Fiche indicateur

Phénologie des prairies

données 2019

19/02/2020

contact@orcae-auvergne-rhone-alpes.fr / http://orcae-auvergne-rhone-alpes.fr

Descriptif de l'indicateur	
Territoire concerné	Région Auvergne-Rhône-Alpes
Type d'indicateur	Indicateur d'impact
Justificatif du choix de l'indicateur	Le repérage des stades phénologiques des prairies permet aux agriculteurs d'adapter les pratiques fourragères, selon la valeur énergétique et la quantité de fourrage souhaitées. Dès que les tiges commencent à se développer, la proportion de cellulose augmente rapidement, diminuant d'autant la digestibilité de la matière organique, et par conséquent la digestibilité de l'énergie brute contenue dans le fourrage. Ainsi, une fauche précoce permettra de rentrer un fourrage avec une bonne valeur énergétique, mais en moins grande quantité; une fauche plus tardive fournira un fourrage en plus grande quantité, mais plus fibreux et avec une valeur énergétique plus faible. Selon différentes études menées en France, le changement climatique pourrait se traduire par une avancée printanière du développement fourrager, une production estivale plus faible et le développement d'une production durant l'hiver. En influant sur la phénologie, le changement climatique impacterait donc l'organisation de la production fourragère annuelle. Pour les prairies, l'apparition des différents stades phénologiques est corrélée à certaines valeurs des cumuls de températures. Il est donc intéressant de suivre l'évolution des dates d'atteinte et de dépassement de ces seuils.
Descriptif	La phénologie est l'étude d'événements se produisant de manière périodique durant le cycle de croissance de la plante. Ces événements sont fortement influencés par les variations saisonnières du climat. La croissance d'une plante est ainsi jalonnée par des stades phénologiques, qui correspondent pour chacun d'entre eux à des modifications bien particulières de la forme de la plante. L'apparition des différents stades phénologiques des cultures fourragères servant à l'alimentation des animaux, impactant les pratiques de pâture et de fauche, peut être approchée à partir du cumul des températures. Le lien entre cumul des températures et apparition des stades phénologiques repose sur un principe physiologique, selon lequel, dans une plage de température donnée, la pousse de l'herbe dépend de la quantité de chaleur cumulée reçue par la plante. Dans cette plage de température, chaque stade phénologique des prairies est associé à un seuil de cumul de températures journalières, pour lequel on considère que la plante a atteint le stade phénologique considéré dès lors que le seuil est atteint. Dans le cadre de cette fiche, les stades phénologiques retenus concernant le développement des prairies sont les suivants : - l'épi 5 cm : stade où le futur épi est dans la gaine en cours de montaison, non sorti encore et à 5 cm du sol ; - l'épi 10 cm : stade où le futur épi est dans la gaine en cours de montaison, non sorti encore et à 10 cm du sol ; - l'épiaison ; - la floraison. Pour chacun de ces stades, le tableau ci-après, fourni par l'IRSTEA, récapitule les seuils de cumul de températures correspondant, pour différents types de prairies. Ce tableau précise aussi les caractéristiques des types de prairies, ainsi que des exemples d'espèces fourragères pouvant s'y rattacher.

Type de prairie	*Caractéristiques et exemples d'espèces fourragères*	*Épi 5 cm*	*Épi 10 cm*	*Épiaison*	*Floraison*
A	Espèces aptes à être pâturées précocement et fréquemment (Ray Grass, Houlque laineuse)	400	500	700	900
B	Espèces avec une phénologie moyennement précoce (Dactyle, Paturin des Prés)	500	600	1 000	1 200
b	Espèces avec une phénologie tardive (Agrotis commun, Paturin commun)	900	1 000	1 400	1 600
C	Espèces avec une phénologie moyennement précoce, une productivité faible, et fournissant un fourrage doté d'une bonne valeur alimentaire (Fétuque rouge)	800	900	1 100	1 300
D	Espèce avec une phénologie tardive, typique de milieux peu fertiles (Brachypode penné)		1 300	1 600	1 800

Source : P.Cruz, M.Duru, C.Jouany, E.Lecloux, J-P.Theau – 2010, Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits. Fourrages 201.

L'indicateur suivi vise à suivre les dates d'atteinte de ces seuils de cumuls de températures, corrélées aux dates d'apparition des différents stades phénologiques.

Principaux résultats observés

En matière de phénologie des prairies, on observe, pour quasiment toutes les stations d'observation retenues en Auvergne-Rhône-Alpes, une avancée en précocité des stades phénologiques de 6 à 13 jours. Les avancées en précocité de la phénologie des prairies, semblent plus marquées pour des espèces à la phénologie tardive et pour les stations retenues situées plus en altitude et à Saint-Etienne Bouthéon.

On observe aussi une augmentation de cette avancée, avec une précocité plus importante de 3 à 4 jours sur la période récente que sur la décennie précédente.

La durée entre l'apparition du premier stade observé (épis de 5 cm) et le stade de floraison semble par contre avoir peu évolué au cours des 60 dernières années.

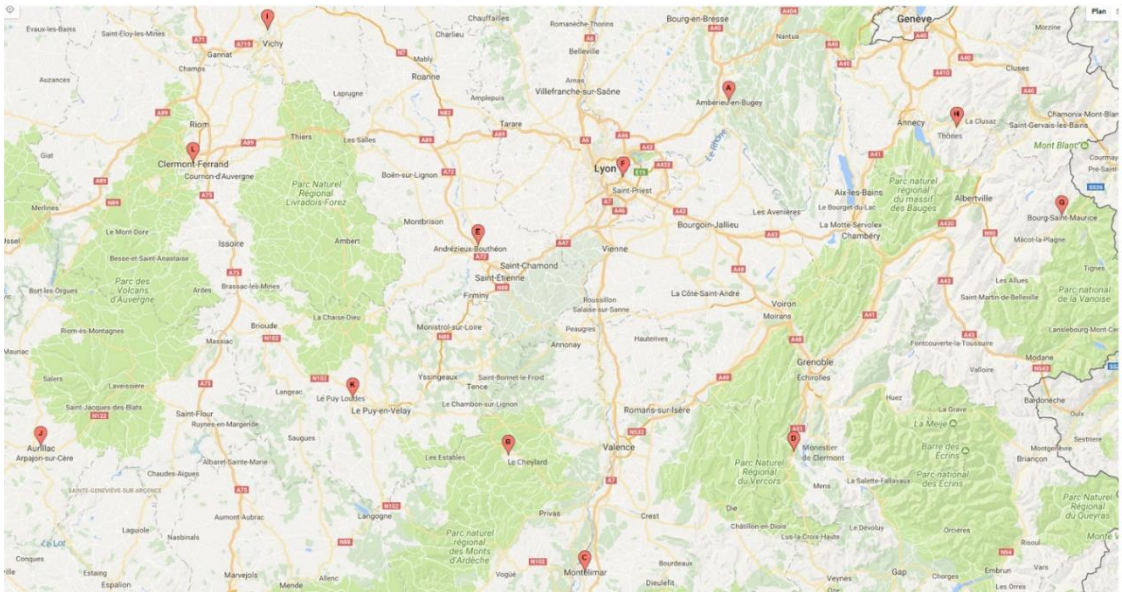
Suivi de l'indicateur

Couverture spatiale d'observation

Le choix a été fait de retenir une station d'observation par département, parmi celles disposant de séries quotidiennes de référence en températures minimale et maximale. Dans la mesure du possible, les points d'observation sont situés dans ou à proximité de zones de prairies.

Le tableau ci-dessous récapitule les différentes stations retenues ainsi que leur altitude.

Département	***Station retenue***	***Altitude (en mètre)***
Ain	Ambérieu	250 m
Allier	Vichy-Charmeil	249 m
Ardèche	Le Cheylard	450 m
Cantal	Aurillac	639 m
Drôme	Montélimar	73 m
Isère	Monestier de Clermont	800 m
Loire	Saint-Etienne Bouthéon	400 m
Haute-Loire	Le Puy Loudes	833 m
Puy-de-Dôme	Clermont Ferrand	331 m
Rhône	Bron	197 m
Savoie	Bourg Saint Maurice	865 m
Haute Savoie	Thônes	626 m



Carte issue de batchgeo.com

Couverture temporelle d'observation

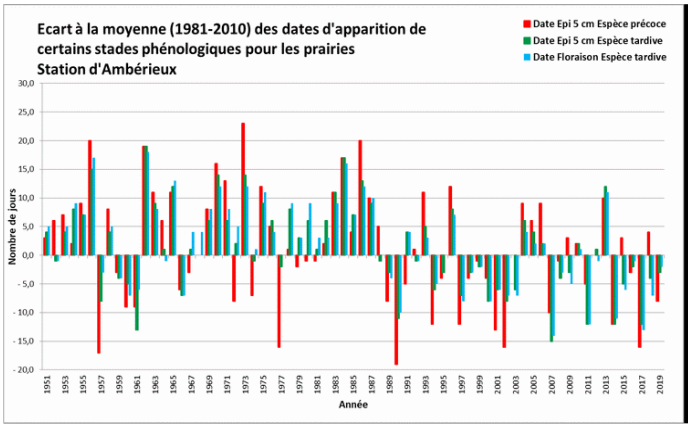
Compte-tenu de la disponibilité des données relatives aux stades phénologiques retenus, l'évolution des dates d'apparition de ces stades est observée sur les périodes de disponibilité des données, résumées dans le tableau suivant :

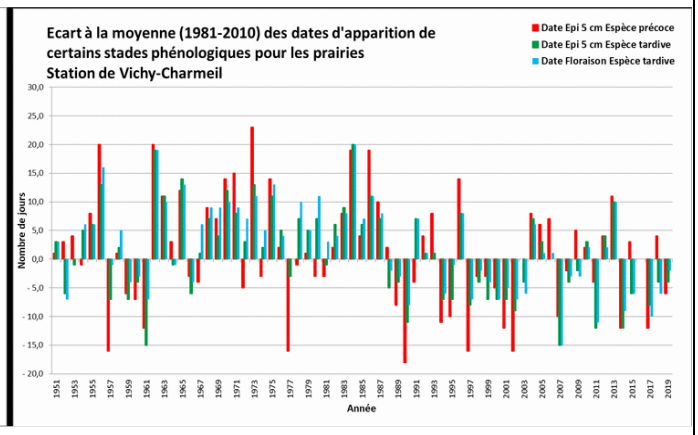
Département	***Station observée***	***Période de disponibilité des données***
Ain	Ambérieu	1951-2019
Allier	Vichy-Charmeil	1951-2019
Ardèche	Le Cheylard	1951-2019
Cantal	Aurillac	1968-2019
Drôme	Montélimar	1951-2019
Isère	Monestier de Clermont	1951-2019
Loire	Saint-Étienne Bouthéon	1951-2019
Haute-Loire	Le Puy Loudes	1984-2019
Puy-de-Dôme	Clermont Ferrand	1951-2019
Rhône	Bron	1951-2019
Savoie	Bourg-Saint-Maurice	1951-2019
Haute Savoie	Thônes	1951-2019

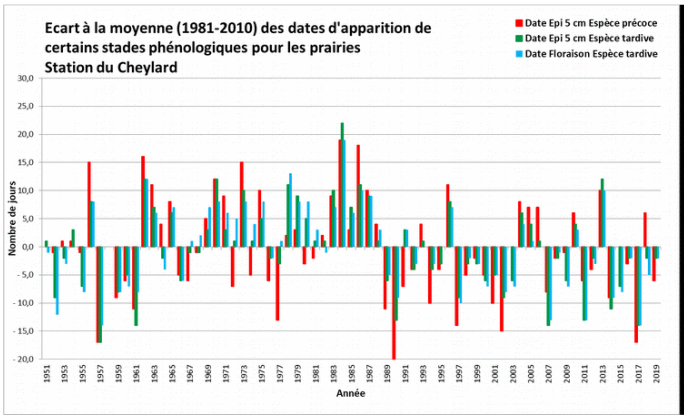
Evolution des écarts à moyenne 1981-2010 des dates d'apparition des stades phénologiques pour les prairies

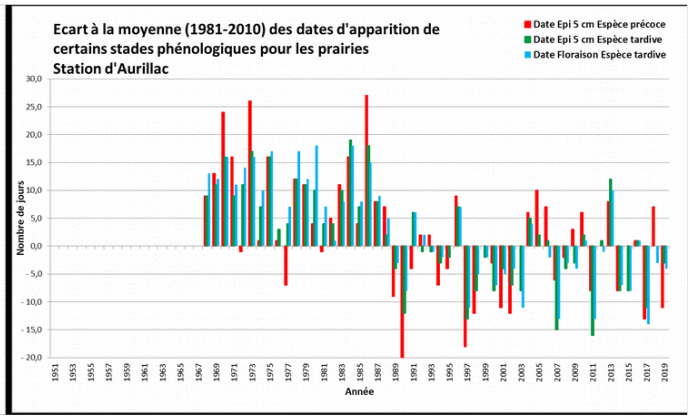
Le suivi des dates d'apparition des stades phénologiques des prairies est fait en suivant l'évolution des dates d'atteinte de seuils de cumuls de températures correspondants à ces stades. Plus précisément, on observe les écarts, en nombre de jours, de ces dates d'atteinte des seuils avec la date moyenne d'atteinte des mêmes seuils sur la période trentenaire 1981-2010. Cette période est retenue par cohérence avec celle prise en référence pour les indicateurs climatiques de l'ORCAE.

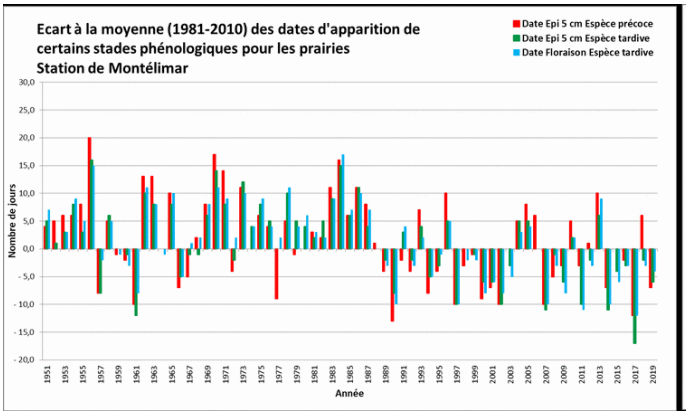
A titre d'illustration, les graphiques suivants montrent l'évolution, pour une espèce précoce (A) et pour une espèce tardive (b), des écarts à la moyenne 1981-2010, des dates d'atteinte des seuils de cumuls de températures correspondant à la présence d'épis de 5 cm et à la floraison.

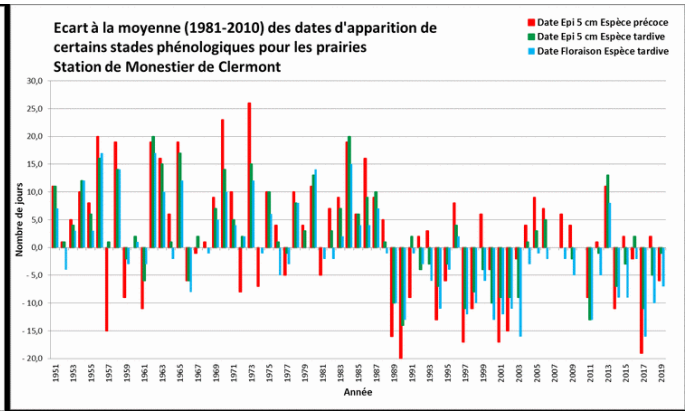


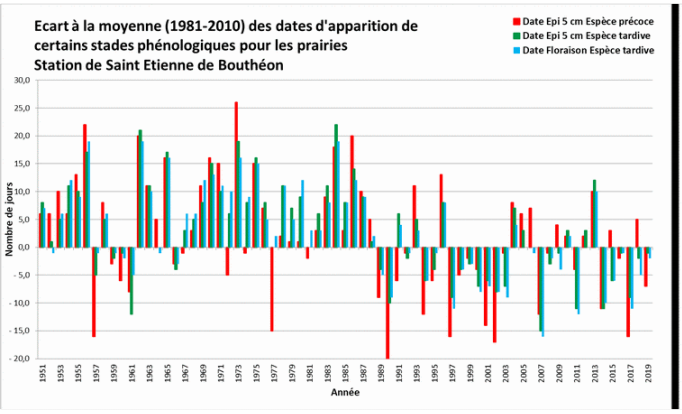


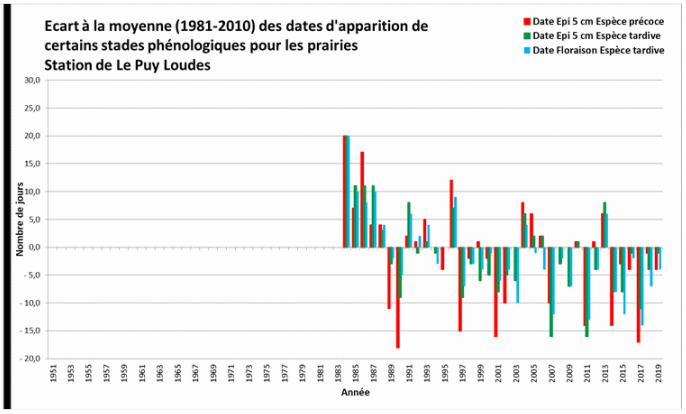


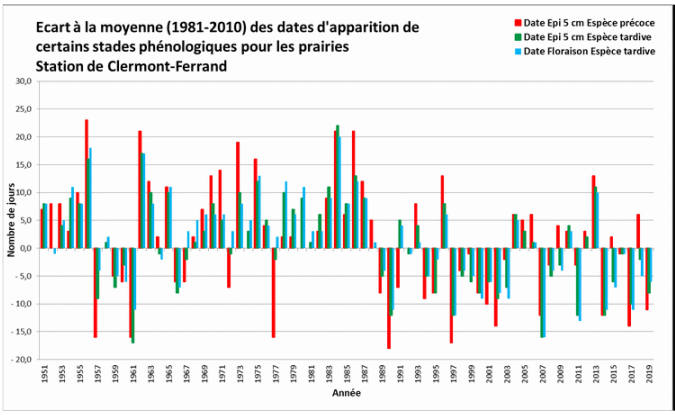


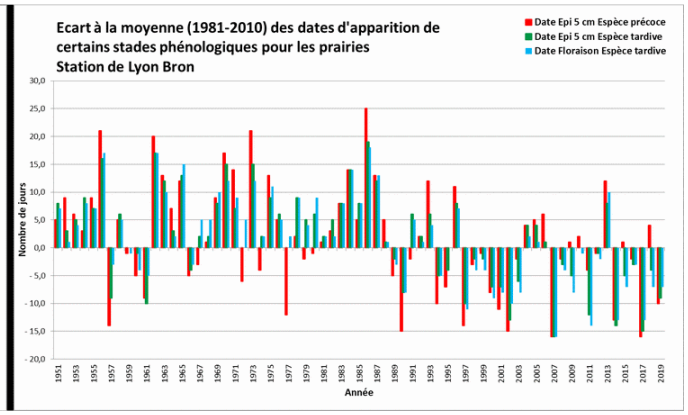


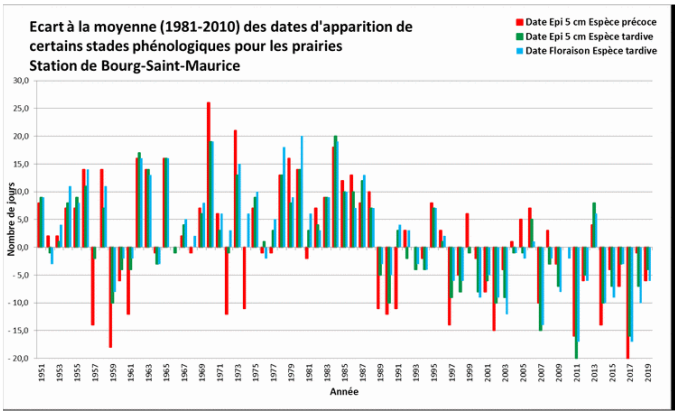


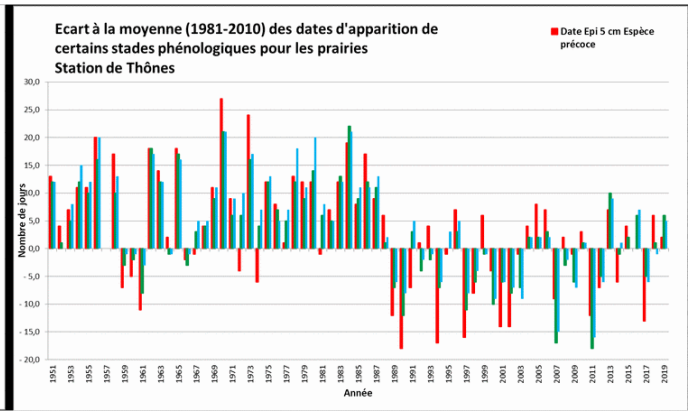












Sur ces graphes on observe, pour toutes les stations retenues en Auvergne-Rhône-Alpes :

- Une variabilité inter-annuelle importante des écarts entre les dates d'atteintes des seuils de cumuls de températures et la valeur moyenne entre 1981 et 2010 ;
- Une évolution marquée, à partir du début des années 90, par une occurrence plus importante d'années où les dates de dépassements des seuils de cumuls de températures sont plus précoces par rapport à la date moyenne entre 1981 et 2010. Cela correspondrait à une avancée en précocité des stades phénologiques.

Evolution de la date moyenne de dépassement des seuils de cumuls de températures

Pour quantifier l'évolution des dates d'apparition des différents stades phénologiques, on observe l'écart, en nombre de jours, entre les dates moyennes d'atteinte des seuils de cumuls de températures, sur les deux périodes trentenaires 1960-1989 et 1990-2019. Le tableau suivant présente ces écarts pour toutes les stations observées, pour les 4 stades phénologiques retenus et pour les 5 types de prairies disponibles.

Département	Station	Type prairie	Ecart en nombre de jours entre la date moyenne d'atteinte du seuil de cumul de température du stade phénologique considéré sur la période 1951-1980 et la même date sur la période 1981-2010				Ecart en nombre de jours entre la date moyenne d'atteinte du seuil de cumul de température du stade phénologique considéré sur la période 1957-1986 et la même date sur la période 1987-2016				Ecart en nombre de jours entre la date moyenne d'atteinte du seuil de cumul de température du stade phénologique considéré sur la période 1960-1989 et la même date sur la période 1990-2019			
			Epi 5 cm	Epi 10 cm	Epiaison	Floraison	Epi 5 cm	Epi 10 cm	Epiaison	Floraison	Epi 5 cm	Epi 10 cm	Epiaison	Floraison
Ain	Ambérieu	A	3	3	3	4	5	5	6	7	7	7	7	8
		B	3	3	4	5	5	6	7	7	7	7	8	8
		b	4	4	5	5	7	7	7	8	8	8	9	9
		C	3	4	4	5	6	7	7	7	8	8	8	9
		D		5	5	5		7	8	8		9	9	9
Allier	Vichy-Charmeil	A	3	4	3	4	5	6	6	7	7	7	7	8
		B	4	3	4	5	6	6	8	8	7	7	8	9
		b	4	4	5	5	7	8	8	8	8	8	9	9
		C	3	4	5	5	7	7	8	8	8	8	8	9
		D		5	5	5		8	8	8		9	9	9
Ardèche	Le Cheylard	A	1	1	1	1	4	4	5	5	6	6	7	7
		B	1	1	1	2	4	5	6	6	6	6	7	8
		b	1	1	2	2	5	6	6	6	7	7	8	8
		C	1	1	1	2	5	5	6	6	7	7	7	8
		D		2	2	2		6	6	6		8	8	8
Cantal	Aurillac*	A	Historique de données trop court ne permettant pas actuellement la comparaison de périodes trentenaires				7	8	9	9	8	9	9	10
		B					8	8	9	9	9	9	9	10
		b					9	9	10	10	10	9	10	11
		C					9	9	9	9	10	10	10	10
		D						9	10	10		10	11	11
Drôme	Montélimar	A	3	4	4	4	5	6	6	7	6	7	7	8
		B	4	4	4	4	6	6	7	7	7	7	8	8
		b	4	4	5	5	7	7	7	8	8	8	8	8
		C	4	4	4	5	6	7	7	7	7	8	8	8
		D		5	5	5		7	8	8		8	8	8
Isère	Monestier de Clermont	A	7	6	6	7	9	9	8	9	10	10	9	9
		B	6	6	8	8	9	8	9	9	10	9	10	10
		b	7	8	8	8	9	9	10	9	9	10	10	10
		C	7	7	8	8	9	9	10	9	9	9	10	10
		D		8	8	9		9	9	10		10	10	10
Loire	Andrézieux Bouthéon	A	6	5	5	6	7	7	8	9	8	8	9	10
		B	5	6	7	8	7	9	9	10	8	9	10	11
		b	6	7	7	8	9	9	10	10	10	10	11	11
		C	6	6	7	7	8	9	10	10	10	10	10	11
		D		7	8	8		10	10	10		11	11	11
Haute-Loire	Le Puy Loudes	A	Historique de données trop court ne permettant pas actuellement la comparaison de périodes trentenaires				Historique de données trop court ne permettant pas actuellement la comparaison de périodes trentenaires				Historique de données trop court ne permettant pas actuellement la comparaison de périodes trentenaires			
		B												
		b												
		C												
		D												
Puy de Dôme	Clermont-Ferrand	A	4	4	4	4	5	6	7	7	7	8	8	8
		B	4	4	4	5	6	6	7	8	8	8	9	9
		b	4	4	5	5	7	7	8	8	8	9	9	9
		C	3	4	5	5	6	7	8	8	8	8	9	9
		D		5	5	5		8	8	8		9	9	9
Rhône	Bron	A	4	5	5	5	6	7	8	8	8	9	9	10
		B	5	5	6	6	7	7	9	9	9	8	10	10
		b	5	6	6	6	8	9	9	9	10	10	11	11
		C	4	5	6	6	8	8	9	9	10	10	10	11
		D		6	6	6		9	9	9		11	11	11
Savoie	Bourg-Saint-Maurice	A	4	4	5	6	8	9	9	9	10	12	11	11
		B	4	4	6	6	9	9	10	10	12	11	12	12
		b	6	6	7	7	9	10	10	10	11	12	13	13
		C	5	6	6	7	9	9	10	10	11	11	12	12
		D		7	7	7		10	10	11		12	13	13
Haute-Savoie	Thônes	A	8	7	7	8	10	11	11	11	10	10	11	11
		B	7	7	8	9	11	11	11	11	10	11	11	11
		b	8	8	9	9	11	11	12	12	11	11	12	12
		C	8	8	9	9	11	11	11	12	10	11	11	12
		D		9	9	9		12	12	12		12	12	12

**Pour la station d'Aurillac, comparaison sur des périodes 1987-2016 et 1968-1997 compte-tenu de l'historique des données disponibles*

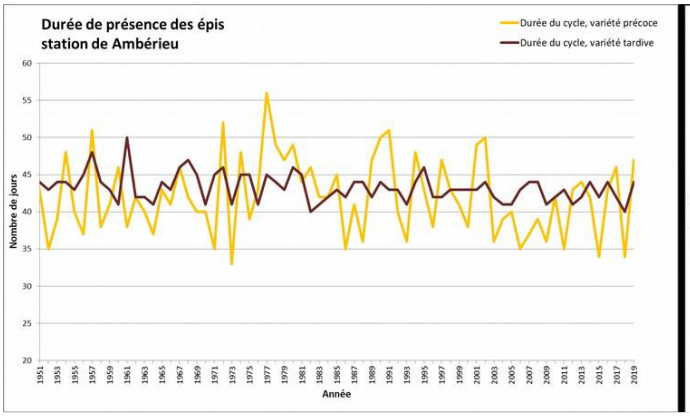
Dans ce tableau on observe que :

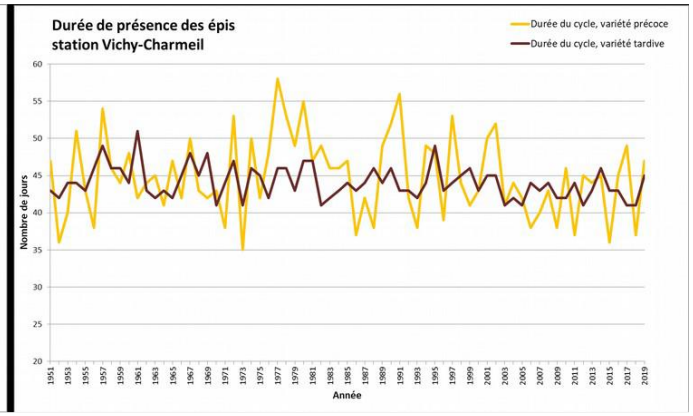
- pour quasiment toutes les stations et tous les seuils de cumuls de températures, et donc l'apparition des stades phénologiques correspondants, il existe une avancée, statistiquement significative, des dates de dépassement des seuils de cumuls de températures ;
- ces avancées en précocité vont de 6 à 13 jours entre les deux périodes de 30 ans et varient selon les types de prairies, les stades phénologiques considérés et les stations observées ;
- pour une station donnée, l'avancée des dates de dépassement de seuils de cumuls de températures est généralement d'autant plus marquée que l'on se situe dans des stades tardifs, ou que l'on considère des espèces avec une phénologie plutôt tardive ;
- pour un type de prairie donné et un stade phénologique considéré, l'avancée des dates de dépassement de seuils de cumuls de températures est plus prononcée sur les trois stations situées plus en altitude (Aurillac, Thônes, Bourg Saint Maurice, et Monestier), et pour Saint-Etienne-Bouthéon, que sur les autres stations de plaine ;
- il apparaît aussi une augmentation de cette avancée, avec une précocité plus importante de 3 à 4 jours sur la période récente que sur la décennie précédent

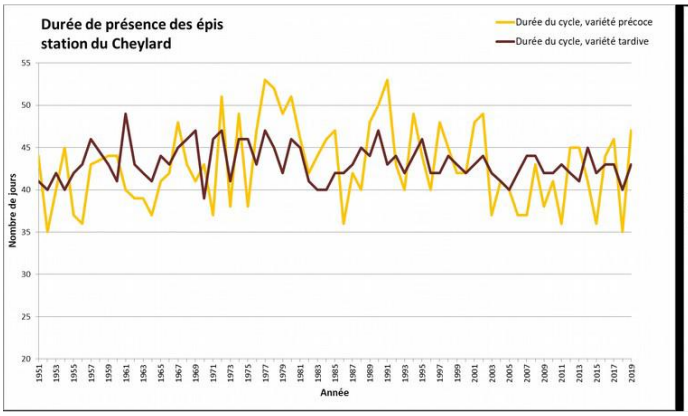
Evolution de la durée entre les stades épis de 5 cm et floraison

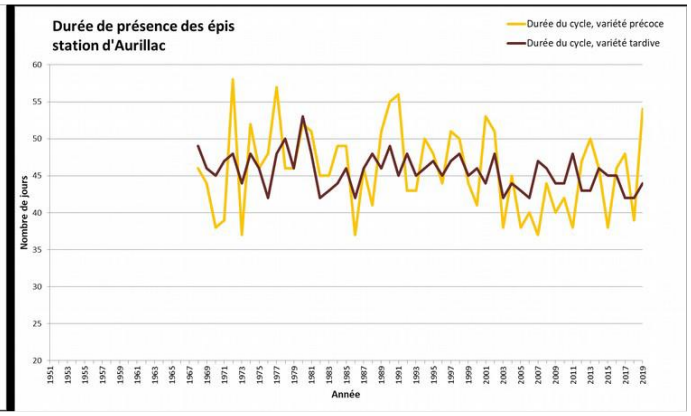
Cet indicateur vise à observer s'il existe une évolution de la durée entre la date d'atteinte du seuil minimal de cumul de températures pour l'apparition des épis de 5 cm et la date d'atteinte du seuil de cumul de températures correspondant à la floraison. Cette durée est obtenue par différence entre les deux dates précédentes. Elle est exprimée en nombre de jours.

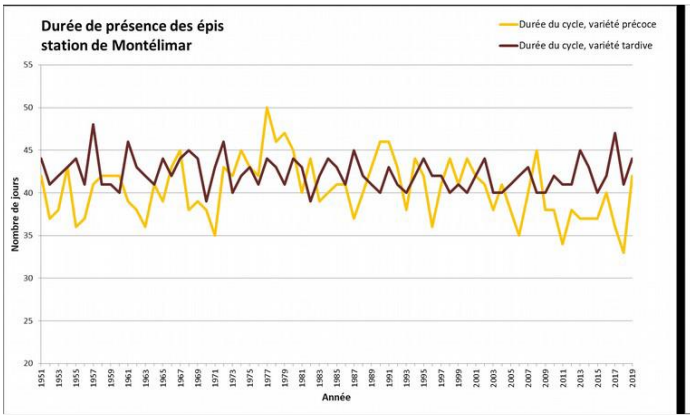
A titre d'illustration, l'évolution de cette durée entre 1951 et 2019 est représentée sur les graphes suivants, pour deux espèces de prairies : une plutôt précoce (A) et une plutôt tardive (b) et pour les 12 stations d'observations d'Auvergne-Rhône-Alpes.

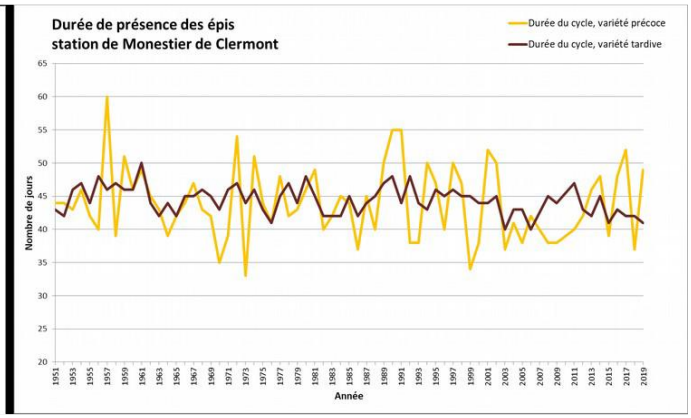


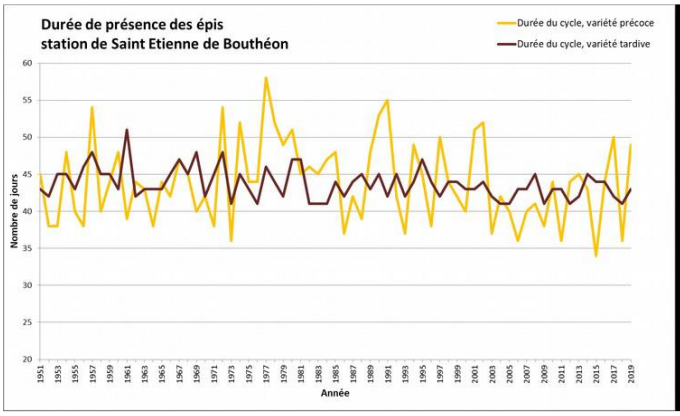


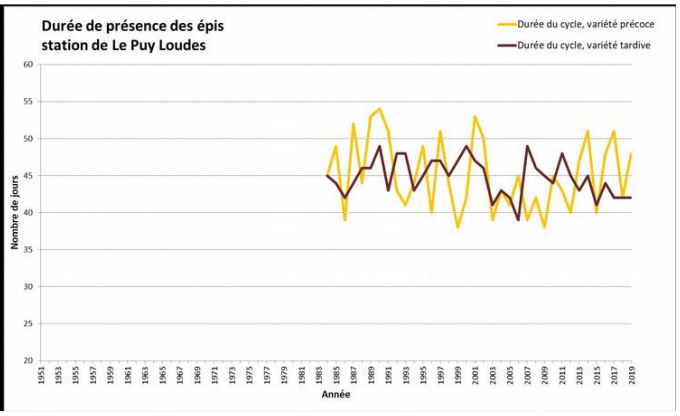


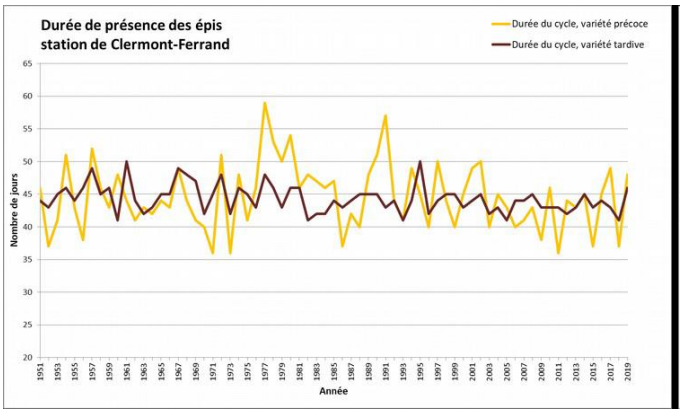


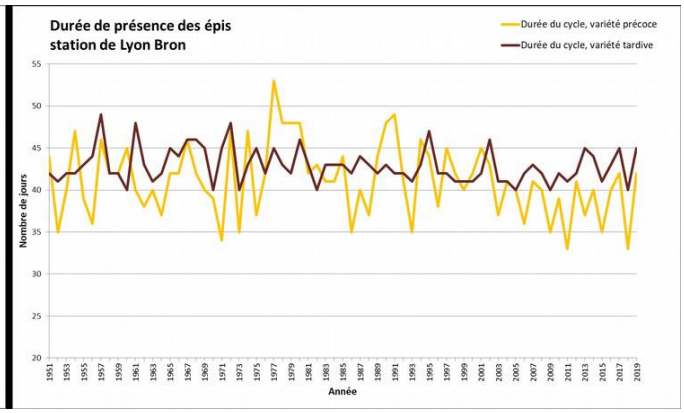


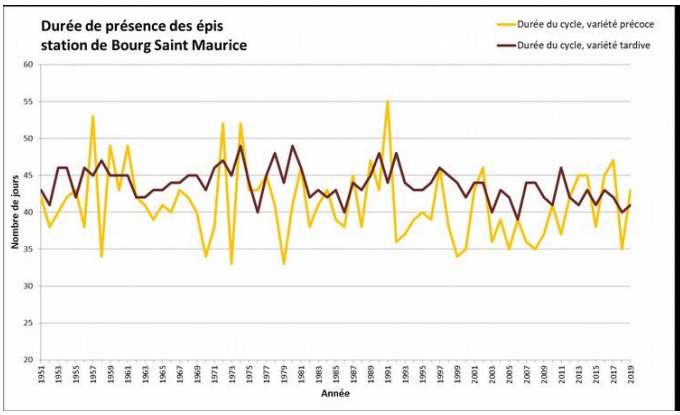


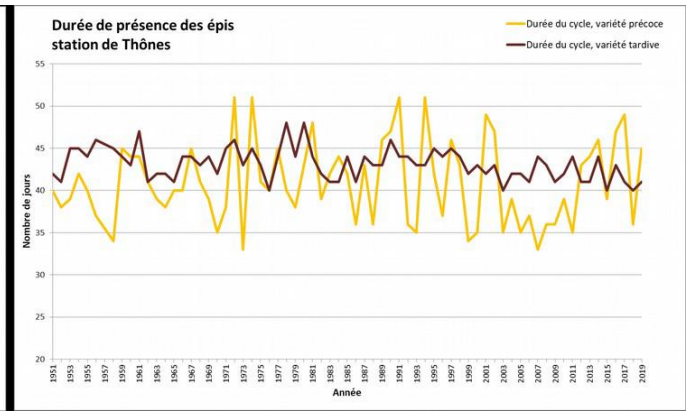












A la lecture de ces graphes on n'observe pas d'évolution de la durée entre les dates de dépassement des seuils de cumul de températures correspondant aux épis de 5 cm et à la floraison, pour les deux variétés de prairies considérées et pour les stations d'Auvergne-Rhône-Alpes observées.

Construction de l'indicateur	
Méthode de calcul des indicateurs	***Données utilisées*** L'indicateur Date de dépassement d'un seuil de cumul des températures est calculé à partir des seuils de cumul de températures caractérisant chaque stade phénologique des prairies considérées et des températures moyennes journalières. Les données utilisées pour la production des indicateurs sont fournies par Météo France. Les données sur les dates estimatives de début des stades phénologiques sont calculées à partir de séries quotidiennes de référence en température minimale et maximale fournies par Météo France. Ces dernières correspondent à des données pour lesquelles on considère les distorsions d'origine non climatique (déplacement du point de mesure) comme minimes par rapport aux évolutions climatiques en cours. ***Calculs des indicateurs*** Pour les prairies considérées, la plage de température pertinente à prendre en compte pour le calcul du cumul de températures est 0°C – 18°C. En effet pour ces plantes, dans une gamme de températures moyennes journalières comprises entre 0°C et 18°C, la croissance de la plante augmente en même temps que la température moyenne journalière. Pour des températures moyennes journalières négatives, on considère que la croissance de la plante ne peut pas s'opérer. Pour des températures moyennes journalières supérieures à 18°C, on considère que l'on arrive à un palier, qu'il n'y a plus d'accélération de la croissance. On considère de plus que la croissance des prairies ne démarre jamais avant le 1er février. Le calcul de l'indicateur est alors réalisé ainsi : sur la période du 1er février jusqu'à la date t d'une même année, on fait la somme des températures moyennes journalières, pour toutes les températures moyennes journalières comprises entre 0°C et 18°C, en prenant comme valeurs par défaut 0°C pour toutes les températures moyennes journalières négatives et 18°C pour toutes les températures moyennes journalières supérieures à 18°C. On détermine ensuite la date à laquelle cette somme atteint les seuils retenus. Les écarts à la moyenne sont obtenus en faisant la différence, pour chaque année et pour chaque seuil de cumul de températures considéré, entre la date d'atteinte du seuil de l'année et la date moyenne d'atteinte de ce même seuil sur les années comprises entre 1981 et 2010.
Producteur des données sources	Météo France
Détenteur des données sources	Météo France
Producteur des indicateurs	ORCAE Auvergne-Rhône-Alpes

Information sur la fiche	
Indicateur suivi par l'ORCAE depuis	2014
Date de mise à jour	19/02/2020
Périodicité d'actualisation	Actualisation annuelle, sur la base des données n-1
Contributeurs	Météo France, INRA, DRAAF, IRSTEA, Cerema
Fiche disponible sur	www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr/