



PUBLICATION - FÉVRIER 2023

# Agriculture et climat : l'urgence de s'adapter !

Impacts passés, actuels et futurs

Auteurs : **Fanny Deschamps, Clément Ory**

---

Lorsque sont traités les sujets du climat et de l'agriculture, le prisme habituellement choisi est celui des émissions de CO<sub>2</sub>e, d'abord parce que ce secteur représente 19% des émissions du territoire [\[1\]](#) mais aussi parce qu'il constitue un potentiel important de séquestration carbone.

Toutefois, encore trop peu d'attention est portée à la vulnérabilité du secteur et de ses agriculteurs face aux impacts du changement

climatique. **Cette publication a pour objectif d'exposer les enjeux majeurs que doit affronter l'agriculture face au dérèglement climatique**, en fournissant un aperçu des impacts déjà subis et ceux qui sont susceptibles de se produire dans les prochaines années.

## **L'agriculture ressent les impacts du changement climatique depuis 30 ans**

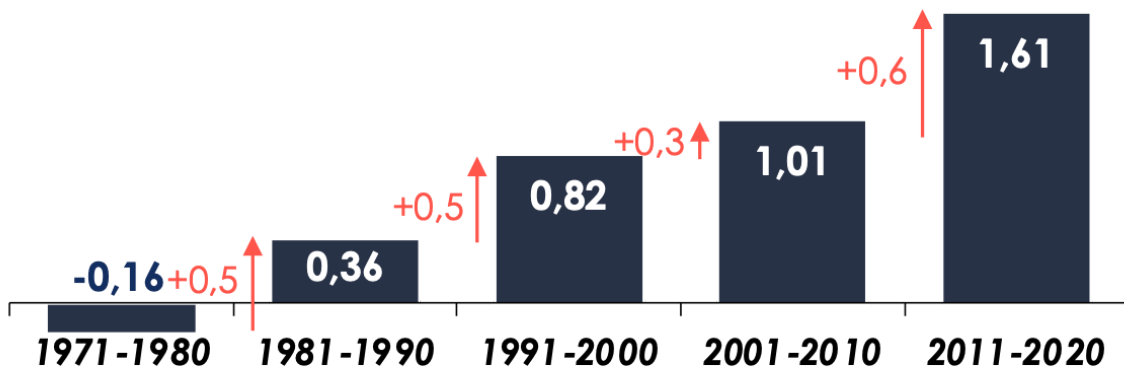
### **Un changement climatique qui se mesure déjà**

L'été chaud et sec de l'année 2022 a été l'occasion pour Météo France de montrer les écarts réguliers de température constatés sur toute l'année avec les « normales de saison ». Mais que représentent ces « normales » et comment sont-elles calculées ?

Ce sont des valeurs statistiques permettant de qualifier le climat d'un lieu donné en lissant les variabilités sur les 30 dernières années.

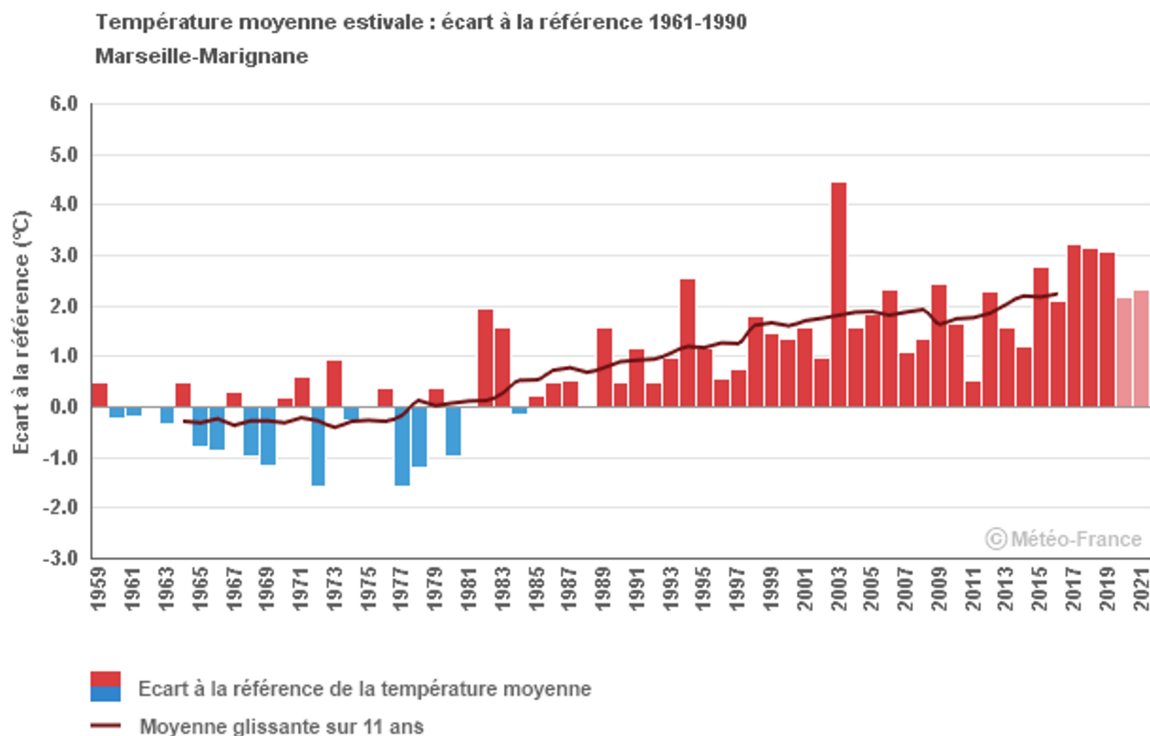
Elles sont mises à jour tous les 10 ans et depuis le 28 juin 2022, les nouvelles normales utilisées correspondent à la période 1991-2020. Or depuis 50 ans, chaque décennie en France est plus chaude que la précédente (cf. figure 1). **La décennie 2011-2020 est plus chaude de +0,6°C que la décennie 2001-2010, alors que la France s'est réchauffée de +1,7°C depuis 1900** [\[2\]](#).

**Figure 1 : Écarts à la normale 1961-1990 (°C) France métropolitaine**



Ce dépassement des 'normales de saison' peut aussi varier en fonction des périodes de l'année. **Pour la région PACA, on observe un réchauffement plus marqué depuis les années 1980, et plus particulièrement pendant l'été avec des températures supérieures de 2°C et même 4°C par rapport à la référence 1961-1990** [\[3\]](#).

## Figure 2 : Écart de température par rapport à la référence estivale 1961-1990 à Marseille-Marignane

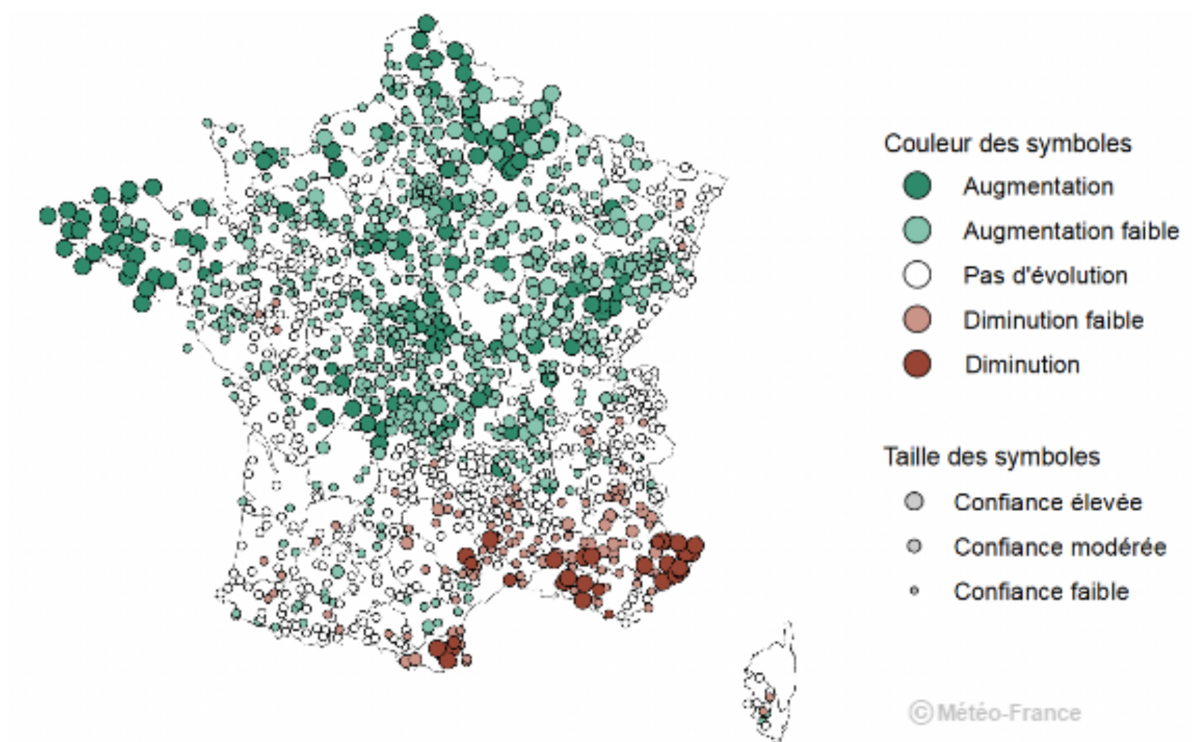


La hausse des températures s'est accélérée et biaise nos outils historiques. Ainsi, des travaux de recherche ont été lancés pour définir des normales qui reflètent le climat actuel plutôt que passé.

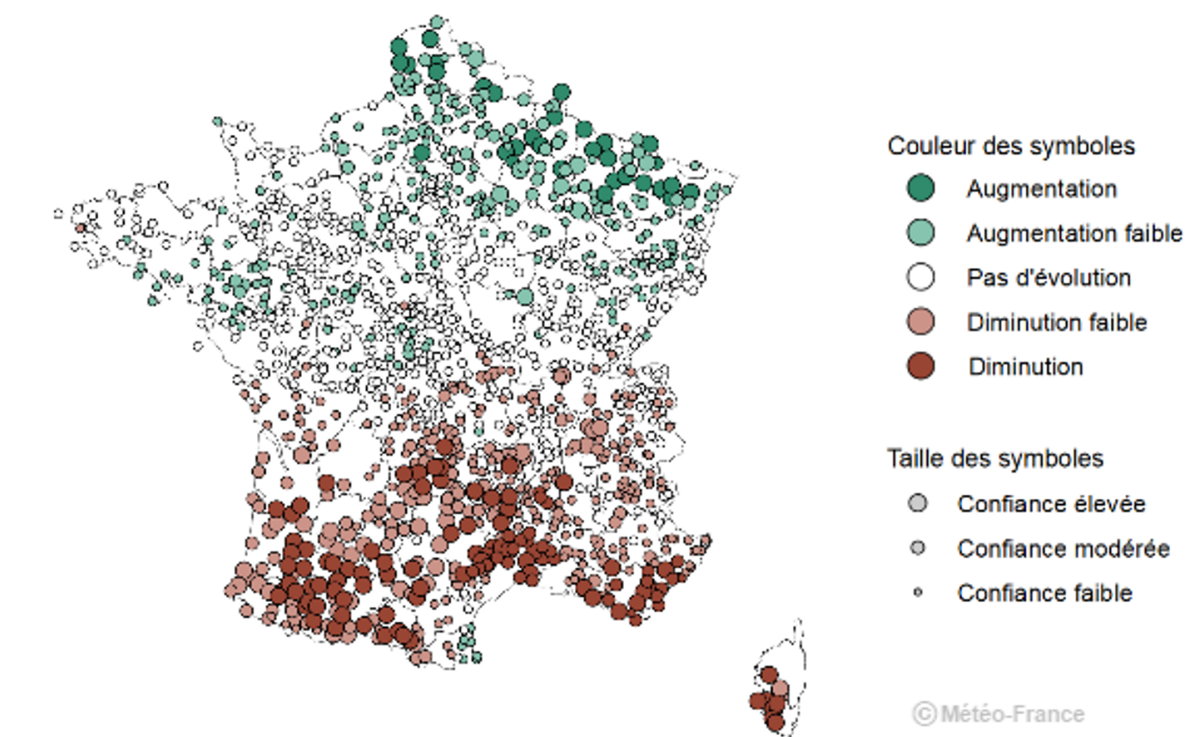
Au-delà de la question de la température, **l'évolution du climat est visible par d'autres aspects tels que les épisodes de fortes précipitations, de sécheresses, etc.** Le site ClimatHD- de Météo France permet par exemple de suivre les impacts passés du changement climatique pour un certain nombre d'indicateurs. À l'échelle de la France, on observe notamment [\[3\]](#) :

- **un assèchement du sol principalement entre février et septembre**, et une accentuation de l'intensité des sécheresses, sur des surfaces de plus en plus importantes ;
- **un déficit de précipitations au Sud, principalement en hiver**, et une augmentation au Nord, principalement en été (visibles sur les figures 3 et 4) ;
- **des pluies extrêmes de plus en plus fréquentes et intenses sur le pourtour méditerranéen.**

**Figure 3 : Évolution observée du cumul de précipitations estivales sur la période 1961-2012**



**Figure 4 : Évolution observée du cumul de précipitations hivernales sur la période 1961-2012**



## Un changement climatique qui affecte déjà l'agriculture

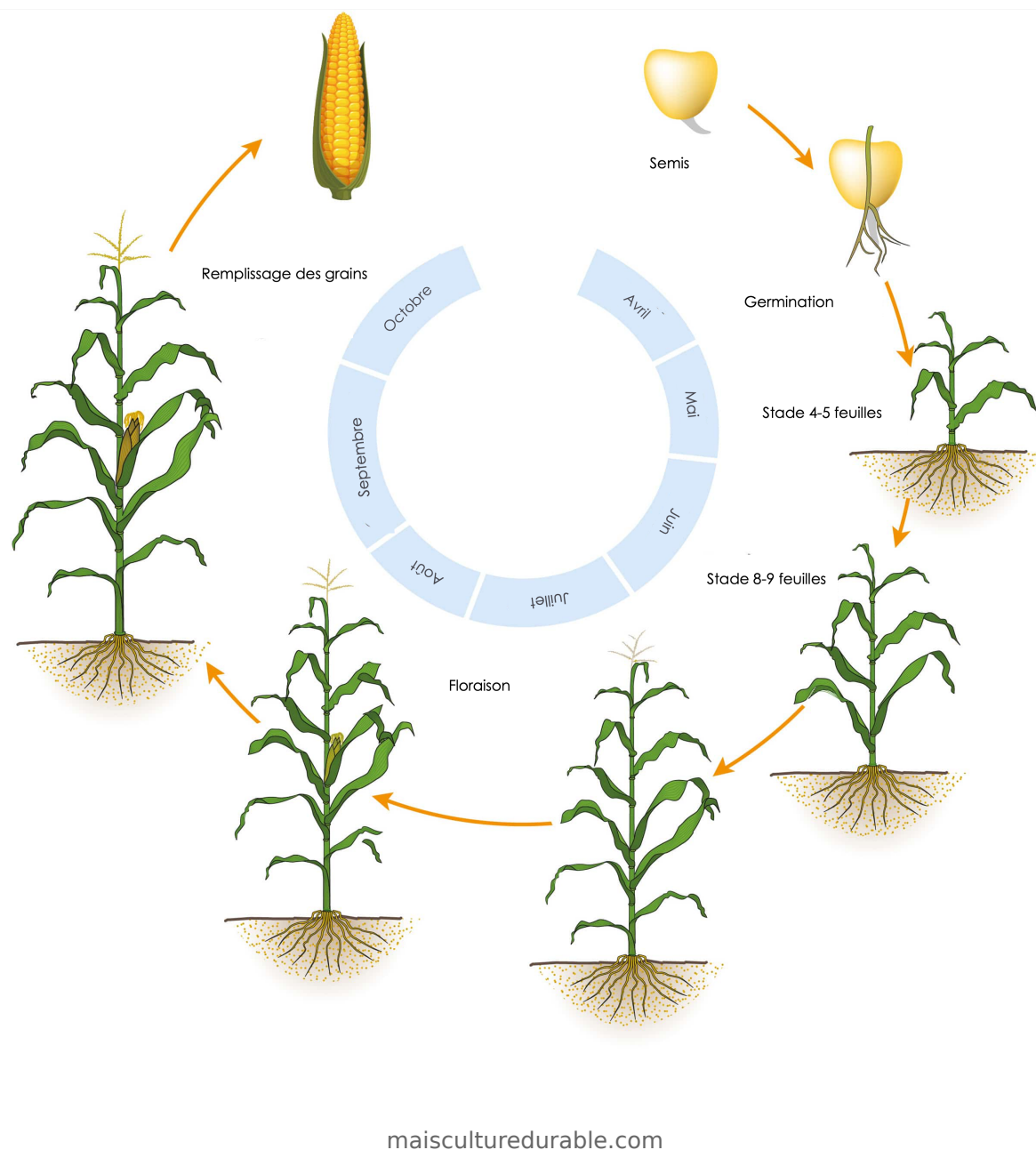
Ce dérèglement climatique affecte de nombreuses cultures en France, à l'image du maïs ou encore des pommes.

Le cycle du maïs tel qu'il est actuellement produit en France est le résultat d'une recherche d'équilibre visant à satisfaire les besoins de la plante avec ce que les sols et le climat peuvent lui fournir d'une part, et l'agriculteur d'autre part via les engrais ou l'irrigation par exemple.

Les différentes étapes du cycle [\[4\]](#) sont présentées sur la figure 5, et correspondent à des conditions climatiques précises [\[5\]](#) :

- la phase de germination entre avril et mai nécessite un sol humide et de température supérieure à 10°C ;
- les besoins en eau sont importants pendant la phase de floraison en juillet-août ;
- durant la phase de remplissage des grains entre septembre et octobre, il y a un risque d'échaudage, c'est-à-dire d'arrêt de leur développement lié à un dessèchement, si les températures dépassent les 32°C.

## Figure 5 : Cycle de vie du maïs

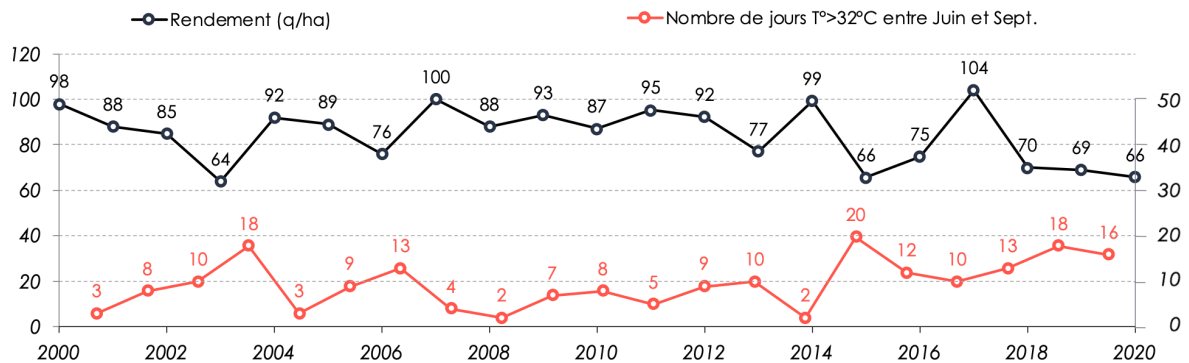


On observe déjà les effets du changement climatique sur ces étapes, ainsi que sur l'ensemble du cycle qui se raccourcit. Ainsi, les indicateurs agros climatiques de Solagro sur la Marne et la Haute Garonne, qui se basent sur la période d'observation 1987-2015 [\[5\]](#) [\[6\]](#) montrent :

- **des périodes de 10 jours consécutifs sans pluie en juillet-août de plus en plus fréquentes en Haute Garonne ;**
- un volume de précipitations entre mai et août en nette baisse pour la Marne et la Haute Garonne ;
- **une augmentation du nombre de jours où la température est supérieure à 32°C entre le 1er juin et le 30 août, beaucoup**

Le manque d'eau associé à de fortes températures qui accentuent l'évapotranspiration créent un stress hydrique qui a des impacts visibles sur les rendements [7], comme le montre la figure 6 (en particulier sur les années 2003, 2006, 2015, et sur les années récentes).

## Figure 6 : Impact des jours de chaleur sur les rendements maïs en Marne



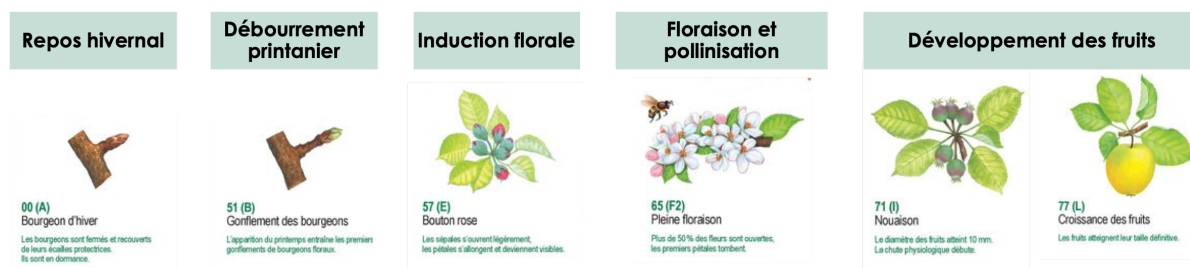
Chiffres Agreste

**Les arbres fruitiers sont également affectés par des dérèglements de température**, comme le gel tardif d'avril 2021. Le cycle des pommes montré en figure 7 [8] peut être affecté à différents stades [9] :

- la phase de repos hivernal nécessite des températures basses : si l'hiver est trop doux, on observe des levées de dormance tardives, on parle alors de vernalisation insuffisante ;
- un réchauffement printanier peut causer une floraison précoce qui augmente les risques de gel durant la fructification et de pollinisation insuffisante ;
- des déficits hydriques durant la phase de croissance des fruits en juillet et août se traduisent par des fruits de petits calibres, des quantités réduites et une qualité altérée.



## Figure 7 : Cycle de vie d'une pomme

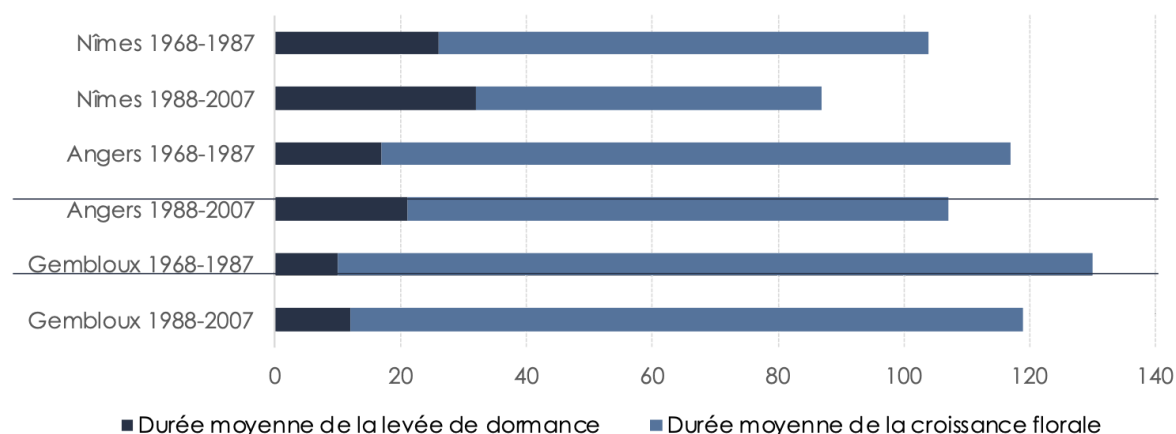


Association Nationale Pommes-Poire

Les études de l'INRA et du CTIFL [\[9\]](#) dont les résultats sont présentés en figure 8 montrent nettement **ce double effet de levées de dormance tardives et de croissance florale raccourcie sur les 40 dernières années**, avec une avancée supérieure à 23 jours pour Nîmes par exemple, soit plus de 3 semaines d'avance en l'espace de 40 ans.

Par ailleurs, l'augmentation des phénomènes extrêmes tels que la grêle ou les tempêtes peuvent abîmer les arbres et les fruits, tandis que les températures élevées entraînent la prolifération de ravageurs comme le carpocapse.

## Figure 8 : Avancées moyennes de floraison des pommes Golden Delicious (nombre de jours à partir du 1er janvier)



**Enfin, d'autres conséquences du changement climatique nuisent aux récoltes et ne sont pas développés dans cette publication, bien que leurs impacts puissent être importants :**

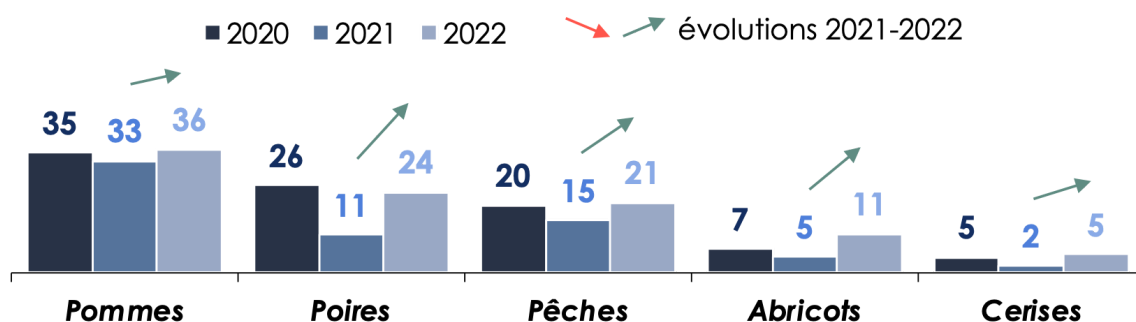
- la prolifération des insectes ravageurs et des parasites (champignons, parasites des animaux) ;
- l'érosion des sols favorisée par les épisodes de fortes précipitations ;
- la capacité dégradée des sols à stocker du carbone ;
- la gravité et la fréquence des crises sanitaires liées à des virus de type grippe aviaire, via l'allongement de la durée de vie du virus et la modification des routes migratoires.

## **2022, une année particulièrement sèche et chaude avec des impacts contrastés selon les productions agricoles**

Le 23 août, la Commission Européenne a annoncé que la sécheresse de l'été 2022 était « la pire depuis 500 ans ». En France, la situation est contrastée avec des cultures qui ont bénéficié du fort ensoleillement au printemps et d'autres qui ont beaucoup souffert du manque d'eau.

**Après la désastreuse récolte de fruits de 2021, fortement affectée par le gel tardif d'avril, les rendements 2022 repartent à la hausse**, comme le montre la figure 9 [\[10\]](#). Pour les poires et les abricots notamment, les rendements ont plus que doublé par rapport à l'année 2021. Ce constat est cependant à nuancer : le manque d'eau pendant la phase de croissance a freiné le développement des fruits qui sont de petits calibres dans l'ensemble [\[11\]](#).

## Figure 9 : Rendements des fruits en France (tonnes/ha)

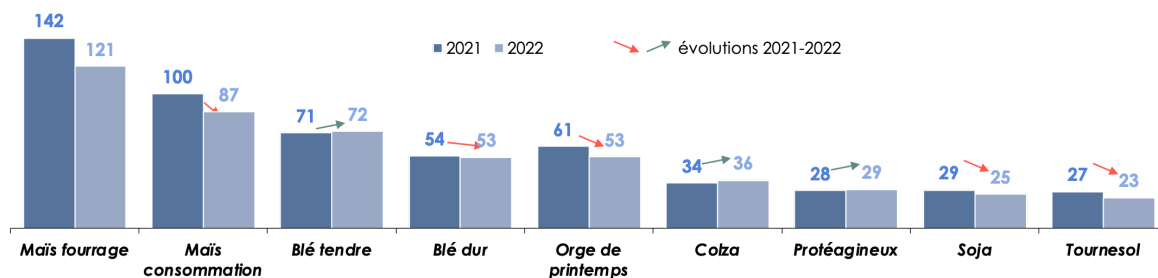


Chiffres Agreste

**Pour les grandes cultures, le bilan est plus mitigé :** si les rendements de colza, de protéagineux et de blé tendre sont en hausse, on constate de très fortes baisses pour le maïs grain (-16%), ainsi que pour le tournesol (-17%) et le soja (-12%) [\[10\]](#).

Pour le maïs, comme évoqué précédemment, la phase de germination entre avril et mai nécessite un certain niveau d'humidité dans le sol et la phase de floraison en juillet-août des quantités d'eau importantes, deux facteurs qui ont manqué en 2022. Par ailleurs, la canicule en juillet a perturbé la pollinisation entraînant des avortements de grains, c'est-à-dire l'apparition en bout d'épi de grains blanchâtres et racornis causée par une réduction de la photosynthèse et donc un manque d'hydrates de carbone disponibles après la pollinisation.

## Figure 10 : Rendements des grandes cultures en France (quintaux/ha)

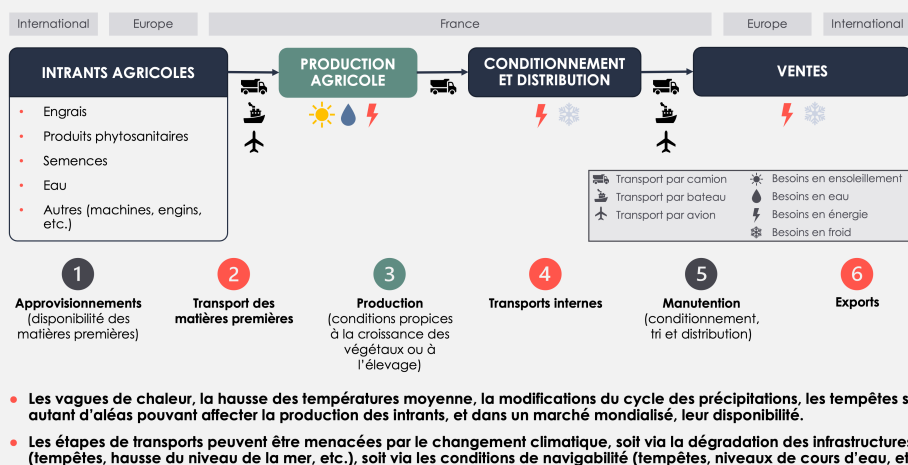


Chiffres Agreste

**Côté légumes, les pommes de terre ont été durement touchées,** avec une récolte qui, d'après l'Union nationale des producteurs de pommes de terre, pourrait être la pire depuis l'année 2000. Malgré le fait que 30% de la production ait pu avoir accès à l'eau, limitant le stress hydrique, les longues vagues de chaleur à répétition ont bloqué la croissance des tubercules et les calibres attendus sont de 35 mm contre 80-85 mm d'ordinaire. La sécheresse a également causé des problèmes de qualité et de stockage avec un risque de germination précoce dans les hangars [\[12\]](#).

**En effet, le changement climatique peut non seulement affecter les rendements, mais l'ensemble des maillons de la chaîne de valeur.** L'été 2022 a notamment vu le fret fluvial ralenti par des niveaux d'eau insuffisants, et l'organisation du travail au champ modifiée avec des interdictions de récolter entre 14h et 18h pour éviter les incendies (cf. l'encadré « Impact sur l'ensemble de la chaîne de valeur » [\[13\]](#) [\[14\]](#)).

## Le changement climatique affecte l'ensemble de la chaîne de valeur



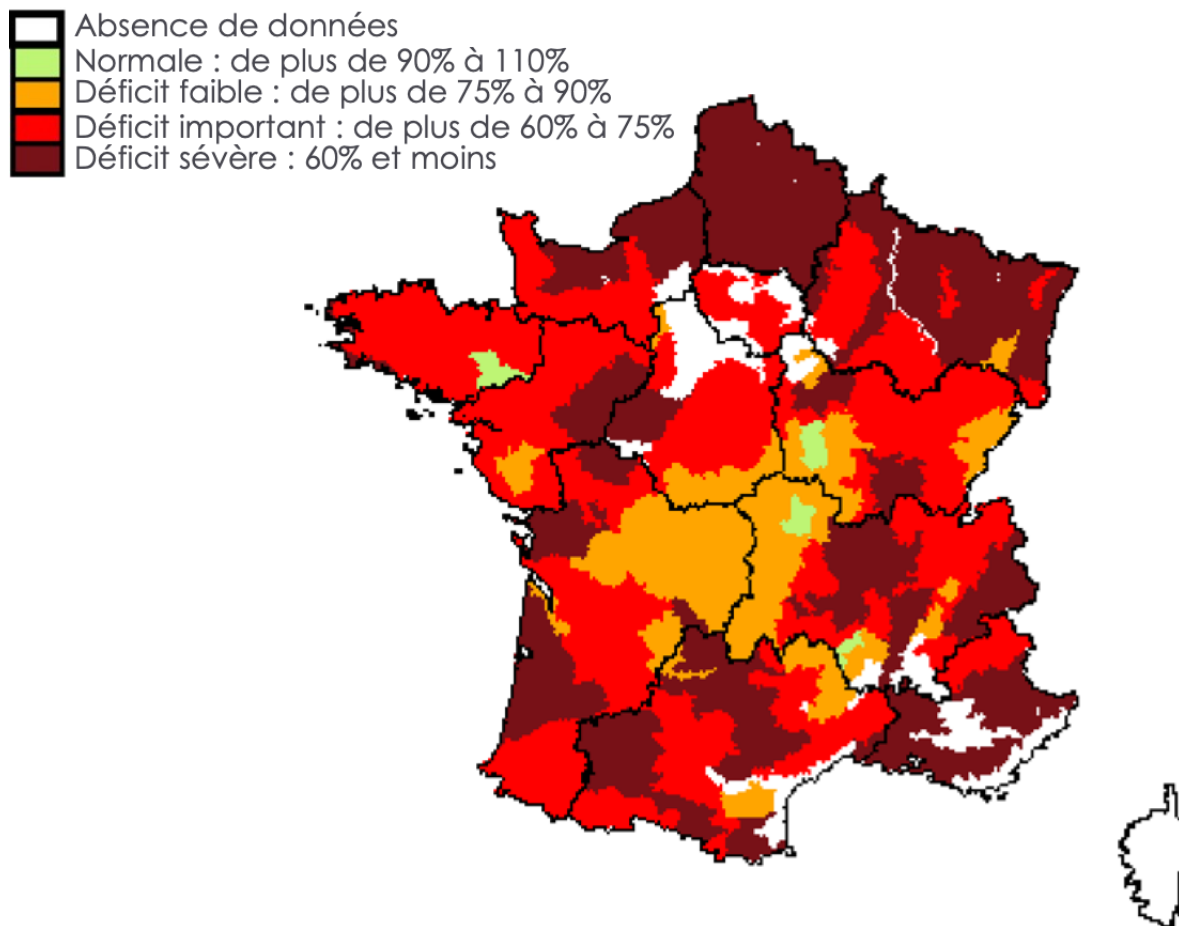
**L'élevage souffre également des conséquences de la sécheresse avec une production d'herbe sur les prairies permanentes inférieure d'un tiers à la moyenne 1989-2018.** Un tel déficit n'avait plus été observé depuis 2003 : **une région fourragère sur 3 observe une baisse de 40% ou davantage.** Les rendements en maïs fourrage sont également en baisse de 14% par rapport à la moyenne quinquennale et avec de fortes disparités régionales [\[15\]](#).

Certains éleveurs ont pu encaisser le choc grâce aux stocks conséquents constitués pendant l'année 2021 pluvieuse. Pour les autres, ce sont d'autant plus de fourrages à acheter, avec des prix qui grimpent face à la demande [\[16\]](#).

**Certains producteurs de fromages AOP ne peuvent respecter le cahier des charges qui impose une ration minimale de pâturage l'été, et sont donc obligés de vendre à des prix plus bas,** sur une collecte laitière déjà en baisse du fait de la chaleur.

Face à ces difficultés, des demandes de modifications temporaires du cahier des charges ont été déposés pour des appellations de fromage auprès de l'Institut National de l'Origine et de la Qualité (Inao). Ces demandes concernent en majorité l'origine des aliments et la durée de pâturage, mais l'allongement de la durée d'engraissement a pu être demandé, également affecté par les fortes chaleurs. Pour certains fromages, la production a été complètement mise à l'arrêt, comme c'est le cas du Salers [\[17\]](#).

## Figure 11 : Comparaison des rendement de prairies permanentes par région, par rapport à la période 1989-2018, au 20 septembre 2022



Agreste - Isop - Météo-France - INRAE

### Une évolution des variables agro-climatiques à étudier et à maîtriser pour mieux s'adapter au changement climatique

Malgré un bref répit en 2020 du fait de la crise sanitaire, les émissions de CO<sub>2</sub>e ont continué d'augmenter depuis 2021 avec une concentration de carbone atmosphérique atteignant 421 ppm en 2022 (contre 280 ppm avant l'avènement de l'ère industrielle) [\[18\]](#). **Compte-tenu de l'inertie du système climatique et des impacts déjà observés, il est essentiel de traiter avec la même attention le sujet de l'adaptation de celui de l'atténuation**, tout simplement parce qu'il est question de notre résilience alimentaire et sociétale.

**Traiter d'adaptation en agriculture passe d'abord par poser un diagnostic.** Pour cela, il s'agit d'abord de comprendre l'évolution des paramètres climatiques jugés comme pertinents pour la culture étudiée, puis d'établir les relations de cause à effet qui conduisent aux impacts. Étant donné les évolutions à venir, il faut alors s'assurer que ces relations de cause à effet seront toujours valables avec des conditions futures inédites.

**Carbone 4 a travaillé par exemple sur les évolutions climatiques futures pour les départements de l'Aveyron, du Tarn, du Tarn-et-Garonne et du Lot.** Ce travail a permis de mettre en évidence plusieurs risques importants pour l'activité agricole de la région.

## Lecture des cartes climatiques

Notre travail s'est appuyé sur les données DRIAS, en comparant l'évolution de plusieurs paramètres climatiques entre les périodes 1971-1990 et 2041-2060 selon le scénario RCP8.5 (scénario équivalent à environ +4°C/+5°C de réchauffement par rapport à l'ère préindustrielle d'ici 2100).

Ces cartes de projections climatiques permettent de dessiner des tendances mais il est important de rappeler qu'il s'agit de projections :

- avec une part d'incertitude plus ou moins forte en fonction des indicateurs agro-climatiques étudiés : en effet, les évolutions climatiques ne sont pas linéaires et il ne suffit pas de projeter le passé pour comprendre ce qu'il se passera dans le futur ;
- moyennées sur une période de 20 ans, ne permettant pas de détecter « des années record », ou dit autrement des écarts à la moyenne très importants.

**Des basses températures en fort recul partout, avec des risques pour l'arboriculture et le blé**

**Le nombre de nuits hivernales (entre novembre et février) où la température minimale est inférieure à 10°C baisse de plus de 10% en moyenne sur la région étudiée,** avec une perte de 8 à 15

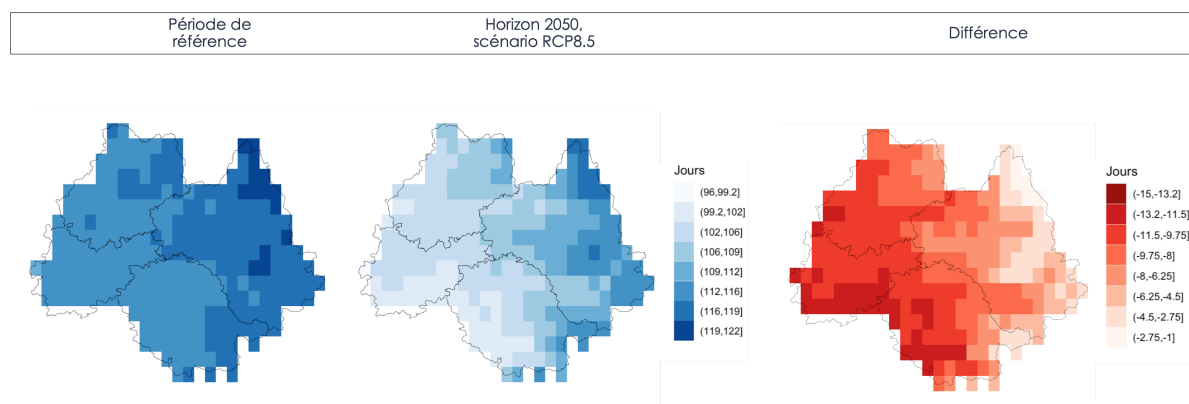
nuits par an (sur une moyenne à 116 nuits en situation de référence)

[\[19\]](#).

Comme décrit dans la première partie, **un hiver trop doux est surtout dommageable pour les cultures fruitières avec deux risques associés : (1) un retard de la levée de dormance et (2) des floraisons précoces et davantage désordonnées**. Concrètement, ces deux perturbations se traduisent par des floraisons davantage étalées dans le temps avec pour conséquence de générer des coûts supplémentaires liés à l'éclaircissage et à la récolte (plus de passages de machines et de main d'œuvre).

**Le département du Tarn-et-Garonne est particulièrement exposé à ces évolutions climatiques alors même qu'il est le 1er département français pour la production de fruits en 2020** [\[10\]](#).

## Figure 12 : Nombre de jours avec une température minimale inférieure à 10°C - de novembre à février



**Les précipitations estivales chutent dans la région étudiée et fragilisent tous les systèmes cultureaux**

**La variation des précipitations de juin à août est importante et s'élève -15% en moyenne d'ici 2050**, avec certaines parties du territoire perdant en moyenne jusqu'à 25% de leurs précipitations historiques [\[19\]](#).

**On retrouve les impacts agricoles déjà observés sur l'année 2022 pour tous les systèmes pâturants**. Les quantités de fourrage baissent et les animaux doivent être nourris l'été avec les stocks hivernaux, qui

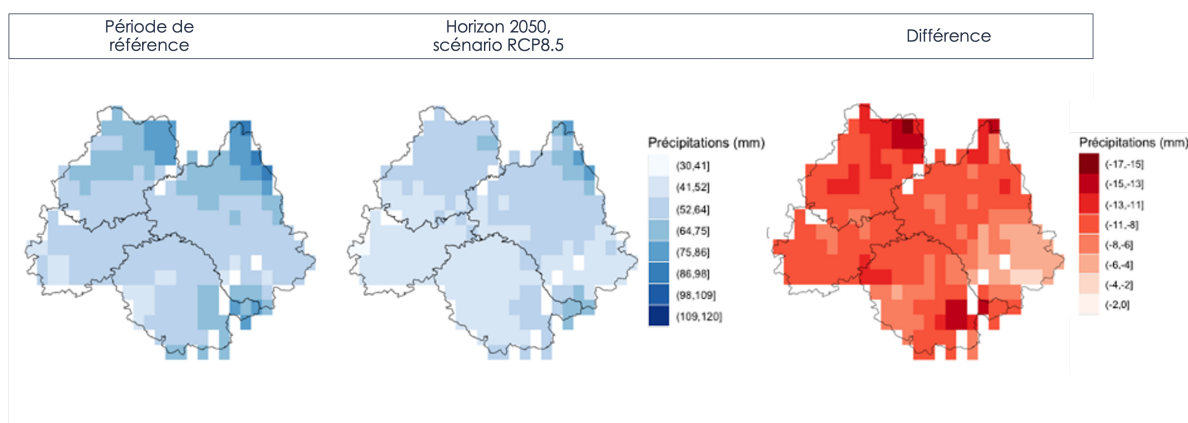


viendront à manquer si les sécheresses se succèdent plusieurs années d'affilée.

De plus, la pousse de l'herbe est perturbée. **Autrefois répartie sur une seule phase d'avril à octobre, elle se scinde en deux phases avec une pousse précoce de mars à juin et tardive de septembre à novembre mais avec un arrêt total en juillet et août.**

**Une chute des précipitations d'ici 2050 vient aussi affecter les cultures fruitières [19],** avec un risque de baisse de rendements liée à une période de remplissage insuffisante du fruit.

## Figure 13 : Précipitations totales en été - de juin à août



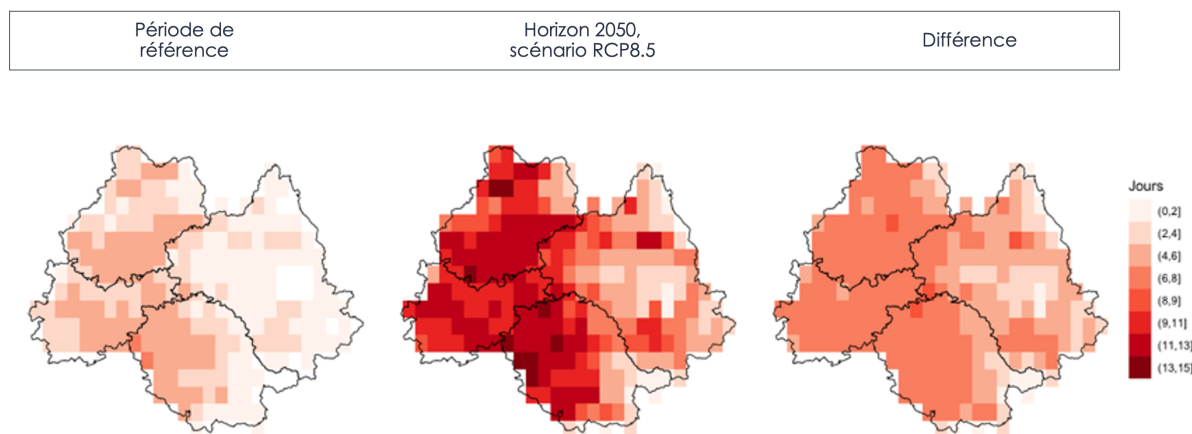
**Sans surprise, la région sera aussi touchée par une forte hausse des températures et des vagues de chaleur**

**Le nombre de jours à plus de 25°C entre mai et juillet passe de 25 jours en moyenne dans la situation de référence à 36 jours d'ici 2050, soit une augmentation de plus de 11 jours [19]. Cette évolution est particulièrement critique pour les cultures de blé,** où des températures trop élevées entre mai et juillet empêchent un bon remplissage du grain et induisent ainsi des pertes de rendement.

**Les vagues de chaleur quant à elles font leur apparition dans l'Aveyron et deviennent fréquentes dans le Tarn, avec un doublement en moyenne des épisodes caniculaires** où le seuil de 32°C (à l'ombre sous abri) entre juin et septembre est dépassé chaque jour pendant au moins 5 jours consécutifs [19]. **Au-delà du**

**mettent à risque les cheptels d'animaux**, en particulier si les conditions d'élevage sont inadaptées aux grandes chaleurs.

## Figure 14 : Nombre de jours dans des périodes de 5 jours consécutifs où la température dépasse 32°C



## Conclusion

**L'exposition de l'agriculture aux impacts climatiques n'est pas nouvelle et les agriculteurs sont les premiers témoins et victimes de ces impacts.** Les vagues de chaleur de plus en plus précoces, intenses et fréquentes, la modification des régimes de précipitations menant à une alternance de sécheresses et d'inondations, les épisodes de gel tardif, tous ces aléas affectent de plus en plus durement la production agricole.

**Au vu de l'inertie du secteur, il devient donc urgent de positionner au même niveau le sujet de l'adaptation par rapport à celui de l'atténuation**, pour définir des solutions qui soient à la fois bas carbone et résilientes face au climat de demain.

**Ces solutions peuvent être incrémentales** en avançant par exemple la date des semis ou de mise à l'herbe des troupeaux. Cependant, **pour préserver la production agricole française, des solutions plus systémiques et radicales seront nécessaires**, à l'image du

Comme pour les grandes mutations de l'après-guerre, cela passera obligatoirement par des stratégies territoriales à la hauteur des enjeux, portées par des financements, de la planification ainsi que par un discours public clair et concret.

- [1] Stratégie Nationale Bas Carbone 2 (SNBC), valeur 2016
- [2] Meteo France, <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/de-nouvelles-normales-pour-qualifier-le-climat-en-france>
- [3] Site ClimatHD de Meteo France, <https://meteofrance.com/climathd>
- [4] [maisculturedurable.com](https://maisculturedurable.com)
- [5] Projet LIFE AgriAdapt UE, cas d'étude « Maïs »
- [6] Rendements : Agreste
- [7] Températures maximales par jour : Agri4Cast (JRC)
- [8] Association Nationale Pommes-Poire
- [9] Projet LIFE AgriAdapt UE, cas d'étude « Autres cultures »
- [10] Agreste
- [11] Article de la France Agricole, « L'abricot termine sa campagne en bonne forme », été 2022
- [12] Article de la France Agricole, « La récolte de pomme de terre sera catastrophique », été 2022
- [13] Article de la France Agricole, « Les prix du blé et du maïs chutent », été 2022
- [14] Article de la France Agricole, « Des moissons restreintes à cause de la sécheresse », été 2022
- [15] Agreste, [https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraPra22115/2022\\_115\\_InforapPrairies.pdf](https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraPra22115/2022_115_InforapPrairies.pdf)
- [16] Article de la France Agricole, « Sécheresse, l'INAO étudie des dérogations aux cahiers des charge », été 2022
- [17] 1. Articles de la France Agricole, <https://www.lafranceagricole.fr/elevage/article/758960/le-fourrage-doit-aller-en-priorit-aux-animaux-pas-aux-mthaniseurs> ; <https://www.lafranceagricole.fr/elevage/article/769963/conjoncture-alarmante-pour-lalimentation-animale>
- [18] Agence fédérale américaine NOAA, <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>
- [19] Données DRIAS 2020, comparant les périodes 1971-1990 et 2041-2060 selon le scénario RCP8.5

## Auteurs et autrices

**Fanny Deschamps**

Consultante Senior

**Clément Ory**

Manager