



**HAL**  
open science

## Observatoire du changement climatique pour l'agriculture : résultats préliminaires en Bretagne

Laurence Ligneau, Sylvain Tilly, Franck Baraer, Vincent Dubreuil, Bonnardot  
Valérie

► **To cite this version:**

Laurence Ligneau, Sylvain Tilly, Franck Baraer, Vincent Dubreuil, Bonnardot Valérie. Observatoire du changement climatique pour l'agriculture : résultats préliminaires en Bretagne. *Changement Climatique et Territoires*, LETG UMR 6554 CNRS, 2020, Rennes, France. pp.427-432. hal-02936761

**HAL Id: hal-02936761**

**<https://hal.science/hal-02936761>**

Submitted on 11 Sep 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## OBSERVATOIRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR L'AGRICULTURE : RESULTATS PRELIMINAIRES EN BRETAGNE

LIGNEAU L.<sup>1</sup>, TILLY S.<sup>2,1</sup>, BARAER F.<sup>3</sup>, DUBREUIL V.<sup>2</sup>, BONNARDOT V.<sup>2</sup>

*1* Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Rennes, France ([laurence.ligneau@bretagne.chambagri.fr](mailto:laurence.ligneau@bretagne.chambagri.fr))

*2* LETG-Rennes, UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, Rennes, France ([valerie.bonnardot@univ-rennes2.fr](mailto:valerie.bonnardot@univ-rennes2.fr) ; [sylvain.tilly.22@outlook.fr](mailto:sylvain.tilly.22@outlook.fr) ; [vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr](mailto:vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr))

*3* Météo-France, Rennes, France ([franck.baraer@meteo.fr](mailto:franck.baraer@meteo.fr))

**Résumé :** *Dans la continuité des recherches sur le changement climatique et ses impacts en Bretagne, la Chambre d'Agriculture de Bretagne a mis en place un observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique selon la méthode nationale « ORACLE ». Une analyse régionale fondée sur des observations climatiques et agricoles a été entreprise pour identifier la manifestation du changement climatique sur diverses productions agricoles. Les données climatiques de 5 stations représentatives des sous-régions agricoles ont été analysées sur la période 1960-2018 et des indices agro climatiques pour différentes cultures ont été calculés. La démarche rétrospective d'ORACLE est complétée par une démarche prospective avec le calcul des indices agro climatiques à partir de projections issues du portail DRIAS afin de soutenir les réflexions sur l'adaptation du monde agricole à l'évolution du climat breton. Les exemples pour le blé et le maïs sont donnés.*

**Mots clés :** *changement climatique ; agriculture ; Bretagne*

**Summary:** *Climate change observatory for agriculture: preliminary results in Brittany. In the continuity of researches on climate change and its impacts in Brittany, the Chamber of Agriculture of Brittany set up a regional observatory on agriculture and climate change according to the national "ORACLE" framework. A regional analysis based on climatic and agricultural observations was undertaken with the aim of identifying the impacts of climate change on various agricultural productions. Climatic data from 5 stations representative of agricultural sub-regions were analysed and agro climatic indices for different crops were calculated over the 1960-2018 period to facilitate awareness of climate change-related issues for agriculture. A prospective approach with the calculation of agro climatic indices based on projections from the DRIAS portal was also undertaken in order to support reflections on the adaptation of the agricultural sector to climate change in Brittany. Examples are given for wheat and maize.*

**Key words:** *climate change; agriculture; Brittany*

### Introduction

Les effets du changement climatique sur l'agriculture sont perceptibles en Bretagne depuis plusieurs décennies (Mérot *et al.*, 2012) ; avec notamment une recrudescence des accidents climatiques comme les sécheresses (Dubreuil *et al.*, 2012) ou encore des décalages et raccourcissements des cycles physiologiques ou des impacts sur les rendements des différentes cultures (Dubreuil *et al.*, 2019). Ces effets déjà avérés ont besoin d'être précisés notamment sur les productions à fort enjeu en Bretagne comme le blé et le maïs, d'être modélisés pour évaluer les évolutions potentielles jusqu'en 2100 afin d'anticiper sur les solutions d'adaptation à mettre en œuvre. Ces solutions doivent cependant être déployées au cas par cas, en fonction des systèmes agricoles, du contexte climatique local et de la multitude de facteurs pouvant conditionner la culture. C'est dans ce cadre que la Chambre d'Agriculture de Bretagne a mis en place un observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique selon la méthode nationale « ORACLE » à l'image de ce qui a déjà été fait par exemple en Pays de la Loire (Oracle collectif, 2018). La démarche rétrospective d'ORACLE est ici complétée par une démarche prospective en utilisant les données de changement climatique afin de soutenir les réflexions sur l'adaptation du monde agricole à l'évolution du climat à l'échelle régionale. Le travail présenté ici est extrait de résultats préliminaires pour la Bretagne (Tilly, 2019) en ciblant sur deux cultures d'importance majeure pour l'élevage de la région : le blé et le maïs.

## 1. Site, données et méthodes

Des données climatiques journalières issues de cinq stations météorologiques du réseau Météo-France (Fig.1) et représentatives des nuances climatiques régionales de la Bretagne, ont été utilisées pour calculer des indices agroclimatiques sur la période 1960-2018. Les projections climatiques issues du modèle CNRM-Aladin et extraites du portail DRIAS (<http://www.drias-climat.fr/>) ont été utilisées pour évaluer l'évolution de ces indices à l'horizon 2100 sous les conditions de scénarios RCP4.5 et RCP8.5 (Moss *et al.*, 2010). Le biais du modèle (différence moyenne entre les indices calculés avec les données observées et ceux calculés avec les données modélisées sur la période de référence 1960-2005) a été appliqué sur les données futures pour « gommer » la sous-estimation thermique du modèle. Les résultats sont commentés en terme de tendances plutôt qu'en valeurs brutes.

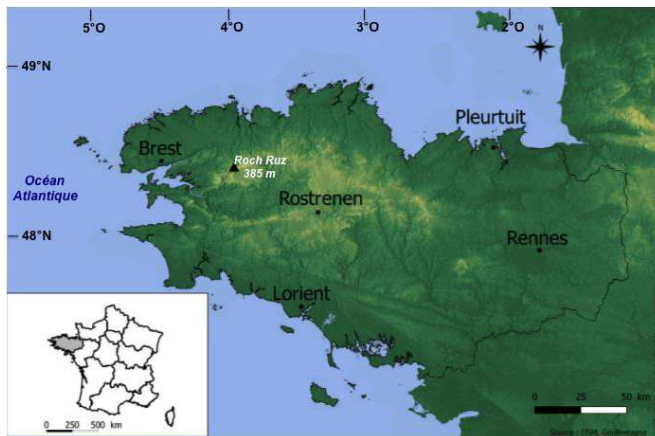


Figure 1. Localisation de la région d'étude (Région Bretagne dans le nord-ouest de la France) et des 5 stations météorologiques : Brest-Guipavas (99 m), Rostrenen (250 m), Pleurtuit (67 m), Lorient-Lann Bihoué (49 m) et Rennes Saint-Jacques (37 m) utilisées dans cette étude.

Les indicateurs agro climatiques sélectionnés pour cette présentation sont ceux pour le maïs ensilage et le blé tendre d'hiver. Ils s'appuient sur les connaissances bibliographiques ou empiriques et ont été adaptés pour la région Bretagne par le comité de pilotage de l'étude à la Chambre d'Agriculture.

L'indicateur agro climatique retenu pour le maïs est la date théorique de récolte. Celle-ci est déterminée à partir d'un cumul de température (en base 6 et plafonnement à 30°C) depuis le 1<sup>er</sup> mai ; les semis en Bretagne intervenant généralement entre fin avril et début mai pour les variétés dites « précoces » les plus répandues sur le territoire breton. Sur conseil des experts, un cumul moyen d'environ 1425 degrés-jour est nécessaire au cycle du maïs ensilage (entre le semis et la récolte) pour atteindre 32% de matière sèche, synonyme du début de période optimale de récolte. La date théorique de récolte maïs ensilage a ainsi été calculée en utilisant le franchissement de 1425 degrés-jour à partir du 1<sup>er</sup> mai, correspondant à la valeur moyenne de la fourchette des variétés précoces (1390-1460 degré-jours).

Pour les céréales à paille, dont le blé tendre d'hiver, elles sont notamment sensibles au phénomène d'échaudage, accident intervenant lorsque la température maximale journalière atteint ou dépasse les 25°C sur la période allant de l'épiaison à la maturité physiologique. En Bretagne, cette phase sensible (incluant le remplissage des grains) débute généralement à partir de mi-mai sur les secteurs les plus précoces (Ille-et-Vilaine notamment) jusqu'à fin juin sur certains secteurs (Finistère notamment). De telles températures pendant cette période peuvent impacter le poids de mille grains (PMG), une des composantes principales du rendement. L'indice agro climatique qui a été calculé pour le blé tendre est donc le nombre de jours avec

une température maximale supérieure ou égale à 25°C sur la période allant du 15 mai au 30 juin.

Des données annuelles de rendement moyen breton de blé tendre et de maïs ensilage issues des archives de la Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF) sur la période 1981-2017 (Agreste, 2018) ont également été utilisées pour déterminer l'évolution des rendements de ces cultures en Bretagne.

A partir de l'évolution des rendements, en parallèle avec celle des indices agro climatiques sur la période 1960-2018 et celle projetée à l'horizon 2100, un travail de réflexion avec les experts a ensuite été fait sur les pistes de stratégies d'adaptation aux changements climatiques à envisager.

## 2. Résultats

### 2.1. Précocité, raccourcissement du cycle du maïs et augmentation des rendements

La date de récolte théorique du maïs calculée sur la période 1960-2018 montre une récolte théorique de plus en plus précoce. En prenant l'exemple pour Brest (Fig.2), on observe que la date moyenne de récolte théorique est le 28 septembre pour la période 1991-2018, soit trois semaines d'avance par rapport à la période 1961-1990. La date de franchissement des 1425 degrés-jour à partir du 1<sup>er</sup> mai est atteinte avant le 1<sup>er</sup> octobre à peine plus de 1 année sur 10 avant les années 1990, contre 7 années sur 10 sur la période 1991-2018. L'indice calculé avec les données modélisées sur la période de référence présentait une surestimation de 5 jours. En retirant ce biais des projections, quel que soit le scénario d'émissions considéré l'indice indique une accentuation de la précocité, avec, par exemple en scénario pessimiste RCP 8.5, une date théorique évoluant approximativement vers le début septembre en moyenne pour la période 2051-2080 et le 20 août sur la période 2081-2100.

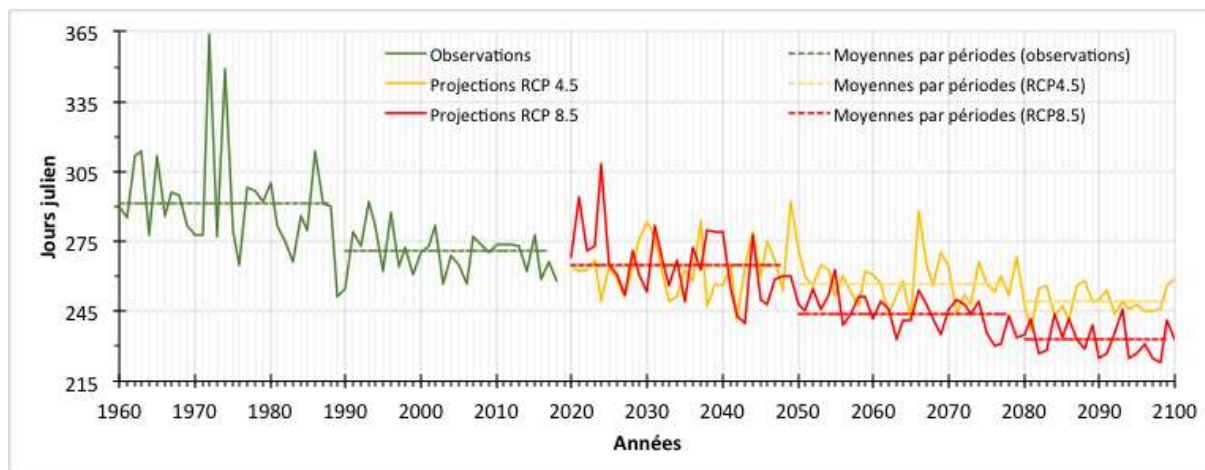


Figure 2. Date (en jour julien) de récolte théorique pour le maïs ensilage (date de franchissement du seuil de 1425°J à partir du 1<sup>er</sup> mai) pour Brest. Données observées 1960-2018 ; données projetées (biais corrigé) modèle CNRM-Aladin, scénarios RCP4.5 et RCP 8.5 pour la période 2020-2100 ; et moyennes par périodes (1961-1990 ; 1991-2018 ; 2021-2050 ; 2051-2080 ; 2081-2100).

Parallèlement, l'analyse des données de rendement du maïs ensilage en moyenne pour la région Bretagne montre une forte augmentation sur la période 1981 – 2017 (+0,123 t MS/ha/an) quelle que soit la zone agro climatique (Tilly, 2019). Plusieurs hypothèses peuvent être proposées. D'une part, une avancée des dates de semis - réalisée plus ou moins consciemment par les agriculteurs - combinée à l'utilisation de variétés plus tardives, toutes deux permises par l'augmentation des températures. Par ailleurs, d'autres facteurs tels que l'intensification, l'amélioration de la technicité, l'adaptation de la précocité au type de sol, ou encore les progrès

génétiques ont favorisé cette hausse de rendements. Cependant, si le gain de disponibilité thermique peut être vu comme une opportunité (possibilités de cultures dérobées, etc.), il ne faut cependant pas oublier que la multiplication des stress thermiques et hydriques risque de pénaliser davantage la culture de maïs demain, avec de potentielles incidences sur les rendements.

En terme de solutions d'adaptation pour le maïs, en raison de l'amélioration de la disponibilité thermique, il est possible de favoriser l'usage de variétés plus tardives dans le cas où la culture n'est pas sujette au stress hydrique (sol profond notamment). Cette option pourrait permettre d'augmenter encore plus les rendements. Sur certains secteurs, il pourrait être difficile de garantir des rendements stables sans irriguer, même si aucun signal pluviométrique n'est significatif au niveau de la région, l'évapotranspiration quant à elle augmente en raison de l'augmentation des températures. Si l'amélioration du matériel (aspersion, goutte à goutte) et des conditions d'utilisation (absence de vent) peut permettre de limiter les pertes en eau (Renoux, 2015), ce levier (irrigation) est en revanche très incertain en raison des attentes sociétales et environnementales et de la priorisation des usages. Les retenues d'eau avec remplissage en hiver pour l'irrigation estivale pourraient être une alternative intéressante, mais leurs impacts environnementaux ne doivent pas être négligés.

Une stratégie d'esquive peut également être envisagée afin d'éviter que les périodes de stress hydrique coïncident avec les phases les plus sensibles de la culture (10 jours avant la floraison et 3 semaines après). Cela peut s'obtenir par l'utilisation de variétés plus précoces (cycle court) à combiner – ou non – avec des dates de semis plus précoces. Ce second levier est notamment rendu possible grâce à la diminution du nombre de jours de gel, à condition que les gels tardifs soient également moins nombreux. Dans les secteurs marqués par de forts stress hydriques, il est également envisageable de semer moins dense pour réduire la concurrence à l'eau. Détruire plus tôt la culture précédente peut également être une alternative intéressante afin qu'elle entame moins les réserves hydriques du futur maïs. Aussi, il s'agit de sélectionner des variétés plus tolérantes aux conditions de stress hydriques et thermiques.

Par ailleurs, lorsque l'eau est la ressource limitante, la substitution du maïs fourrage par du sorgho peut être envisagée. En effet, dans des conditions de fortes sécheresses, le sorgho offre généralement des rendements supérieurs au maïs fourrage, car il valorise mieux l'eau disponible, sans toutefois offrir les mêmes qualités fourragères.

## ***2.2. Augmentation du risque d'échaudage pour le blé et plafonnement des rendements***

Le nombre annuel moyen de jours échaudant (avec une température maximale supérieure ou égale à 25°C) sur la période sensible pour le blé (entre le 15 mai et le 30 juin) est très variable mais il a augmenté de manière significative en Bretagne et particulièrement à l'est, dans le bassin rennais où le caractère océanique du climat est dégradé par rapport au reste de la Bretagne. En effet à Rennes, il est passé de 5 sur la période 1960-1990 à 12 sur la période 1991-2018 (Fig.3). Les années enregistrant un nombre de jours échaudant supérieur à 10 sont de plus en plus fréquentes ; seulement une année sur 10 sur la période 1961-1990, contre 9 années sur 10 sur la période 1991-2018. L'indice calculé avec les données modélisées sur la période de référence présentait une sous-estimation de 4 jours. En corrigeant ce biais sur les projections, le nombre annuel de jours échaudant serait également variable au sein de la tendance à la hausse, 16 à 20 jours échaudant sembleraient être une moyenne sur la deuxième moitié du siècle en considérant le scénario RCP8.5.

Parallèlement, le rendement moyen régional de blé tendre, depuis 1968 et jusqu'à la fin des années 1990 a augmenté de façon nette et régulière passant d'environ 30 q/ha à plus de 70 q/ha (Agreste, 2018). Cette augmentation s'explique par l'amélioration variétale, combinée à

l'intensification de l'agriculture et l'accroissement de la technicité (fertilisation, protection phytosanitaire, préparation du sol, semis, récolte, etc.). En revanche, à partir de la seconde moitié des années 1990, on note un « plafonnement ». Ce phénomène de plafonnement, observable en France métropolitaine, résulterait notamment du changement climatique qui a accru les stress hydriques et thermiques (échaudage notamment) en fin de cycle cultural (Gate *et al.* 2009).

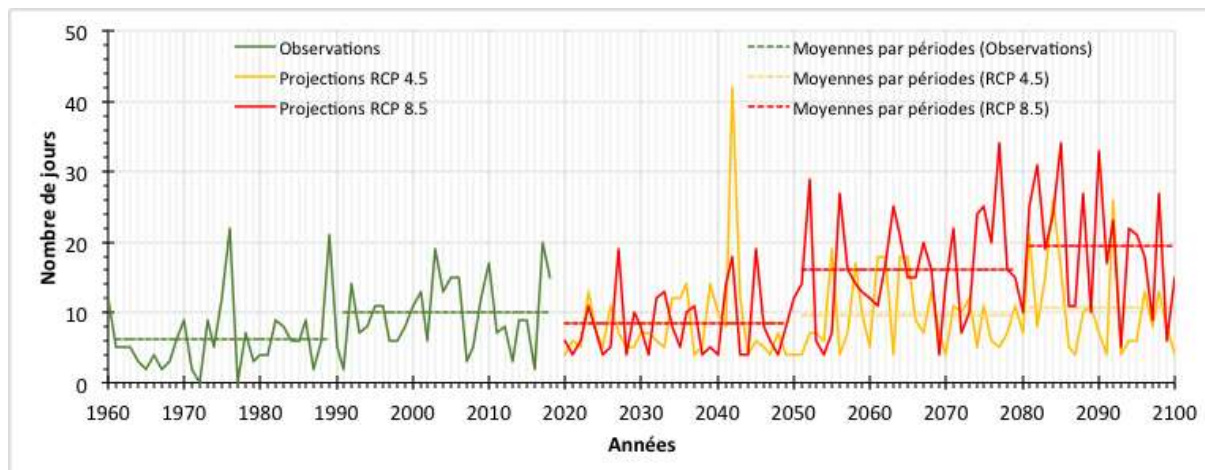


Figure 3. Nombre de jours avec une température maximale supérieure ou égale à 25°C sur la période allant du 15 mai au 30 juin pour Rennes. Données observées à Rennes pour 1960-2018 ; données projetées (biais corrigé) modèle CNRM-Aladin, scénarios RCP4.5 et RCP 8.5 pour la période 2020-2100 ; et moyennes par périodes (1961-1990 ; 1991-2018 ; 2021-2050 ; 2051-2080 ; 2081-2100).

En ce qui concerne les solutions d'adaptation, il est possible d'esquiver ces jours d'échaudage en avançant les dates de semis mais cette option est déconseillée aujourd'hui au regard des risques associés (adventices, piétin échaudage, pucerons d'automne, gel de printemps, etc.) comme cela a également été évoqué en Normandie (Beauvais *et al.*, 2019). Ainsi, la stratégie d'esquive la plus judicieuse serait d'opter plutôt pour des variétés à épiaison plus précoce (pour réduire le risque d'échaudage en fin de cycle) et stables au stade épi 1 cm (pour ne pas accentuer le risque face au gel tardif). Bien qu'étant généralement moins productives que les variétés tardives, ces variétés impliquent des décalages de cycles bien plus importants que les avancements de phases générés par des semis précoces ; la période d'échaudage est ainsi considérablement avancée vers des mois plus frais.

D'autre part, dans les terrains séchant disposant d'une faible réserve utile, la substitution du blé par de l'orge pourrait être bénéfique (Gate *et al.*, 2009). Aussi, l'amélioration variétale doit se poursuivre vers des variétés plus tolérantes aux stress thermiques et hydriques.

Le mélange pois - céréales peut être une alternative intéressante face aux incertitudes climatiques. Il permet notamment de limiter les pertes de rendement dues aux maladies, aux adventices et à la verse, et favorise un blé plus riche en protéines. De plus, les besoins en eau et en nutriments de ces cultures sont différents et décalés dans le temps, ce qui limite la concurrence à l'eau. Mais la complexité du travail supplémentaire (fabrication du mélange, gestion des bio-agresseurs, tri à la récolte, etc.) et la variabilité de la proportion de pois dans la récolte annuelle peuvent freiner l'utilisation de cette pratique (Boissinot, 2015). Des mélanges de variétés de blé sont aussi envisageables.

## Conclusion

Les effets sur la précocité des maïs ou l'augmentation des risques d'échaudage sur blé sont déjà effectifs en Bretagne et l'adaptation est en cours.

De nombreux paramètres agro climatiques restent à suivre pour évaluer comment les risques ont et vont évoluer ; par exemple, étudier l'évolution des risques de gel ou d'excès d'eau en périodes critiques, l'évolution des conditions climatiques favorables aux maladies fongiques, aux ravageurs, aux adventices ou encore aux verses. Si de tels risques et/ou pressions sont amenés à s'intensifier, les mesures d'adaptations associées devront être déployées.

De même d'autres indicateurs agro climatiques restent à étudier, pour répondre aux questions des producteurs de légumes, grandes cultures et aux éleveurs. L'augmentation des températures est amenée à se poursuivre avec l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, auxquelles l'agriculture contribue.

À ce titre, il ne faut cependant pas oublier que l'agriculture a un rôle important à jouer en termes d'atténuation (réduction des émissions de gaz à effet de serre) en améliorant son bilan. Demain, le stockage du carbone devra s'amplifier avec le maintien des prairies et du bocage, l'agroforesterie, l'implantation de couverts végétaux, etc. Les engins agricoles seront plus performants et moins consommateurs et émetteurs, les énergies renouvelables ou « innovantes » devront continuer à se déployer. Déjà bien engagés ces dernières années, ces efforts devront se poursuivre et s'accélérer collectivement afin que l'agriculture soit à terme moins impactée par le changement climatique.

## Remerciements

A la Région Bretagne et l'ADEME pour le financement de cette étude.

## Bibliographie

- AGRESTE, 2018. Synthèse Bretagne : La Bretagne agricole et alimentaire. Agreste, la statistique agricole. Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF Bretagne), Rennes, 4p.
- Beauvais F., Cantat O., Madeline P., 2019. Changement climatique et céréaliculture en Normandie : quelles perspectives pour 2100 ? XXXII<sup>ème</sup> Colloque International de l'AIC : Le Changement Climatique, la variabilité et les risques climatiques, Mai 2019, Thessaloniki, Grèce, 71-76.
- Boissinot F., 2015. Cultiver du blé panifiable : Une association réussie avec le pois protéagineux. *Grain de réussite*, Les agriculteurs témoignent de leurs réussites, N°2, p.6.
- Dubreuil V., Même K., Bonnardot V., Aubert J.F., Veger A.C. & Melec D., 2019. Changement climatique et dates de floraison des pommiers dans le Val de Rance (Bretagne). XXXII<sup>ème</sup> Colloque de l'AIC : Le Changement Climatique, la variabilité et les risques climatiques, Mai 2019, Thessaloniki, Grèce, 83-88.
- Dubreuil V., Planchon O., Lamy C., Bonnardot V., Quénot H., 2012. Le changement climatique dans la France de l'Ouest : observations et tendances. In Mérot Ph. *et al.*, *Changement climatique dans l'Ouest*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, chap.1, 19-30.
- Gate P., Vignier L., Deudon O. et Gouache D., 2009. Changement climatique : impact sur le blé en France et pistes d'adaptation. Conséquences et enseignements pour les grandes cultures et l'élevage herbivore. Paris, 85-99.
- Mérot *et al.* (dir.), 2012. *Changement climatique dans l'Ouest : évaluation, impacts, perceptions. Espace et Territoires*, Rennes, Edition PUR, 458p.
- Moss *et al.*, 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, Vol 463, Doi:10.1038/nature08823.
- ORACLE (Collectif), 2018. *État des lieux sur le changement climatique et ses incidences agricoles en région Pays de la Loire*. Ed. Pays de la Loire, Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, 172p.
- Renoux J.-P., 2015. Les experts maïs. Episode 2. L'irrigation : une chance pour l'agriculture française. [www.agpm.com](http://www.agpm.com)
- Tilly S., 2019. *Le programme ORACLE-Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement cLimatiquE-valorisation des premiers résultats en région Bretagne*. Mémoire de Master 2 GAED-ETA, Université Rennes 2, France, 81p.