

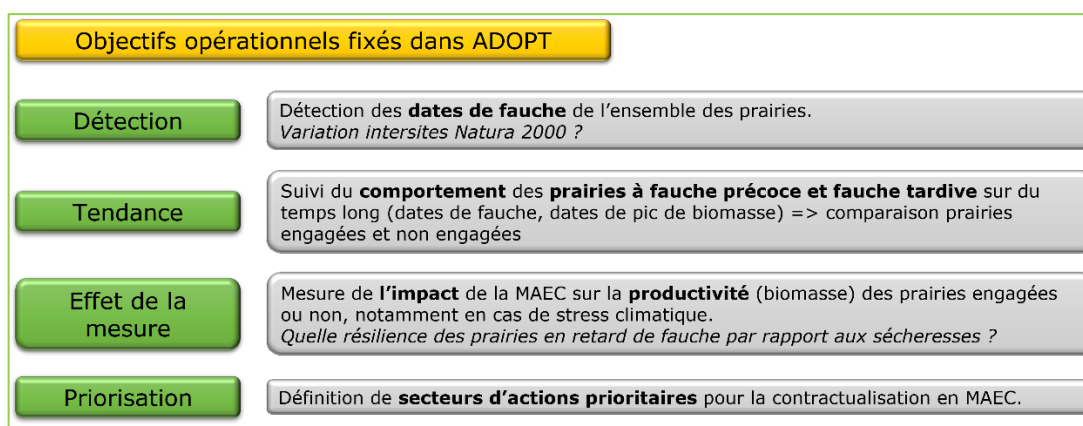
AXE DE COURT TERME (GESTION OPÉRATIONNELLE) :

CONTRIBUER À LA MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE « RETARD DE FAUCHES » DES FUTURES DES MAEC.



Gérard Dedieu

L'objectif est de caractériser les parcelles de prairies faisant l'objet d'un contrat MAEC (Mesures agro-environnementales et Climatiques). Il s'agit tout d'abord d'évaluer les dates de fauches des prairies sous contrat et hors contrat. En effet, une des mesures a pour objectif de retarder les fauches au-delà des pratiques habituelles afin de favoriser la biodiversité. Actuellement la date est fixée au 20 juin. L'objectif est également d'identifier de nouvelles parcelles propices à une contractualisation et de documenter les impacts du retard de fauche en termes de biodiversité, de production, de résilience aux aléas météorologiques, et à plus long terme de documenter d'éventuelles tendances des dates de fauche. La question de la modulation des dates de retard de fauche en fonction de la situation géographique ou météorologique est également posée.



Les objectifs et motivations des objectifs définis par le PNR Causses du Quercy pour la thématique « prairies »

1.1.1 Détection des périodes de fauche : méthode

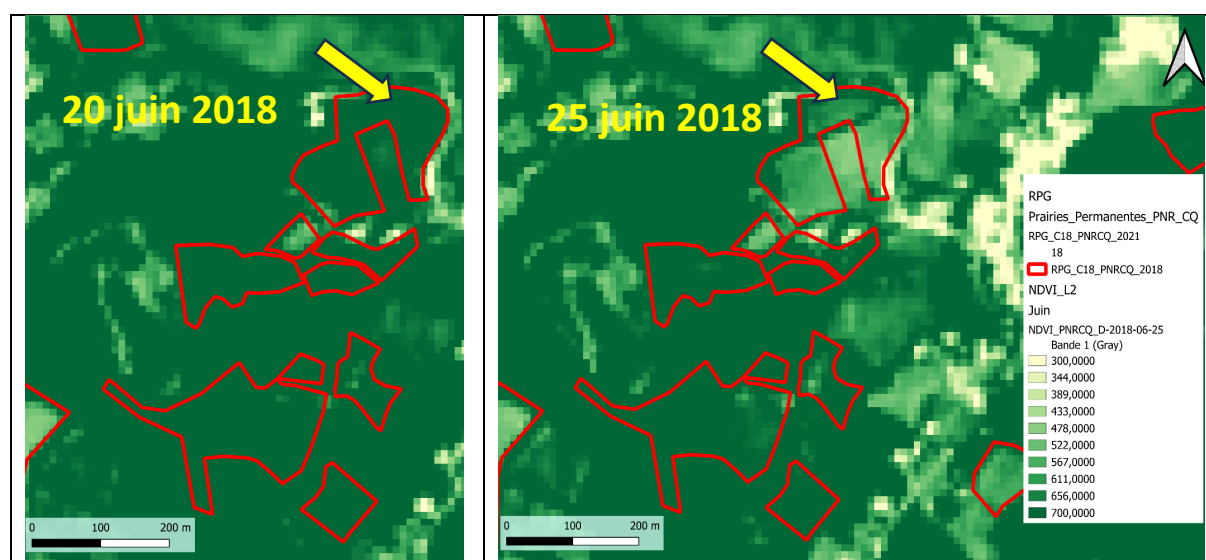
Les données des satellites européens Sentinel 2 au niveau L2A acquises entre début mars et fin juillet de chaque année et produites par le pôle Theia sont utilisées. Ces données offrent une revisite de 5 jours et une résolution spatiale de 10 m. Compte tenu de cette période de revisite, le plus souvent dégradée par la couverture nuageuse, nous parlerons d'estimation de la période de fauche et non de date de fauche.

Les périodes de fauche ont été estimées pour l'ensemble des prairies permanentes du PNR figurant avec le code 18 sur le Registre Parcellaire Graphique (RPG, déclarations PAC). L'algorithme utilisé détecte une chute significative de l'indice de végétation NDVI, en l'absence de nuage.

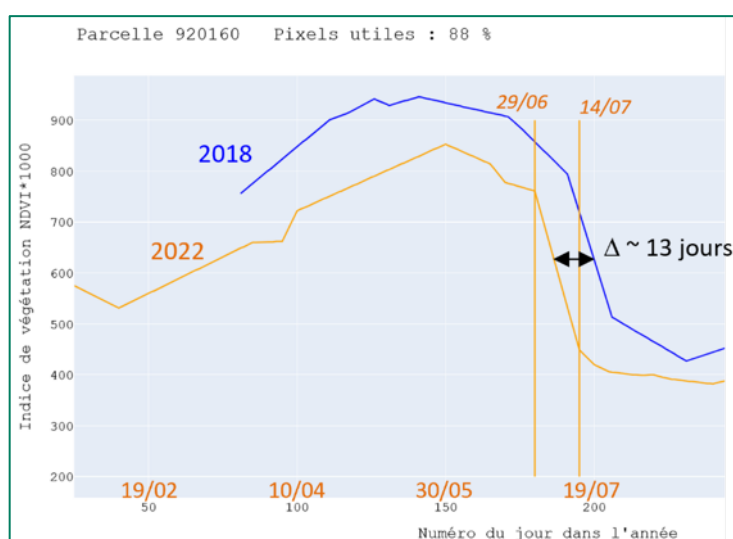
La figure ci-dessous illustre la chute de NDVI liée à une fauche dans un cas favorable où seulement 5 jours séparent les deux acquisitions par Sentinel 2.

La méthode appliquée aux données Sentinel 2 permet d'estimer pour chaque parcelle les dates de début et fin de la période au cours de laquelle une fauche a probablement eu lieu. La méthode permet également d'identifier les parcelles qui n'ont probablement pas été fauchées. Pour respecter leur contrat MAEC retard de

fauche les agriculteurs doivent faucher après une date calendaire fixe, le 20 juin jusqu'en 2022, révisée au 25 juin en 2023 par la DRAAF. De ce point de vue la méthode permet d'apporter des éléments de vérification. Cependant, le PNR n'a pas de mission de contrôle et son intérêt réside dans une meilleure connaissance des milieux et de l'impact des mesures agro-environnementales ainsi que dans l'extension raisonnée de ces mesures à davantage de parcelles.



Indices de végétation NDVI dérivé d'images Sentinel 2 acquises respectivement le 20 juin et le 25 juin 2018/Les valeurs d'indice de végétation de la légende sont multipliées par 1000.



Exemple d'évolution temporelle du NDVI en 2018 et 2022, en fonction du numéro de jour dans l'année et des dates calendaires. Les traits verticaux étiquetés 29/06 et 14/07 correspondent respectivement au début et à la fin de la période de fauche détectée en 2022. La mention « pixels utiles » indique le pourcentage de pixels présents dans la parcelle pour lesquels une fauche a été détectée.

Cette date fixe pour la mesure retard de fauche ne tient pas compte de la variabilité interannuelle des conditions météorologiques. L'utilisation des sommes de températures pourrait constituer une alternative. En effet l'INRA a montré que les sommes de températures permettent de repérer les stades importants de la pousse de l'herbe : départ en végétation, épis à 5 cm du sol, épiaison, floraison. Une fiche résumant le lien

entre le stade des plantes et les sommes de température est disponible sur le site de l'Institut de l'Elevage ⁽¹⁾. Nous en avons extrait le tableau suivant

Tableau de correspondance, pour les différents types de prairie, entre les sommes de température, les stades de pousse de l'herbe et les pratiques optimales d'exploitation :

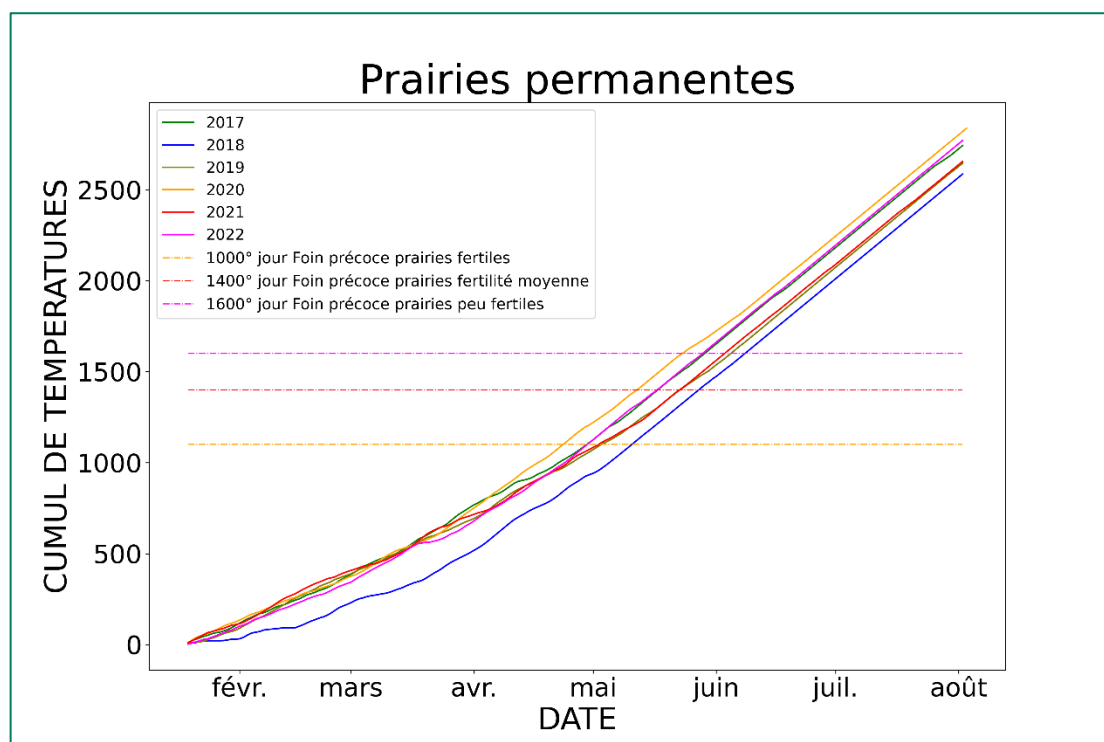
	stades des plantes				
	départ en végétation	épi à 5 cm du sol	début épiaison	pleine épiaison	pleine floraison
	Pratiques à mettre en oeuvre				
Types de prairies	mise à l'herbe	fin déprimage	ensilage enrubanné séchage	foin précoce	foin tardif
Prairies temporaires fertiles et précoces (ex : ray grass)	250° jour	500° jour	800° jour	1000° jour	1200° jour
Prairies permanentes fertiles et précoces (ex : dactyle, fétuque élevée)	300° jour	500° jour	900° jour	1100° jour	1300° jour
Prairies permanentes de fertilité moyenne (ex : fétuque rouge)	400° jour	800° jour	1000° jour	1400° jour	1600° jour
Prairie permanentes peu fertiles (brachypode)	500° jour	1 000° jour	/	/	/

Source : Institut de l'Elevage

Pour l'herbe, une somme de températures (exprimée en degrés jours) se calcule en additionnant les moyennes quotidiennes à partir du 1er février avec un maximum de 18°C et un minimum de 0°C. Dans la figure ci-dessous nous avons tracé les sommes de températures pour la période 2017-2022 et indiqué les principaux seuils mentionnés dans le tableau ci-dessus. Les années extrêmes sont 2018, la plus tardive, et 2020, la plus précoce. Par exemple le seuil 1400 degré-jour est atteint le 11 juin en 2018, et le 26 mai en 2020, soit un écart de 2 semaines.

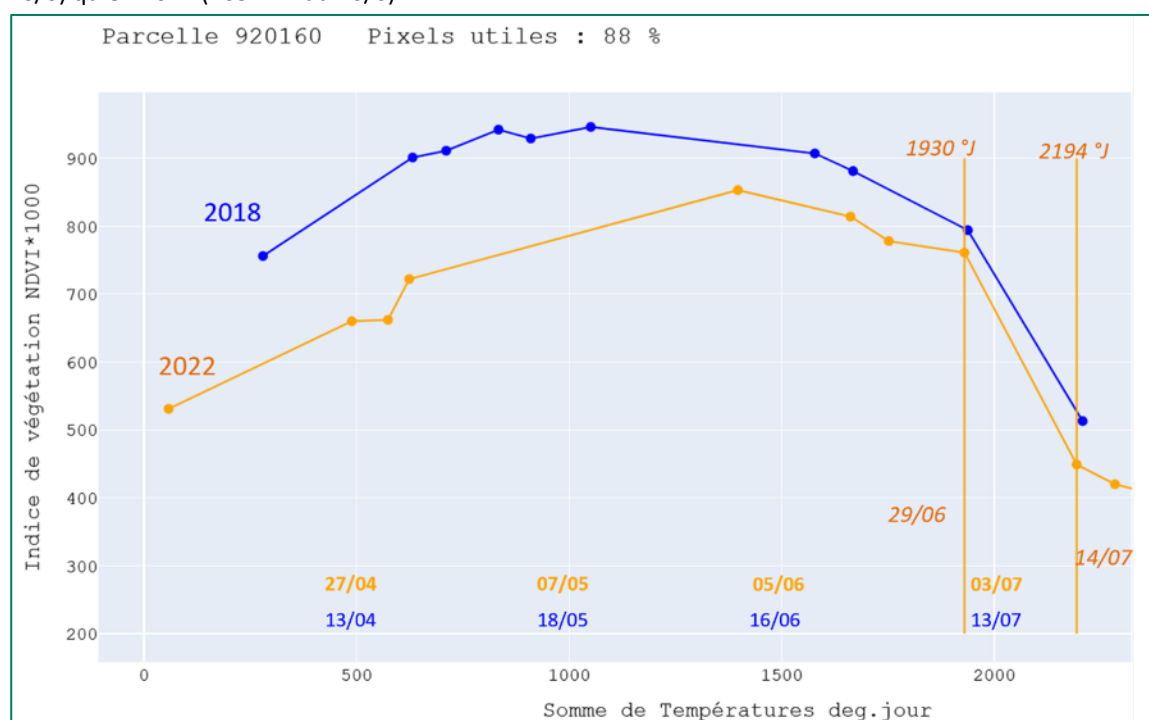
En raison de l'importance des sommes de températures, les estimations de périodes de fauche que nous livrons au PNR sont exprimées à la fois en date calendaire et en sommes de températures calculées à partir des données Agri4Cast.

¹ https://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/fiche_sommes_de_temperatureVersion2016.pdf



Evolution des sommes de température pour chaque année de 2017 à 2022 et principaux seuils de température pour la fauche.

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle en 2018 et 2022 de l'indice de végétation de la même parcelle que celle présentée précédemment. On remarquera que l'utilisation des sommes de température réduit l'écart entre les courbes de 2018 et 2022 au début de la période de fauche détectée. Le niveau plus élevé du NDVI en 2018 s'explique par les précipitations plus abondantes en 2018 (377 mm cumulés du 1/1 au 16/6) qu'en 2022 (265 mm au 16/6).



Exemple d'évolution temporelle du NDVI en 2018 et 2022, en fonction des sommes de températures pour la même parcelle que celle de la figure précédente. Les dates 27/04, 13/04 etc. indiquent les dates auxquelles les sommes 500°J, 1000°J sont atteintes en 2018 (en bleu) et en 2022 (orange).

L'encadré ci-dessous résume les principales étapes du traitement des données Sentinel-2.

- ❑ Séries temporelles de réflectances de surface, 2017 à 2023, tuiles T31TCK et T31TDK
 - ✓ 481 tuiles 10x10 km, 440 Go (le double avant suppression SRE). Environ 250 heures de téléchargement
- ❑ Calcul indices de végétation (NDVI, NDWI, NDRE) en tenant compte du masque nuage + ombres, filtrage des données aberrantes, fusion des images acquises le même jour
- ❑ Mosaïque et découpe sur le PNR
- ❑ Détection des chutes de NDVI supérieures à 0.2 pour un NDVI initial > 0.5, recherché sur 3 images consécutives (le pixel à t+1, ... peut-être nuageux) : on détecte une période de fauche et non une date de fauche
- ❑ Vectorisation pour les prairies permanentes sur la base des déclarations PAC (Registre Parcellaire graphique, en incluant parmi les attributs de chaque parcelle :
 - ✓ Les dates et sommes de température en début et fin de période de fauche
 - ✓ Critère confiance : nombre de pixels pour lesquels une fauche est détectée, par rapport au nombre total de pixels de la parcelle
 - ✓ Critère précision : durée entre début et fin de la période de fauche

1.1.2 Résultats : période de fauche

L'approche décrite précédemment a été appliquée à 7 années de données Sentinel 2, de 2017 à 2023. Les sommes de températures Agri4Cast pour 2023 ne sont pas encore disponibles. L'ensemble des 16000 parcelles du PNR Causses du Quercy déclarées en prairies permanentes (C18, RPG 2021) a été traité. Ces parcelles représentent 259 km² soit 14% de la surface du PNR (1830 km²).

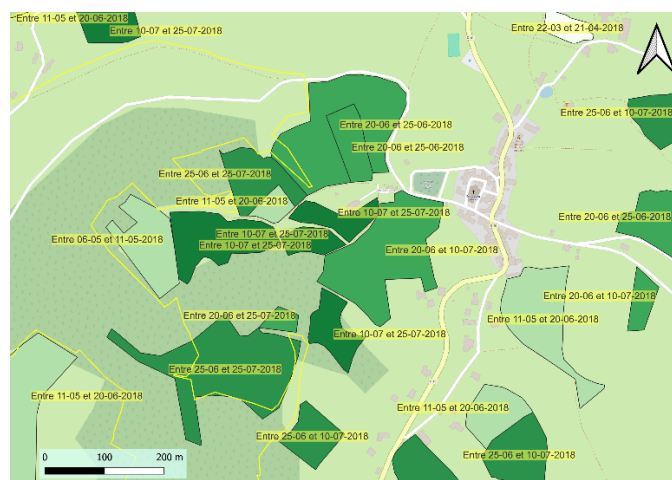
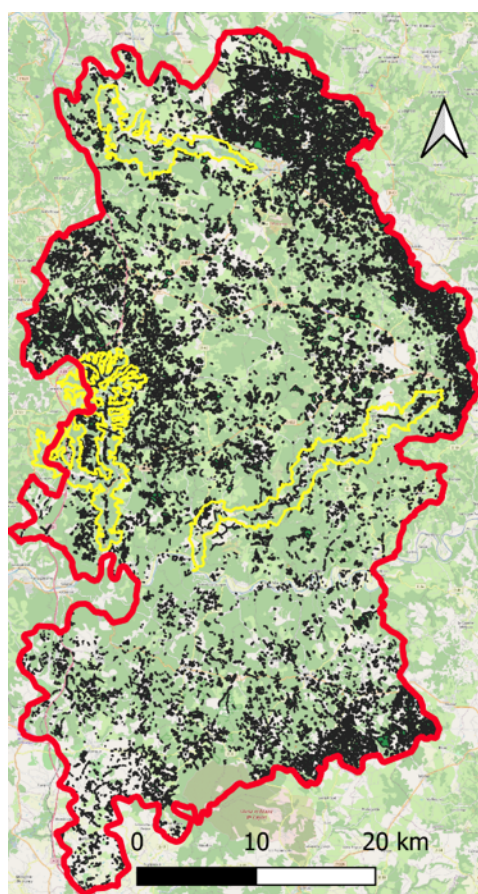
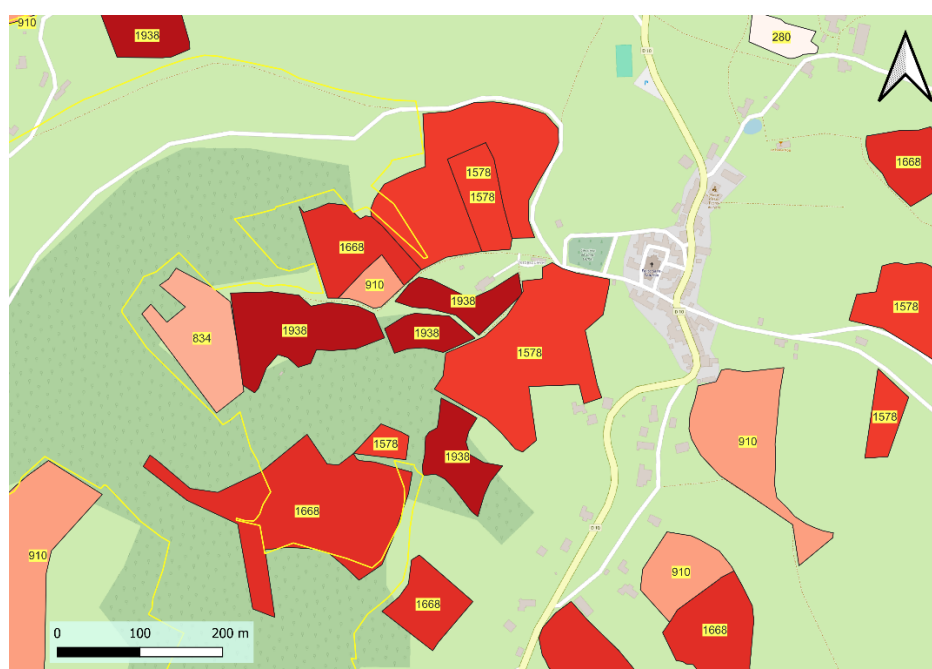


Figure de gauche : les parcelles de prairies permanentes du PNR Causse du Quercy pour lesquelles les périodes de fauche ont été déterminées. En rouge les limites actuelles du PNR, en jaune les trois zones Natura 2000 du parc.

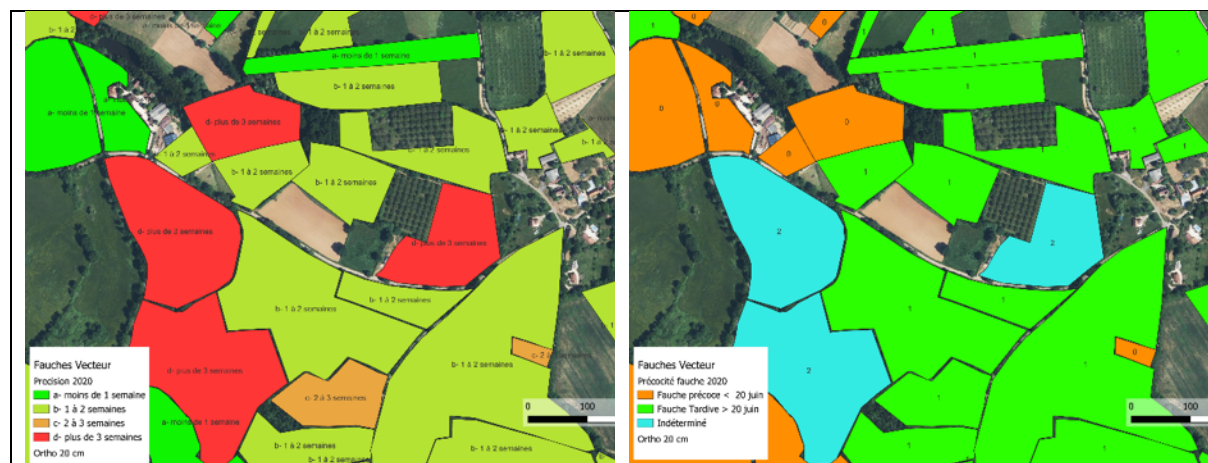
Ci-dessus : zoom de la représentation sous QGIS des périodes de fauche en dates calendaires. Exemple pour 2018. Les périodes de fauches ont été estimées pour les années 2017 à 2023.

Les périodes de fauches des années 2017 à 2022 sont également exprimées en sommes de température aux dates de début et fin de période de fauche (exemple ci-dessous).



Sommes de température en début de période de fauche deg.jour (2018)

Pour chaque parcelle et chaque année nous produisons des indicateurs simples, comme par exemple le critère de précision qui qualifie l'intervalle de dates dans lequel se situe la fauche. Notons qu'une précision mauvaise, par exemple supérieur à trois semaines, peut tout de même renseigner sur le caractère tardif ou précoce d'une fauche. La figure ci-dessous illustre ces aspects.

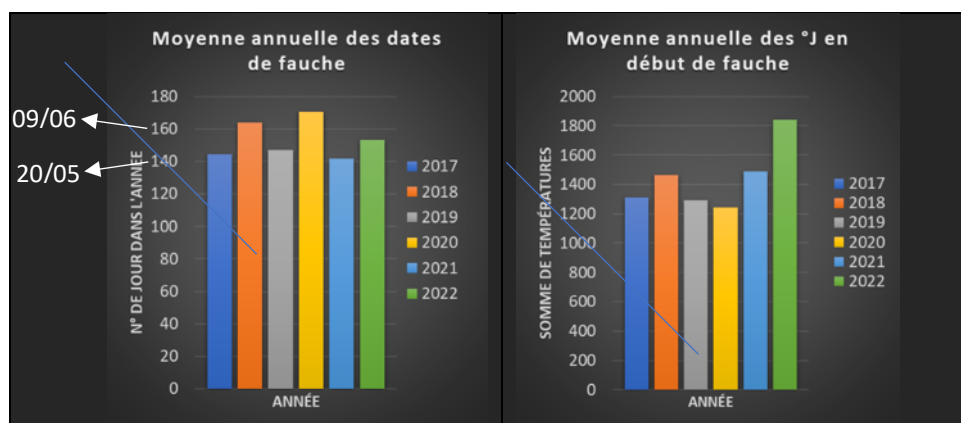


A gauche, critère de précision sur les dates de fauche (année 2020), à droite qualification de fauche précoce ou tardive par rapport à la date réglementaire du 20 juin. La catégorie indéterminée correspond aux périodes de fauche dont le début se situe avant le 20 juin et la fin après le 20 juin.

L'ensemble des informations est rassemblé dans un fichier (format GeoPackage , GPKG) qui fournit pour chaque parcelle ses limites géographiques (polygones) et un ensemble d'attributs dont, pour chaque année, les périodes de fauche, les critères précision et confiance, des regroupements en classes de sommes de températures, des statistiques pour chaque parcelle sur 6 ans (ex : température moyenne en début de fauche)

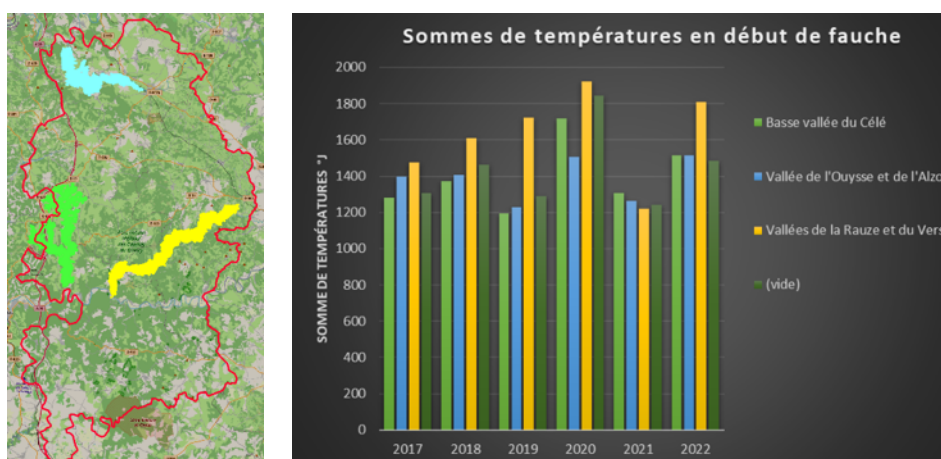
et des indicateurs simplifiés de type fauche tardive oui/non/indéterminé.

Ce fichier comporte actuellement 100 colonnes (et 16092 lignes). Il a été constitué à la demande des agents du parc car il permet de rassembler un grand nombre d'informations qu'ils peuvent ensuite traiter avec Excel, via un simple export des attributs du fichier géographique. Cela leur a par exemple permis d'extraire les statistiques représentées dans les figures ci-dessous.



Moyenne des dates de fauches pour l'ensemble des prairies permanentes (RPG) du PNR Causses du Quercy, exprimées en dates calendaires (numéro du jour) et en sommes de températures (degré.jour)

Le travail d'analyse des résultats ne fait que commencer. Les figures ci-dessus montrent par exemple que les fauches tardives en 2020, autour du 19 juin, sont en fait dans la norme des autres années si l'on considère les sommes de température. A contrario, les fauches de l'année 2022 ont été effectuées à des niveaux élevés de sommes de températures. Les dates de fauches varient également suivant la localisation (figure ci-dessous).



Les trois zones Natura 2000 du PNR (à gauche) et les sommes de températures moyennes pour chacune des zones. Tendance à une fauche tardive sur les Vallées de la Rauze et du Vers