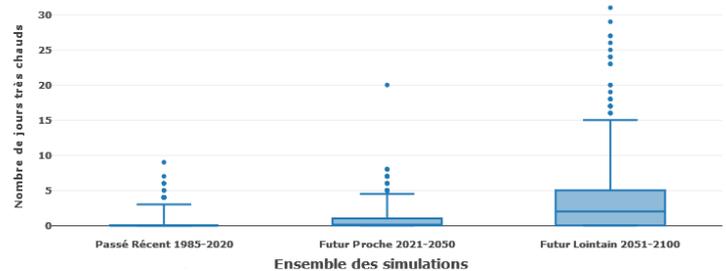
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais



Secteur Saint Quentin



INTERPRETATION

Les résultats des calculs des indicateurs agro-climatiques associés à la culture de la betterave sucrière témoignent pour l'ensemble des stations (mais à des degrés variables):

- D'un recul net du risque de gel pour la période post semis
- D'une absence relative de risque de précipitations intenses pour la période post semi (attention néanmoins à la capacité des modèles sur cette variable)
- D'une augmentation des indicateurs de stress hydrique en période estivale caractérisé également par une grande variabilité (élargissement important de la distribution) des résultats :
 - Creusement du déficit hydrique (plus marqué pour les secteurs du versant sud des Hauts de France)
 - Augmentation du nombre de jours consécutifs sans pluie
- D'une augmentation du stress thermique estival notamment sur le secteur de Saint Quentin dont le stress serait plus marqué (+ au sud avec – d'influence maritime). Cet indicateur est également caractérisé par une grande variabilité interannuelle.

LES HARICOTS VERTS



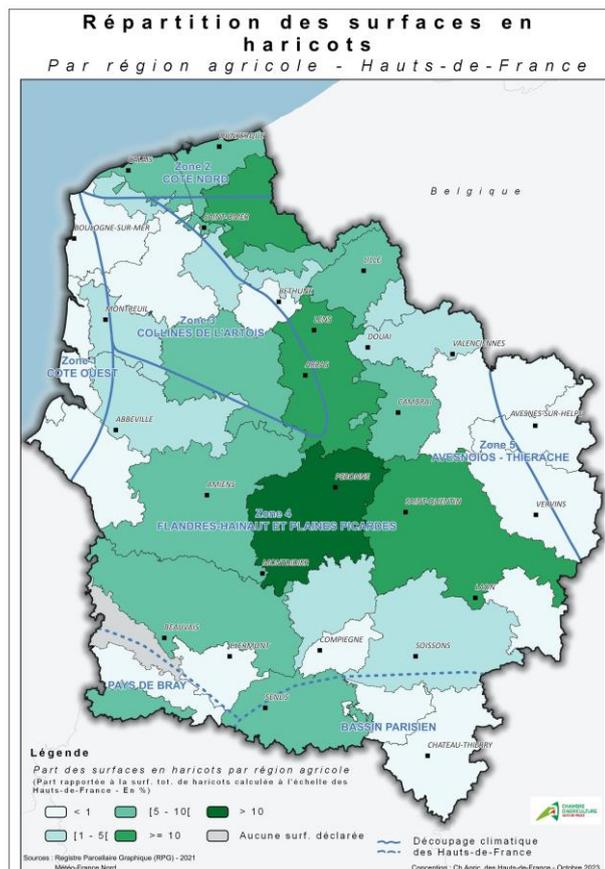
FILIERE ET CARTOGRAPHIE

Les Hauts-de-France sont la **première région productrice** de haricots verts. Leur production représente 36% de la production nationale.

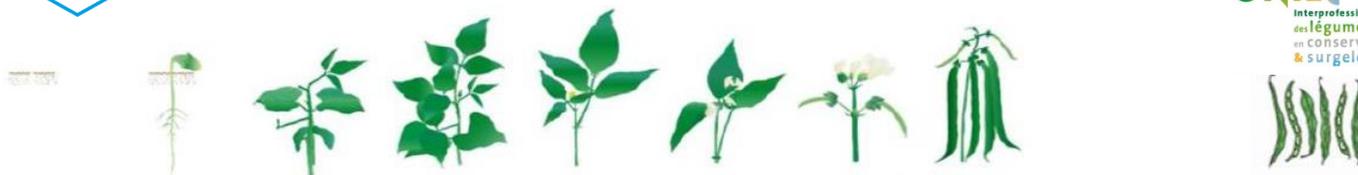
Environ **8 570 ha** en terme de surface agricole sont dédiés à la culture des haricots verts (pour 27 735 ha France). Le rendement annuel est en moyenne de **141 quintaux/ha**.

Les Hauts-de-France possèdent **21 établissements pour la transformation des légumes**. Le groupe Bonduelle, leader mondial des légumes prêts à l'emploi, siège notamment dans la région.

Au regard de la cartographie des zones climatiques et de répartition des surfaces cultivées ci jointe : **5 secteurs** ont été retenus pour l'analyse des indicateurs agro-climatiques : **Bergues ; Lorgies ; Saint Pol sur Ternoise ; Estrées Mons et Beauvais**.

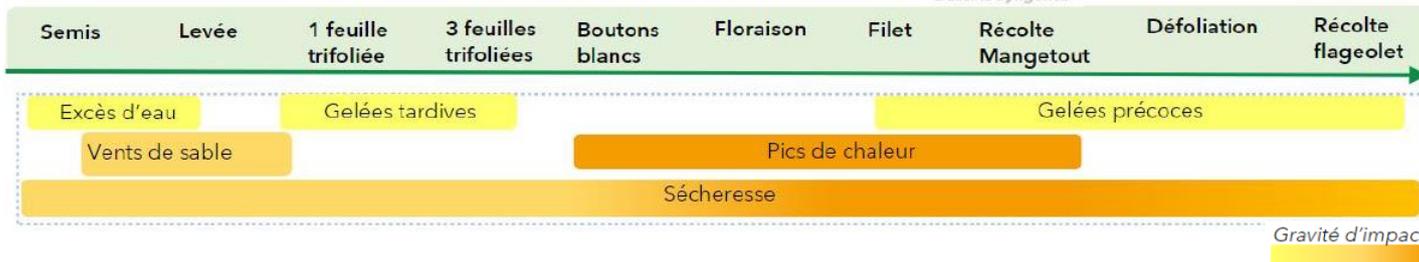


INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES



Dessins Syngenta

UNilet
Interprofession
des légumes
en conserve
& surgelés



Les travaux engagés à l'échelle nationale par l'UNILET dont l'infographie ci-dessus est extraite, ont retenus deux indicateurs agro climatiques principaux :



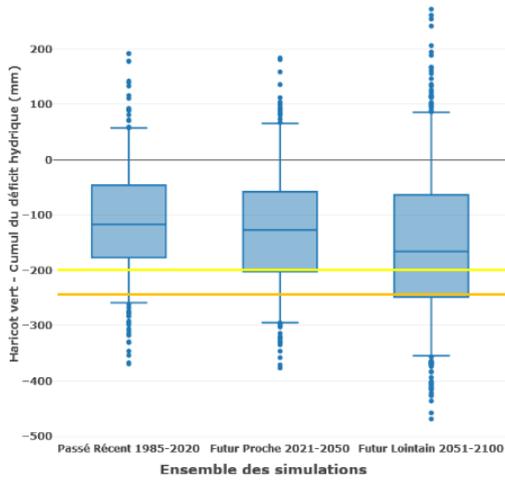
- Le déficit hydrique tous stades confondus soit du 01 mai au 30 septembre (avec 2 seuils de risque : 200 mm et 250mm)



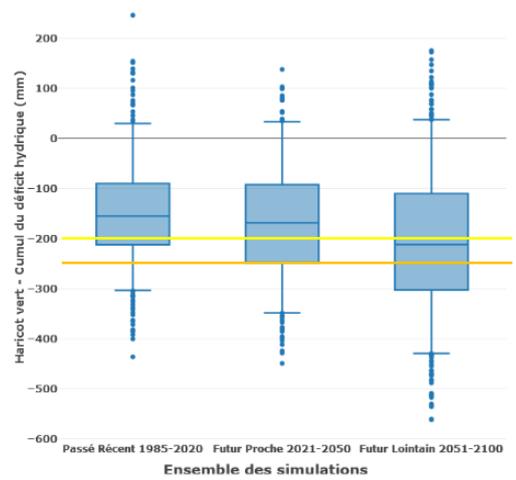
- Les pics de chaleur dépassant 35°C du 01 juillet au 30 septembre

Déficit hydrique (mm) du 01/05 au 30/09

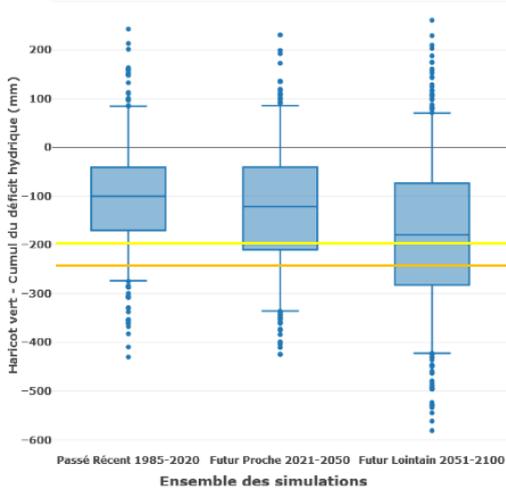
Secteur Bergues



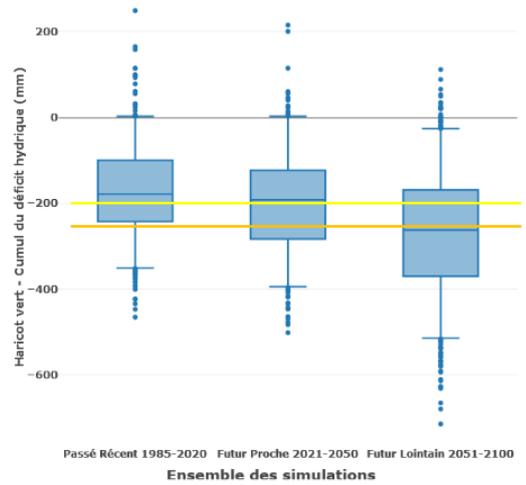
Secteur Lorgies



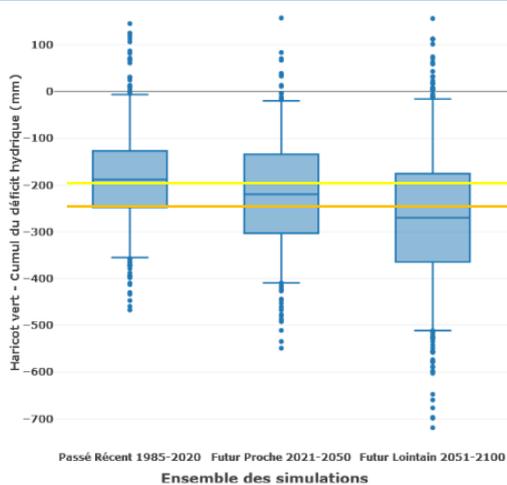
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais

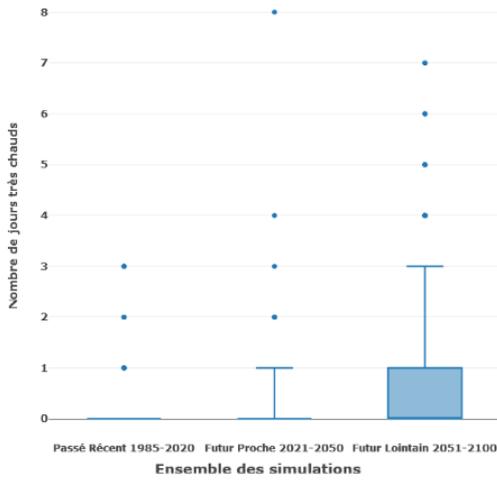


Secteur Estrées-Mons

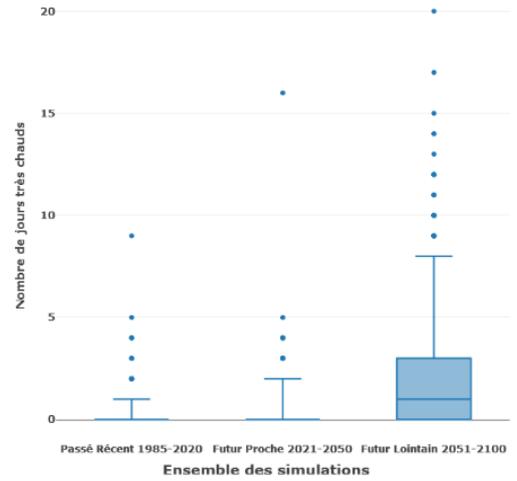


Nombre de jours où $T_{max} \geq 35^{\circ}C$ du 01/07 au 30/09

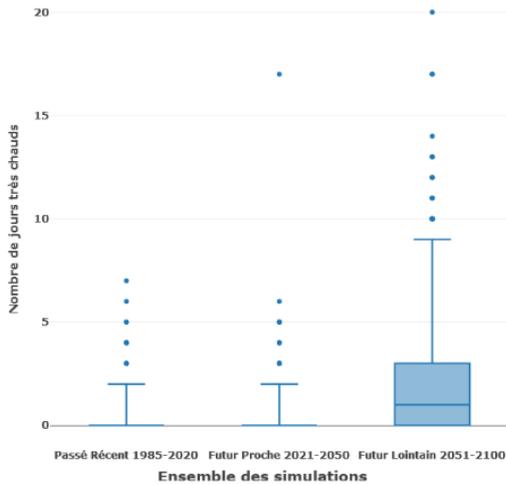
Secteur Bergues



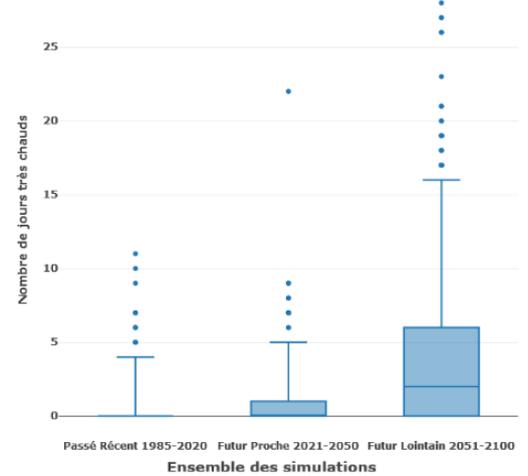
Secteur Lorgies



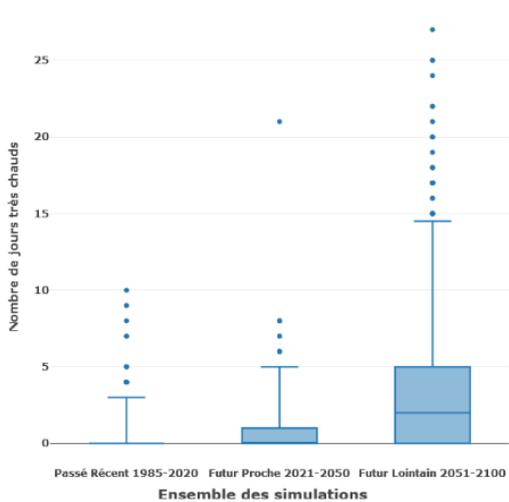
Secteur Saint Pol sur Ternoise



Secteur Beauvais



Secteur Estrées-Mons





INTERPRETATION

Les résultats des calculs des indicateurs agro-climatiques associés à la culture de haricot vert témoignent pour l'ensemble des stations (mais à des degrés variables):

- D'une augmentation du risque de stress thermique avec une variabilité interannuelle très marquée
- D'un creusement net du déficit hydrique tous stades confondus avec un dépassement des seuils établis par l'UNILET dans son étude nationale notamment pour les secteurs du versant sud des Hauts de France (Oise et Aisne) .



MESURES D'ADAPTATION

Déficit hydrique



Bonnes pratiques

- ▶ Adapter la ressource en eau disponible pour les légumes dans les zones en tension
- ▶ Adapter les matériels d'irrigation à la demande climatique
- ▶ Irrigation économe et efficace (outils de pilotage, apports de nuit,...)
- ▶ Augmenter le stockage de l'eau dans le sol par la réduction du travail du sol et les apports de matière organique
- ▶ Semis d'été : Détruire les couverts d'interculture bien avant les semis



Leviers à expérimenter Pratiques innovantes

- ▶ Mesurer l'impact d'une conduite de la culture en conditions hydriques limitantes selon les stades
- ▶ Tester des capteurs innovants pour une détection précoce des stress
- ▶ Phénotyper la tolérance variétale à la contrainte hydrique
- ▶ Tester des conduites d'interculture (choix des couverts, dates d'implantation et de destruction) ne pénalisant pas l'implantation du légume.



Épisode de chaleur



Bonnes pratiques

- ▶ Semis de variétés précoces
- ▶ Adapter les plans de semis et les outils de transformation en fonction des tendances climatiques



Leviers à expérimenter Pratiques innovantes

- ▶ Mesurer l'impact des températures élevées
- ▶ Phénotyper la tolérance variétale aux températures élevées
- ▶ Modéliser la faisabilité d'un décalage des semis (par rapport au risque de gels précoces ou tardifs)
- ▶ Assistance au pilotage des plans de récolte par capteurs
- ▶ Semis précoces sous bâches
- ▶ Cultures sous ombrières



LA POMME DE TERRE

VARIÉTÉS CHAIR FERME ET PLANTS



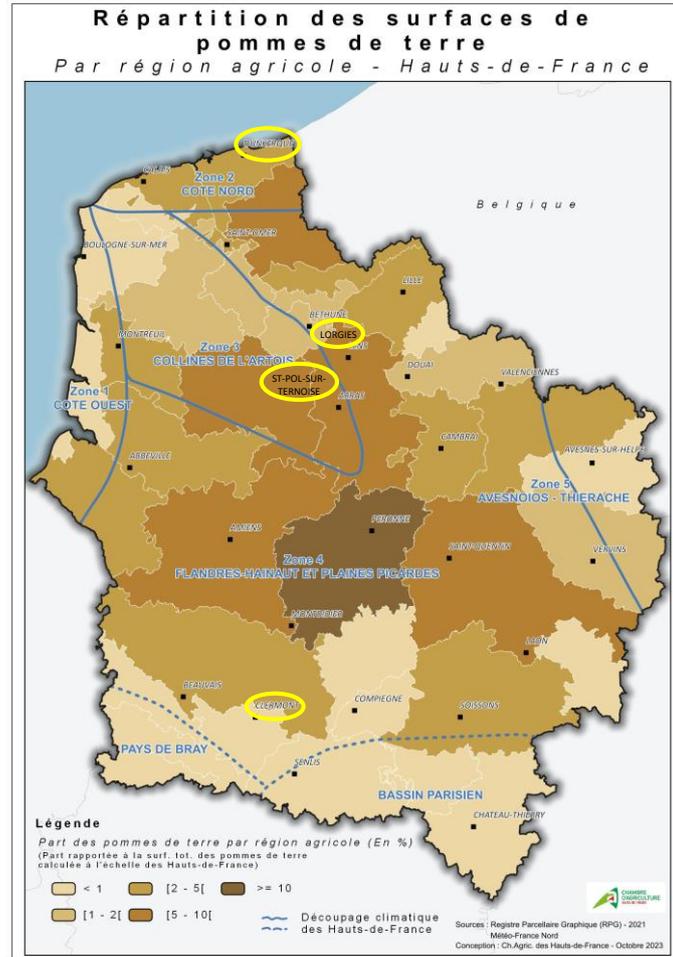
FILIERE ET CARTOGRAPHIE

Les Hauts-de-France s'inscrivent au **premier rang** de la **transformation nationale** de pommes de terre. Grâce au potentiel agronomique des sols, les Hauts-de-France sont aussi premiers pour le rendement en pommes de terre sur le territoire : 162 tonnes produites au km² soit **12 fois supérieure** à la **moyenne nationale**.

Les pommes de terre de conservation (chair ferme et polyvalentes) représentent plus de 75% de la production nationale et 9% pour la filière de plants certifiés.

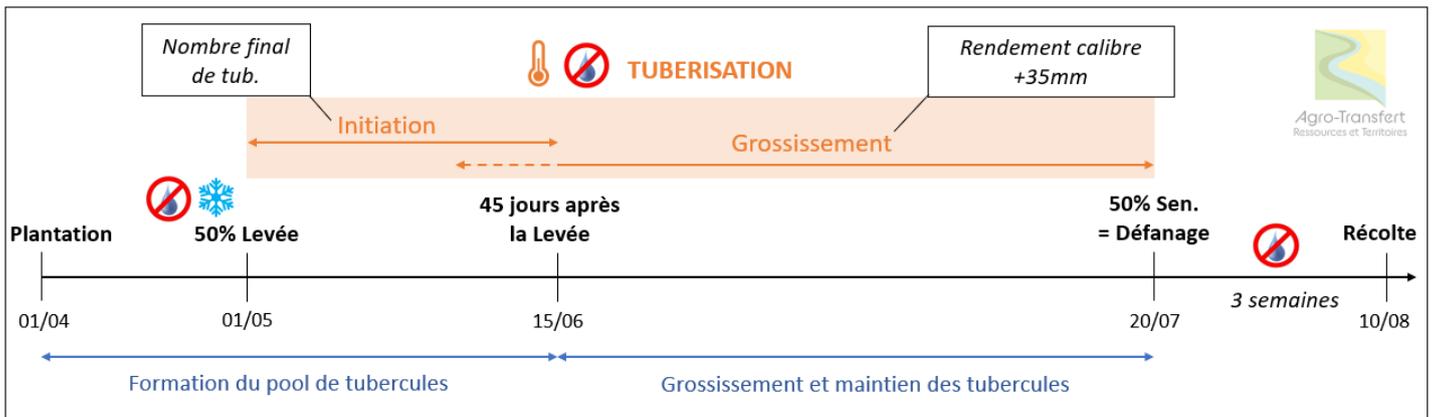
Les productions de pomme de terre à chair ferme et de plants valorisent des tubercules dont le calibre est \leq à 55 mm. Le taux de matière sèche des chair ferme doit être compris entre 17% et 20%. La réussite de la phase d'initiation des tubercules est cruciale pour maximiser le nombre de tubercules et maîtriser leur calibre.

Les indicateurs agro-climatiques sont calculés pour les 4 localités notifiées en jaune ci-contre choisies comme étant représentatives d'un bassin de production important et d'une zone climatique.



CYCLE DE PRODUCTION

Le schéma ci-dessous reprend les stades, leurs sensibilités climatiques et les impacts potentiels sur le rendement et la qualité de production.



Paramètres de culture:

- Chair ferme et plants (max calibres +35)

Légende:

MS: matière sèche

- Gel
- Déficit hydrique
- Stress thermique

Paramètres méthodologiques:

- Calcul des indicateurs agro-climatiques sur la base d'un cycle calendaire (sans considération du type de sol)
- Données de projections climatiques issues du site DRIAS
- Modèle global IPCC CMIP5 / Modèle régionalisé CNRM-CM5 Aladin
- Scénario RCP 8.5
- Horizons de temps étudiés : Référence passée (RF) 1976-2005 / Futur lointain (FL) 2056-2100



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

1. STRESS THERMIQUES PAR STADE

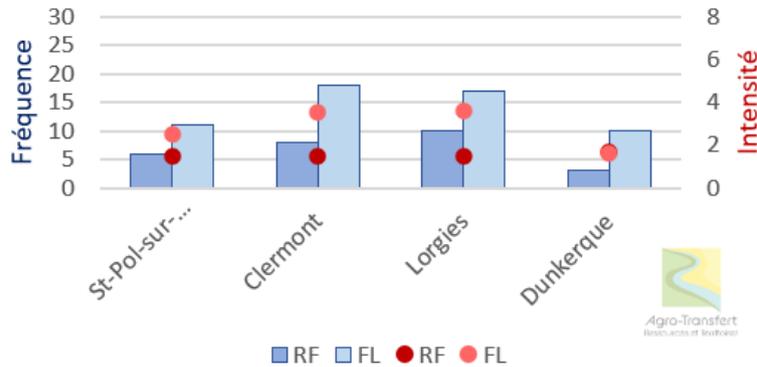
Les températures supérieures à 29°C provoquent un blocage physiologique chez la pomme de terre et un arrêt de la tubérisation. En période d'initiation, cela réduit le nombre de tubercules initiés. En période de grossissement, c'est le calibre qui est impacté négativement.

Fréquence: nombre d'années où l'évènement se produit sur les 30 années de la période

Intensité: nombre moyen de jours où le stress se produit au cours de l'initiation et du grossissement

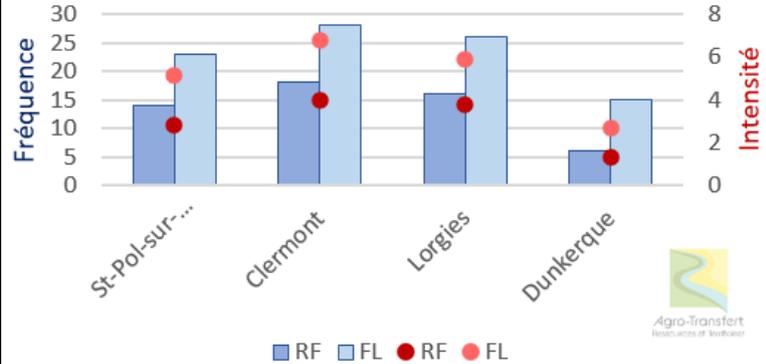
Initiation

Fréquence et intensité de stress thermique > 29°C - Initiation tub.



Grossissement

Fréquence et intensité de stress thermique > 29°C - Grossissement tub.



- Augmentation de la fréquence de stress thermique pendant l'initiation et le grossissement des tubercules entre RF et FL: +7 années en moyenne à l'initiation et +10 années en moyenne au grossissement.
- Augmentation du nombre de jours de stress thermique: +1 jour en moyenne pendant l'initiation et +2 jours en moyenne pendant le grossissement.
- La ville de Clermont verra sa fréquence et son intensité de stress augmenter plus fortement que ses voisines (ex: fréquence au grossissement en FL = 28 années/30). A contrario, la ville de Dunkerque connaîtra la plus faible augmentation de ses indicateurs entre RF et FL.

2. BILAN HYDRIQUE CUMULÉ PAR STADE

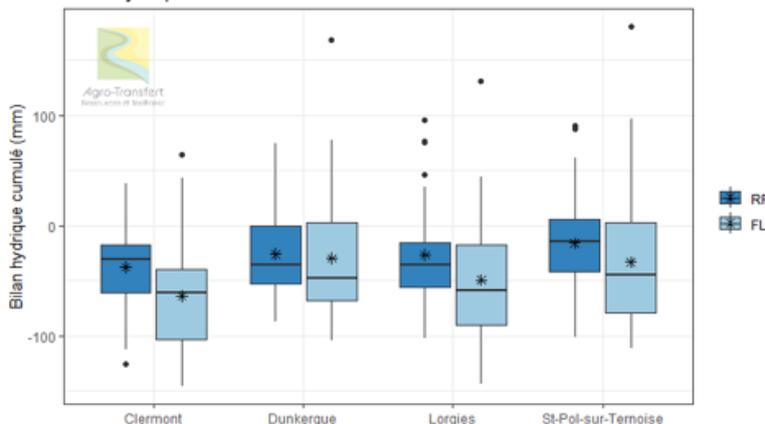
Le stress hydrique se traduit par une diminution du bilan hydrique (ou de l'eau disponible) en dessous du seuil optimal pour la culture. Pendant la tubérisation le stress hydrique pénalise le rendement en tubercule, le calibre et détériore la qualité.

Bilan hydrique (BH):

= Précipitations – ETM. L'ETM prend en compte l'ETP et les besoins en eau de culture selon son stade phénologique

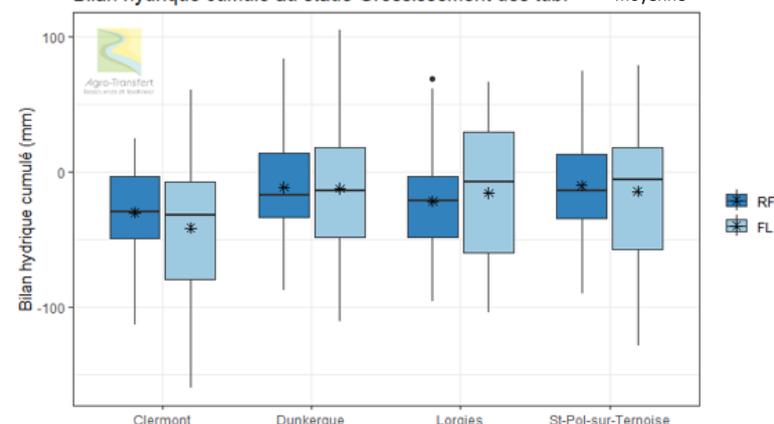
Initiation

Bilan hydrique cumulé au stade initiation des tub. * = moyenne



Grossissement

Bilan hydrique cumulé au stade Grossissement des tub. * = moyenne



- Diminution du bilan hydrique moyen pendant l'initiation et le grossissement des tubercules entre RF et FL avec une baisse accrue à Clermont. Seule la ville de Dunkerque conserve un bilan hydrique stable entre les deux périodes quel que soit le stade.
- En FL: augmentation de la variabilité interannuelle du bilan hydrique de l'ensemble des villes et sur les deux stades phénologiques étudiés. Augmentation de la probabilité d'avoir des bilans hydriques très bas (entre -50 et -100 mm).

LA POMME DE TERRE

VARIÉTÉS DE CONSOMMATION POLYVALENTES



FILIERE ET CARTOGRAPHIE

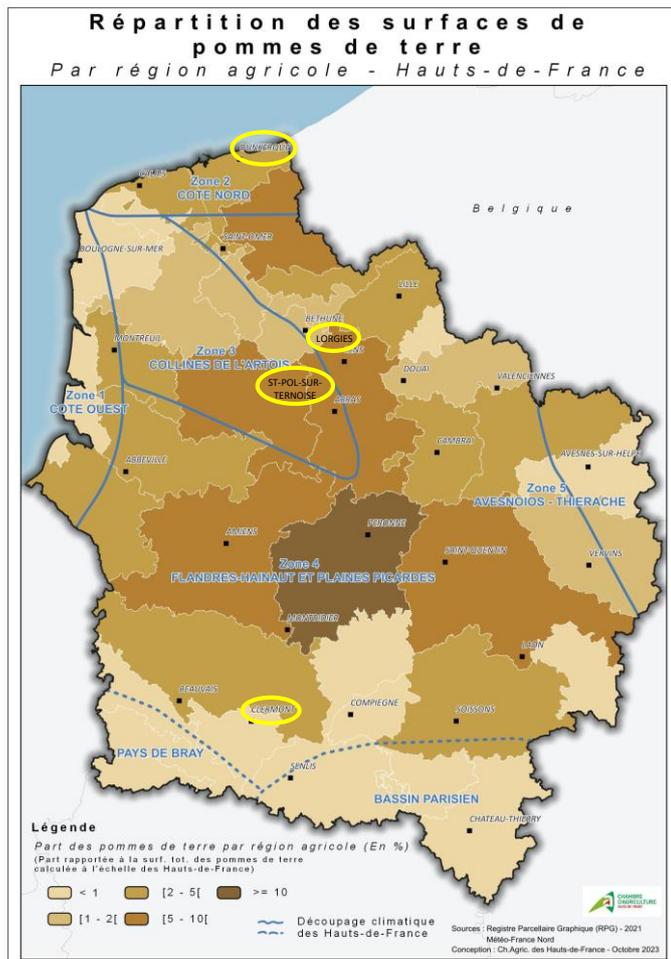
Les Hauts-de-France s'inscrivent au **premier rang de la transformation nationale** de pommes de terre. Grâce au potentiel agronomique des sols, les Hauts-de-France sont aussi premiers pour le rendement en pommes de terre sur le territoire : 162 tonnes produites au km² soit **12 fois supérieure à la moyenne nationale**.

Les pommes de terre de conservation (chair ferme et polyvalentes) représentent plus de 75% de la production nationale.

En production de pomme de terre de consommation polyvalentes, les tubercules doivent avoir un calibre $\geq 50\text{mm}$ et une teneur en matière sèche $> 20\%$.

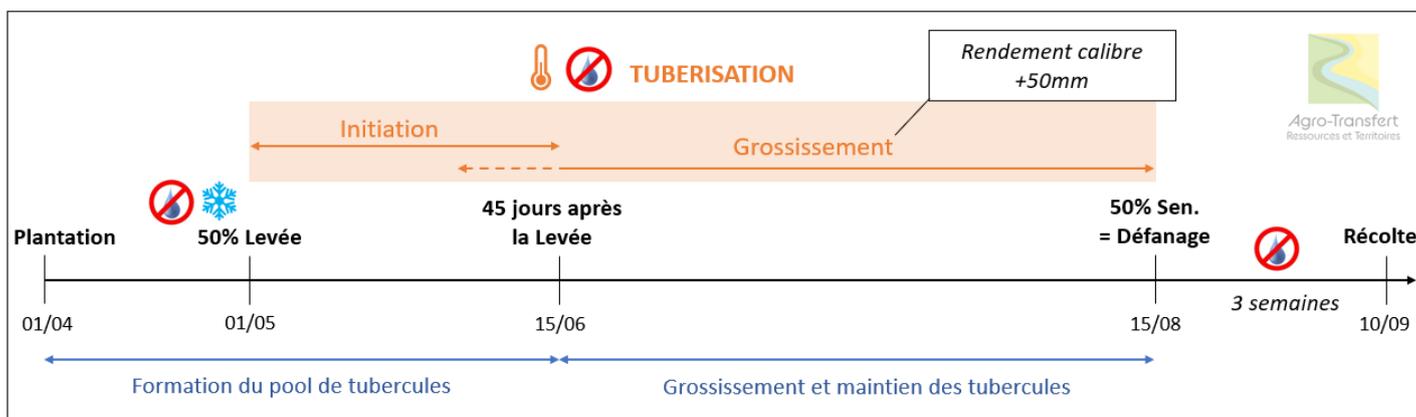
La période de grossissement est déterminante pour l'élaboration du calibre et le stockage de matière sèche.

Les indicateurs agro-climatiques sont calculés pour les 4 localités notifiées en jaune ci-contre choisies comme étant représentatives d'un bassin de production important et d'une zone climatique.



CYCLE DE PRODUCTION

Le schéma ci-dessous reprend les stades, leurs sensibilités climatiques et les impacts potentiels sur le rendement et la qualité de production.



Paramètres de culture:

- Pdt de consommation (max calibres +50)

Légende:

- MS: matière sèche
- Gel
- Déficit hydrique
- Stress thermique

Paramètres méthodologiques:

- Calcul des indicateurs agro-climatiques sur la base d'un cycle calendaire (sans considération du type de sol)
- Données de projections climatiques issues du site DRIAS
- Modèle global IPCC CMIP5 / Modèle régionalisé CNRM-CM5 Aladin
- Scénario RCP 8.5
- Horizons de temps étudiés : Référence passée (RF) 1976-2005 / Futur lointain (FL) 2056-2100



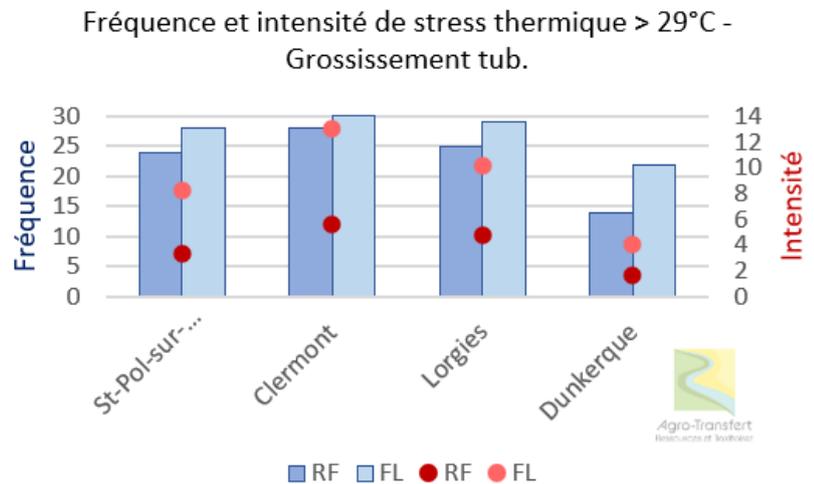
INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

1. STRESS THERMIQUE – GROSSISSEMENT

Les températures supérieures à 29°C provoquent un blocage physiologique chez la pomme de terre et un arrêt de la tubérisation. En période de grossissement, cela impacte négativement le calibre et la teneur en matière sèche.

Fréquence: nombre d'années où l'évènement se produit sur les 30 années de la période

Intensité: nombre moyen de jours où le stress se produit en phase de grossissement

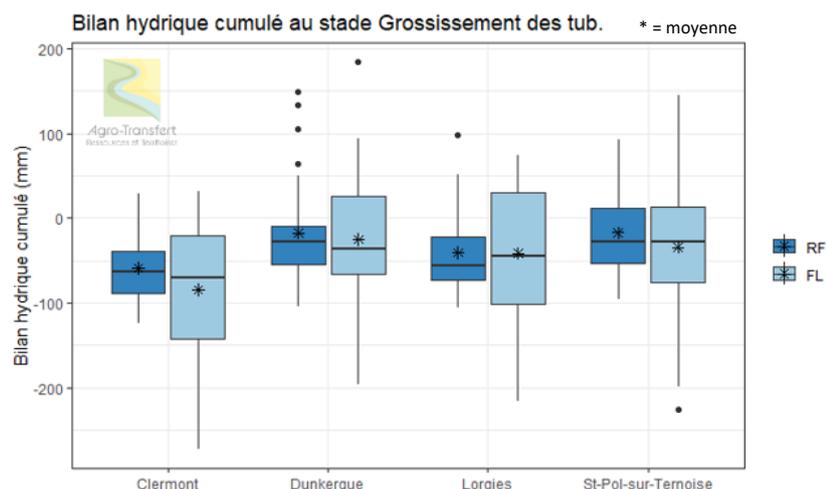


- Augmentation de la fréquence de stress thermique pendant le grossissement des tubercules entre RF et FL: +4 années en moyenne.
- Augmentation du nombre de jours de stress thermique: +5 jours en moyenne.
- Dunkerque connaîtra la plus forte augmentation de la fréquence de stress (+8 années) mais la plus faible augmentation d'intensité de stress (+2 jours). La ville de Clermont, dont la fréquence était déjà élevée (28 an/30), atteindra le maximum (30/30) et connaîtra une forte augmentation de l'intensité (+7 jours de stress). Sur les deux horizons de temps, Clermont présente le risque de stress thermique au grossissement le plus élevé et Dunkerque le plus faible parmi les 4 localités.
- St-Pol-sur-Ternoise et Lorgies présentent des scénarios et des intensités de stress thermique similaires.

2. BILAN HYDRIQUE CUMULÉ – GROSSISSEMENT

Le stress hydrique se traduit par une diminution du bilan hydrique (ou de l'eau disponible) en dessous du seuil optimal pour la culture. Pendant le grossissement, le stress hydrique pénalise le calibre et altère la qualité des tubercules.

Bilan hydrique (BH):
= Précipitations – ETM. L'ETM prend en compte l'ETP et les besoins en eau de culture selon son stade phénologique



- Diminution du bilan hydrique moyen pendant le grossissement des tubercules entre RF et FL avec une baisse accrue à Clermont (-25 mm).
- Augmentation de la variabilité interannuelle du bilan hydrique de l'ensemble des villes et sur les deux stades phénologiques étudiés. Augmentation de la probabilité d'avoir des bilans hydriques très bas (entre -100 et -200 mm) mais aussi des bilans hydriques positifs (> 0 mm) à la différence de la période RF.
- A St-Pol-sur-Ternoise, le bilan hydrique évolue peu entre RF et FL. Pour les autres localités, on observe une augmentation de la variabilité interannuelle : plutôt vers des BH positifs à Dunkerque et plutôt vers des BH très négatifs à Clermont et Lorgies.

LA POMME DE TERRE

VARIÉTÉS FÉCULIÈRES ET D'INDUSTRIE



FILIERE ET CARTOGRAPHIE

Les Hauts-de-France s'inscrivent au **premier rang** de la **transformation nationale** de pommes de terre.

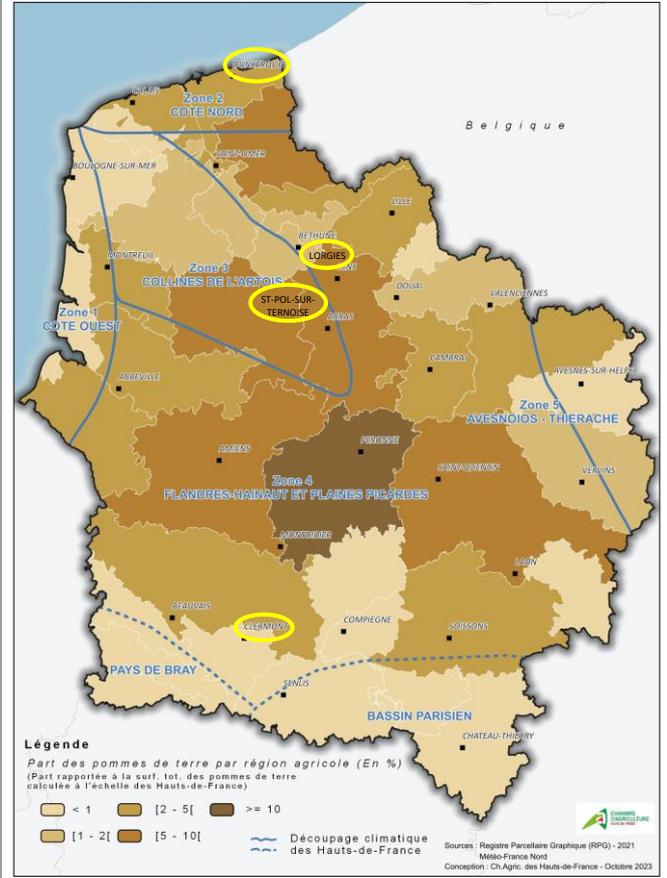
Les pommes de terre féculières représentent 11% de la production nationale. Les pommes de terre d'industrie sont destinées à la production de frites et de chips tandis que les pommes de terre féculières alimentent l'industrie en amidon.

En production de pomme de terre d'industrie, les tubercules doivent avoir un calibre $\geq 55\text{mm}$ et une teneur en matière sèche comprise entre 20% et 25%. L'industrie féculière recherche quant à elle des tubercules d'un calibre moyen (28-30mm) mais très riche en amidon ($\text{MS} > 25\%$).

La période de grossissement est donc déterminante pour ces deux filières pour assurer une teneur en MS élevée et un calibre suffisant.

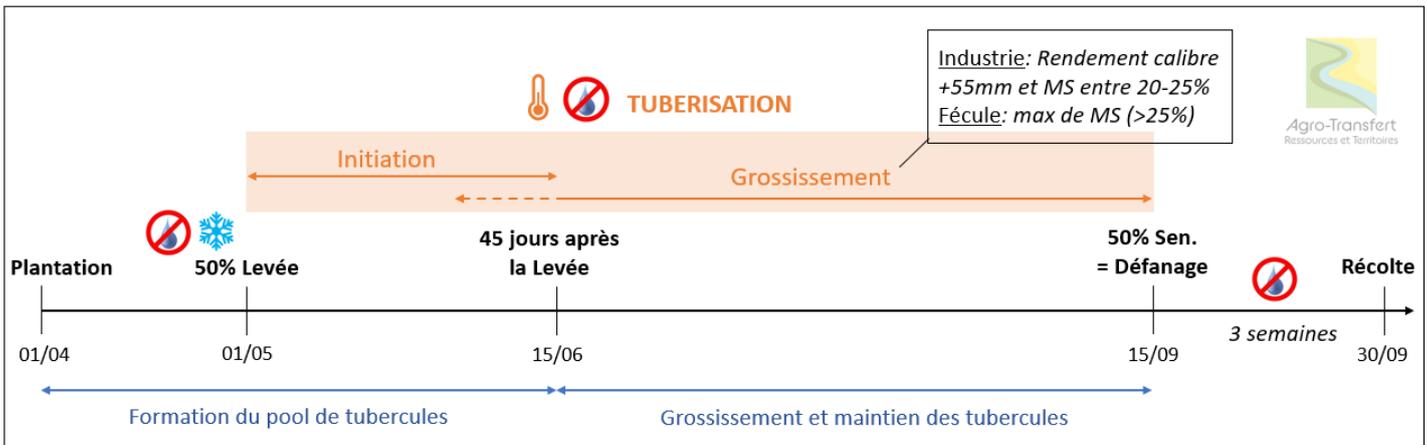
Les indicateurs agro-climatiques sont calculés pour les 4 localités notifiées en jaune ci-contre choisies comme étant représentatives d'un bassin de production important et d'une zone climatique.

Répartition des surfaces de pommes de terre
Par région agricole - Hauts-de-France



CYCLE DE PRODUCTION

Le schéma ci-dessous reprend les stades, leurs sensibilités climatiques et les impacts potentiels sur le rendement et la qualité de production.



Paramètres de culture:

- Fécule et industrie (gros calibres et max MS)

Légende:

MS: matière sèche

- Gel
- Déficit hydrique
- Stress thermique

Paramètres méthodologiques:

- Calcul des indicateurs agro-climatiques sur la base d'un cycle calendaire (sans considération du type de sol)
- Données de projections climatiques issues du site DRIAS
- Modèle global IPCC CMIP5 / Modèle régionalisé CNRM-CM5 Aladin
- Scénario RCP 8.5
- Horizons de temps étudiés : Référence passée (RF) 1976-2005 / Futur lointain (FL) 2056-2100



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

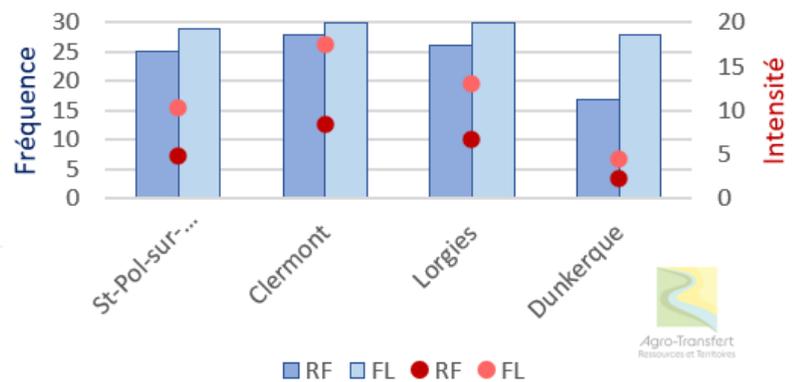
1. STRESS THERMIQUE – GROSSISSEMENT

Les températures supérieures à 29°C provoquent un blocage physiologique chez la pomme de terre et un arrêt de la tubérisation. En période de grossissement, cela impacte négativement le calibre et la teneur en matière sèche.

Fréquence: nombre d'années où l'évènement se produit sur les 30 années de la période

Intensité: nombre moyen de jours où le stress se produit au cours de la phase de grossissement

Fréquence et intensité de stress thermique > 29°C - Grossissement tub.



- Augmentation de la fréquence de stress thermique pendant le grossissement des tubercules entre RF et FL: +5 années en moyenne.
- Augmentation du nombre de jours de stress thermique: +6 jours en moyenne.
- Dunkerque connaîtra la plus forte augmentation de la fréquence de stress (+11 années) mais la plus faible augmentation d'intensité (+2 jours). La ville de Clermont, dont la fréquence était déjà élevée (28 an/30), atteindra le maximum (30/30) et connaîtra une forte augmentation de l'intensité (+9 jours de stress).
- St-Pol-sur-Ternoise et Lorgies présentent des scénarios et des intensités de stress thermique similaires.
- Si en période RF, Clermont présentait le risque (fréquence et intensité) le plus élevé et Dunkerque le plus faible, l'écart entre les 4 localités en termes de fréquence de stress s'efface à l'horizon 2100 (fréquence ≥ 28 pour les 4 villes)

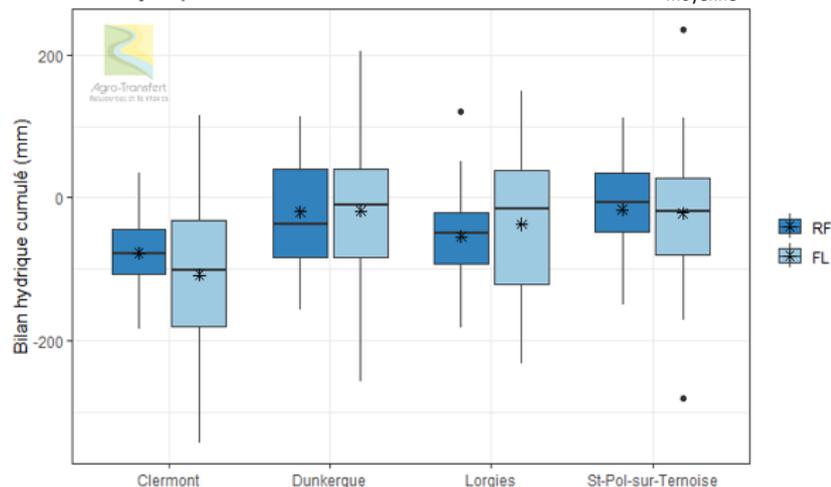
2. BILAN HYDRIQUE CUMULÉ – GROSSISSEMENT

Le stress hydrique se traduit par une diminution du bilan hydrique (ou de l'eau disponible) en dessous du seuil optimal pour la culture. Pendant le grossissement, le stress hydrique pénalise le calibre et altère la teneur en matière sèche.

Bilan hydrique (BH):

= Précipitations – ETM. L'ETM prend en compte l'ETP et les besoins en eau de culture selon son stade phénologique

Bilan hydrique cumulé au stade Grossissement des tub. * = moyenne



- Clermont: baisse marquée du bilan hydrique moyen en période de grossissement entre RF et FL (-31 mm) et 50% des années affichent des BH inférieurs à -100 mm avec une forte augmentation de la variabilité interannuelle.
- Lorgies: légère hausse du bilan hydrique moyen (+17 mm) et forte augmentation de la variabilité interannuelle en FL par rapport à RF.
- St-Pol-sur-Ternoise et Dunkerque affichent des variations de bilan hydrique moins marquées entre RF et FL. La tendance est à la baisse à St-Pol-sur-Ternoise alors que la tendance est plutôt à la hausse à Dunkerque où le bilan hydrique en période de grossissement sera positif 1 année sur 2 en FL mais avec des fortes variations interannuelles.

LE PETIT-POIS



FILIERE ET CARTOGRAPHIE

En France, la culture du petit pois est concentrée à **90 % dans les Hauts-de-France et en Bretagne**. La production nationale est presque intégralement destinée à la conservation ou à la surgélation (CTIFL, 2022).

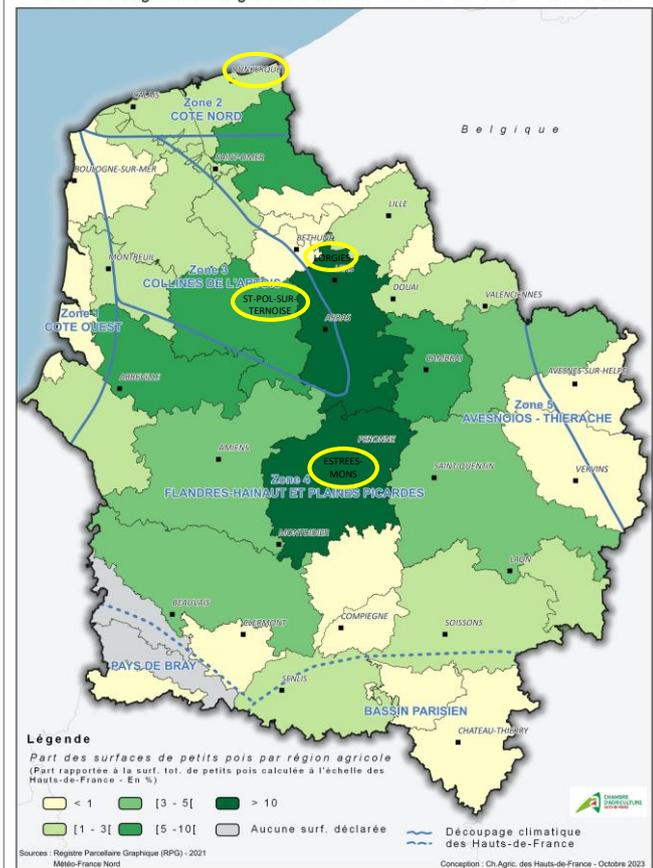
Les **deux tiers** de la production nationale proviennent de la région des Hauts-de-France. Le rendement moyen des petits pois s'établit à **70 q/ha** dans les Hauts-de-France.

La qualité est de première importance en production de petit pois, notamment le calibre et l'ITPM (indice tendérométrique). La date de récolte optimale est déterminée par la tendreté du grain. La valeur d'ITPM visée dépend de la filière de transformation. Or, selon les conditions climatiques, l'ITPM peut évoluer rapidement faisant de la logistique de la récolte un enjeu de qualité important pour la filière.

Les indicateurs agro-climatiques sont calculés pour les 4 localités notifiées en jaune ci-contre choisies comme étant représentatives d'un bassin de production important et d'une zone climatique.

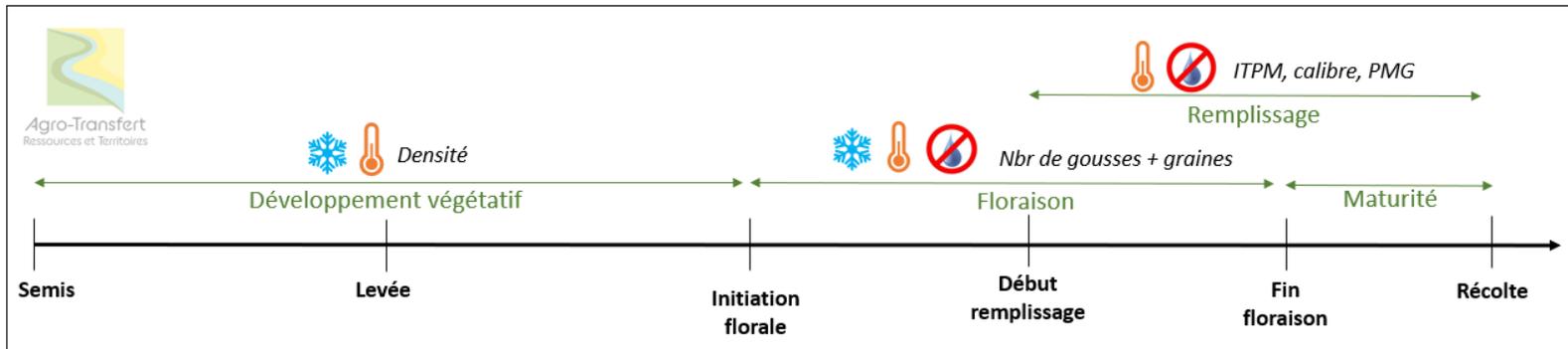
Répartition des surfaces de petits pois

Par région agricole - Hauts-de-France



CYCLE DE PRODUCTION

Le schéma ci-dessous reprend les stades, leurs sensibilités climatiques et les impacts potentiels sur le rendement et la qualité de production.



Paramètres de culture:

- Température de base : 0°C
- Ecrêtement : 35°C

Légende:

- ITPM : indice tendérométrique
- Gel
- Déficit hydrique
- Stress thermique

Les indicateurs agro-climatiques sont calculés et comparés pour **2 dates de semis** différentes : Semis précoce au **5 mars** et semis classique au **15 avril**.

Paramètres méthodologiques:

- Calcul des indicateurs agro-climatiques sur la base du temps thermique (sans considération du type de sol)
- Données de projections climatiques issues du site DRIAS
- Modèle global IPCC CMIP5 / Modèle régionalisé CNRM-CM5 Aladin
- Scénario RCP 8.5
- Horizons de temps étudiés : Référence passée (RF) 1976-2005 / Futur lointain (FL) 2056-2100



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

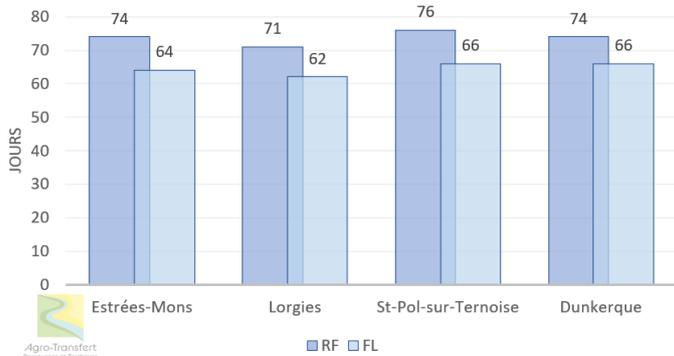
1. DÉCALAGE DE CYCLE

Calcul du cycle de production sur la base des sommes de degrés jours du semis à la récolte (température de base de 0°C).

⚠ Prise en compte du facteur thermique uniquement !

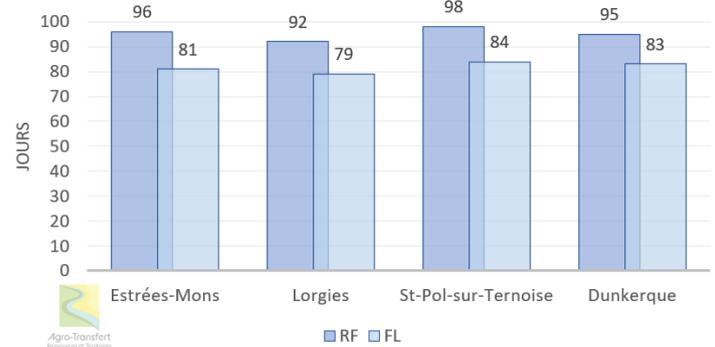
Semis au 15 avril

Durée moyenne du cycle

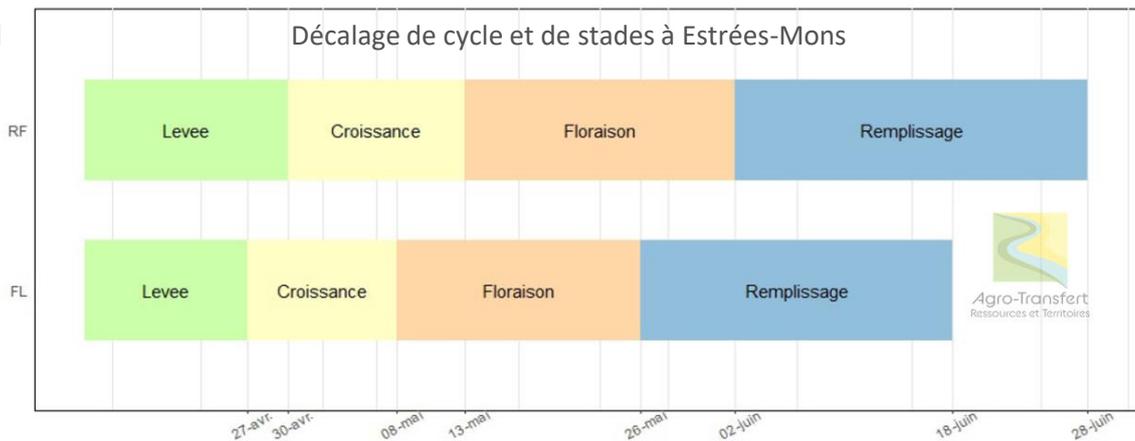


Semis au 5 mars

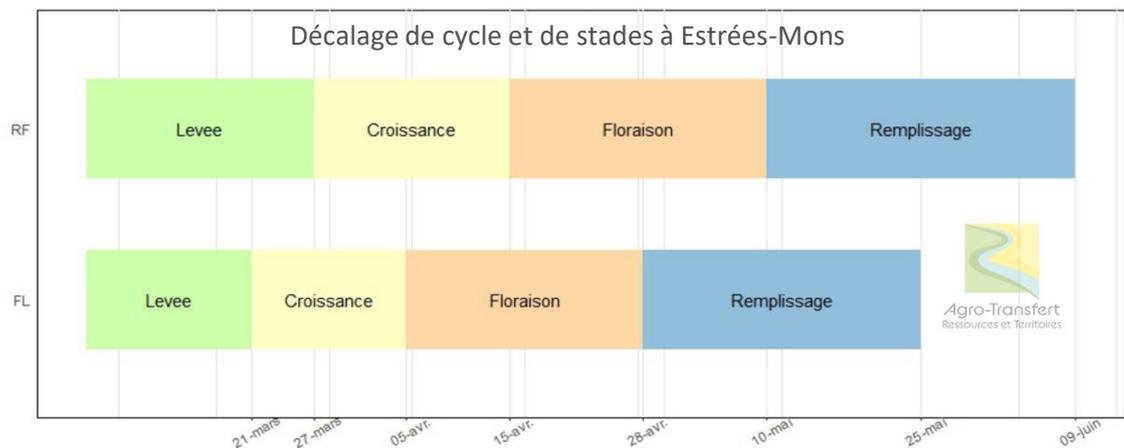
Durée moyenne du cycle



Semis au 15 avril



Semis au 5 mars



- ❑ Décalage du cycle de production sous l'effet des températures: réduction de la durée du cycle de 13 jours en moyenne pour un semis début mars et 9 jours pour un semis mi-avril, conduisant à une avancée de la date de récolte.
- ❑ Pour les deux dates de semis, le raccourcissement de cycle est plus marqué à Estrées-Mons et St-Pol-sur-Ternoise.
- ❑ L'exemple d'Estrées-Mons montre un raccourcissement de la durée de chaque stade (particulièrement de la levée) et une avancée d'apparition des stades au cours de la saison.



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

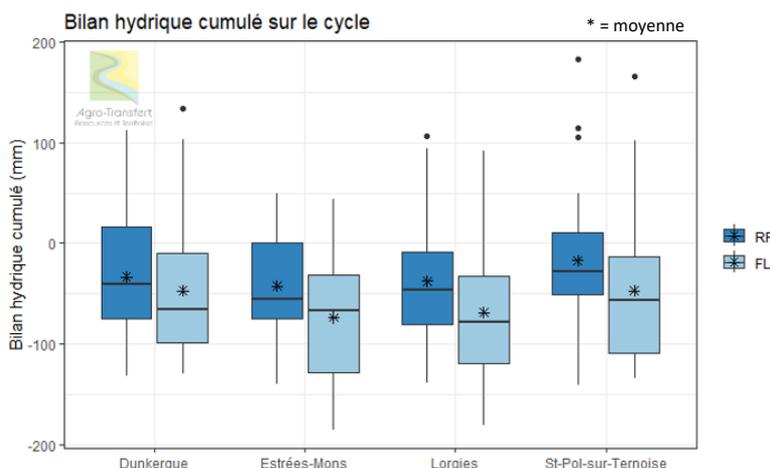
1. BILAN HYDRIQUE CUMULÉ SUR LE CYCLE

Le stress hydrique se traduit par une diminution du bilan hydrique (ou de l'eau disponible) en dessous du seuil optimal pour la culture. Le pois est particulièrement sensible au déficit hydrique à la floraison et au remplissage qui peut pénaliser le rendement (baisse fertilité des fleurs, mauvaise fécondation ou mauvais remplissage).

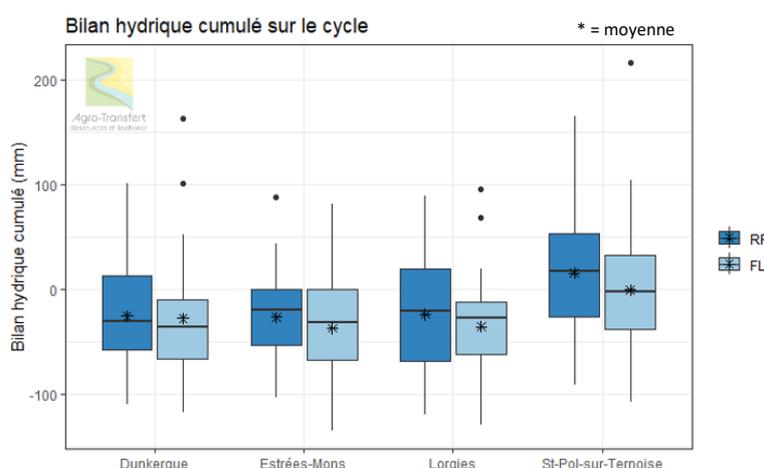
Bilan hydrique (BH):

= Précipitations – ETM. L'ETM prend en compte l'ETP et les besoins en eau de la culture selon son stade phénologique

Semis au 15 avril



Semis au 5 mars



- ❑ Baisse du BH moyen (augmentation du déficit hydrique) en FL par rapport à RF: peu marquée dans le cas du semis au 5 mars mais notable pour un semis classique en avril (-30 mm en moyenne).
- ❑ Le semis précoce début mars permet de limiter l'exposition du pois au stress hydrique en FL contrairement au semis classique d'avril pour lequel on observe des BH potentiels plus bas qu'en RF et une augmentation de la variabilité interannuelle.
- ❑ Estrées-Mons, Lorgies et St-Pol-sur-Ternoise : baisse marquée du BH en FL par rapport à RF sur les deux dates de semis contrairement à Dunkerque dont le BH évolue dans une moindre mesure.

2. STRESS GÉLIF

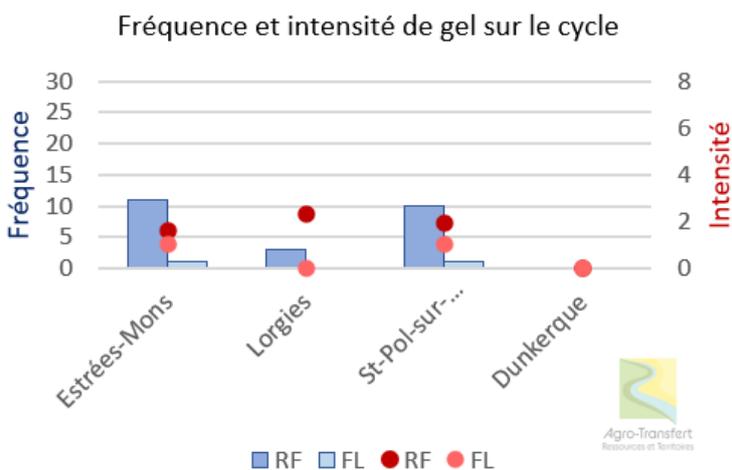
Le pois est sensible au gel à la levée. Les gelées printanières tardives sont également à craindre si elles concordent avec la floraison, le rendement peut alors être fortement impacté.

Fréquence: nombre d'années où l'évènement se produit sur les 30 années de la période

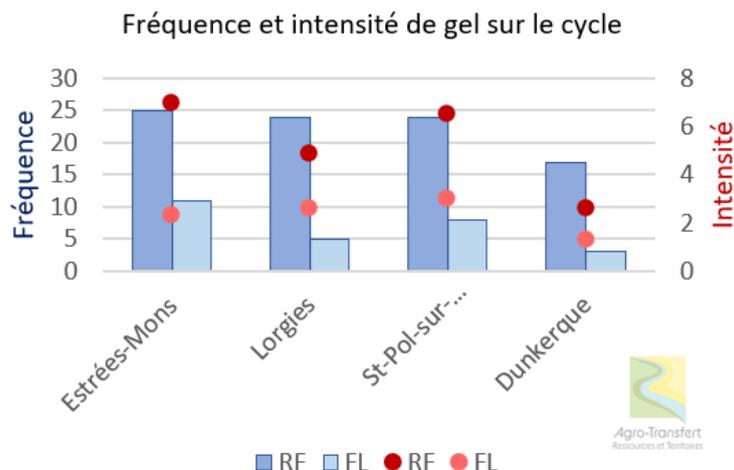
Intensité: nombre moyen de jours de gel sur le cycle

Etude du gel à 0°C

Semis au 15 avril



Semis au 5 mars



- ❑ RF: fort risque de gel en mars (fréquence + intensité) pendant le cycle du pois pour les 4 localités alors qu'en avril, les gelées tardives sont plus rares, particulièrement à Lorgies et Dunkerque.

- ❑ FL: diminution très forte du risque de gel pour un semis en mars : passage de 22 à 6 années à risque de gel entre RF en FL en moyenne. Le nombre de jours de gel au cours du cycle passe de 5 jours en moyenne en RF à 2 en FL. En avril, le risque devient quasi inexistant : disparition à Lorgies et Dunkerque (fréquence + intensité) et seulement 1 année sur 30 à risque pour 1 jour de gel en cours de cycle à Estrées-Mons et St-Pol-sur-Ternoise en FL.



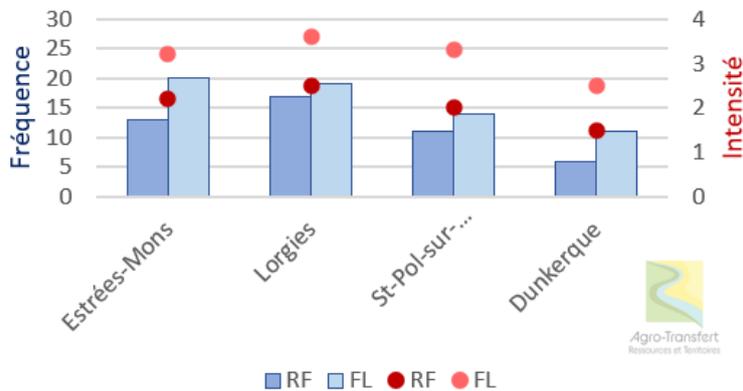
INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

3. STRESS THERMIQUE – FLORAISON

Au-delà de 25°C en période de floraison, la fertilité des fleurs baisse, le nombre de grains et de gousses finaux peut être réduit et donc le rendement impacté.

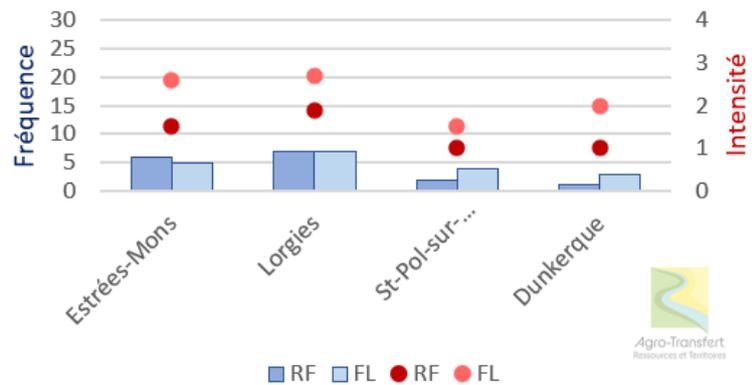
Semis au 15 avril

Fréquence et intensité de stress thermique > 25°C -
Floraison



Semis au 5 mars

Fréquence et intensité de stress thermique > 25°C -
Floraison



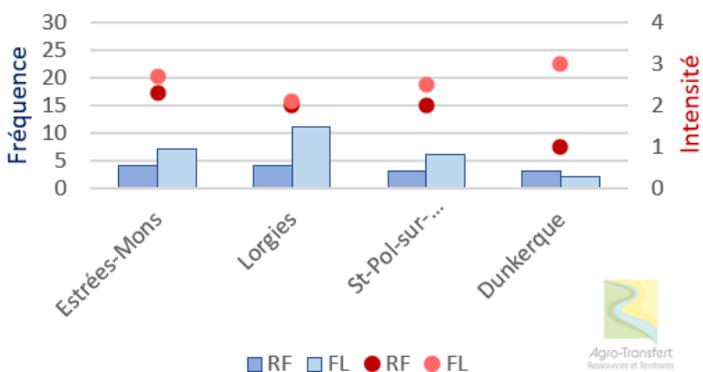
- ❑ Semis en avril: augmentation de la fréquence de stress thermique en FL: +4 années en moyenne. Augmentation plus marquée à Estrées-Mons (+7 années) et Dunkerque (+5 années). Augmentation du nombre de jours de stress (de 2 jours en moyenne en RF à 3 jours en moyenne en FL).
- ❑ Le semis précoce en mars permet de limiter l'exposition de la culture au stress thermique: faible augmentation de la fréquence et de l'intensité et variation selon la zone géographique. Le décalage des stades en FL sous l'effet de l'augmentation des températures permet d'esquiver ce stress à la floraison.
- ❑ Lorgies et Estrées-Mons ont le niveau de risque le plus élevé en FL alors que Dunkerque a le risque le plus faible (fréquence et intensité).

4. STRESS THERMIQUE – REMPLISSAGE

Des températures supérieures à 30°C en période de remplissage diminuent l'efficacité de remplissage des grains. Les grains sont plus petits et moins bien remplis, diminuant le calibre moyen et le PMG à la récolte. Des températures excessives à l'approche de la récolte entraînent par ailleurs une hausse rapide de l'ITPM (tendérométrie), compliquant la gestion de la récolte pour respecter les normes de qualité industrielles.

Semis au 15 avril

Fréquence et intensité de stress thermique > 30°C -
Remplissage



Semis au 5 mars

Fréquence et intensité de stress thermique > 30°C -
Remplissage



- ❑ Semis en avril: forte augmentation de la fréquence de stress thermique en FL à Estrées-Mons, Lorgies et St-Pol-sur-Ternoise (+4 années en moyenne). Forte augmentation du nombre de jours de risque en FL à Dunkerque (+ 2 jours).
- ❑ Semis en mars: en RF, le risque de stress thermique en période de remplissage était inexistant à Estrées-Mons et Dunkerque et très faible à Lorgies et St-Pol-sur-Ternoise. En FL, ce risque augmente sensiblement: +5 années de risque en moyenne et +1 jour de stress en moyenne. En FL, il y a peu de différence de risque d'exposition à ce stress entre les 4 localités. Par rapport au semis d'avril, le semis précoce en mars permet de diminuer la fréquence et l'intensité d'exposition de la culture au stress thermique au remplissage sur les 4 zones géographiques.

LE LIN FIBRE



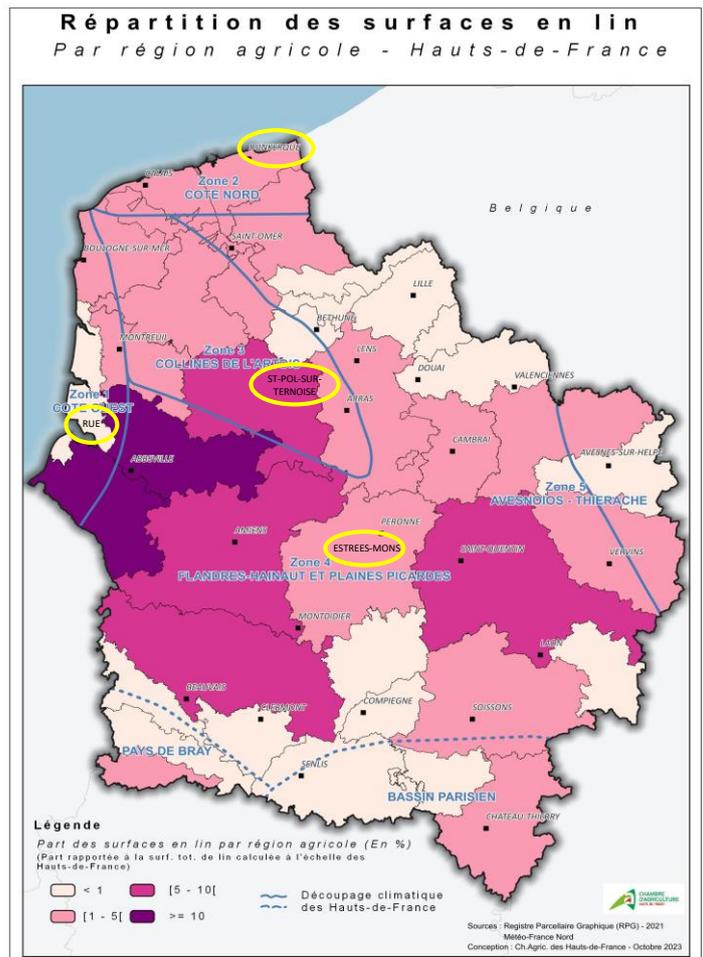
FILIERE ET CARTOGRAPHIE

80% pourcents de la production mondiale de fibre de lin teillé est d'origine européenne et la France est le **premier producteur mondial**. La filière française connaît une nouvelle dynamique: entre 2010 et 2020, la production a plus que doublé (Gauberti,2019; Interreg,2020).

La région des Hauts-de-France représente près **d'un tiers des volumes français produits**. Elle vient en seconde position après la Normandie qui en produit le double. La culture du lin en HDF s'étend sur 1 % de la SAU régionale (21 630 ha).

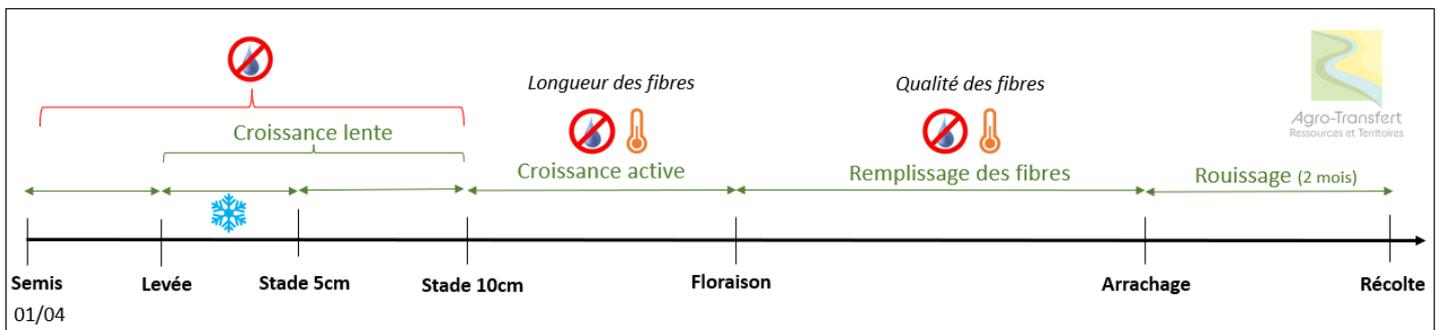
En lin textile, les fibres longues constituent la matière noble; elles représentent 15 à 20% du rendement total. L'objectif est de maximiser la richesse en fibres longues de la tige, leur robustesse et leur qualité. Le rendement et la qualité sont étroitement liés aux conditions climatiques de croissance et de rouissage.

Les indicateurs agro-climatiques sont calculés pour les 4 localités notifiées en jaune ci-contre choisies comme étant représentatives d'un bassin de production important et d'une zone climatique.



CYCLE DE PRODUCTION

Le schéma ci-dessous reprend les stades, leurs sensibilités climatiques et les impacts potentiels sur le rendement et la qualité de production.



Paramètres de culture:

- Semis le 1^{er} avril
- Température de base : 5°C
- Ecrêtement : 28°C

Légende:

- Gel
- Déficit hydrique
- Stress thermique

Paramètres méthodologiques:

- Calcul des indicateurs agro-climatiques sur la base du temps thermique (sans considération du type de sol)
- Données de projections climatiques issues du site DRIAS
- Modèle global IPCC CMIP5 / Modèle régionalisé CNRM-CM5 Aladin
- Scénario RCP 8.5
- Horizons de temps étudiés : Référence passée (RF) 1976-2005 / Futur lointain (FL) 2056-2100

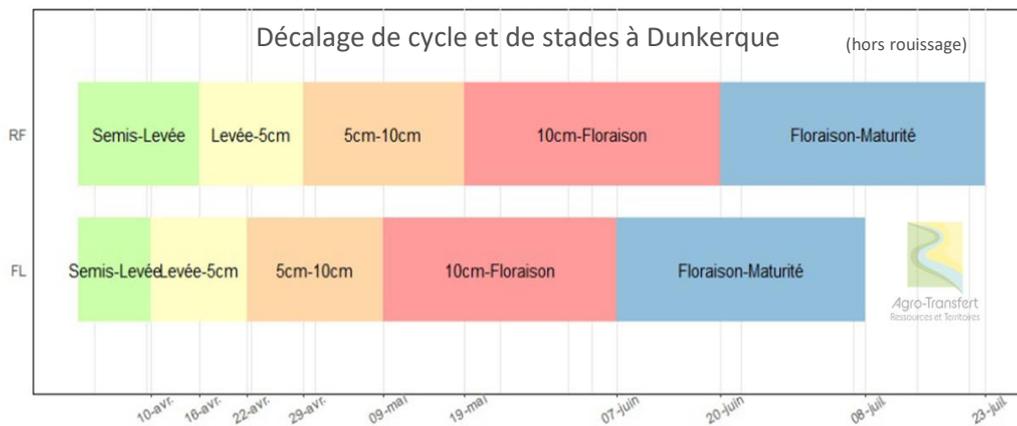
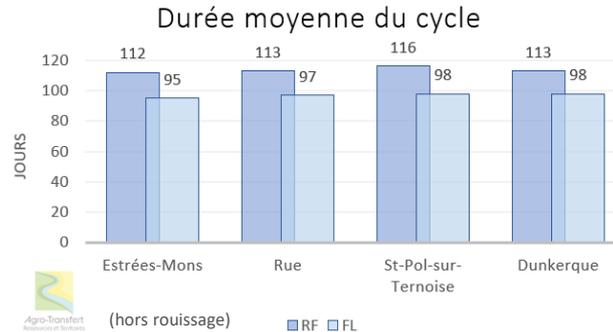


INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

1. DÉCALAGE DE CYCLE

Calcul du cycle de production sur la base des sommes de degrés jours du semis à l'arrachage (température de base de 5°C).

⚠ **Prise en compte du facteur thermique uniquement !**



- ❑ Décalage du cycle de production sous l'effet des températures: réduction de la durée du cycle de 16 jours en moyenne et avancée de la date d'arrachage.
- ❑ L'exemple de Dunkerque montre un raccourcissement de la durée de chaque stade et une avancée d'apparition des stades au cours de la saison.

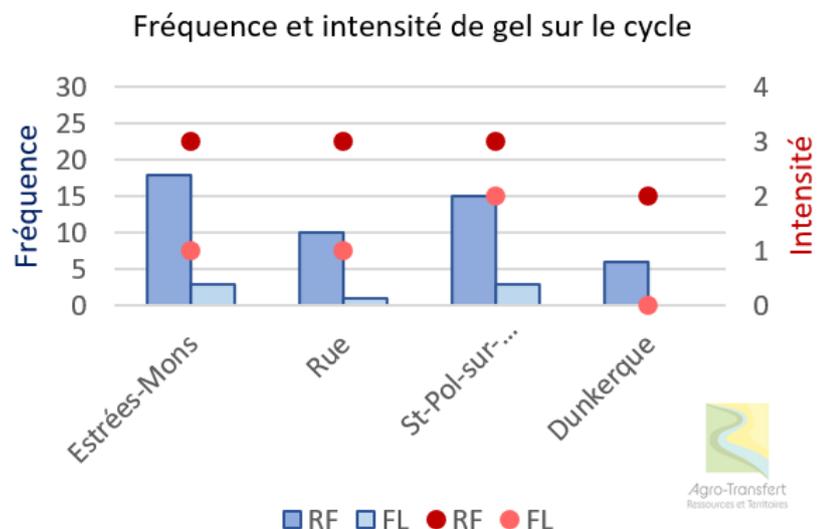
2. STRESS GÉLIF

Fréquence: nombre d'années où l'évènement se produit sur les 30 années de la période

Intensité: nombre moyen de jours de gel sur le cycle

Etude du gel à 0°C

Du semis au stade 5cm, le lin est sensible au gel, notamment aux gelées fortes $\leq -5^{\circ}\text{C}$ et aux gelées printanières tardives de fin mars/début avril.



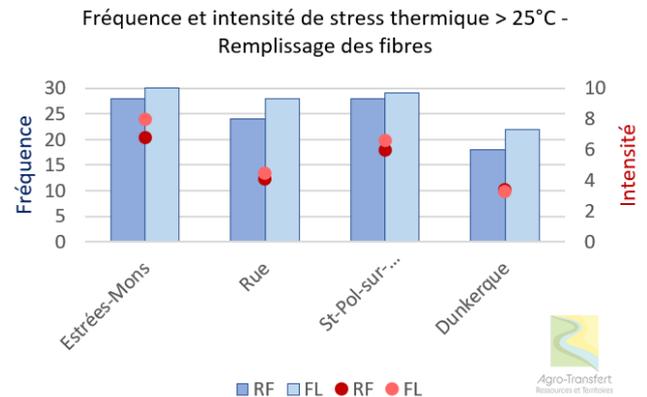
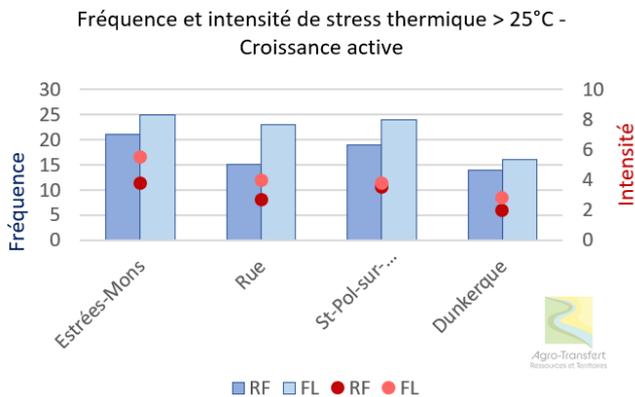
- ❑ Très forte réduction de l'incidence du gel sur le cycle du lin entre RF et FL pour les 4 sites.
- ❑ Réduction du nombre annuel de jours de gel de près de 2 jours avec en moyenne 1 jour de gel par an à l'horizon 2085.
- ❑ Forte réduction de la fréquence d'apparition de ce stress sur le cycle: 18 années/30 en RF à 3 années/30 en FL à Estrées-Mons, voire possibilité de disparition du risque à Dunkerque.



INDICATEURS AGRO – CLIMATIQUES

1. STRESS THERMIQUES PAR STADE

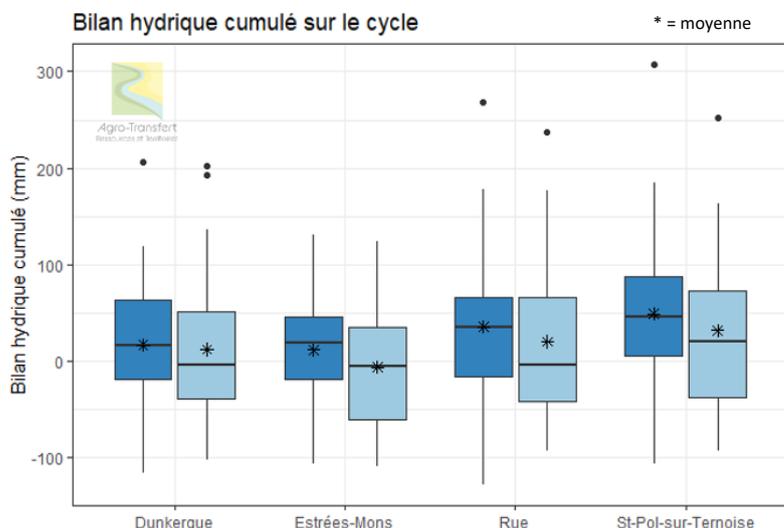
Les températures supérieures à 25°C en période de croissance et de remplissage des fibres ralentissent leur croissance et leur remplissage et pénalisent le rendement en fibres longues et leur qualité.



- Augmentation de la fréquence de stress thermique sur les deux stades entre RF et FL: +5 années en moyenne en croissance active et +3 années en moyenne en période de remplissage des fibres (déjà proche du maximum en RF sur les 3 premiers sites). Evolution peu marquée du nombre de jours annuels de stress : +1 jour en moyenne en croissance active et < +1 jour en moyenne pendant le remplissage.
- Augmentation du risque (fréquence + intensité) plus forte en période de croissance active qu'en période de remplissage: cela pourrait fortement pénaliser le rendement en fibres longues dans le futur.
- Disparité d'évolution selon les localités, surtout en période de croissance active: augmentation marquée de la fréquence et de l'intensité à Rue et Estrées-Mons en croissance active; évolution plus faible à Dunkerque. Pour la phase de remplissage: évolution notable de la fréquence à Rue et Dunkerque mais peu d'évolution de l'intensité pour les quatre zones.

2. BILAN HYDRIQUE CUMULÉ SUR LE CYCLE

Le stress hydrique se traduit par une diminution du bilan hydrique (ou de l'eau disponible) en dessous du seuil optimal pour la culture. Le lin est très sensible au manque d'eau et aux irrégularités de précipitations tout au long de son cycle. A défaut, cela affecte les processus de croissance et de remplissage des fibres.



Bilan hydrique (BH):

= Précipitations – ETM. L'ETM prend en compte l'ETP et les besoins en eau de culture selon son stade phénologique

A l'avenir, les nouveaux bassins de production actuels (centre de la région ex: Estrées-Mons) risquent d'être peu propices au lin en termes d'évolution climatique thermique et hydrique alors que le bassin de production historique (nord et façade maritime), sera plus épargné et pourrait rester favorable à cette culture.

- A Dunkerque, le BH moyen et la variabilité interannuelle évolue peu entre RF et FL contrairement aux 3 autres villes.
- Diminution du bilan hydrique moyen sur le cycle du lin entre RF et FL, baisse marquée à Estrées-Mons, Rue et St-Pol-sur-Ternoise avec -16 mm en moyenne contre -5 mm à Dunkerque.
- Augmentation de la variabilité interannuelle du bilan hydrique en FL à Estrées-Mons, Rue et St-Pol-sur-Ternois avec des BH plus négatifs que ceux observés en RF.

SOURCES

Mises à jour du livret en scannant le QR code



Agreste. (2020). *Panorama des productions végétales en Hauts-de-France.* Agreste.

Agreste. (2021). *LES PRAIRIES PERMANENTES EN 2017.* Amiens: DRAAF.

Avelin. C. (2018). *Les chiffres-clés de la filière fruits et légumes frais et transformés - France Agri Mer.*

Boinel. G. (2018). *La carotte, une culture représentative de la production légumière des Hauts-de-France.* Amiens - Agreste.

CTIFL. *Les petits pois.* <https://memento.ctifl.fr/fiche/legumes/petit-pois>

DRAAF. (2021). *Bilan de campagne - endive en 2020-2021.*

FranceAgriMer. (2021). *Chiffres-clés 2020/2021.* France Agri Mer.

Hauts-de-France. C. d. (2017). *Filière Fruits et Légumes.* Chambre d'Agriculture Hauts-de-France.

Hauts-de-France. C. d. (2017). *Filière Lin Textile.* Chambre d'Agriculture Hauts-de-France.

Hauts-de-France, R. (2021, 12 02). *L'endive, star méconnue des légumes régionaux.* <https://www.hautsdefrance.fr/endive-star-legumes-regionaux>

Idele. (2022). *Les chiffres clés des prairies et des parcours.* <https://idele.fr/climalait/>

Intercéreales. *Le maïs :* <https://www.intercereales.com/le-mais>

SEMAE. *DOSSIER ESPÈCES & UTILISATIONS :* <https://www.semae-pedagogie.org/sujet/mais-importance-economique/>

DRIAS <http://www.drias-climat.fr/>

Météo France. <https://meteofrance.fr/>

Portail CANARI. Climate ANalysis for Agricultural Recommendations and Impacts - <https://canari-france.fr/>

Livré réalisé dans le cadre du projet Clim'EauFil, de Rés'Eau et du PRDAR



Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

