



## Face au Changement Climatique : Construire l'Agriculture de Solutions

### Positiver le lien entre agriculture et climat.

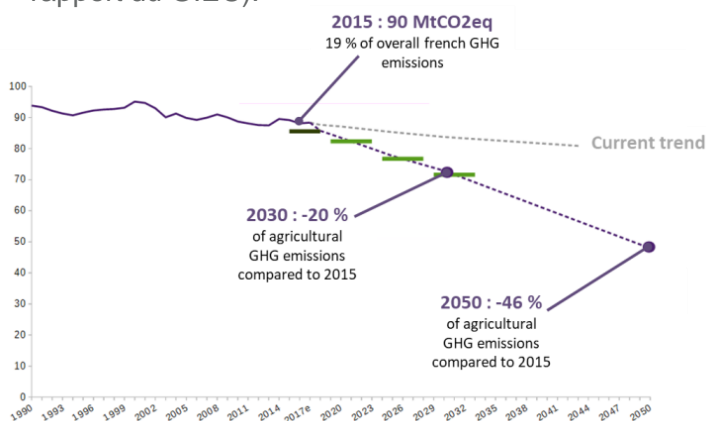
Il est avéré que l'accélération de l'augmentation des températures est due aux émissions de gaz à effet de serre (GES) générées par les activités humaines (agriculture, bâtiments, déchets, production d'énergie, industrie, transports). L'agriculture a réellement une posture singulière car elle est à la fois victime, coupable et contributrice de solutions. En effet, le « secteur des terres » peut jouer un rôle majeur et pourrait contribuer de 20 à 60% au potentiel d'atténuation des émissions de GES d'ici 2030 grâce au rôle de l'agriculture et de la forêt en tant que pompe à carbone, permettant de **stocker le carbone** et de **compenser les émissions des autres secteurs**, par la production de matériaux et d'énergies renouvelables et par une évolution des modes de production (source 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC).

Pour lutter efficacement contre le réchauffement climatique, l'agriculture doit s'engager dans une réflexion globale et systémique pour, à terme, réduire les émissions de gaz à effet de serre. Des solutions existent, notamment, le recours préférentiel à l'azote organique et au développement des légumineuses, au développement de l'agroforesterie. Les arbres et les haies assureront la protection et l'enrichissement en carbone des sols, la réduction du risque de stress hydrique, des abris naturels aux animaux d'élevage.

Le rôle de l'agriculture et de la forêt dans la lutte contre le changement climatique est reconnu depuis **la COP21 organisée en 2015**. Elle est inscrite dans les accords de Paris, et a donné une réelle légitimité à l'initiative « 4 pour 1000 » au travers de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC).

La SNBC s'appuie sur un scénario prospectif d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050, sans faire de paris technologiques. Celui-ci permet de définir un chemin crédible de la transition vers cet objectif, d'identifier les verrous technologiques et d'anticiper les besoins en innovation.

Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français pour le secteur agricole entre 1990 et 2050 (en MtCO<sub>2</sub>eq). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)



Les effets du changement climatique se font ressentir depuis plusieurs années. L'agriculture y est particulièrement sensible. Pour rester compétitives les exploitations doivent relever le défi de l'adaptation et de l'atténuation.

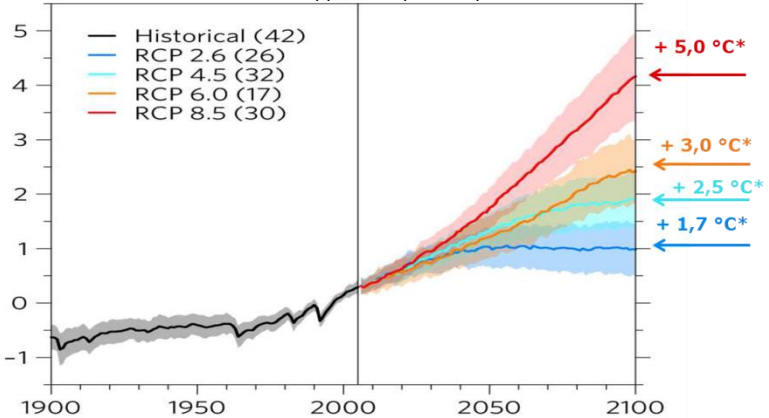
Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) envisage quatre futurs possibles selon des évolutions de contexte socio-économique, des efforts de réduction des GES dans le temps par secteur et par pays et du rôle des différents leviers de changement : politique, technologie, comportemental. Chaque scénario correspond à une concentration atmosphérique en gaz à effet de serre à l'horizon 2100. L'impact de cet effet de serre sur le climat est calculé à l'aide du forçage radiatif (c'est-à-dire la modification du bilan radiatif de la planète). Le bilan radiatif représente la différence entre le rayonnement solaire reçu et le rayonnement infrarouge réémis par la planète.

**Plus cette valeur est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.**

Evolution de la température moyenne mondiale de 1900 à 2100

(écart à la moyenne 1971-2000). Source : GIEC, 2013.

\* Par rapport à la période pré-industrielle



Les scénarios sont ainsi dénommés en fonction des différents forçages:

- RCP 8.5 «pas de changements» - Les émissions continuent d'augmenter à la vitesse actuelle.
- RCP 6.0 «quelques atténuations» - Les émissions augmentent jusqu'en 2080 puis diminuent.
- RCP 4.5 «fortes atténuations» - Les émissions se stabilisent à la moitié du niveau actuel en 2080.
- RCP 2.6« très fortes atténuations » - Les émissions sont divisées par 2 en 2050.



- L'adaptation : « je me sauve moi-même et j'évite l'ingérable »  
 - L'atténuation : « je sauve mes enfants et je gère l'inévitable »



## Projections Climatiques – Qu'est-ce que c'est ?

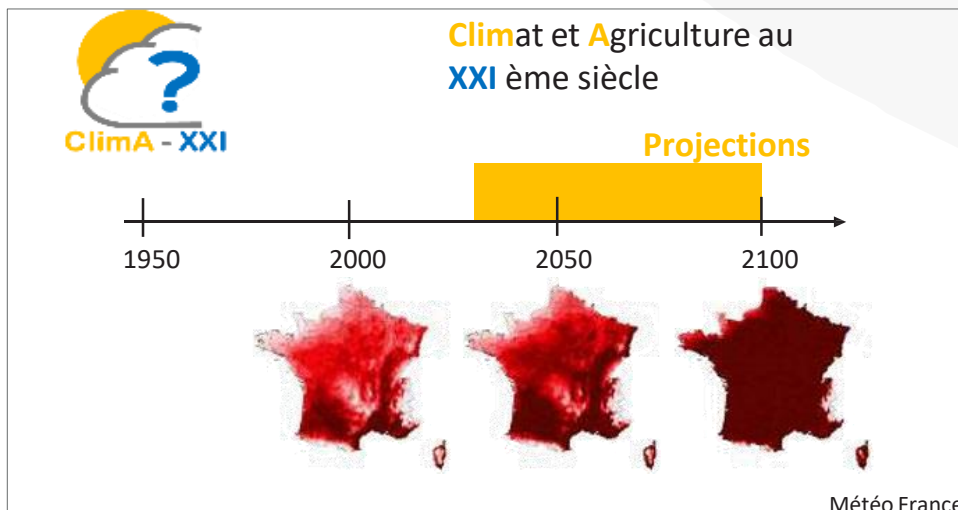
L'outil ClimA XXI vise à produire des éléments chiffrés et d'analyse afin de prendre la mesure du sujet et permettre à l'agriculture de percevoir l'influence du réchauffement climatique sur ses pratiques. Il permet de partager la vision des constats, l'impact des menaces et les solutions possibles.

Les projections climatiques sont réalisées par les climatologues, et utilisées notamment dans les travaux du GIEC. Elles permettent de décrire les évolutions climatiques à venir, pour différentes hypothèses d'émissions de gaz à effet de serre.

Plusieurs localisations sont analysées, ainsi que plusieurs filières sur un même département. L'étude simule l'évolution d'indicateurs climatiques (descripteurs climatiques comme le cumul des précipitations journalières) ou d'indicateurs agro-climatiques (descripteurs en lien avec l'agriculture comme la date de mise à l'herbe).

Les indicateurs sont calculés à partir de projections climatiques fournies par le portail « DRIAS – les futurs du climat » développé par Météo-France. Un seul modèle climatologique et un seul scénario d'émissions de gaz à effet de serre sont utilisés pour ces études,

- Les comparaisons portent sur 3 périodes de **30 ans, représentant des horizons de temps différents** :
- - Les années **1990** (1976-2005) : **période de référence**
- - Les années **2030** (2021-2050) : **futur proche**
- - Les années **2080** (2071-2100) : **futur lointain**

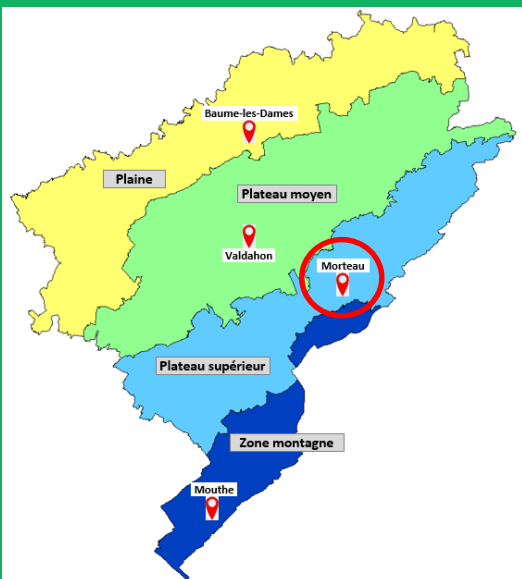


Il s'agit de données modélisées (passées comme futures). **Ce ne sont pas des prévisions, mais des projections !**

ClimA XXI est un outil éprouvé depuis plusieurs années sur le territoire français.



# Territoire Etudié : Plateau supérieur Commune de Morteau



Morteau (750 m) est situé dans la zone du plateau supérieur du département du Doubs.

Les terres agricoles s'échelonnent entre 700 et 1000 m d'altitude. La surface agricole utile de cette zone est de 75 000 ha. Les prairies permanentes occupent la quasi-totalité des surfaces agricoles de cette région. Les surfaces en herbe produisent le fourrage valorisé sous forme de pâturage ou de foin. Ce fourrage est destiné à l'alimentation du cheptel bovin produisant du lait sous label de qualité (AOP Comté, Morbier et Mont d'Or).



Quelques soient les projections, les sources et données sont identiques

- Source : DRIAS/CNRM 2020

- Nature : PROJECTIONS CLIMATIQUES - MODELE ALADIN - SCENARIO RCP8.5

- Horizons temporels analysés : référence 1976-2005, Futur proche 2021-2050, Futur lointain 2071-2100



## Indicateurs Climatiques et Agroclimatiques

### Liste des indicateurs étudiés :

#### Généraux

- Températures moyennes annuelles (°C)
- Températures moyennes mensuelles (°C)
- Nombre de jours de gel/an
- Cumuls mensuels des précipitations (mm)
- Pluies efficaces du 01/01 au 31/12 (mm)

#### Prairies

- Nombre de jours chauds où la température maximale est supérieure ou égale à 27°C du 01/05 au 31/10
- Nombre de jours par an où la température maximale est supérieure ou égale à 35°C du 01/05 au 30/09
- Date de franchissement des 200 °J base 0° - initialisé au 01/01 et écrêté à 18 °C
- Date de franchissement des 300 °J base 0° - initialisé au 01/02 et écrêté à 18°C
- Date de franchissement des 800 °J base 0° - initialisé au 01/02

#### Santé du bétail

- Nombre de jours de stress thermique des animaux (THI)

#### Blé

- Nombre de jours où la température minimale est inférieure ou égale à - 4°C par décade du 01/02 au 30/04
- Nombre de jours chauds où la température maximale est supérieure ou égale à 25°C du 01/04 au 30/06



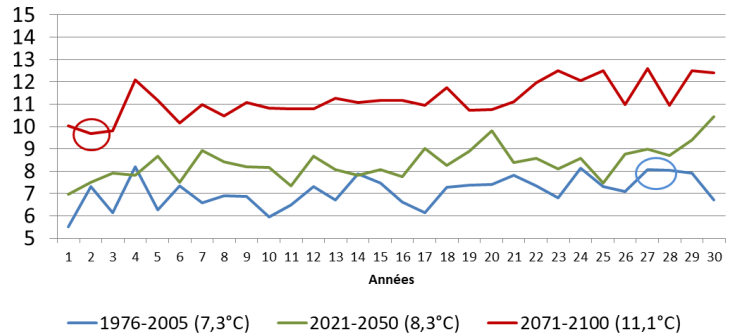


## Températures moyennes annuelles (°C)

En valeurs médianes, nous constatons une augmentation moyenne d'environ 1 °C dans les années 2030 et de 3,8 °C dans les années 2080 par rapport à la période de référence (années 1980).

Une année considérée comme chaude, **8°C**, durant les années 1980, est plus fraîche qu'une année considérée comme froide, **9,7 °C**, durant les années 2080.

Températures moyennes annuelles en °C



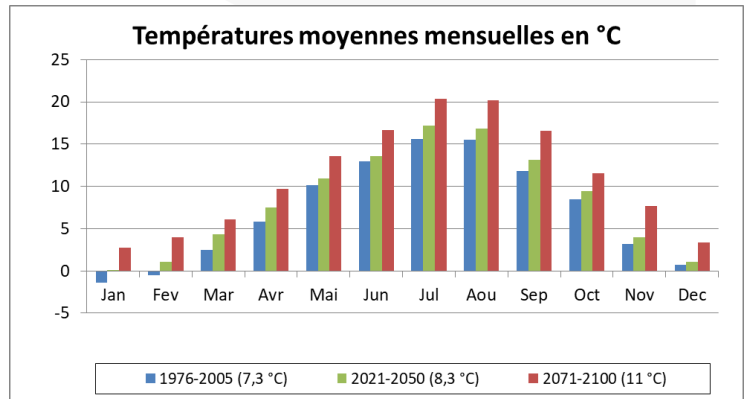
## Températures moyennes mensuelles (°C)

Comme dans le reste de la région, à Morteau, l'accroissement des températures moyennes mensuelles au cours du XXIème siècle s'observe toute l'année.

Au milieu du XXIème siècle, l'accroissement de température par rapport à la fin du XXème siècle est le plus marqué en début et milieu d'année (+1,3 à 1,9°C par mois en valeurs médianes).

A la fin du XXIème siècle, l'accroissement de température par rapport à la fin du XXème siècle atteint généralement 3,5 à 4,7°C selon les mois, sauf pour les mois d'octobre et de décembre où la hausse des températures est plus limitée (+3,1 et +2,6°C respectivement).

Températures moyennes mensuelles en °C



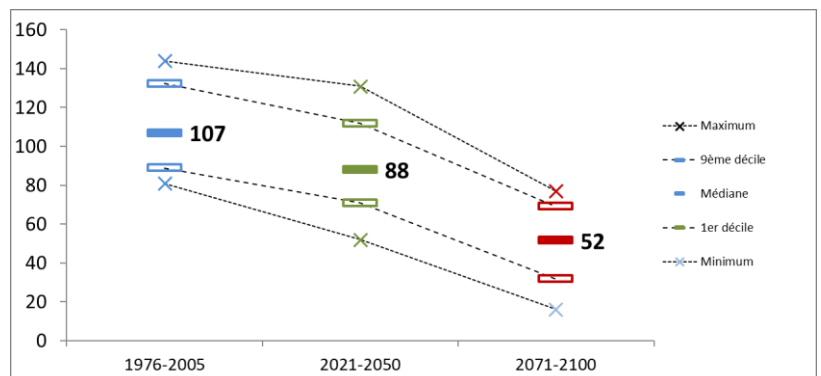
Augmentation des températures mensuelles dans le futur proche et le futur lointain par rapport à la référence historique

Période	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1976-2005 (7,3°C)	-1,4	-0,5	2,5	5,8	10,1	13,0	15,6	15,5	11,9	8,5	3,2	0,7
2021-2050 (8,3°C)	1,4	1,5	1,9	1,7	0,8	0,6	1,6	1,4	1,3	1,0	0,8	0,3
2071-2100 (11°C)	4,1	4,5	3,7	3,9	3,5	3,7	4,8	4,7	4,7	3,1	4,5	2,6

## Nombre de jours de gel/an

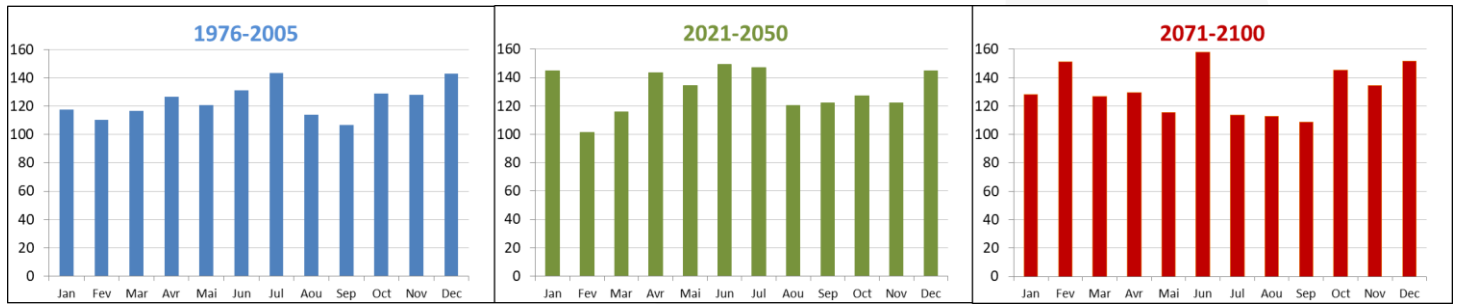
Nous constatons une nette diminution du nombre de jours de gel par an pour tous les critères statistiques étudiés. La variabilité interannuelle du nombre de jours de gel évolue peu dans le futur.

Dans les années 1980, nous dénombrons au cours de l'hiver le plus doux **81 jours** de gel par an (minimum sur 30 ans). Dans les années 2080, ce nombre de jours de gel ne se produira qu'une année sur 30 (77 jours de gel par an au cours de l'hiver le plus rigoureux sur 30 ans) !





## Cumul mensuel des pluies (mm) - médianes trentenaires



A Morteau, la répartition mensuelle des pluies (médianes) évolue au milieu du XXIème siècle, et cette évolution se poursuit à la fin du XXIème siècle.

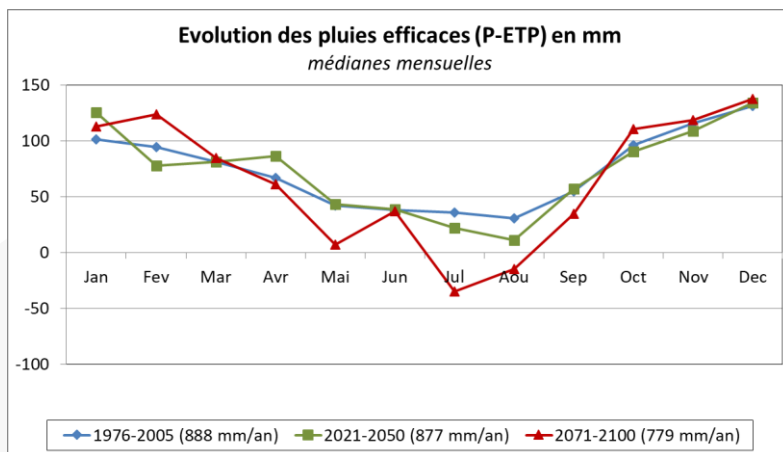
Au milieu du XXIème siècle (par rapport à la fin du XXème siècle), on constate :

- x une augmentation de la pluviométrie médiane annuelle de 1485 à 1572 mm,
- x la hausse des précipitations est plus marquée en janvier, d'avril à juin et en septembre (+ 13 à 27 mm par mois),
- x il y a une légère diminution des précipitations médianes en février et en novembre (quelques mm par mois).

A la fin du XXIème siècle (par rapport à la fin du XXème siècle), on constate :

- x Une augmentation des précipitations médianes annuelles de 1485 mm à 1575 mm à la fin du XXIème siècle,
- x la hausse des précipitations est plus visible pour les mois de février, juin et octobre (respectivement +41, 27 et 17 mm par mois),
- x on observe une diminution des précipitations au cours de mois de mai et juillet (-6 à -29 mm par mois).

## Pluies efficaces mensuelles du 01/01 au 31/12 (mm)



**Définition:** Après un épisode pluvieux, une partie de l'eau tombée au sol retourne dans l'atmosphère par évapotranspiration (phénomène cumulant l'évaporation de l'eau et la transpiration des plantes) : elle ne bénéficie donc pas aux nappes souterraines et aux milieux aquatiques de surface. L'autre partie ruisselle - potentiellement vers les milieux - et s'infiltré dans le sol - et recharge potentiellement les nappes : elle constitue la pluie efficace.

Comparé à la période de référence, les données observées pour la 1<sup>ère</sup> moitié du XXIème siècle y semblent assez proches. A l'inverse, nous observons une baisse significative des pluies efficaces à la fin du XXIème siècle. La période de mai à août sera plus impactée par cette baisse, -152 mm sur cette période de 4 mois en médiane par rapport aux années 1980. Une année sur 2 l'évapotranspiration sera plus élevée que les précipitations au cours des mois de juillet et d'août.

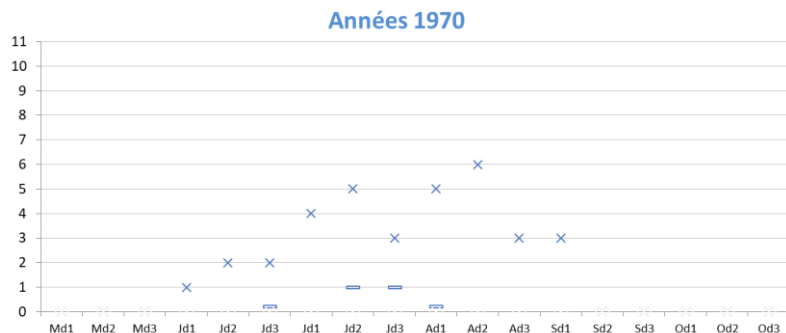
- Cette baisse sera la conséquence d'un assèchement des sols plus important, ce qui impactera négativement les prairies, surtout en sols séchant et superficiels.



## Quel avenir pour les prairies?

### Ralentissement de la pousse de l'herbe et début du stress thermique :

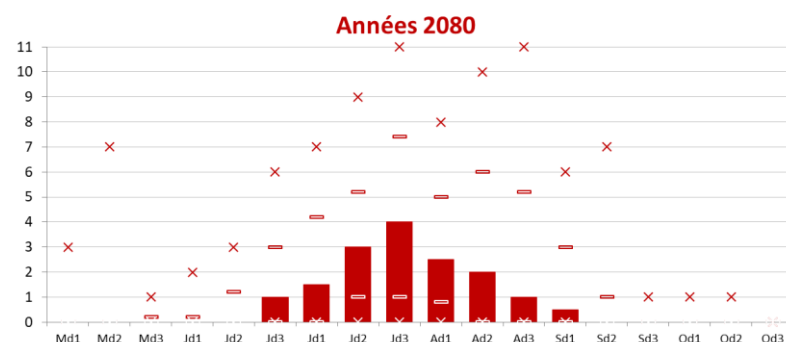
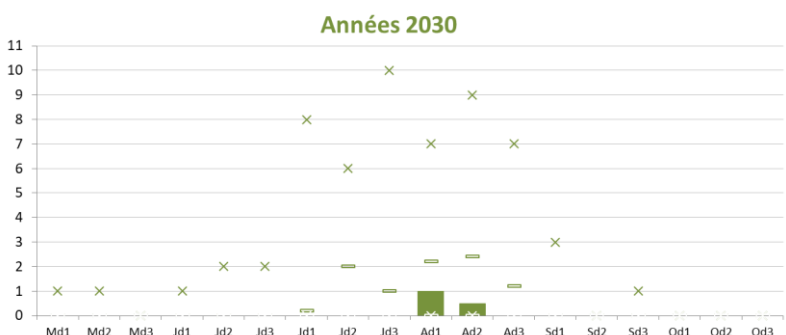
Nombre de jours chauds par décade où la température maximale est supérieure ou égale à 27°C du 01/05 au 31/10 :



- A l'avenir, le nombre de jours où la température sera supérieure à 27°C va augmenter. Par conséquent, la pousse de l'herbe sera ralentie.

- Comparée à la période de référence, la première moitié du XXIème siècle, verra apparaître plus fréquemment des années chaudes avec des températures supérieures à 27°C dès le mois de mai (1 année sur 30) et plus régulièrement au cours des deuxième et troisième décades d'août. Cette température sera synonyme d'un ralentissement plus fréquent de la pousse de l'herbe en juillet et en août.

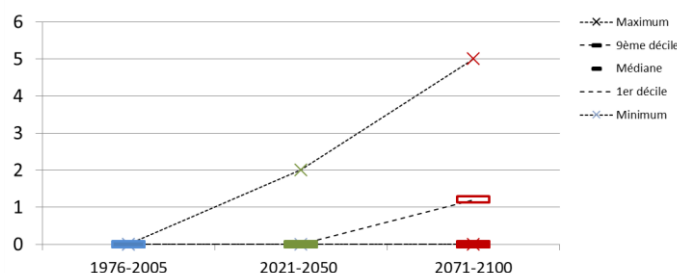
- Par rapport à la période de référence, on observe d'ici la fin du XXIème siècle, une pousse de l'herbe ralentie sur un pas de temps plus long, et ce, de manière régulière. De fait, une période de ralentissement de la pousse de l'herbe sera possible de mi-juin à fin août. Il y aura une année sur deux 16 jours à plus de 27°C à la fin du siècle. Les valeurs les plus élevées qui arrivaient seulement 1 année sur 10 dans le passé, deviendront la norme d'ici la fin du XXIème siècle.



#### Autres remarques:

Les jours atteignant une température supérieur ou égale à 35°C correspondent à l'arrêt de la pousse de l'herbe. Ce nombre ne va pas sensiblement bouger d'ici le milieu du XXIème siècle et même la fin du siècle. Par rapport à la période de référence où cette température n'était jamais atteinte en 30 ans, elle sera franchie deux jours par an 1 année sur 30 au cours du milieu du XXIème siècle et un jour par an 1 année sur 10 à la fin du XXIème siècle. L'arrêt de la pousse de l'herbe apparaîtra uniquement sur la période estivale.

Nombre de jours par an où Tmax >= 35°C du 01/05 au 30/09





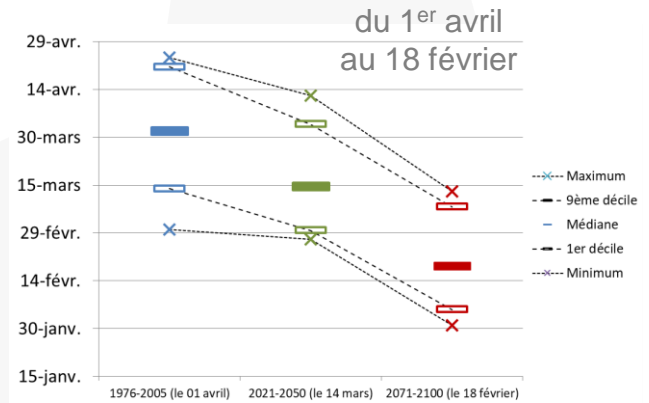
## Quel avenir pour les prairies ?

### Démarrage de la végétation (date d'épandage des engrais organiques et minéraux) : date de franchissement obtenue à 200 °J (base 0° - initialisé au 01/01 et écrété à 18°C)

Nous constatons un avancement marqué de la date de franchissement des 200°C, qui correspond à la date de démarrage de la végétation en sortie hiver.

De fait, il y a environ 17 jours de différence entre la période de référence et le milieu du XXIème siècle. Cet avancement est d'autant plus important d'ici la fin du XXIème siècle avec 41 jours d'avance comparé aux années de référence.

Le franchissement précoce des 200°C jours pourrait aussi être synonyme d'un avancement des épandages d'engrais organiques et minéraux. En effet, cette date est le seuil de valorisation pour apporter l'engrais azoté. Cependant, l'avancement des épandages en sortie d'hiver ne sera pas toujours compatible avec les conditions de portance des sols en raison de l'augmentation de la pluviométrie attendue au cours et en sortie d'hiver.

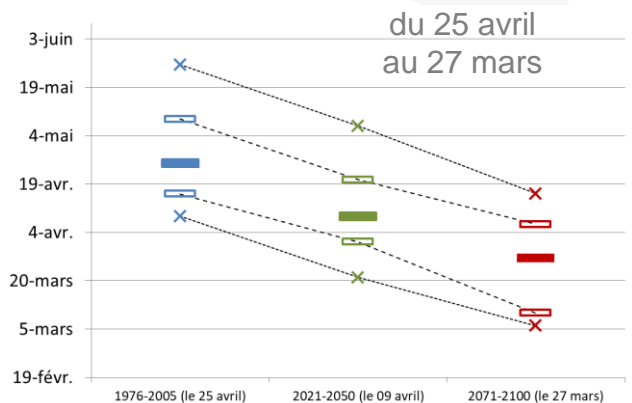


### Avancement de la date de mise à l'herbe :

#### date de franchissement des 300°J (base 0° - initialisé au 01/02 et écrété à 18°C)

Nous constatons un avancement marqué de la date de franchissement des 300°C, qui correspond à la date de mise à l'herbe. De fait, il y a environ 14 jours de différence entre la période de référence et le milieu du XXIème siècle. Cet avancement est d'autant plus important d'ici la fin du XXIème siècle avec 29 jours d'avance comparé aux années de référence.

Un avancement de la date de franchissement des 300°C jours devraient être synonyme d'un avancement de la date de la mise à l'herbe. Ceci permettrait de compenser le manque d'herbe prévu durant les étés futurs. Néanmoins, la mise en pratique de cette dernière risque de faire face au même problème cité ci-dessus : la portance des sols en sortie hiver.

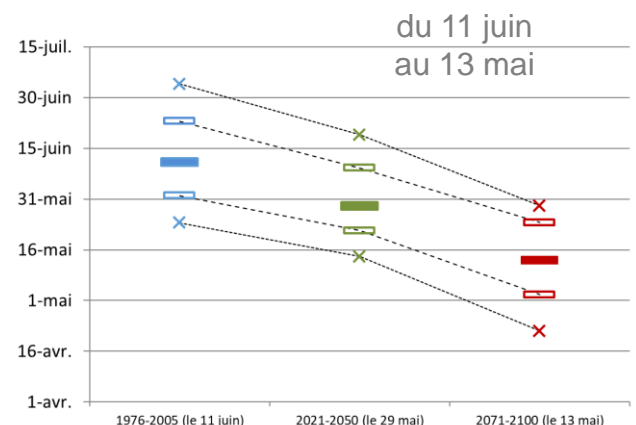


### Avancement de la date de fauche des prairies :

#### date de franchissement des 800 °J (base 0° - initialisé au 01/02 et écrété à 18°C)

Nous constatons un avancement marqué de la date de franchissement des 800°C, qui correspond à la date de fauche des prairies (foin précoce). De fait, il y a environ 13 jours de différence entre la période de référence et le milieu du XXIème siècle. Cet avancement est d'autant plus important d'ici la fin du XXIème siècle avec 29 jours d'avance comparé aux années de référence.

Le franchissement précoce des 800°C jours pourrait aussi être synonyme d'un avancement de la date de fauches des prairies. Ceci pourrait permettre de compenser le manque de fourrage à prévoir durant les étés. Il faudra aussi sûrement compléter cette pratique avec des fauches de regain qui arriveront plus tardivement dans l'année vers le mois d'octobre au retour des conditions climatiques plus propices à la pousse de l'herbe, sous réserve d'humidité à cette période de l'année. Se pose alors la question de la valorisation de cette herbe (conditions de pâturage, outils de séchage,...).



## Quel avenir pour le bétail?

### Stress thermique des animaux :

*Evolution projetée des classes de THI (Temperature Humidity Index) en nombre de jours par an (médiane) – THI calculé à partir de la température et de l'humidité:*

La thermorégulation des bovins est nécessaire dès 15 °C (source INRA 2018) et le stress thermique démarre à 22°C quand il y a 50 % d'humidité. En stress thermique, les vaches boivent plus, mangent moins, ruminent moins.

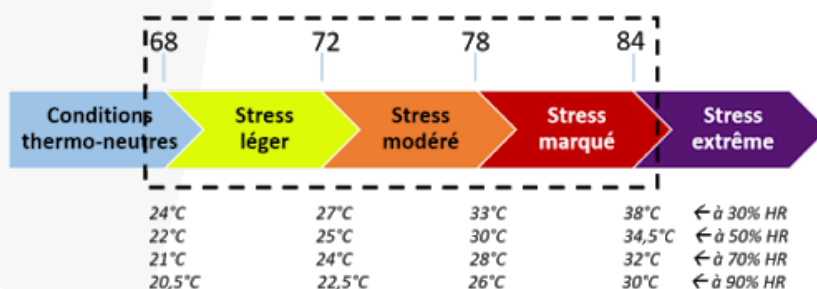
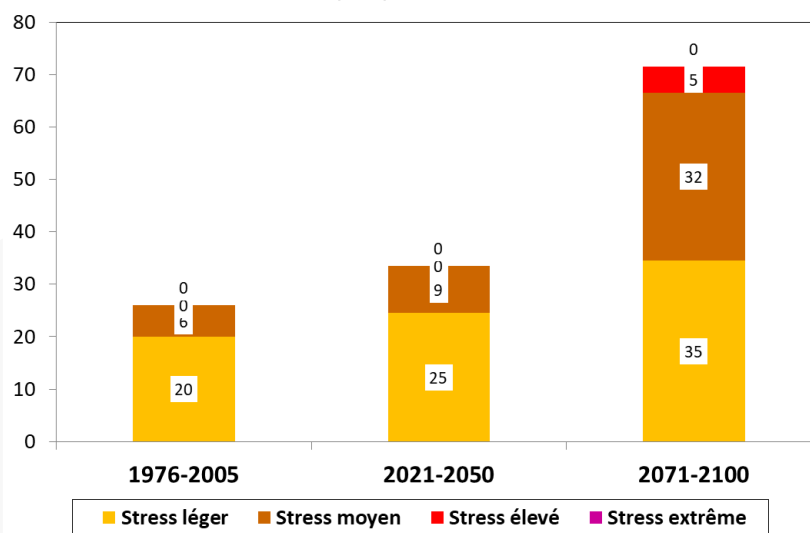
A l'avenir, avec l'augmentation des températures, pour un certain niveau d'humidité, le stress des bovins va augmenter. Nous observons un doublement des périodes de stress chez les bovins au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle, avec notamment une augmentation de la catégorie de « stress moyen ». A la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle, le nombre de jours de stress thermique aura presque triplé, passant de 26 à 72 jours, avec une augmentation considérable du nombre de jours de stress modéré (passant de 6 à 32 jours) et l'apparition du stress élevé (5 jours par an une année sur 2).

L'accroissement du stress thermique dans le futur aura des conséquences non négligeables sur la santé des bovins (voire leur survie) ainsi que leur production. C'est pourquoi, les pratiques actuelles de la gestion du pâturage doivent être adaptées.

- Sur le court terme, des leviers peuvent être mis en place : l'augmentation des zones d'ombrages (abris, haies, bosquets, etc...) et des points d'eau, l'avancement de la mise à l'herbe, le choix des espèces prairiales adaptées,...

- Sur le moyen terme, en plus des leviers cités ci-dessus, la réalisation du pâturage sera compromise en été, avec un mode de conduite du troupeau proche de celui pratiqué en hiver : conduite du troupeau à l'abri (en bâtiment avec installation de confort thermique : ventilation, aération) pour les périodes les plus sensibles, retour au pâturage à l'automne, ration sèche nécessitant un stock fourrager plus important ou d'envisager une baisse du cheptel.

**Evolution des classes de THI en nbre de jours par an**  
(médiane par période de 30 ans)





# Indicateurs Agro Climatiques croisés

## Morteau:

légende: référence 1976-2005 - 2021-2050 (RCP 8.5) - 2071-2100 (RCP 8.5)



7,3 °C en moyenne par an

8,3 °C en moyenne par an

11,1 °C en moyenne par an

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
7,3 °C en moyenne par an	-1,4 °C	-0,5 °C	2,5 °C	5,8 °C	10,1 °C	13 °C	15,6 °C	15,5 °C	11,9 °C	8,5 °C	3,2 °C	0,7 °C
8,3 °C en moyenne par an	+ 1,4°C	+ 1,5°C	+ 1,9°C	+ 1,7°C	+ 0,8°C	+ 0,6°C	+ 1,6°C	+ 1,4°C	+ 1,3°C	+ 1°C	+ 0,8°C	+ 0,3°C
11,1 °C en moyenne par an	+ 4,1°C	+ 4,5°C	+ 3,7°C	+ 3,9°C	+ 3,5°C	+ 3,7°C	+ 4,8°C	+ 4,7°C	+ 4,7°C	+ 3,1°C	+ 4,5°C	+ 2,6°C

Nbre jours >27°C 01/05 au 31/10

	0	2	16
	jours à plus de 27°C		
	médiane mensuelle du 01/05 au 31/10		



1542 mm de pluie par an

1658 mm de pluie par an

1669 mm de pluie par an

1542 mm de pluie par an	344 mm	871 mm	271 mm
1658 mm de pluie par an	+ 18 mm	+ 72 mm	-4 mm
1669 mm de pluie par an	+ 62 mm	+ 12 mm	+ 16 mm

STADES

200°C

300°C

800°C

REPERES



HERBE

01-avr

25-avr

11-juin

14-mars

09-avr

29-mai

18-févr

27-mars

13-mai

## Quel avenir pour les prairies fauchées et pâturées ?

En général, l'évolution du climat aboutira à une nette avancée du calendrier phénologique de la prairie. De fait, la pousse de l'herbe démarrera plus tôt en sortie hiver. Cependant, la hausse des températures et la baisse des pluies efficaces principalement durant l'été, provoqueront un ralentissement et de l'arrêt de la pousse estivale pour le futur lointain. Cette pousse reprendra vers l'automne sous réserve d'une pluviométrie suffisante. La période des semis des prairies temporaires sera retardée ou reportée au printemps suivant. Cet avancement de la pousse de l'herbe et la reprise tardive permettront en partie de compenser les pertes estivales. Il faudra aussi adapter le type d'espèces prairiales à l'avancement de la pousse de l'herbe et aux nouvelles conditions climatiques. Par ailleurs, l'avancement du calendrier phénologique des prairies pourraient aussi être synonyme d'un avancement des épandages d'engrais organiques et minéraux, mais tout dépendra de la portance des sols sortie hiver.

- Pour les fauches: il sera important de former des stocks de fourrages pour pouvoir être autosuffisant l'été et même revoir à la baisse son nombre d'UGB sur l'exploitation (amélioration des performances de production pour un nombre réduit d'animaux, réduire les génisses d'élevages destinées à la vente, augmentation de la surface fourragères, réduire les animaux improductifs...). L'avancement des dates de fauches sera nécessaire tant pour la quantité que la qualité des fourrages; avec un arrêt total de la pousse de l'herbe fréquent en été et une seconde fauche possible à l'automne s'il pleut suffisamment. Les journées plus courtes et la rosée en début et en fin de saison rendent cependant le séchage au sol plus difficile, pouvant nécessiter des outils spécifiques.

-Pour la gestion du pâturage

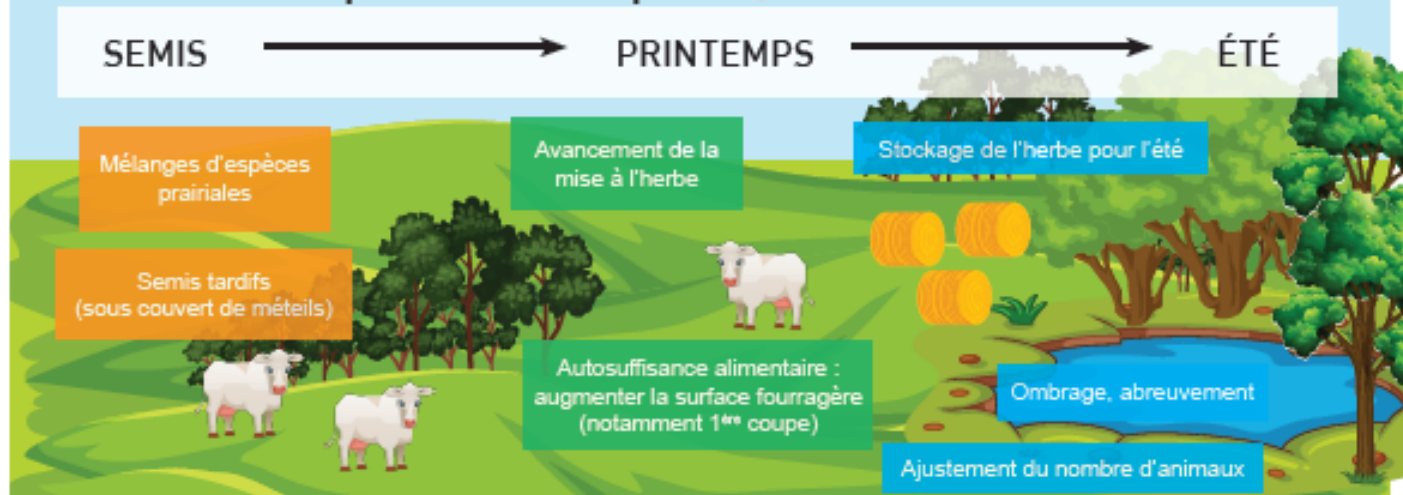
- pour le futur proche, des adaptations de pratiques seront à développer pour profiter au maximum des conditions de pousses et assurer la santé du bétail : augmenter les zones d'ombrage et des points d'eau, avancement de la mise à l'herbe (si possible);

- pour le futur lointain la gestion estivale risque d'être repensée avec des animaux au bâtiment pour éviter le stress du bétail et une adaptation en conséquence des capacités de stockage ou de l'approvisionnement en fourrages (dont les prix augmenteront avec leur raréfaction). Pour optimiser l'utilisation des pâtures, il sera aussi nécessaire d'avancer la date de sortie au pâturage et de valoriser les pousses d'automne; ces leviers d'actions permettront de compenser les périodes d'improductivité estivales (en bâtiment) et d'atténuer les effets du réchauffement climatique. Il est cependant important de noter que l'avancement de la mise au pâturage risque d'entrer en conflit avec des problèmes de portance des sols sortie hiver où le cumul des pluies sera plus important.

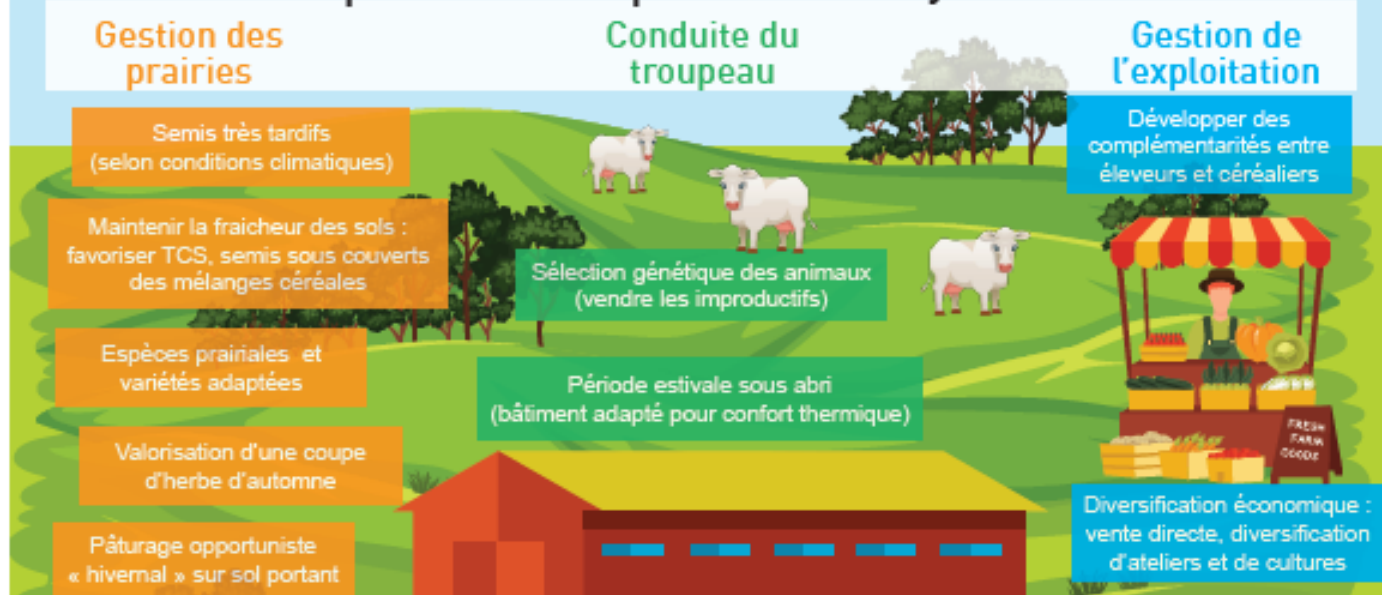


# Quel avenir pour les prairies ?

## PRAIRIES : pistes d'adaptation à court terme



## PRAIRIES : pistes d'adaptation à moyen terme



## PRAIRIES : pistes d'atténuation

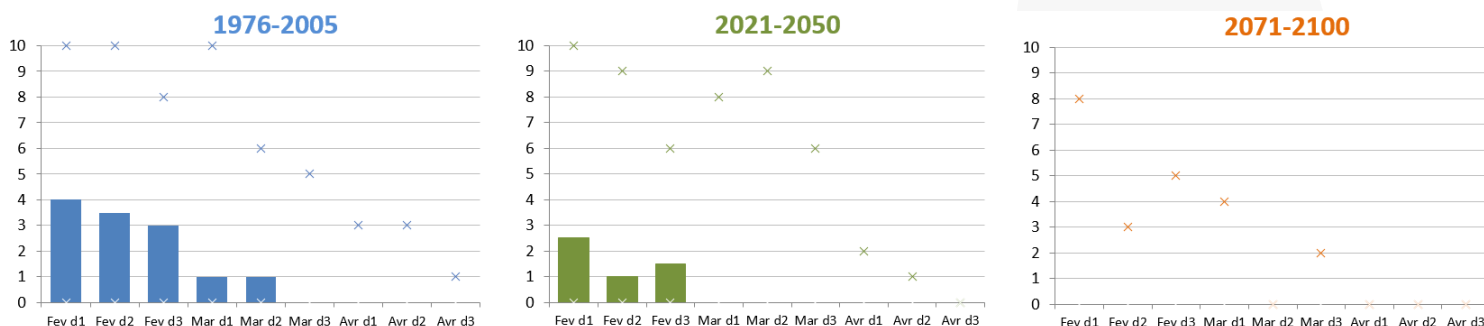




## Quel avenir pour le Blé?

### Risque de gel sur blé:

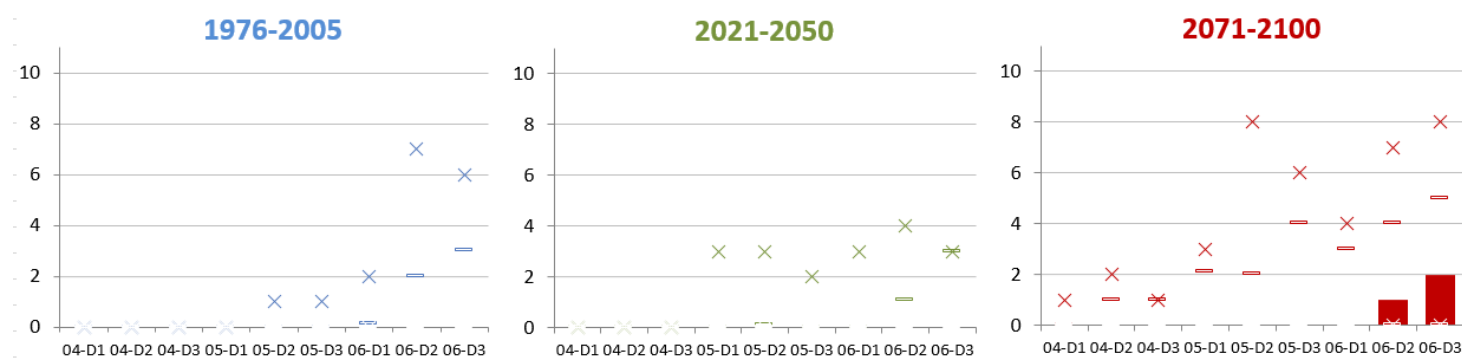
Nombre de jours où la température minimale est inférieure ou égale à  $-4^{\circ}\text{C}$  par décade du 01/02 au 30/04



Comparé à la fin du XXème siècle, le nombre de jours de gel inférieur à  $-4^{\circ}\text{C}$  va progressivement diminuer d'ici le milieu du XXIème siècle et pratiquement disparaître d'ici la fin du XXIème siècle. La culture des céréales deviendra plus facilement envisageable sur les seconds plateaux du massif du Jura mais avec l'avancée des stades phénologiques du blé en sortie d'hiver et en raison de la présence de températures inférieures à  $-4^{\circ}\text{C}$  une année sur deux au cours du milieu du XXIème siècle, le risque de gel tardif en sortie d'hiver ne devrait pas diminuer, en particulier au cours du mois de février (risque avéré 1 année sur 2). Cet indicateur va néanmoins se réduire de manière drastique d'ici la fin du XXIème siècle, avec un absence presque totale de jours de gel à  $-4^{\circ}\text{C}$  dès le mois de février.

La réduction du nombre de jours de gel au printemps pourrait réduire les risques de gels d'épi sur blé (sauf si le stade de ce dernier est avancé avec l'augmentation des températures, sans adaptation technique).

### Problème de remplissage des grains de blé : nombre de jours chauds où la température maximale est supérieure ou égale à $25^{\circ}\text{C}$ par décade du 01/04 au 30/06



A l'avenir, le nombre de jours chauds à plus de  $25^{\circ}\text{C}$  va augmenter durant l'été.

Comparé à la fin du XXème siècle, au milieu de XXIème siècle, le nombre de jours va légèrement augmenter.

Ce chiffre va significativement augmenter d'ici la fin du XXIème siècle, en particulier sur le mois de juin avec l'apparition de jours échaudant 1 année sur 2. Ceci va s'accompagner d'une apparition de jours chauds sur les mois de mai.

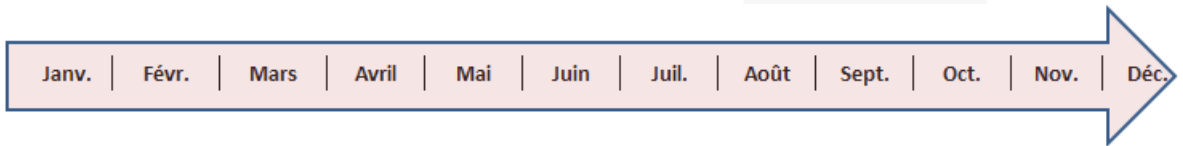
Ces phénomènes auront un impact non négligeable sur le bon développement du blé. De ce fait, une augmentation des températures supérieures à  $25^{\circ}\text{C}$  accroît le risque d'échaudage (problème de remplissage des grains), ce qui impacte négativement les rendements de manière significative.





## Quel avenir pour le Blé?

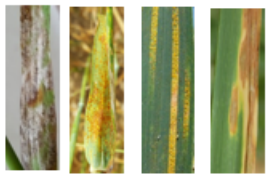
**Morteau**



	<b>Pluviométrie mensuelle</b>	1976-2005	117 mm	127 mm	121 mm	131 mm	143 mm	114 mm	107 mm	129 mm	128 mm
		2021-2050	-1 mm	+ 17 mm	+ 13 mm	+ 18 mm	+ 4 mm	+ 6 mm	+ 15 mm	-2 mm	-5 mm
		2071-2100	+ 10 mm	+ 3 mm	-6 mm	+ 27 mm	-29 mm	-1 mm	+ 2 mm	+ 17 mm	+ 7 mm

	<b>Température moyenne mensuelle</b>	1976-2005	2,5 °C	5,8 °C	10,1 °C	13 °C	15,6 °C	15,5 °C	11,9 °C	8,5 °C	3,2 °C
		2021-2050	+ 1,9 °C	+ 1,7 °C	+ 0,8 °C	+ 0,6 °C	+ 1,6 °C	+ 1,4 °C	+ 1,3 °C	+ 1 °C	+ 0,8 °C
		2071-2100	+ 3,7 °C	+ 3,9 °C	+ 3,5 °C	+ 3,7 °C	+ 4,8 °C	+ 4,7 °C	+ 4,7 °C	+ 3,1 °C	+ 4,5 °C

Humidité + températures élevées  
= risque accru de maladies



Étés secs et chauds, sols plus secs  
= échec des faux semis, mauvaises levées

Douceur automnale = risque accru de viroses (insectes)



<b>Nombre de jours &lt; -4°C (gel d'épi)</b>	1976-2005	1 année sur 2 (médiane)		
		Février	Mars	Avril
		10,5	2	0
		2021-2050	5	0
2071-2100	0	0	0	

<b>1 année sur 10</b>	1976-2005	Février	Mars	Avril	
		23,3	14,1	3,2	
		2021-2050	19,2	11,6	0,1
		2071-2100	5,2	1	0

<b>Nombre de jours &gt; à 25°C (échaudage)</b>	1976-2005	Avril	Mai	Juin	
		0	0	0	
		2021-2050	0	0	0
		2071-2100	0	0	3

Nombre de jours > à 25°C (échaudage)



- A l'avenir, l'augmentation du nombre de jours chauds va accroître le risque d'échaudage sur céréales (problème de remplissage des grains), et donc entraîner une chute des rendements. Par ailleurs, une augmentation des températures sur les différents stades avancés des céréales peut entraîner d'autres problèmes tels que : régression des talles, problèmes de floraison...impactant aussi négativement le rendement.

- Quant à la réduction du nombre de jours de gel au printemps, cette dernière pourrait réduire les risques de gels d'épi sur blé sauf si le stade de ce dernier est avancé avec l'augmentation des températures. De plus, entre la réduction des jours de gel et l'augmentation des pluies d'ici le milieu du XXIème siècle, les problèmes de portance en sortie hiver seront accrus, surtout pour les zones aux sols humides et en zone inondable.

- Pour éviter une perte de rendement trop élevée, plusieurs solutions sont envisageables :
  - Semis mi tardif : il faudra avoir des semis mi tardifs avec des variétés précoces à cycle court pour épier avant les périodes de stress. Un semis trop tardif sera aussi risqué en raison d'un risque accru de pluies en fin d'automne début d'hiver pouvant empêcher la réalisation des semis. Néanmoins, il ne faudra pas non plus semer trop tôt au risque d'avoir une pression ravageurs, adventices et maladies trop forte, ainsi que des problèmes de levées face au sec prolongé de la sortie de l'été.
  - Garder la fraîcheur des sols (Techniques culturales simplifiées, gestion des résidus et de la matière organique, couverts estivaux,...etc).

Les pertes de rendements seront néanmoins compensées par des réductions de charges tel que la diminution des fongicides (faible pression maladie), la fertilisation raisonnée, la réduction des besoins en produits phytosanitaires via un allongement des rotations.



# Quel avenir pour le Blé ?

## BLE : pistes d'adaptation à court terme

### Semis

Semis mi-tardifs au 15 octobre avec variété précoce: éviter d'épier en période de stress hydrique (tout en évitant de mauvaises conditions de semis)

Choix des variétés: plus robustes et précoces

### Agronomie

Réduire le labour: garder la fraîcheur des sols (si les conditions le permettent: pression ravageurs/adventices, types de sols, niveau de compaction)

Allonger les rotations: diversification de cultures à bas intrants/faibles besoins en eau: chanvre, sorgho (cultures méthanogènes: silphie, sorgho fourrager...etc)

Favoriser les parcelles en limons profonds/hydromorphes

## BLE : pistes d'adaptation à moyen terme

Azote: favoriser les apports précoces et fractionnés (car l'azote sera moins valorisé)

Baisser les charges opérationnelles pour compenser les pertes de rendement:  
-Engrais: outils d'aides à la décisions: PPF, RSH...etc  
-Fongicide: choix variété tolérante maladie + sécheresse  
-Insecticide/Herbicide: semis mi-tardif: éviter pression ravageurs/adventices

## BLE : pistes d'atténuation

### Limiter les émissions de GES

Bonnes pratiques d'épandage d'engrais: fractionnement, respect du PPF, CIPAN, conditions climatiques (pluie, vent, hygrométrie...)

Moins de carburants: conduite éco, éteindre à l'arrêt, puissance adaptée aux besoins, interventions regroupées et réduites au strict nécessaire

Moins d'engrais de synthèse

### Produire de l'énergie verte

Méthanisation

Photovoltaïque

### Stocker du carbone

Implantation de haies, bandes tampon...

## Contacts et rédaction :

**Didier Tourenne** - Chambre Interdépartementale d'agriculture Doubs Territoire de Belfort

03 81 65 52 93 - [dtourenne@agridoubs.com](mailto:dtourenne@agridoubs.com)

**Réalisation graphique :** Chambre régionale d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté

**Crédits photos :** Chambre régionale d'agriculture de Bourgogne Franche-Comté, Chambre Interdépartementale d'agriculture 25/90 et [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

**Imprimé par nos soins.**

