

# AP3C

## *Adaptation des Pratiques Culturelles au Changement Climatique*

### **Résumé agronomique Département du Cantal**

Février 2019





# *Adaptation des Pratiques Culturelles au Changement Climatique*

Résumé agronomique

Département du Cantal

## AP3C : un projet combinant une triple expertise climatique, agronomique et systémique

Le projet de Recherche et Développement « AP3C » a été initié en 2015 avec pour objectif d'obtenir des informations localisées permettant une analyse fine des impacts du changement climatique sur le Massif central, en vue d'adapter les systèmes de production agricole du territoire et d'en sensibiliser les acteurs. Ce projet innovant et ambitieux, porté par le SIDAM, est mené en collaboration avec les Chambres d'agriculture des 11 départements engagés (Allier, Aveyron, Cantal, Corrèze, Creuse, Loire, Haute-Loire, Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Haute-Vienne) et en partenariat avec l'Institut de l'Élevage (IDELE).

Afin de ne plus être seulement dans la réaction face aux aléas et de pouvoir procéder à des choix stratégiques tenant compte des nouvelles évolutions climatiques et de leurs impacts sur les systèmes d'élevage, le projet AP3C a opté pour une approche combinant l'expertise climatique, agronomique et systémique des ingénieurs de 11 Chambres d'agriculture, en lien avec ceux de l'IDELE.

Ce document s'inscrit dans le cadre de l'expertise agronomique et présente l'évolution de 30 Indicateurs AgroClimatiques (IAC) de 1980 à 2050. Il convient de rappeler que le climat-type 2000 correspond de près à la "normale trentenaire" 1981-2010 alors que le véritable climat actuel est le climat-type 2020.

## AP3C : un projet qui crée ses propres projections climatiques

L'expertise climatique consiste à établir un ensemble de projections jusqu'à l'horizon 2050 à partir de l'analyse de l'évolution d'un certain nombre de paramètres météorologiques (températures, précipitations, évapotranspirations potentielles – ETP), au pas de temps quotidien sur la période 1980-2015 et sur l'ensemble du Massif central. Ces projections permettent d'appréhender de manière détaillée les évolutions climatiques attendues sur le territoire. Elles mobilisent les données d'une centaine de stations dans le Massif central et y proposent une analyse fine et localisée de l'évolution climatique.

Pour le futur, on utilise un résultat consensuel des modèles utilisés dans les rapports du GIEC qui expriment que, relativement à la tendance des dernières décennies, l'évolution à venir pour une trentaine d'années au moins est *primo* indépendante du scénario d'émission de gaz à effet de serre et *secundo* au minimum aussi rapide que ce qui a été observé jusqu'ici.

AP3C utilise un générateur stochastique de temps (abréviation anglaise SWG) pour produire des projections climatiques de nature statistique, point par point. Les projections sont produites jusqu'à l'horizon 2050, classiquement appelé « futur proche ». Ce ne sont pas moins de 10.000 projections qui sont réalisées par stations et par paramètres. Sur ce document, c'est la moyenne des 10.000 projections qui est représentée ainsi que les observations effectivement réalisées entre 1980 et 2015, et ce, sur 3 types de paramètres météorologiques quotidiens : l'évapotranspiration potentielle (ETP), les températures (T) et les précipitations (RR).

La conception des projections d'IAC dans le cadre d'AP3C, fait appel à ces 10.000 projections climatiques. Ce sont alors 10 000 projections par indicateur et par stations qui sont réalisés. Les 10.000 projections réalisées font l'objet d'une approche statistique. Sur les graphiques produits dans AP3C, sont représentés les déciles 1, 2, 5, 8 et 9. Ainsi, le décile 1 (D1) correspond au seuil en deçà duquel se trouvent les 1.000 projections les plus basses, c'est à dire une probabilité d'occurrence de 10%, tandis que le décile 9 (D9) marque le seuil au-delà duquel se trouvent les 1.000 projections les plus hautes. La probabilité d'être en-dessous de D9 est donc de 90%. Le décile 5 est aussi appelé médiane (autant de projections plus basses que plus hautes). La moyenne des 10.000 projections est également représentée ainsi que les observations effectivement réalisées entre 1980 et 2015.

## Quels Indicateurs AgroClimatiques (IAC) projetés dans AP3C ?

Nom IAC	Interprétation	Paramètres de calcul
<b>Prairies : Date de démarrage de végétation</b>	Date à laquelle est atteint le seuil de 200°Cj	Base : 0°C - Borne : 18°C, Initialisé au 1er/01
<b>Prairies : Date de mise à l'herbe</b>	Date à laquelle est atteint le seuil de 250°Cj	Base : 0°C - Borne : 18°C, Initialisé au 1er/02
<b>Prairies : Date de fauche précoce</b>	Date à laquelle est atteint le seuil de 750°Cj	Base : 0°C - Borne : 18°C, Initialisé au 1er/02
<b>Prairies : Date de fauche intermédiaire</b>	Date à laquelle est atteint de seuil de 1000°Cj	Base : 0°C - Borne : 18°C, Initialisé au 1er/02
<b>Prairies : Date de fauche tardive</b>	Date à laquelle est atteint le seuil de 1200°Cj	Base : 0°C - Borne : 18°C, Initialisé au 1er/02
<b>Céréales : Risque de gel à épis 1cm</b>	Nombre de jours présentant un risque de dépassement à la baisse de la température de -4°C.	Base : -4°C, Période du 20/02 au 10/04
<b>Céréales : Risque d'échaudage sur céréales et graminées fourragères</b>	Nombre de jours où la température de 25°C est atteinte ou dépassée dans la période du 15 mai au 20 juillet	Base : 25°C, Période du 15/05 au 20/07
<b>Maïs : Risque d'échaudage</b>	Nombre de jours où la température de 32°C est atteinte ou dépassée	Base : 32°C, Période du 01/06 au 30/09
<b>Maïs : Date de première gelée à -2°C</b>	Date à laquelle la température dépasse à la baisse les -2°C	Base : -2°C, Période : 1er/09 au 31/10

<b>Date de dernière gelée de printemps</b>	Dernière date à laquelle la température est négative	Base : 0°C, Période : 1er/01 au 30/06
<b>Date de première gelée d'automne</b>	Première date à laquelle un dépassement à la baisse de la température de -5°C se produit	Base : -5°C, Initialisé au 1er/10
<b>Indice héliothermique de Huglin</b>	Résultat de la formule : $\sum \frac{[(T_m - 10) + (T_x - 10) \times 1.04]}{2}$	Période 1er/04 au 30/09
<b>Prairies : Périodes sèches de démarrage de végétation à la mise à l'herbe</b>	Calcul du ratio RR/ETP	Base 1er février, de 250°CJ à 500°CJ
<b>Prairies : Périodes sèches de la mise à l'herbe à l'ensilage</b>	Calcul du ratio RR/ETP	Base 1er février, de 500°CJ à 750°CJ
<b>Prairies : Périodes sèches des ensilages à la récolte en foin</b>	Calcul du ratio RR/ETP	Base 1er février, de 750°CJ à 1200°CJ
<b>Prairies : Séquences favorables et disponibles pour ensilages</b>	Le nombre de jours favorables à la récolte (dès lors que se succèdent 2 jours sans pluie (RR<1mm) et que le cumul de précipitations sur les 5 jours précédant les deux jours sans pluie est inférieur à 20mm)	Base 1er février, date du cumul 750°CJ +/- 7 jours
<b>Prairies : Séquences favorables et disponibles pour foin</b>	Le nombre de jours favorables à la récolte (dès lors que se succèdent 4 jours sans pluie (RR<1mm) et que le cumul de précipitations sur les 5 jours précédant les quatre jours sans pluie est inférieur à 20mm)	Base 1er février, date du cumul 1100°CJ +/- 10 jours
<b>Prairies : Périodes sèches automnales</b>	Calcul du ratio RR/ETP	Du 15/09 au 30/10
<b>Maïs : Choix variétaux</b>	Somme de températures moyennes	Du 10 mai au 15 octobre, base 6°C – borne 30°C
<b>Maïs : Stress hydrique floraison à remplissage du grain</b>	Nombre de décades où le cumul de pluie est > 20 mm	Du 1er juillet au 20 août
<b>Dérobées : Faisabilité thermique des dérobées de printemps</b>	Calcul de la somme de °CJ	Base 11°C, de 1000°Cj (base 0°C, démarrage au 1er février) à la première gelée d'automne (décile 2).
<b>Dérobées : Faisabilité thermique des dérobées d'été</b>	Calcul de la somme de °CJ	Base 11°C, du 10 juillet à la première gelée d'automne (décile 2).
<b>Céréales : Cumul de pluie pendant remplissage du grain – haute altitude</b>	Cumul de pluie	Du 10 juin au 30 juin
<b>Céréales : Cumul de pluie pendant remplissage du grain – basse altitude</b>	Cumul de pluie	Du 20 mai au 10 juin

<b>Prairies : Périodes sèches estivales</b>	Calcul du ratio RR/ETP	Base 1 <sup>er</sup> février, de 1200°CJ au 15 septembre
<b>Prairies : Périodes favorables à la mise en place des semis de prairies d'automne</b>	Cumul de précipitations du 15/08 jusqu'à la date antérieure de 20 jours à l'apparition du décile 2 de la première gelée à -5°C	Du 15 août à la date antérieure de 20 jours du décile 2 de la première gelée à -5°C
<b>Prairies : Périodes sèches hivernales</b>	Calcul du ratio RR/ETP	Du 30 octobre au 31 décembre
<b>Prairies : Séquences favorables et disponibles pour enrubannages</b>	Nombre de jour où se succèdent 3 jours sans pluie (RR<1mm) et que le cumul de précipitations sur les 5 jours précédant les trois jours sans pluie est inférieur à 20mm.	Base 1 <sup>er</sup> février, sur 750°CJ +/- 7 jours
<b>Prairies : Périodes favorables à la mise en place des semis de prairies de printemps</b>	Nombre de jours tels que les 5 jours précédents ont tous une pluviométrie <1mm.	Base 1 <sup>er</sup> février, de 250°CJ + 250°CJ + 20 jours
<b>Maïs : Stress hydrique floraison à remplissage du grain</b>	Nombre de décades où au moins une pluie > 10 mm aura eu lieu	Du 1 <sup>er</sup> juillet au 20 août

## Les stations météorologiques mobilisées dans le Cantal

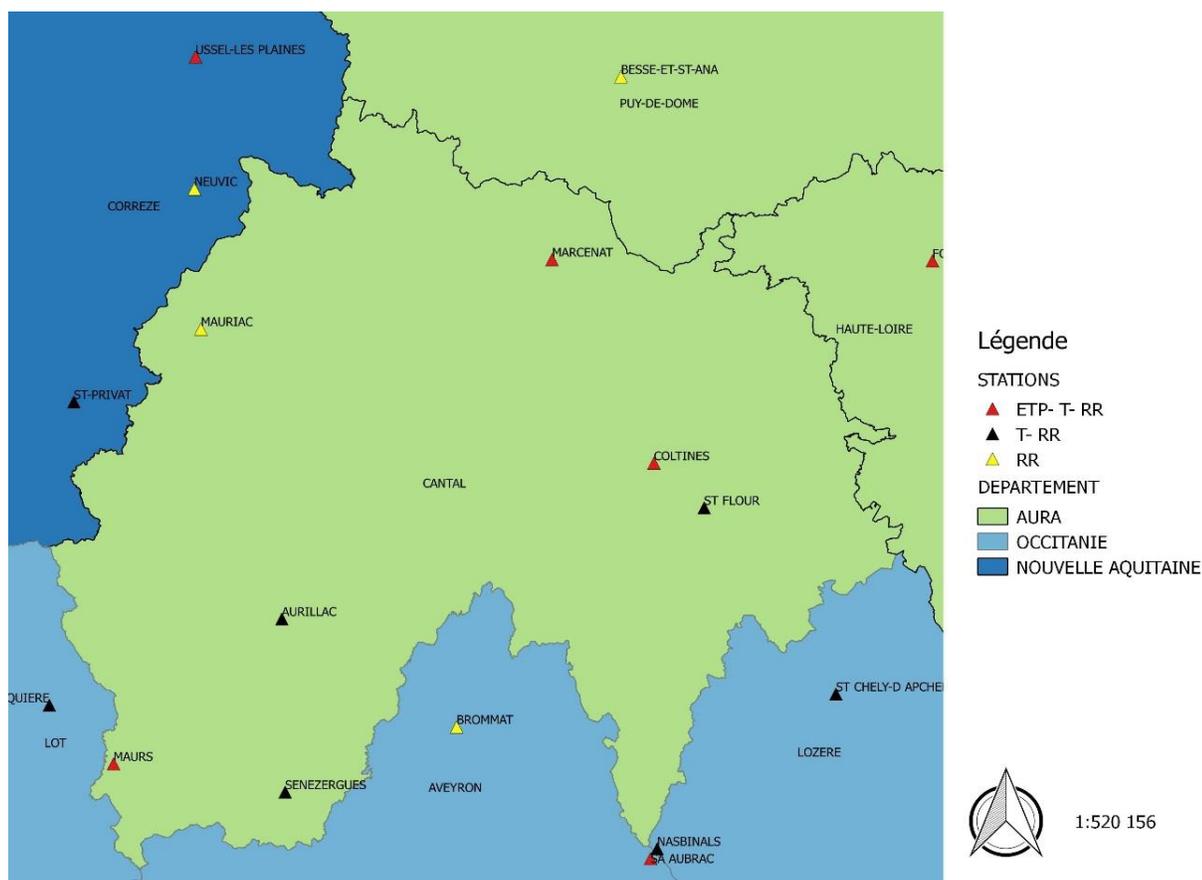
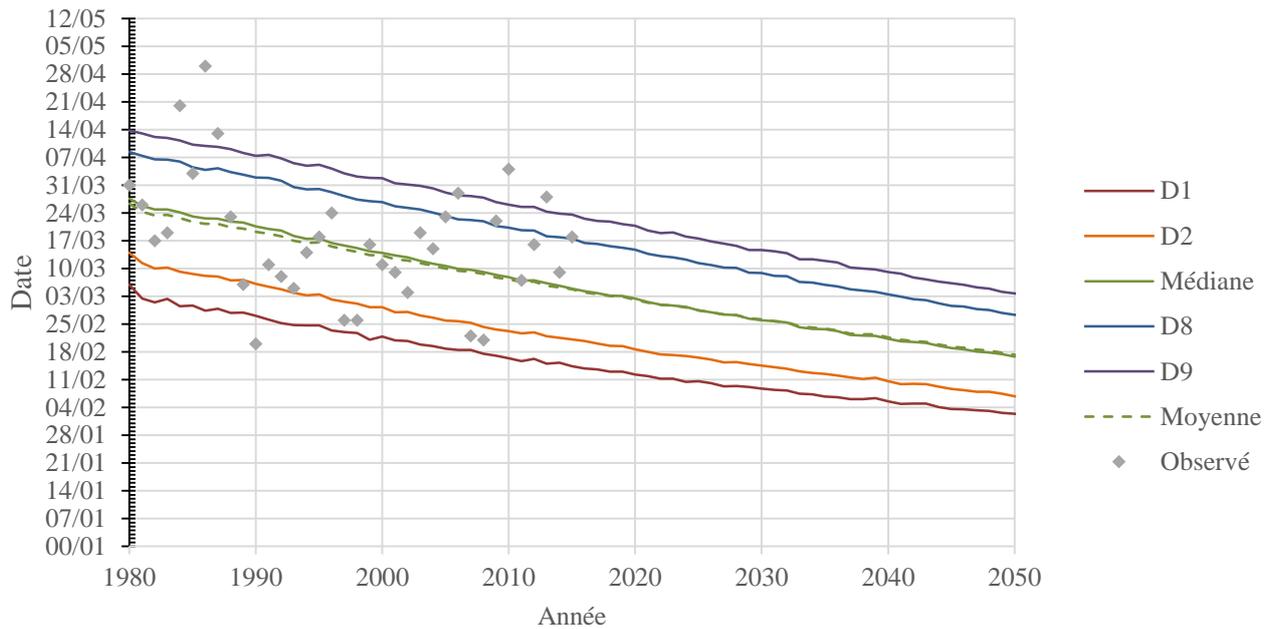
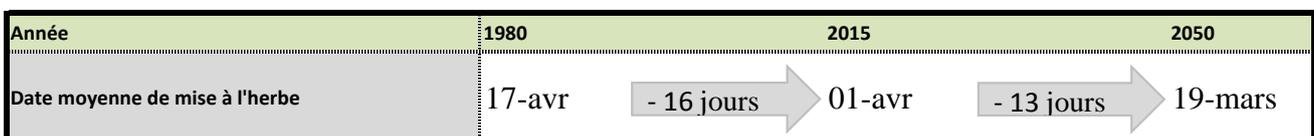
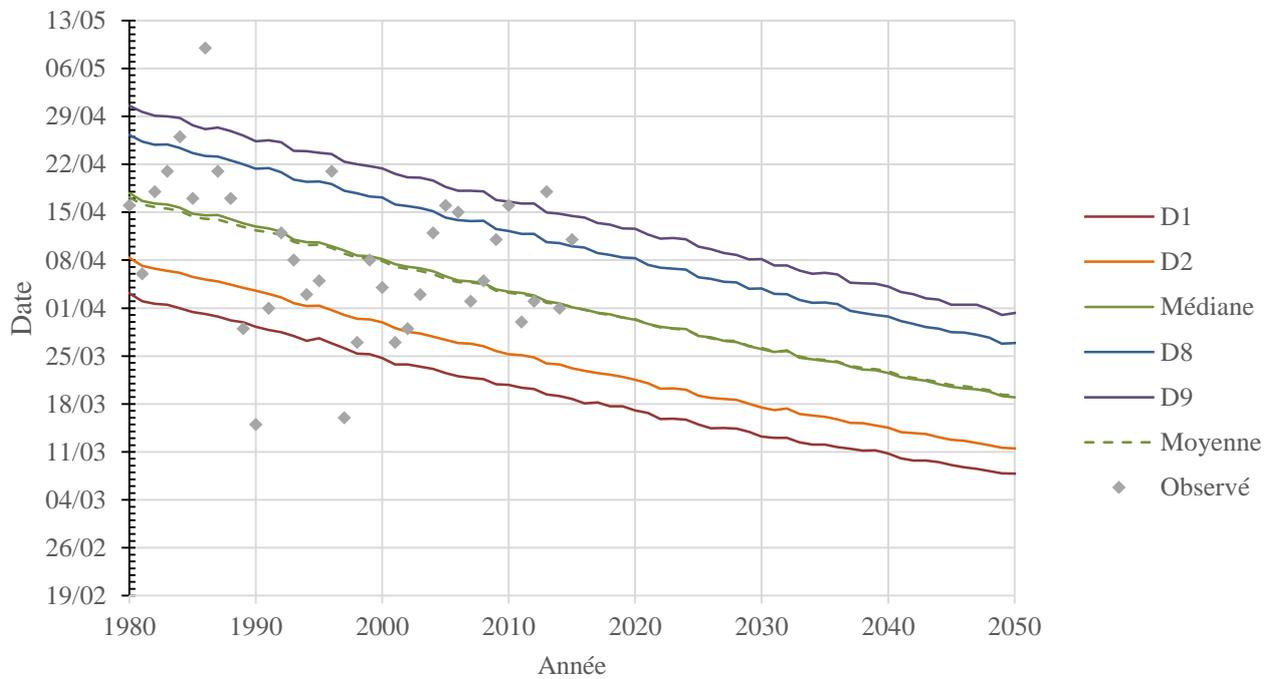


Figure 1: Localisation des stations et types de mesures mobilisées pour le projet AP3C dans le département du Cantal

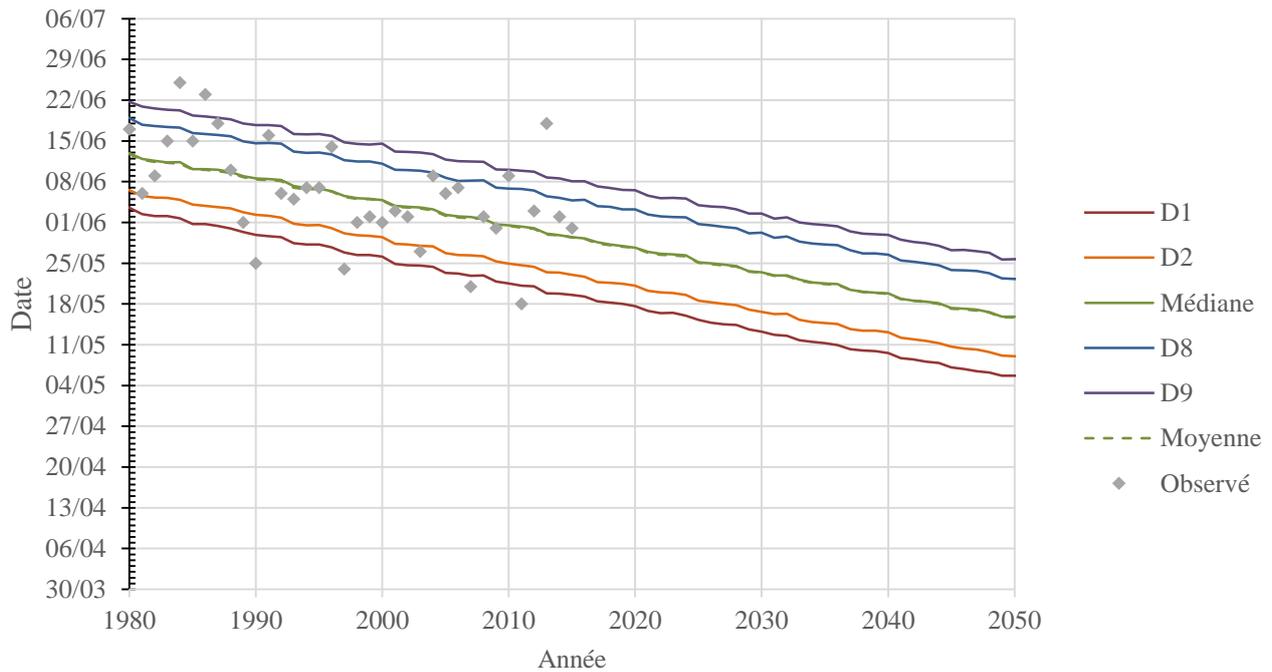
*Evolution de l'IAC 1 "Redémarrage de la végétation" de 1980 à 2050*



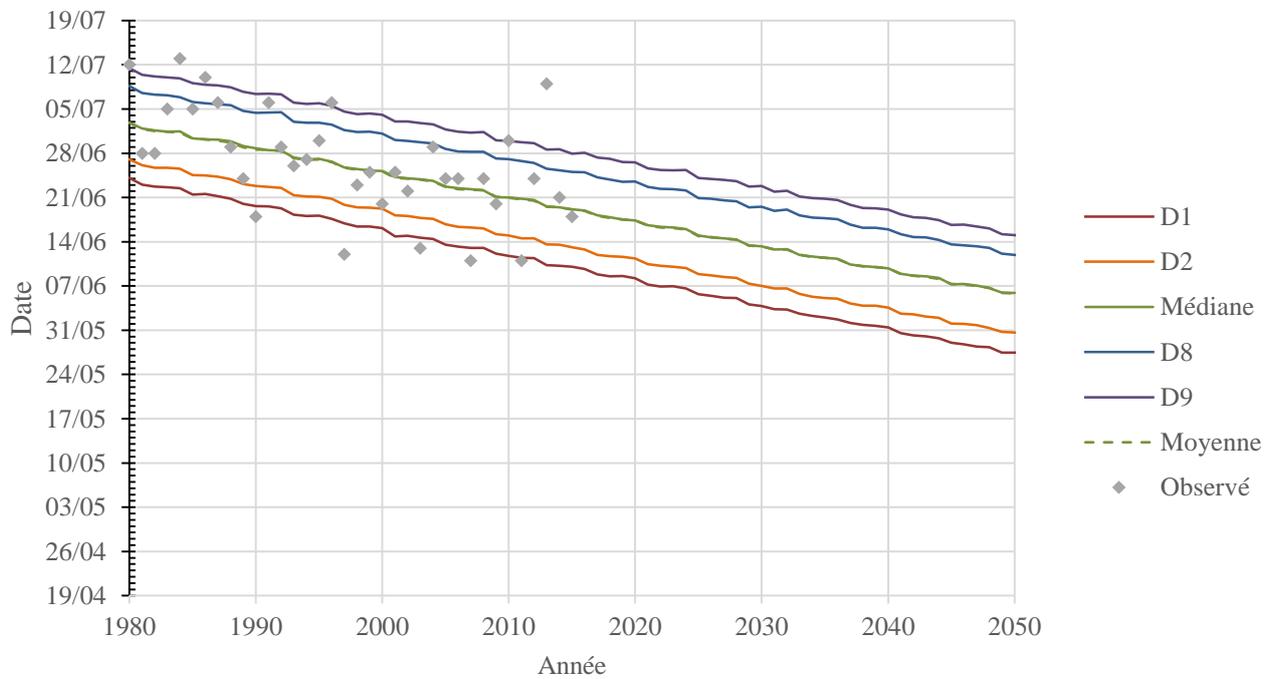
*Evolution de l'IAC 2 "Mise à l'herbe" de 1980 à 2050*



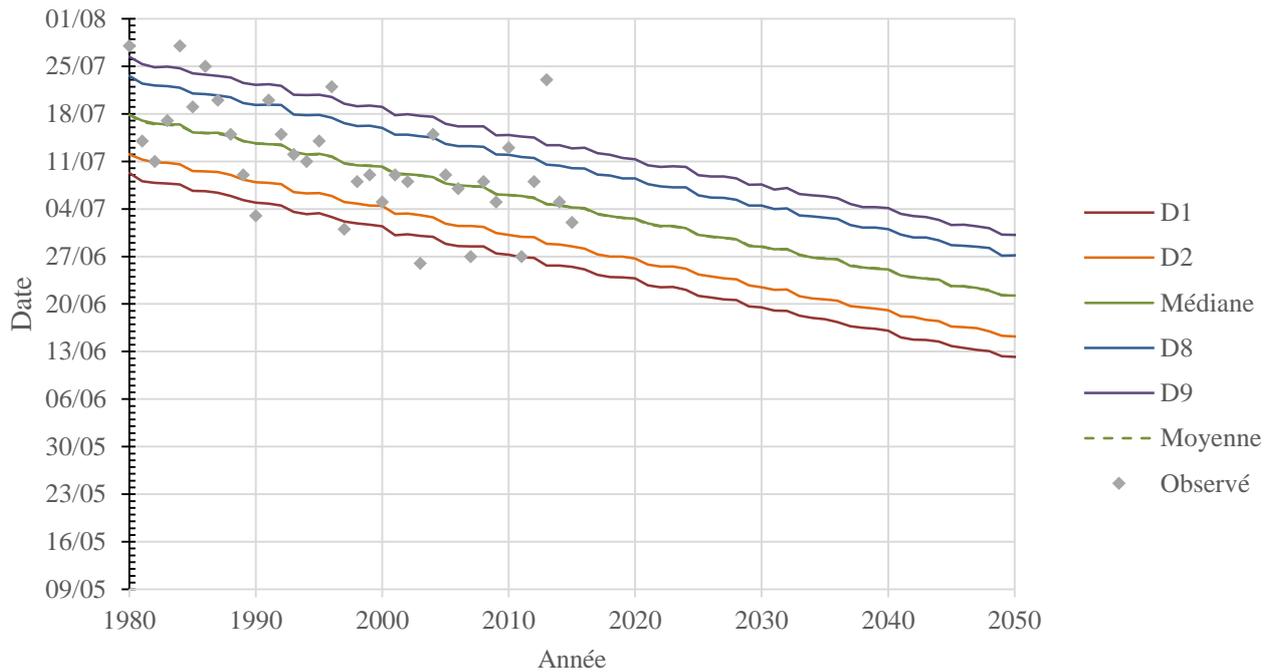
*Evolution de l'IAC 3 "Ensilage" de 1980 à 2050*



*Evolution de l'IAC 4 "Fauches précoces en foin" de 1980 à 2050*

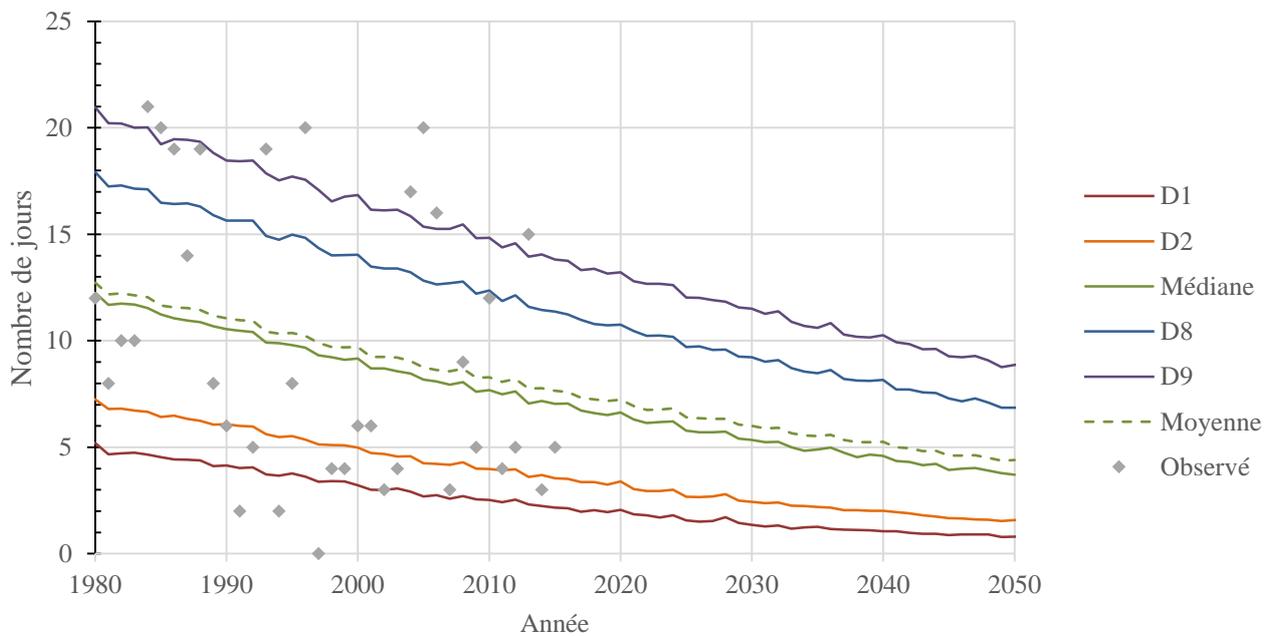


*Evolution de l'IAC 5 "Fauches tardives en foin" de 1980 à 2050*



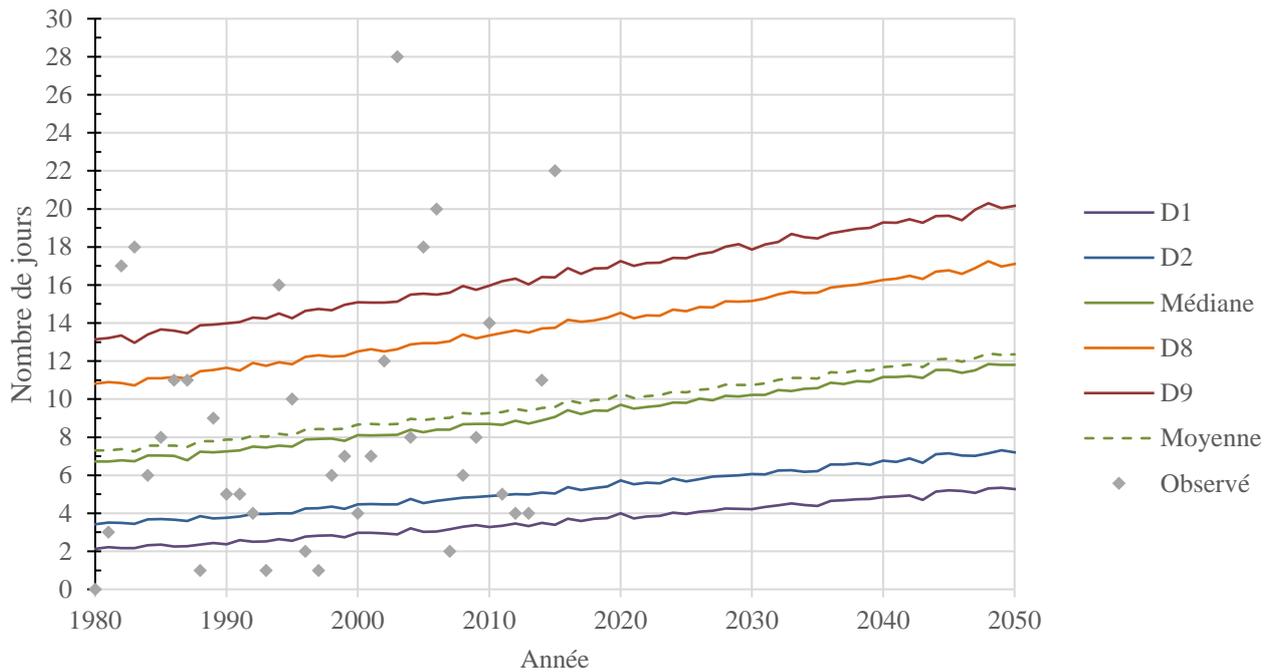
Année	1980	2015	2050
Date moyenne de fauches tardives en foin	17-juil	- 13 jours → 04-juil	- 13 jours → 21-juin

*Evolution de l'IAC 6 "Gel de printemps sur céréales au stade épis 1cm" de 1980 à 2050*

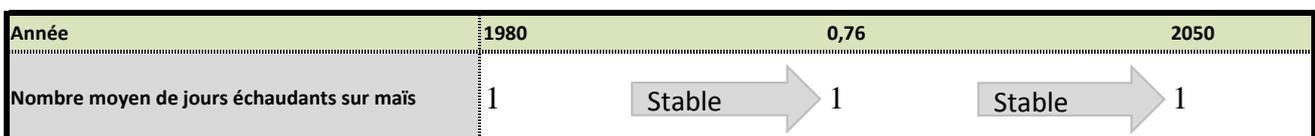
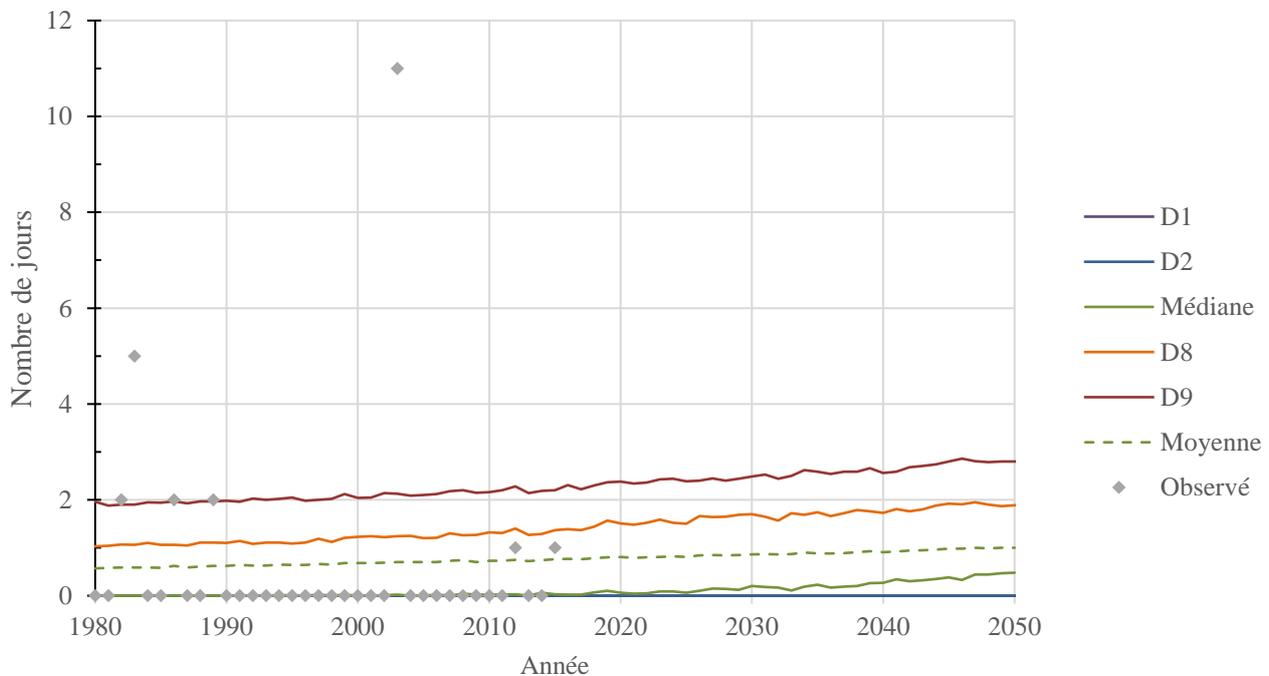


Année	1980	2015	2050
Nombre moyen de jours avec gel de printemps sur céréales au stade épis 1cm	12,7	- 5 jours → 7,7	- 3,3 jours → 4,4

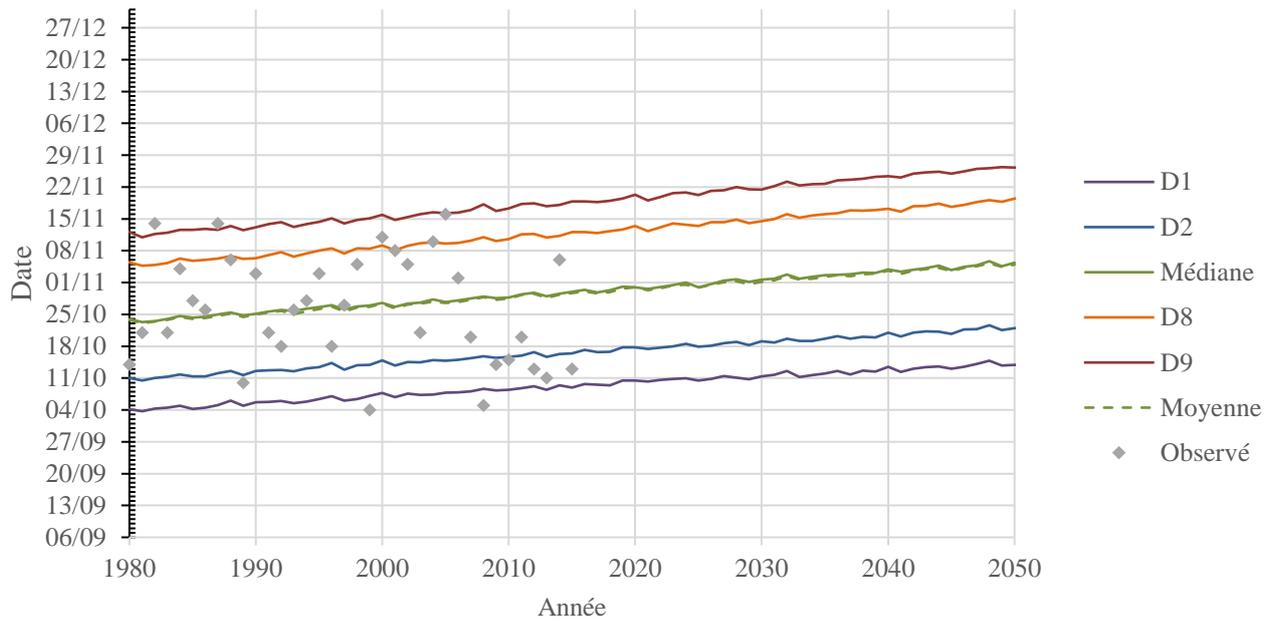
*Evolution de l'IAC 7 "Echaudage sur céréales" de 1980 à 2050*



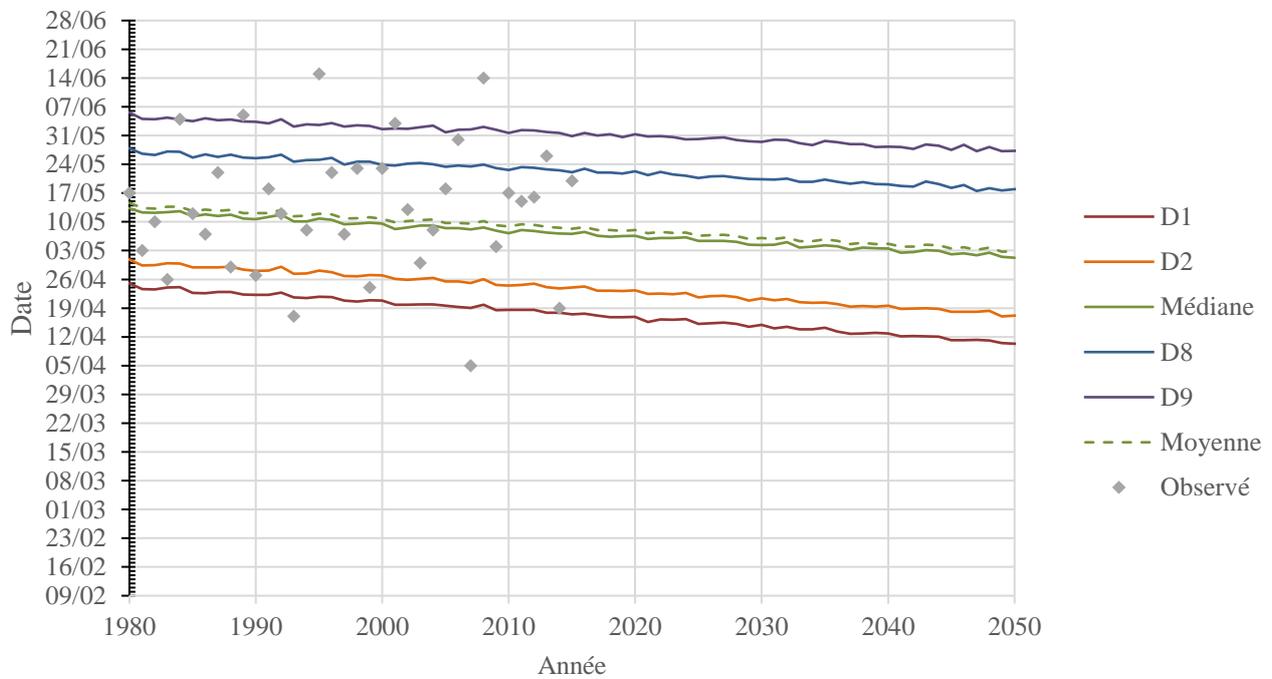
*Evolution de l'IAC 8 "Echaudage sur maïs" de 1980 à 2050*



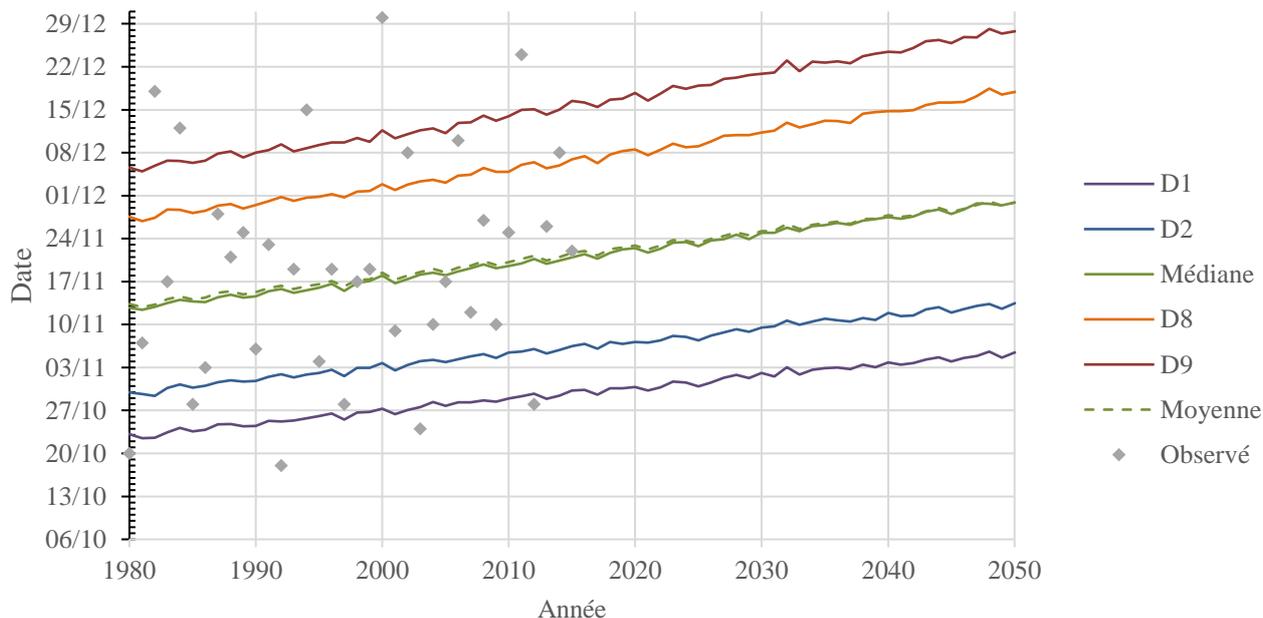
*Evolution de l'IAC 9 "Gel en fin de cycle avant maturité physiologique du maïs" de 1980 à 2050*



*IAC 10 : Dernière gelée de printemps*

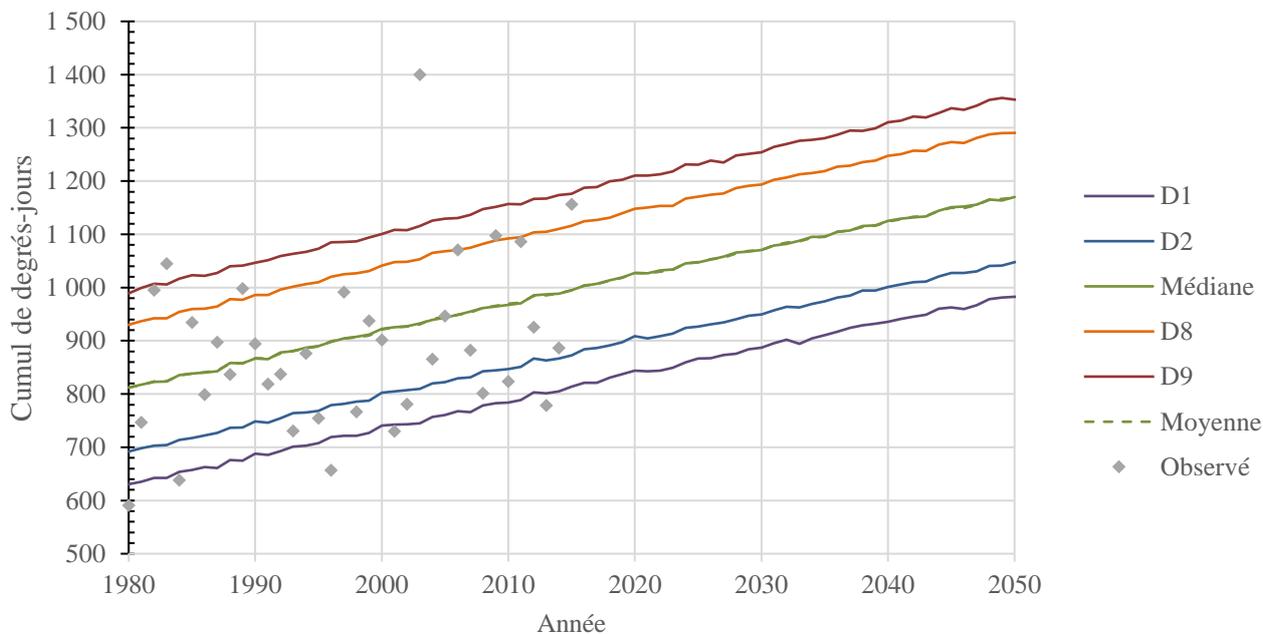


*Evolution de l'IAC 11 "Premières fortes gelées d'automne" de 1980 à 2050*



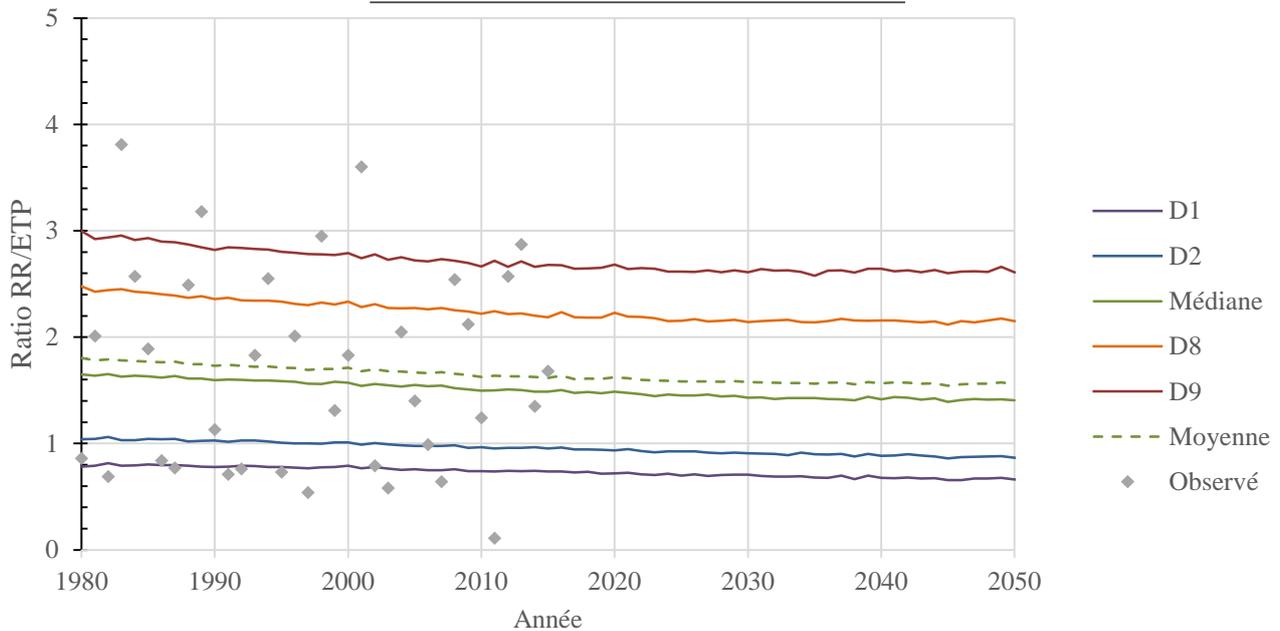
Année	1980	2015	2050
Date moyenne de la première forte gelée d'automne à -5°C	13-nov	+ 8 jours → 21-nov	+ 8 jours → 29-nov

*Evolution de l'IAC 12 "Indice héliothermique de Huglin" de 1980 à 2050*



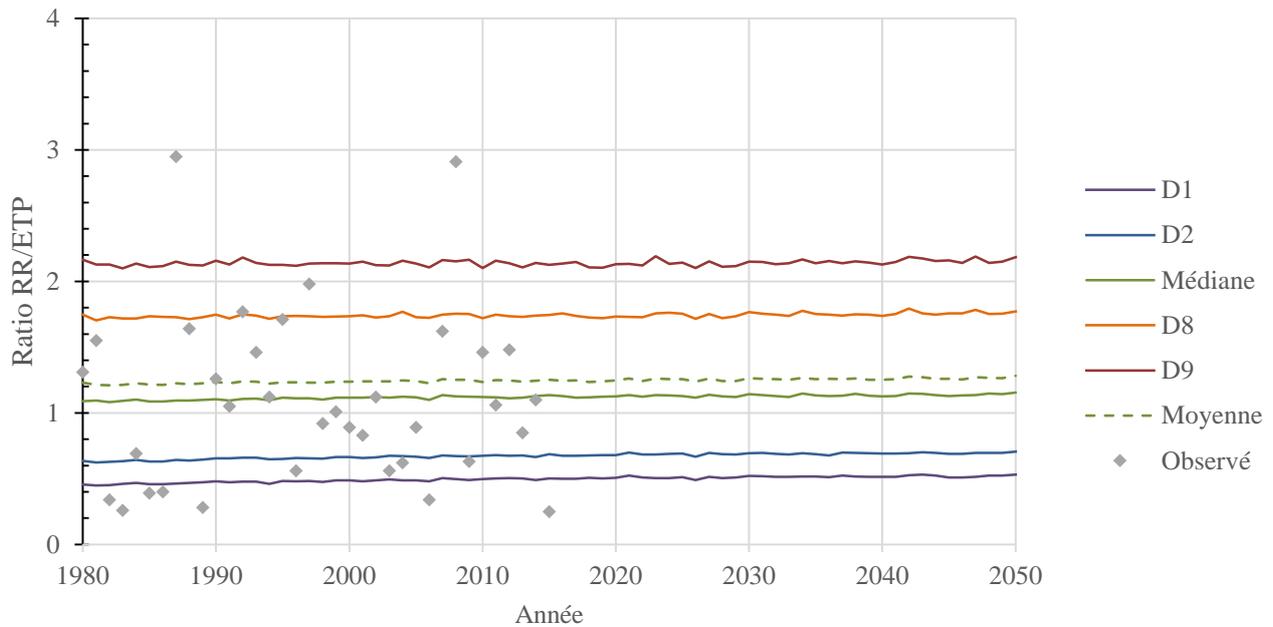
Année	1980	2015	2050
Moyenne de l'indice héliothermique de Huglin	812	+ 183 → 995	+ 174 → 1169

*Evolution de l'IAC 13 "Périodes sèches du démarrage de végétation à la mise à l'herbe" de 1980 à 2050*



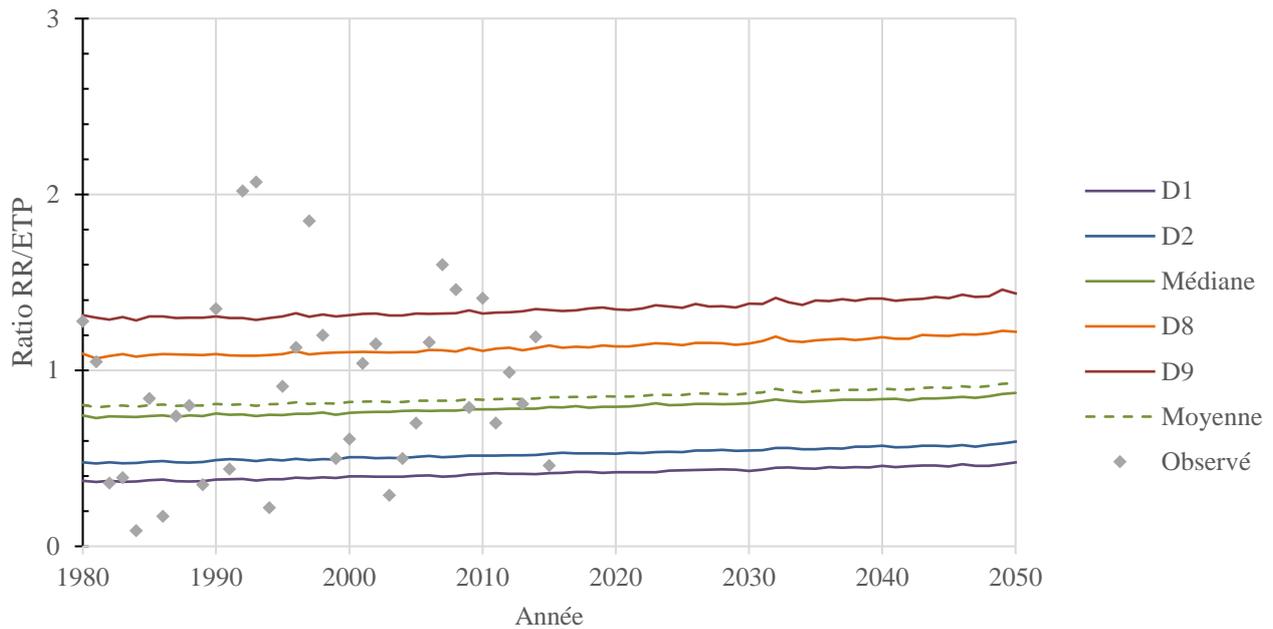
Année	1980	2015	2050
Ratio moyen RR/ETP	1,80	- 0,18 → 1,62	- 0,06 → 1,56

*Evolution de l'IAC 14 "Périodes sèches de la mise à l'herbe à l'ensilage" de 1980 à 2050*



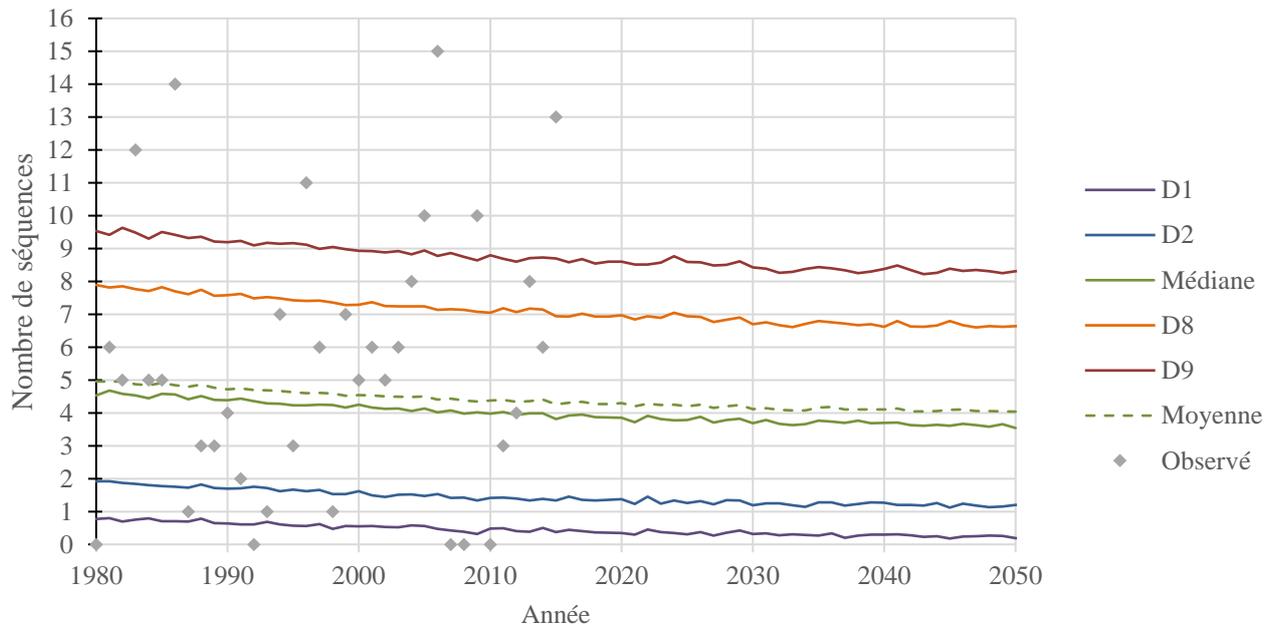
Année	1980	2015	2050
Ratio moyen RR/ETP	1,23	+ 0,02 → 1,25	+ 0,03 → 1,28

*Evolution de l'IAC 15 "Périodes sèches des ensilages à la récolte en foin" de 1980 à 2050*



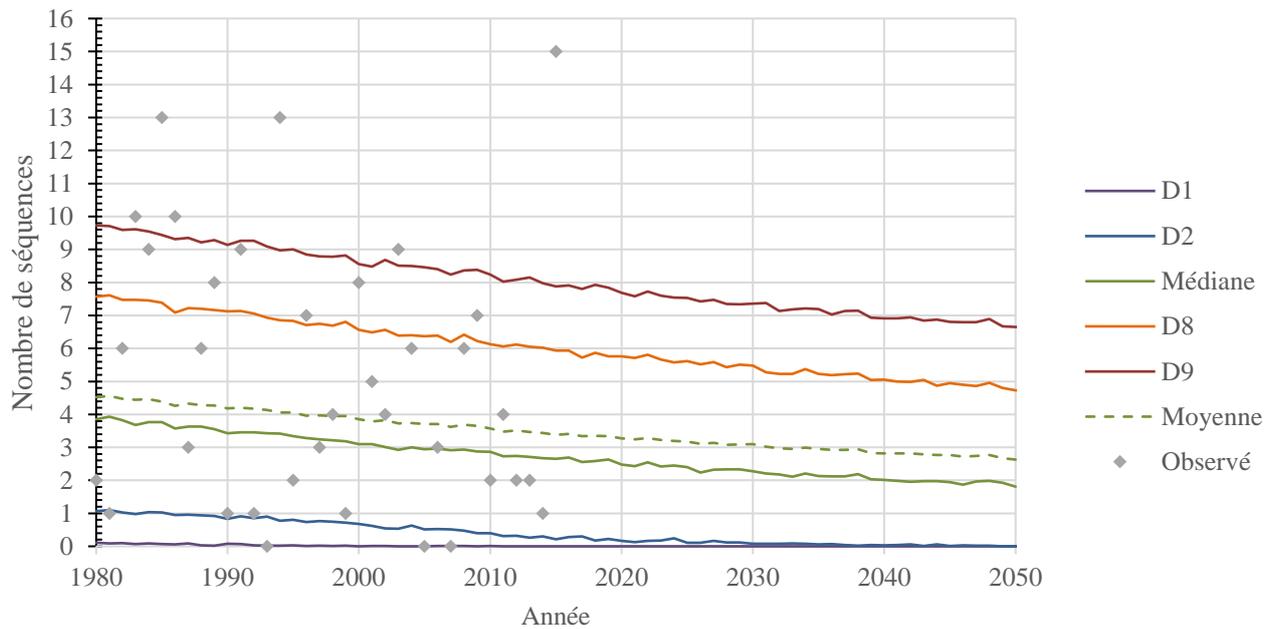
Année	1980	2015	2050
Ratio moyen RR/ETP	0,80	+ 0,05 → 0,85	+ 0,08 → 0,93

*Evolution de l'IAC 16 "Séquences favorables et disponibles pour ensilages" de 1980 à 2050*



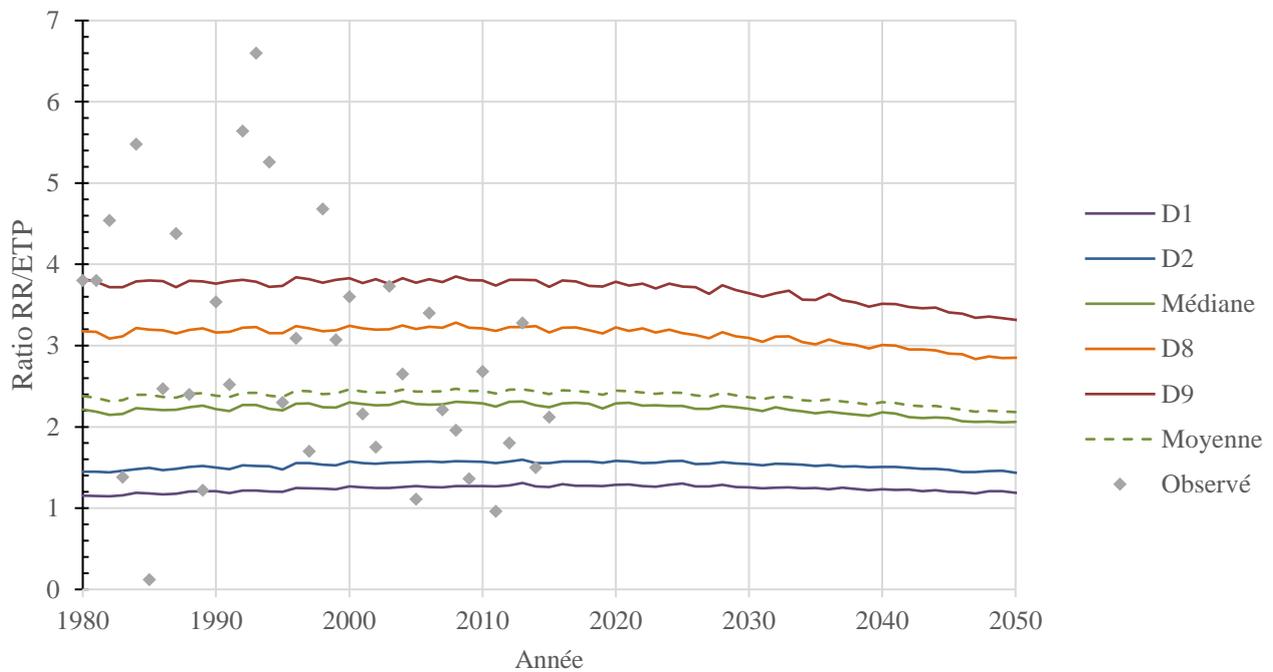
Année	1980	2015	4,04
Nombre moyen de séquences favorables et disponibles pour ensilages	5,0	- 0,7 séq. → 4,3	- 0,3 séq. → 4,0

*Evolution de l'IAC 17 "Séquences favorables et disponibles pour foins" de 1980 à 2050*



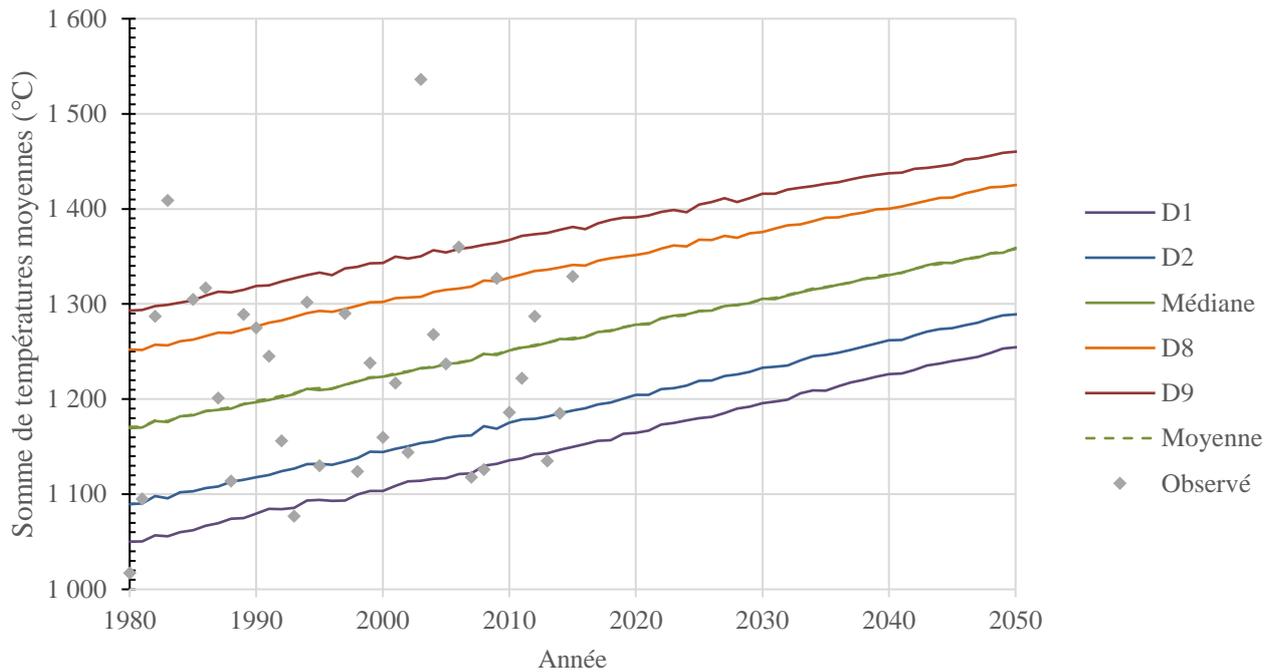
Année	1980	2015	2050
Nombre moyen de séquences favorables et disponibles pour foins	4,5	- 1,1 séq. → 3,4	- 0,8 séq. → 2,6

*Evolution de l'IAC 18 "Périodes sèches automnales" de 1980 à 2050*



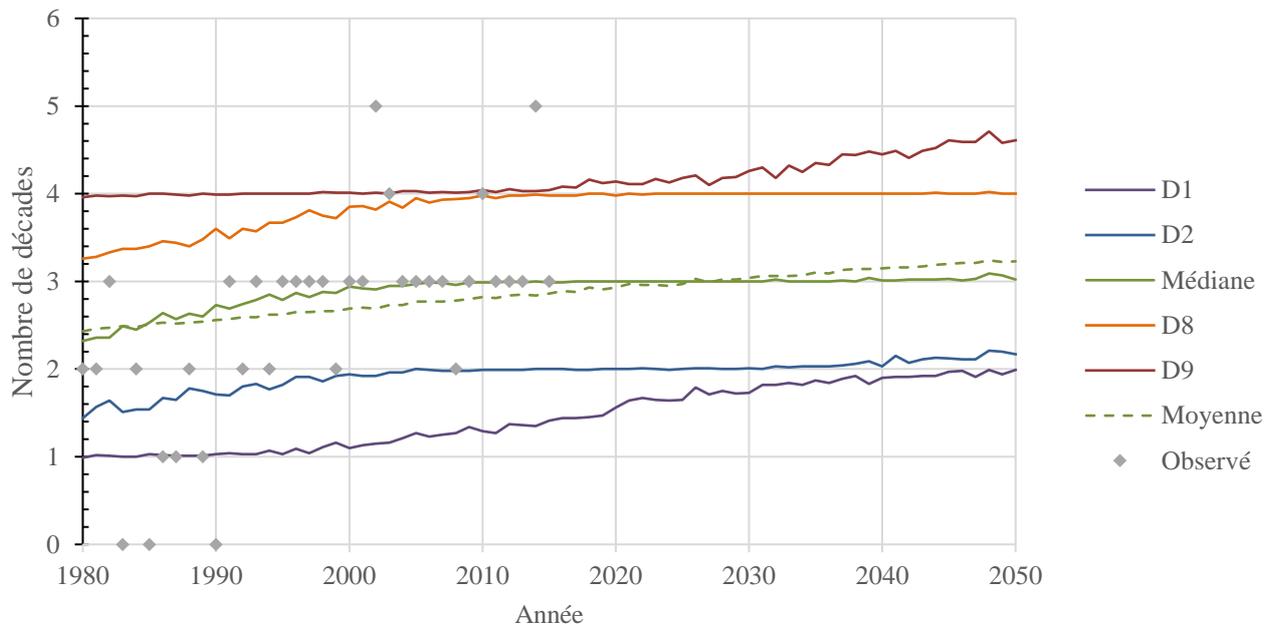
Année	1980	2015	2050
Ratio RR/ETP	2,4	Stable → 2,4	- 0,2 séq. → 2,2

*Evolution de l'IAC 19 "Choix variétaux maïs" de 1980 à 2050*



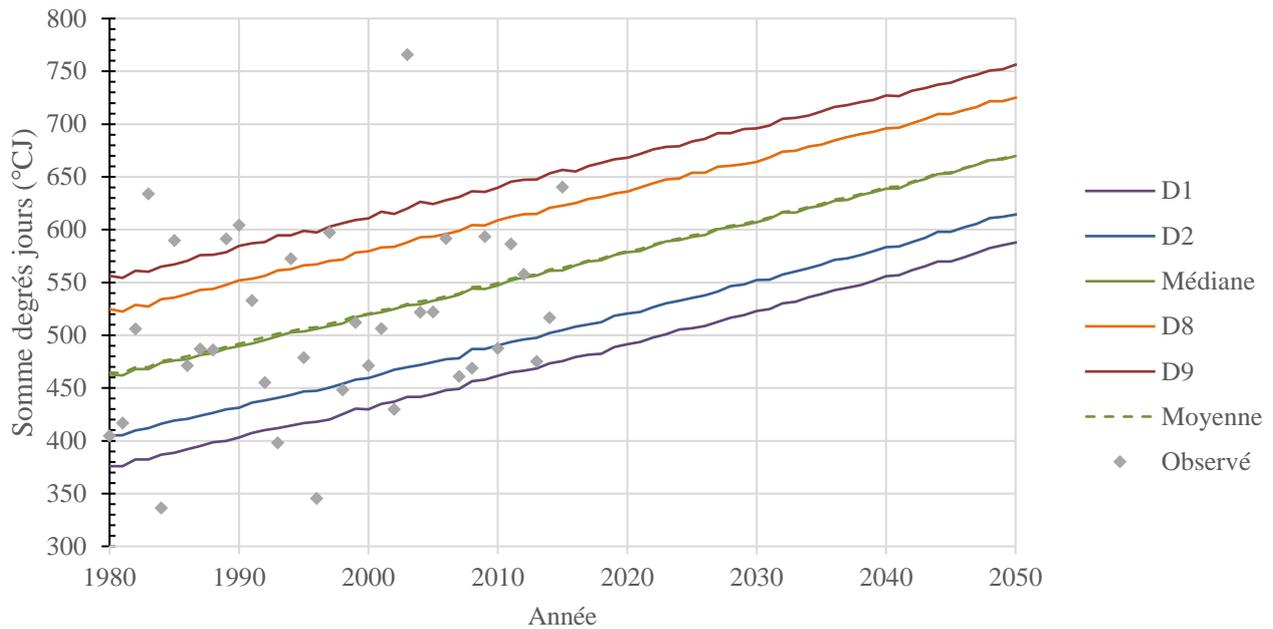
Année	1980	2015	2050
Moyenne des sommes de températures moyennes	1171	+ 93 °CJ → 1264	+ 94 °CJ → 1358

*Evolution de l'IAC 20 "Stress hydrique de floraison du maïs à remplissage du grain" de 1980 à 2050*



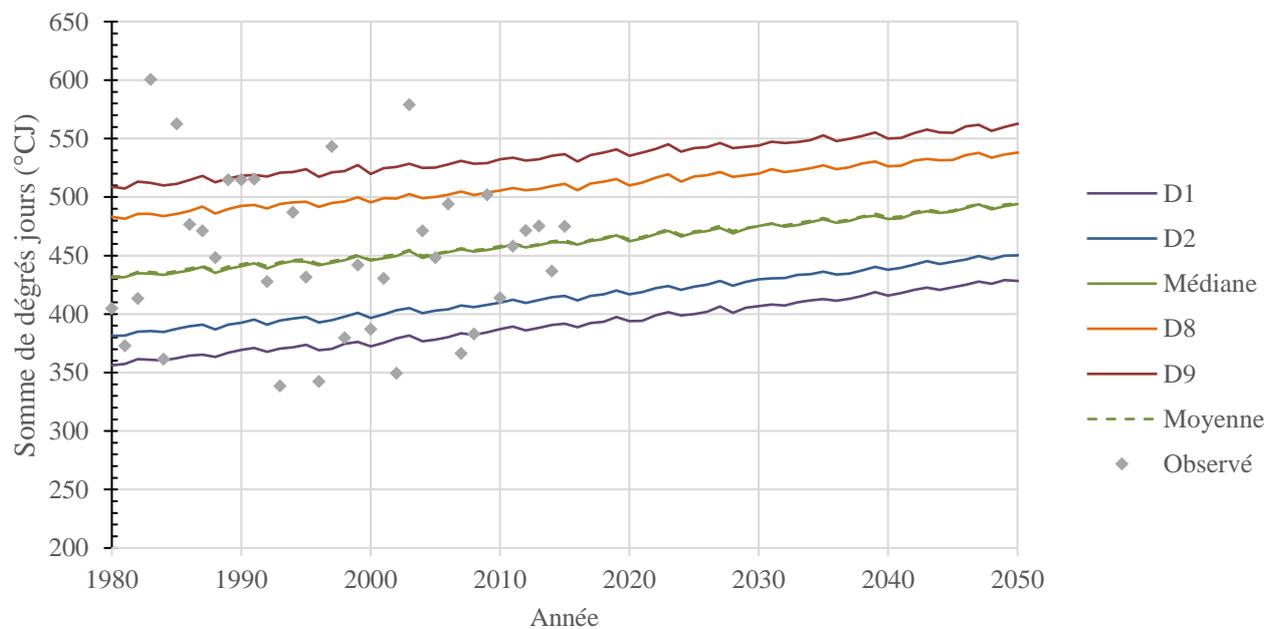
Année	1980	2015	2050
Nombre moyen de décades avec cumul de pluie supérieur à 20 mm du 1er juillet au 20 août	2,4	+ 0,5 déc. → 2,9	+ 0,3 déc. → 3,2

*Evolution de l'IAC 21 "Faisabilité thermique des dérobées de printemps" de 1980 à 2050*



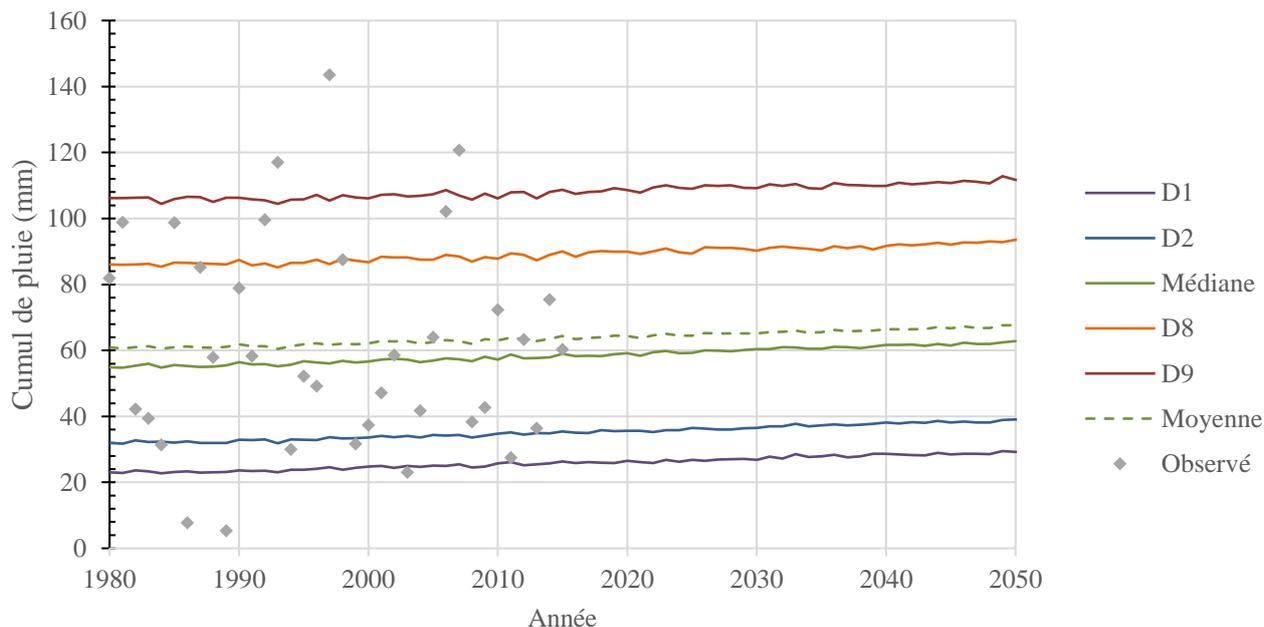
Année	1980	2015	2050
Somme moyenne de degrés jours (°CJ)	465	+ 99 °CJ → 564	+ 107 °CJ → 671

*Evolution de l'IAC 22 "Faisabilité thermique des dérobées d'été" de 1980 à 2050*



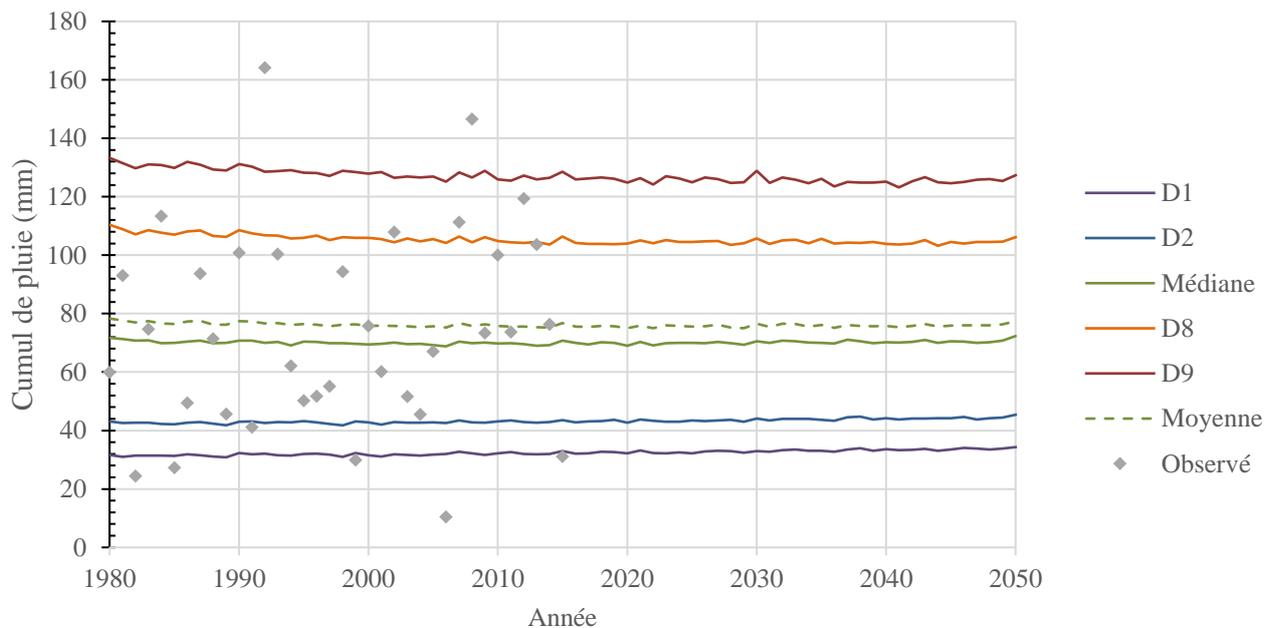
Année	1980	2015	2050
Somme moyenne de degrés jours (°CJ)	432	+ 31 °CJ → 463	+ 32 °CJ → 495

*Evolution de l'IAC 23 "Cumul de pluie pendant remplissage du grain sur céréales - haute altitude" de 1980 à 2050*



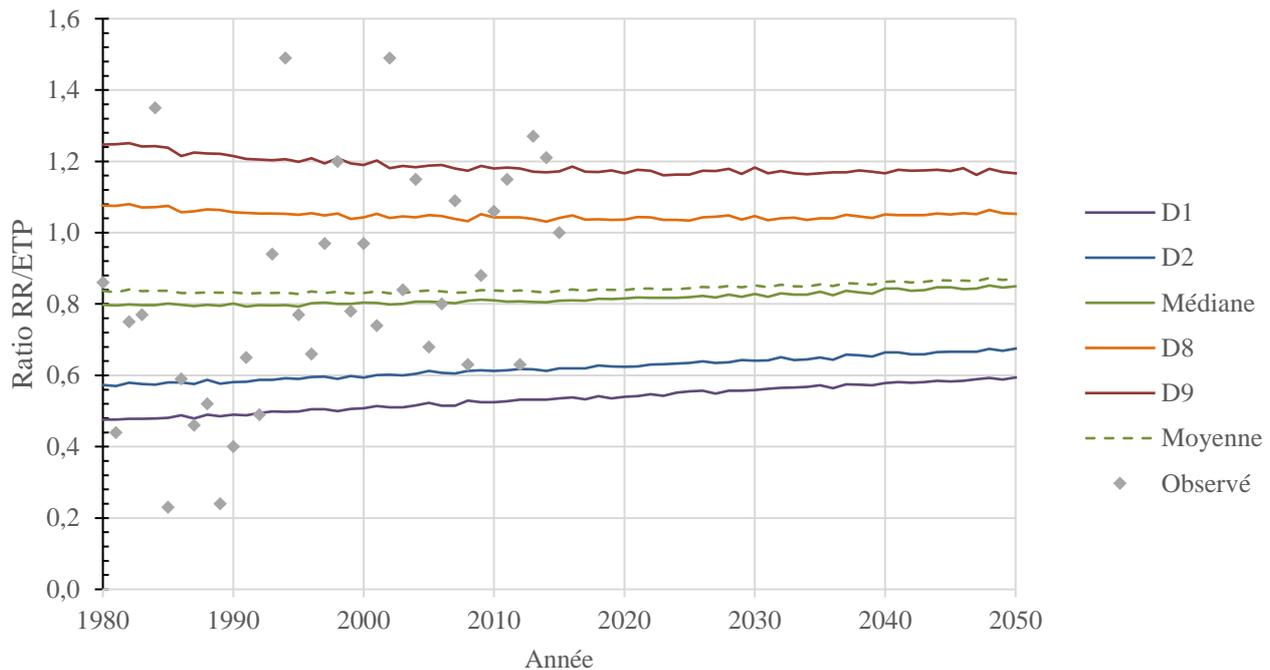
Année	1980	2015	2050
Cumul moyen de pluie du 10 au 30 juin (mm)	61	+ 3 mm → 64	+ 4 mm → 68

*Evolution de l'IAC 24 "Cumul de pluie pendant remplissage du grain sur céréales - basse altitude" de 1980 à 2050*



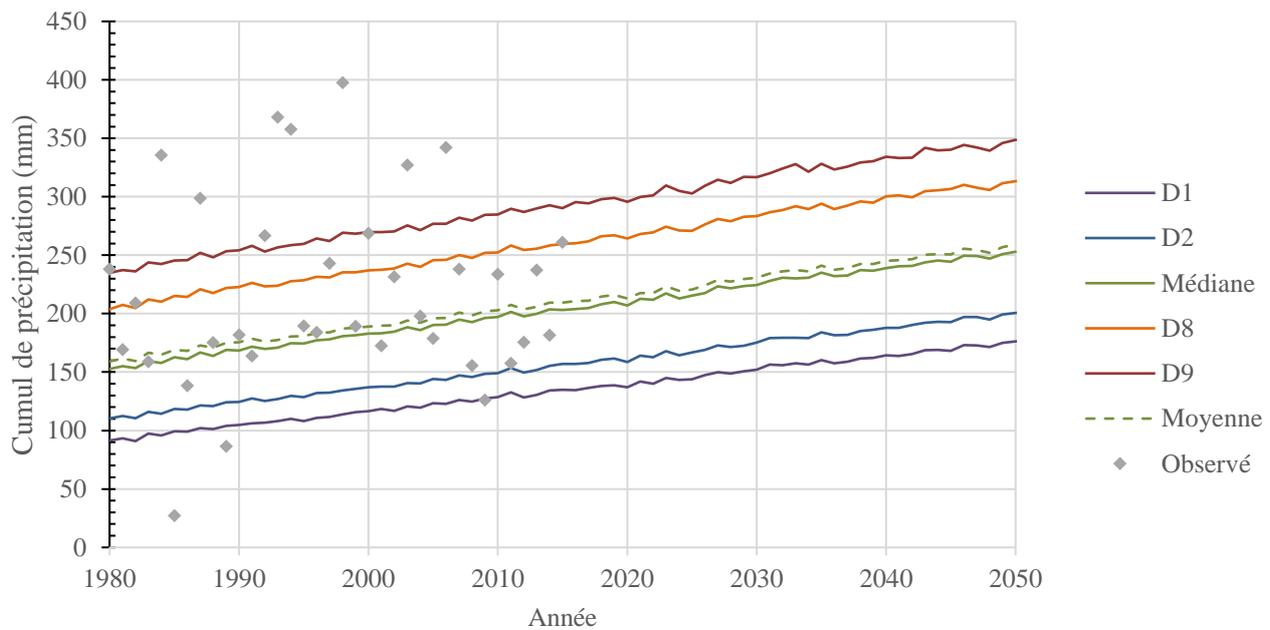
Année	1980	2015	2050
Cumul moyen de pluie du 20 mai au 10 juin (mm)	78	- 1 mm → 77	Stable → 77

*Evolution de l'IAC 25 "Périodes sèches estivales" de 1980 à 2050*



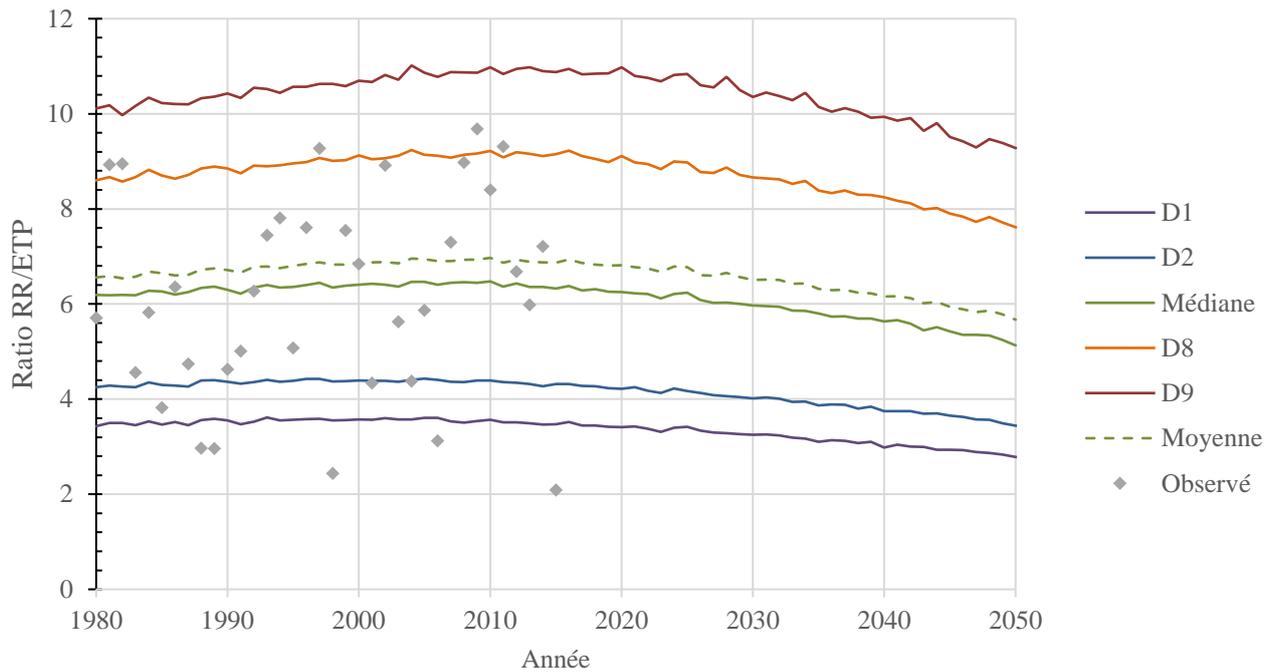
Année	1980	2015	2050
Ratio moyen RR/ETP	0,84	Stable → 0,84	+ 0,03 → 0,87

*Evolution de l'IAC 26 "Périodes favorables à la mise en place des semis de prairies d'automne" de 1980 à 2050*



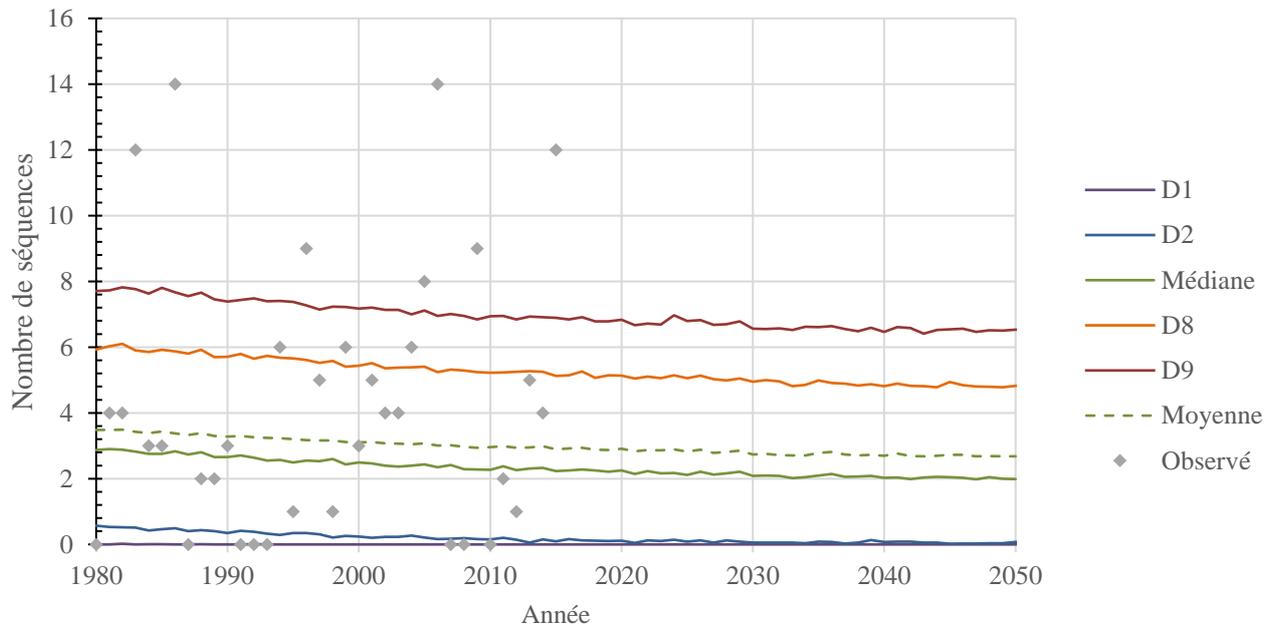
Année	1980	2015	2050
Cumul moyen de pluie du 15 aout à la date antérieure de 20 jours du décile 2 de la première gelée à -5°C (mm)	159	+ 50 mm → 209	+ 50 mm → 259

*Evolution de l'IAC 27 "Périodes sèches hivernales" de 1980 à 2050*



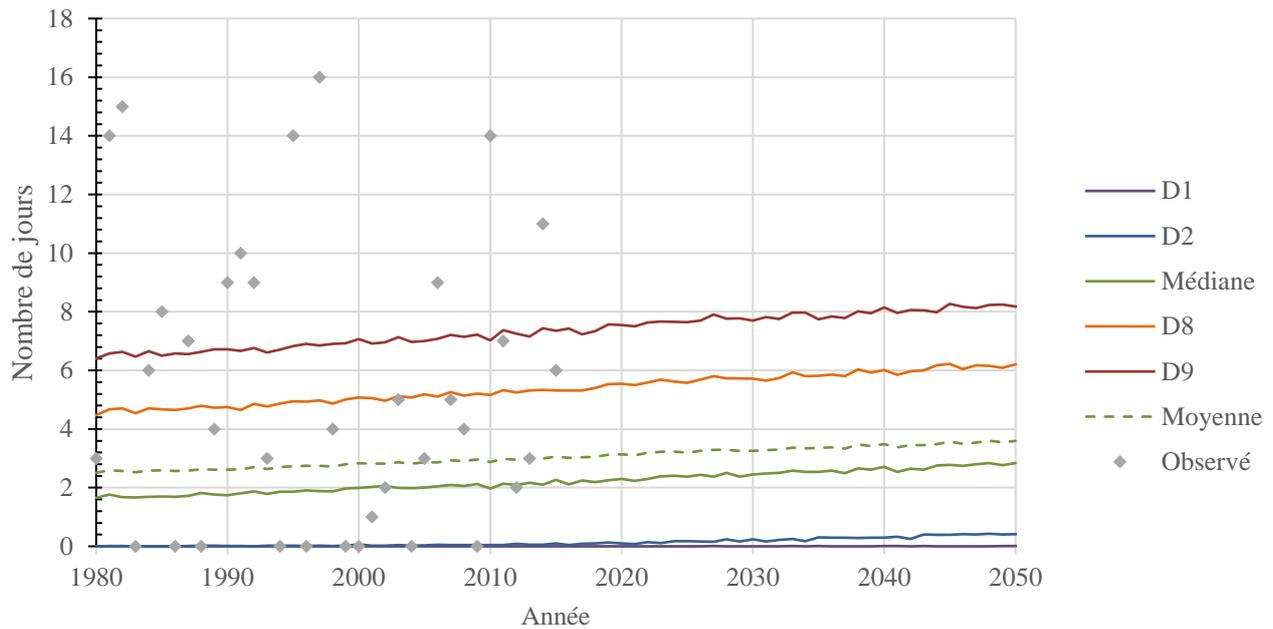
Année	1980	2015	2050
Ratio moyen RR/ETP	6,6	+ 0,3 → 6,9	- 1,2 → 5,7

*Evolution de l'IAC 28 "Séquences favorables et disponibles pour enrubannages" de 1980 à 2050*



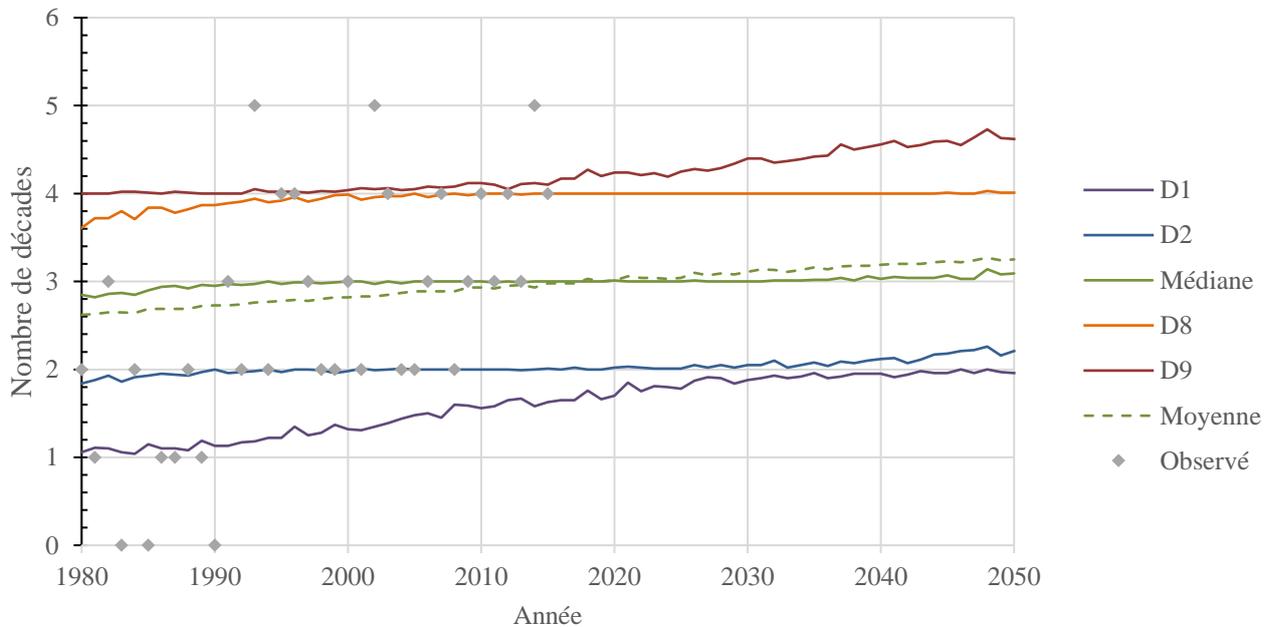
Année	1980	2015	2050
Nombre moyen de séquences favorables et disponibles pour enrubannages	3,5	- 0,6 séq. → 2,9	- 0,2 séq. → 2,7

*Evolution de l'IAC 29 "Périodes favorables à la mise en place des semis de prairies de printemps" de 1980 à 2050*



Année	1980	2015	2050
Nombre de jours tels que les 5 jours précédents ont tous une pluviométrie <1mm de 250°CJ à 250°CJ + 20jours (base 1er février)	2,5	+ 0,6 jours → 3,1	+ 0,5 jours → 3,6

*Evolution de l'IAC 30 "Stress hydrique de floraison du maïs à remplissage du grain" de 1980 à 2050*



Année	1980	2015	2050
Nombre moyen de décades avec au moins un cumul quotidien de pluie supérieur à 10 mm du 1er juillet au 20 août	2,6	+ 0,4 déc. → 3,0	+ 0,3 déc. → 3,3

# Projet AP3C

Le projet AP3C est animé par le SIDAM avec les compétences des ingénieurs des Chambres d'agriculture, de la recherche, des instituts techniques et des structures partenaires du territoire.

## L'équipe d'animation :

Elu référent : Olivier TOURAND (Creuse)  
Agronome coordinatrice Massif : Marie TISSOT(SIDAM)  
Climatologue : Vincent CAILLIEZ (CDA 23)  
Suivi et portage du projet : Léa GENEIX (SIDAM)

## Chambres d'Agriculture engagées dans le projet :

Allier - Amélie BOUCHANT, Aveyron - Arnaud MALFOIS, Cantal - Christophe CHABALIER, Corrèze - Stéphane MARTIGNAC, Creuse - Hervé FEUGERE, Loire - Pierre VERGIAT, Haute-Loire - Mathias DEROULEDE, Lot – Mathilde BEAUCHESNE, Lozère - Chloé GUYOT, Puy-de-Dôme - Stéphane VIOLLEAU et Haute-Vienne - Claire BRAJOT.

## Le comité de pilotage :

Des acteurs du développement : SIDAM, Chambres d'agriculture, IDELE, Pôle AOP, MACEO, Plateforme 21, Arvalis, Auvergne Estive  
Des acteurs de la coopération : CoopDeFrance AURA et Nouvelle Aquitaine  
Des acteurs de la recherche : IRSTEA, INRA et VetagroSup  
Des institutionnels : DRAAF, Commissariat de Massif, Conseils Régionaux, GIP MC

## Porteur du projet :

SIDAM  
9 allée Pierre de Fermat, 63170 AUBIERE  
04 73 28 78 33  
sidam@aura.chambagri.fr

## Contact :

Marie TISSOT, chargée de mission coordination du projet AP3C  
SIDAM  
9 allée Pierre de Fermat, 63 170 AUBIERE  
04 73 28 78 45  
marie.tissot.sidam@aura.chambagri.fr

