



PROJET CLIMPASTO - CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PASTORALISME

APPROCHES CROISEES SUR DES INDICATEURS
AGROCLIMATIQUES EN TERRITOIRES DE MONTAGNE

AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE :



Cette action est cofinancée par le Fonds européen agricole pour le développement rural : l'Europe investit dans les zones rurales.



Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Le projet ClimPasto | 2 |
| Présentation | 2 |
| Quelques éléments de contexte | 2 |
| Méthodologie | 4 |
| RESYSTH (RESilience des SYSTèmes Herbagers face au changement climatique) | 4 |
| AP3C (Adaptation des Pratiques Culturelles au Changement Climatique) | 5 |
| Alpages Sentinelles (AS) | 6 |
| Autres dispositifs existants | 7 |
| Propositions d'indicateurs climatiques et agroclimatiques | 8 |
| Indicateurs climatiques | 8 |
| Température | 8 |
| Gel | 10 |
| Neige | 12 |
| Indicateurs agroclimatiques : herbe et animaux | 13 |
| Bilan hydrique | 13 |
| Développement phénologique | 15 |
| Stress thermique | 17 |
| Disponibilité en eau | 18 |
| Conclusion | 20 |

Le projet ClimPasto

Présentation

Le projet ClimPasto est coordonné par le SUACI et rassemble 23 partenaires : les Chambres d'agriculture et les structures agricoles de Massif, les Services pastoraux, INRAE, IDELE.

Le projet opère sur les différents massifs français : les Pyrénées, les Alpes, le Jura et le Massif central. Il se déroule sur une période de deux ans (2021-2022).

Le projet s'intéresse aux exploitations d'élevage de montagne s'appuyant sur un système pastoral, c'est-à-dire des exploitations dont les activités d'élevage valorisent par le pâturage les ressources fourragères spontanées des espaces naturels. Ces surfaces assurent la totalité ou une partie de l'alimentation du troupeau.

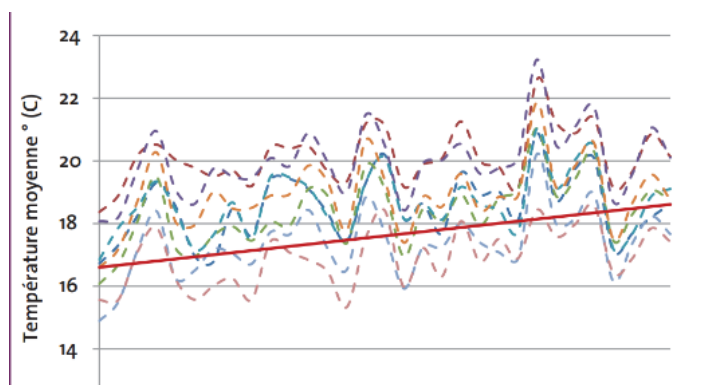
ClimPasto est un projet à l'ambition double. D'une part, il vise à donner une vision synthétique et transversale de la diversité des situations pastorales face aux changements climatiques dans les massifs français. D'autre part, il est le cadre d'un partage d'expériences entre dispositifs, outils et projets conduits dans les différents massifs.

Le projet comporte 3 axes :

- L'axe 1 s'intéresse à la question des **indicateurs agroclimatiques**, en s'appuyant sur le retour d'expérience de trois dispositifs existants sur les massifs des Alpes, du Jura et du Massif Central (Alpages Sentinelles, RESYSTH, et AP3C respectivement). Il vise à identifier les différents indicateurs qui peuvent être mobilisés pour caractériser le changement climatique, et comprendre la manière dont celui-ci peut impacter les systèmes pastoraux. Le présent document constitue le livrable de cet axe. Il présente notamment les grandes familles d'indicateurs retenus par les trois dispositifs et propose des illustrations de certains d'entre eux.
- L'axe 2 conduit par les organismes techniques et scientifiques pastoraux porte sur une typologie de milieux pastoraux appelée la "**Pastothèque**", travaux qui découlent de plusieurs interrogations sur les végétations pastorales dans le contexte du changement climatique telles que leurs sensibilités face au changement, leurs possibles évolutions, leurs résiliences et enfin les marges de manœuvre qu'elles peuvent apporter aux systèmes pastoraux. Cet axe de travail vise à rassembler des références techniques à travers la production de fiches descriptives des différents milieux pastoraux.
- L'axe 3 est porté par les chambres d'agriculture et vise à relever les marges de manœuvre permises par les systèmes agropastoraux afin de s'adapter au changement climatique. La **réalisation d'enquêtes** auprès d'une soixantaine de professionnels (éleveurs, groupements pastoraux, ...) a permis de recenser et d'analyser différentes adaptations relevées.

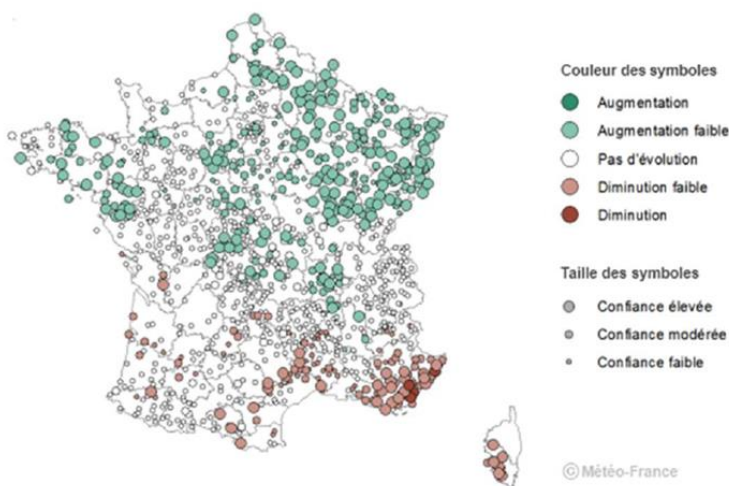
Les résultats des différents travaux conduits dans le cadre de ClimPasto sont restitués lors d'un séminaire inter-massif.

Quelques éléments de contexte



Evolution des températures estivales sur 30 ans : stations d'Abbeville, Aurillac, Besançon, La Roche sur Yon, Mâcon, Nancy, Pau et Rennes (courbes en pointillés). Tendence (courbes rouges),
Source : Météo France - Traitement des données : CNIEL, Idele

Le changement climatique est un phénomène global qui affecte l'ensemble des écosystèmes et des sociétés à l'échelle planétaire. Il se traduit avant tout par des évolutions de tendance. L'augmentation des températures en est la principale due à l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre atmosphérique. En 30 ans, les températures estivales ont augmenté de 2°C en France (graphique ci-contre).



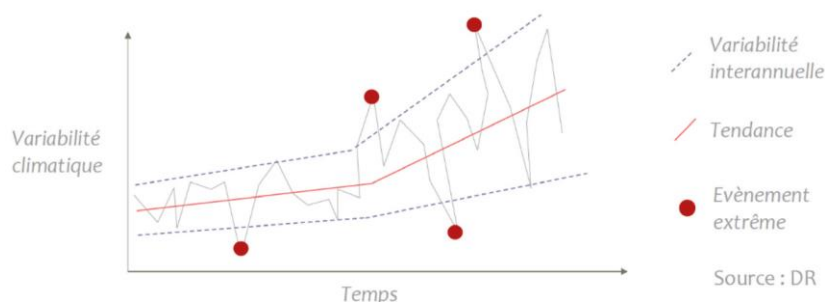
Tendance de 1960 à 2010 du cumul annuel des précipitations en France, Source : Météo France

Contrairement aux températures, l'évolution des précipitations ne présente pas de tendance générale. La carte ci-contre donne à voir l'évolution des cumuls annuels de précipitations entre 1960 et 2010. Elle montre une forte disparité entre régions à l'échelle nationale, avec une tendance à l'augmentation des précipitations au nord tandis qu'au sud, et notamment dans la région méditerranéenne, la pluviométrie annuelle tend à diminuer sur cette période.

Les effets du dérèglement climatique ne sont donc pas homogènes d'un territoire à l'autre. Ils dépendent de la manière dont le changement climatique se décline localement.

Ces tendances induisent de nombreux effets en cascade, tels que l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle, la diminution de la ressource en eau disponible pour les végétations et les troupeaux, la fragilisation de l'enneigement ...

Les manifestations du changement climatique ne se limitent pas à une évolution de tendance. Elles sont également couplées à l'augmentation de la variabilité interannuelle des conditions météorologiques, où les phénomènes rares sont d'une part plus fréquents, mais également plus extrêmes (sécheresses saisonnières, précipitations intenses, tempêtes...).



Un double enjeu d'adaptation à une évolution de tendance couplée à une augmentation de la variabilité interannuelle, Source : AP3C

L'évolution climatique et ses conséquences actuelles impactent profondément le secteur agricole et sa composante pastorale (qualité et quantité des productions fourragères, performance des animaux etc.), poussant les exploitations de montagne à s'adapter afin d'être résilientes et viables.

Pour caractériser ces changements et leurs impacts sur les productions agricoles et pastorales, des indicateurs traduisant l'exposition des ressources (milieux, eau, troupeaux) à différents aléas météorologiques peuvent être identifiés. Des exemples d'indicateurs agroclimatiques sont proposés dans la suite de ce document, sur la base de ceux mobilisés par trois dispositifs multi-partenariaux déployés sur différents massifs montagneux français.

Méthodologie

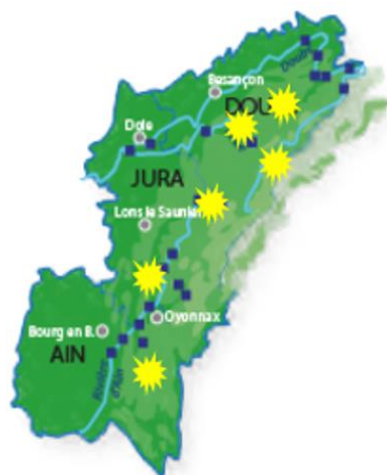
Pour accompagner les évolutions de pratiques liées au changement climatique, il est nécessaire d'objectiver la façon dont le climat évolue sur le temps long. Faciliter l'accès à l'information sur les aléas météorologiques et sur leurs impacts au niveau des végétations et systèmes d'élevage peut ainsi contribuer à la prise de décision des éleveurs et agriculteurs (itinéraires techniques, investissements, modalités de gestion).

Dans ce document, trois exemples de dispositifs multi-partenariaux sont présentés. Ils s'intéressent à une diversité de systèmes de production agricole et se déploient chacun sur des périmètres géographiques spécifiques : massifs du Jura, du Massif Central et des Alpes. Ces dispositifs ont en commun de mobiliser des indicateurs agroclimatiques et de les porter à connaissance auprès d'un large public.

Chacun des dispositifs a choisi une approche particulière pour travailler la question agroclimatique : par exemple, utilisation de données météorologiques issues de stations de terrain ou de modèles, choix d'indicateurs agroclimatiques centrés sur la pousse de l'herbe ou sur une diversité de cultures, etc. Cette diversité d'approches souligne le fait qu'une réponse unique ou qu'un seul indicateur ne permet pas en tant que tel de répondre aux enjeux climatiques. C'est plus certainement par la complémentarité des regards sur les milieux et productions agricoles que des options d'adaptation pourront être imaginées de manière spécifique sur chaque territoire et système d'exploitation. Pour une application agricole, les dispositifs doivent représenter la réalité du terrain, ils doivent par conséquent prévoir une déclinaison locale. Des projections à large échelle prendraient mal en compte les reliefs et les spécificités territoriales, alors que des dispositifs locaux permettent des projections fidèles au terrain.



RESYSTH (REsilience des SYSTèmes Herbagers face au changement climatique)



Le projet RESYSTH, piloté par la Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne Franche Comté depuis 2019, se concentre sur les systèmes herbagers du massif du Jura (pas spécifiquement les systèmes pastoraux). Il s'appuie sur une vingtaine d'indicateurs agroclimatiques.

Pour les évolutions climatiques passées, le projet utilise 6 stations météo des départements du Jura, Doubs, Ain. Les données sont fournies par Météo France avec des suivis allant de 21 à 69 ans.

Pour observer les premiers impacts du changement climatique, le projet s'appuie sur des rencontres d'experts qui mobilisent les résultats issus des fermes de référence suivies sur le massif (20 dont 7 depuis 2011).

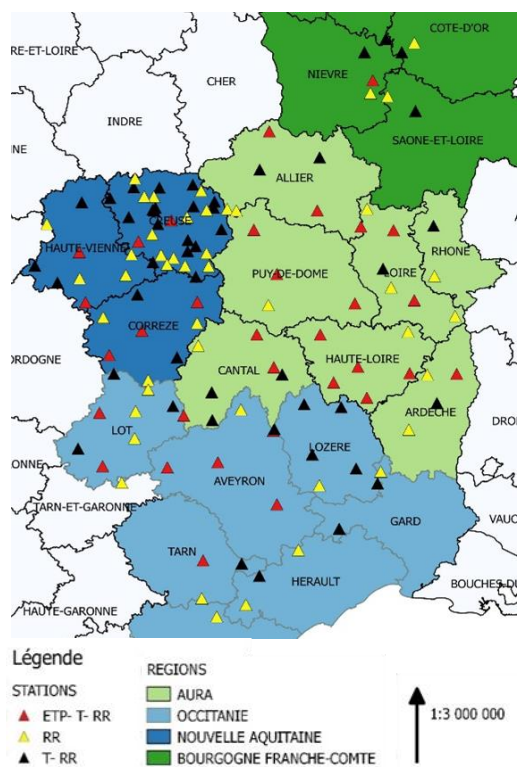
Le groupe Herbe Franche Comté a permis de fournir des données sur l'évolution de la pousse de l'herbe. RESYSTH se base également sur les suivis de production laitière et les résultats de reproduction.

Le projet développe aussi une dimension prospective avec des scénarios climatiques à horizon 2050 et 2100 (outil Climat XXI du réseau Chambre d'Agriculture). Ce projet utilise le scénario 8.5 c'est-à-dire le plus pessimiste et le plus réaliste.

Le projet a une forte dimension d'animation territoriale ! Son objectif, faire prendre conscience aux éleveurs du changement climatique. Six ateliers ont été réalisés sur trois territoires répartis sur le massif pour sensibiliser les agriculteurs aux manifestations locales du changement climatique et pour évoquer des pistes d'adaptation possibles. Une plaquette de sensibilisation a été réalisée pour être transmise aux agriculteurs. Suite aux travaux sur les territoires, les chambres d'agriculture ont pu développer des fiches de retours d'expériences sur le massif pour alimenter le conseil.

L'idée serait de pouvoir développer à terme des fermes de référence qui pourront expérimenter les pistes d'adaptation avec un suivi des résultats technico-économique poussé.

AP3C (Adaptation des Pratiques Culturelles au Changement Climatique)



Le projet AP3C est porté par le SIDAM depuis 2015, en partenariat avec 11 chambres d'agriculture du Massif central, un climatologue et en collaboration avec l'IDELE jusqu'en 2022. AP3C est un projet de Recherche et de Développement à l'échelle du territoire du Massif central qui a la vocation de fournir des outils directement utilisables par les agriculteurs du territoire pour leur permettre de s'adapter au changement climatique.

Ce qui fait la particularité et l'authenticité du projet est que le travail est conduit main dans la main avec un climatologue. Cette expertise climatique a permis de travailler sur des données observées et quotidiennes entre 1980 et 2015, provenant d'une centaine de stations réparties sur le territoire du Massif central. 4 paramètres sont observés : température minimale, température maximale, précipitations et évapotranspiration. Des projections climatiques ont alors été développées sous forme d'indicateurs climatiques sur la période 1980 – 2050. Ces résultats ont permis de comprendre et d'appréhender au mieux les évolutions climatiques passées et futures de notre territoire.

Dans un second temps et grâce aux compétences des conseillers agricoles des chambres d'agriculture partenaires, des indicateurs dits agroclimatiques ont été produits. Ce sont 30 indicateurs agroclimatiques communs aux 11 départements (Allier, Aveyron, Cantal, Corrèze, Creuse, Haute-Loire, Haute-

Vienne, Loire, Lot, Lozère et Puy-de-Dôme) qui ont été produits, principalement sur l'herbe mais également sur les céréales, le maïs et les dérobées.

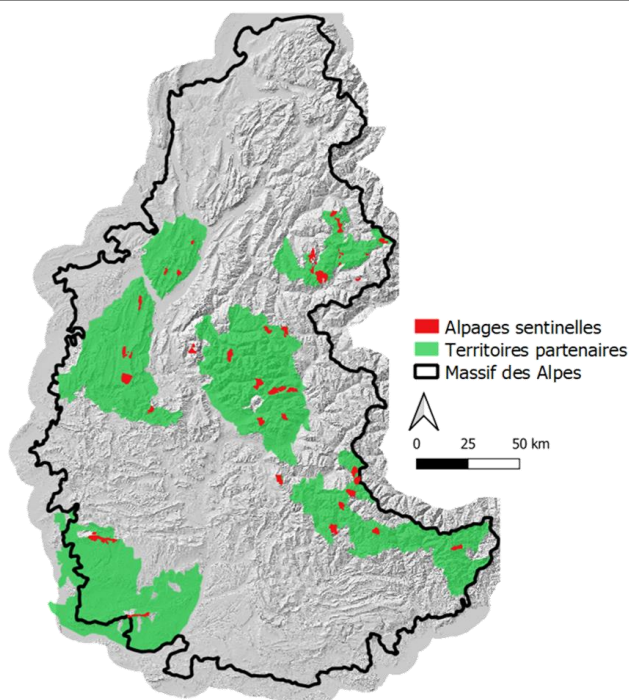
Puis, 55 indicateurs spécifiques (5 par département) pour certains dits indicateurs agro-pédo-climatiques (IAPC) ont été produits. La particularité de ces IAPC est qu'ils prennent en compte la diversité des types de sols présents sur le territoire du Massif central. Le sol étant considéré comme un réservoir d'eau séparé en 2 niveaux :

- une Réserve Facilement Utilisable (RFU) dans lequel le végétal peut puiser sans retenue (sans stress) et,
- une Réserve de Survie (RS) dans lequel le stress est linéairement proportionnel au niveau d'entame de cette RS.

De plus, parmi ces IAPC, certains s'intéressent plus particulièrement au pastoralisme, principalement sur les départements du Lot, de la Lozère et du Cantal.

Pour finir, en plus d'avoir développé des indicateurs climatiques et agro-(pédo)-climatiques le projet AP3C s'est également intéressé à l'impact du changement climatique sur les systèmes d'exploitations, notamment au travers d'un travail de scénarisation mené sur la base de cas type spécifiques du Massif central. Enfin, afin d'aborder une approche dite territoriale, la majorité des indicateurs ont été représentés sous forme de cartes à l'échelle du Massif central. Ce travail permet de visualiser ces indicateurs non pas station par station mais bien à l'échelle du territoire.

Alpages Sentinelles (AS)



Le dispositif Alpages Sentinelles est un programme de recherche-action de long terme qui s'intéresse aux impacts du changement climatique sur les milieux et systèmes pastoraux en montagne. Les travaux d'Alpages Sentinelles visent d'une part à caractériser le changement climatique en alpage et ses impacts sur l'évolution de la biodiversité et des ressources pastorales, et d'autre part à raisonner collectivement les stratégies d'adaptation des systèmes pastoraux.

Initié en 2007 dans le Parc National des Écrins, Alpages Sentinelles se déploie actuellement sur neuf territoires d'espaces protégés, des Savoie aux Alpes méditerranéennes, et des suivis de terrain sont mis en œuvre sur une trentaine d'alpages de référence. La coordination scientifique et technique du dispositif est assurée par le Laboratoire Ecosystèmes et Sociétés en Montagne (LESSEM - INRAE). Au total, une vingtaine de structures professionnelles sont directement impliquées dans la dynamique du réseau, qui réunit des partenaires académiques (écologie, agronomie, sociologie, climatologie...), des structures techniques agropastorales

départementales et régionales, des gestionnaires territoriaux (parcs naturels régionaux, parcs nationaux), des partenaires institutionnels, politiques et financiers (comité de massif des Alpes, régions, OFB, UE ...), ainsi que des éleveurs et bergers des territoires concernés.

Un des volets thématiques explorés par le dispositif Alpages Sentinelles vise à caractériser l'exposition climatique des alpages, c'est-à-dire à décrire le contexte climatique rencontré sur chaque alpage (par exemple, alpage plus ou moins humide, plus ou moins précoce, etc.) ainsi que son évolution sur le temps long. Les données présentées sont issues des modèles de Météo France. Il s'agit des données de réanalyse Safran Montagne (modélisation climatique basée sur les valeurs des stations de Météo France). Ces données sont adaptées aux conditions de montagne. Elles sont calculées à l'échelle de petits massifs montagneux (23 massifs météorologiques sur la zone alpine). Au sein de chacun de ces massifs, les données météorologiques sont déclinées en fonction de l'altitude, de la pente et de l'orientation. Ce choix méthodologique permet d'avoir accès à une longue série temporelle, avec des informations disponibles dès 1960, sur un large périmètre géographique à l'échelle des Alpes françaises. Le dispositif Alpages Sentinelles ambitionne de compléter prochainement ces informations sur les évolutions passées du climat par des projections climatiques explorant les changements attendus sur les décennies à venir.

Depuis le site internet du dispositif Alpages Sentinelles, différents indicateurs agroclimatiques sont consultables à l'échelle de chacun des alpages des Alpes. Des informations de synthèse sont aussi disponibles à l'échelle des surfaces d'alpages de différents territoires, par exemple d'espaces protégés (parc naturel régional, parc national...) ou de petites régions agricoles.

Ces indicateurs agroclimatiques sont regroupés en six familles : conditions de déneigement, températures, précipitations, cumul de températures (seuils de degré-jours), disponibilité en eau (bilans hydriques notamment) et épisodes de gels après déneigement. Pour chaque indicateur, une valeur de synthèse annuelle est calculée et un graphique représente les valeurs prises année après année depuis 1960. Un tableau permet également de comparer les valeurs d'une année donnée à sélectionner par rapport aux valeurs de référence pour l'alpage ou le territoire d'alpages choisi.

Ces informations sur l'exposition climatique des alpages sont une première étape importante pour caractériser la vulnérabilité des milieux et systèmes pastoraux au changement climatique. Elles sont mobilisables dans le cadre d'un diagnostic de vulnérabilité, de pair avec des informations sur la sensibilité des ressources pastorales et sur les capacités d'adaptation des systèmes d'élevage associés.

Autres dispositifs existants

Il existe également d'autres observatoires sur le sujet du changement climatique, tels que l'observatoire Pyrénéen [OPCC](https://opcc-ctp.org/fr) <https://opcc-ctp.org/fr> qui présente une partie [agropastoralisme](#) (mais pas d'indicateurs spécifique) ou une autre démarche « Parcours Sentinelle », développée en Crau notamment sur les pelouses steppiques.


Zoom sur l'OPCC

Lancé en 2010, l'OPCC est une initiative transfrontalière de coopération territoriale de la Communauté de Travail des Pyrénées (Principauté d'Andorre, Régions Nouvelle-Aquitaine et Occitanie, communautés autonomes d'Aragon, de Catalogne, d'Euskadi et de Navarre). En réalisant un suivi du changement climatique et de ses effets sur le massif des Pyrénées, il a pour ambition de partager une stratégie d'adaptation à ces changements tout autant que de promouvoir des actions contribuant à la limitation du changement climatique. A travers un Géoportail, il rend accessible un grand nombre d'indicateurs :

- **De suivis climatiques** (températures, pluviométrie et manteau neigeux) passés, actuels et futurs (projections tendanciennes et scénarisées).
- **D'impacts de ces facteurs de changement sur un panel très complet de secteurs d'activités** comme les risques naturels, le tourisme, l'agropastoralisme, l'énergie, la faune, la flore, les forêts, les espaces naturels sensibles et les ressources hydriques.

Propositions d'indicateurs climatiques et agroclimatiques


Les sections suivantes proposent une synthèse des principaux indicateurs climatiques (température, gel, neige...) puis agroclimatiques (bilan hydrique ; développement phénologique ; stress thermique ; disponibilité en eau) mobilisés par les trois dispositifs présentés précédemment. L'objectif est de donner à voir la diversité de ces indicateurs et leur complémentarité, en fonction des éléments du système de production (végétations, troupeaux, ...) et des saisons auxquels on s'intéresse. Des zooms sont proposés pour illustrer la manière dont certains indicateurs sont mobilisés par les dispositifs, précisant leurs modalités de calcul ou décrivant quelques résultats acquis à ce jour.


 Un indicateur agroclimatique est une variable climatique (température, précipitations, humidité, rayonnement...) ou une combinaison de ces variables représentatives du climat considéré. Il est calculé en combinant des variables climatiques avec des paramètres qui permettent de le lier à des phénomènes impactant les productions agricoles comme le développement des plantes ou le confort des animaux (d'après le site Clima - XXI).

Indicateurs climatiques

Température

Le tableau ci-dessous synthétise les principaux indicateurs liés à la température mobilisés par les trois dispositifs (RESYSTH, AP3C, Alpages Sentinelles).

| Famille d'indicateur | Saison | | | | |
|----------------------|--|---|---|---|---|
| | Météo | Printemps | Été | Automne | Hiver |
| Températures | - Températures minimales, moyennes et maximales mensuelles (AS, AP3C) | - Températures minimales, moyennes et maximales mensuelles (AS, AP3C) | - Températures minimales, moyennes et maximales mensuelles (AS, AP3C) | - Températures minimales, moyennes et maximales mensuelles (AP3C) | - Températures minimales, moyennes et maximales mensuelles (AP3C) |
| | - Températures minimales, moyennes et maximales saisonnières (AS) | - Températures minimales, moyennes et maximales saisonnières (AS) | - Températures minimales, moyennes et maximales saisonnières (AS) | - Températures minimales, moyennes et maximales saisonnières (AS) | - Nombre de jours par mois où la température minimale est inférieure ou égale à -10°C (RESYSTH) |
| |  - Nombre de jours par mois où les températures sont > à 25°C ou 30 °C (AP3C) | - Nombre de jours par mois où les températures sont > à 25°C ou 30 °C (AP3C) | - Nombre de jours par mois où les températures sont > à 25°C ou 30 °C (AP3C) | - Nombre de jours par mois où les températures sont > à 25°C ou 30 °C (AP3C) | |
| | - Nombre de jours par période de dix jours dont la température maximum supérieure ou égale à 27°C durant la saison d'estive (RESYSTH) | - Nombre de jours par période de dix jours dont la température maximum supérieure ou égale à 27°C durant la saison d'estive (RESYSTH) | - Nombre de jours par période de dix jours dont la température maximum supérieure ou égale à 27°C durant la saison d'estive (RESYSTH) | - Nombre de jours par période de dix jours dont la température maximum supérieure ou égale à 27°C durant la saison d'estive (RESYSTH) | |

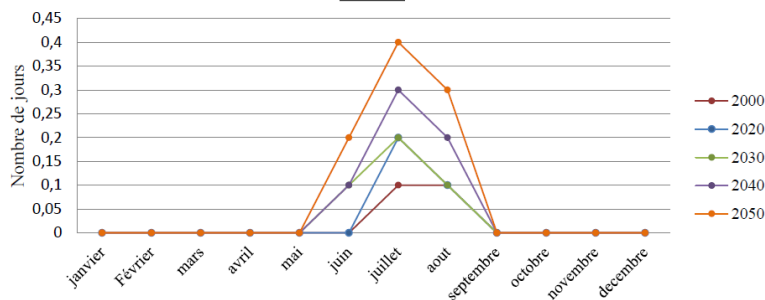
 Zoom sur l'indicateur de l'évolution du nombre de jours très chauds, à partir du dispositif AP3C.

Le dérèglement climatique se traduit par une augmentation globale des températures, mais qui se décline localement de manière différenciée, comme cela peut être observé à l'échelle des territoires qui composent le Massif central. Ces augmentations de températures peuvent ainsi être plus ou moins importantes en fonction du territoire concerné, de l'altitude et du contexte pédoclimatique. Même si l'analyse des évolutions des températures est intéressante, il faudra

néanmoins, a minima, la coupler à une analyse de l'évolution des précipitations et de l'Évapotranspiration Potentielle (ETP) si on souhaite émettre des hypothèses constructives et pertinentes.

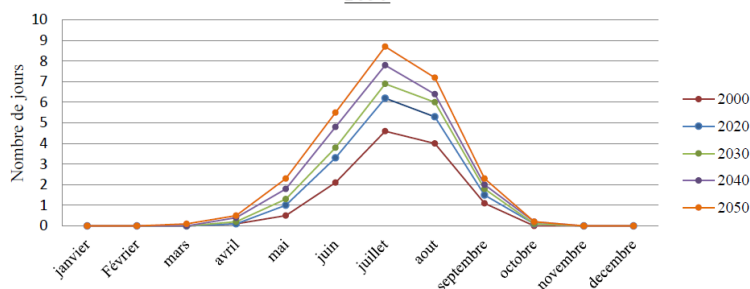
Les graphiques suivants représentent l'évolution du nombre de jours "très chauds" en climat type 2000, 2020, 2030, 2040 et 2050. Ces indicateurs ont été calculés sur la base de données observées entre 1980 et 2015, provenant de stations localisées sur le territoire du Massif central, et projetées à horizon 2050. Ces indicateurs, provenant de stations de basse et moyenne altitude, illustrent la variabilité climatique qui existe sur le territoire du Massif Central au travers de la question de l'évolution des températures.

Evolution du nombre de jours "très chaud" avec $T_x \geq 30^\circ\text{C}$ de 2000 à 2050



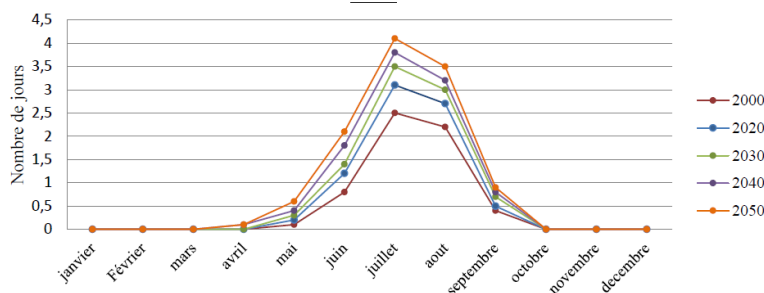
Station Aubrac (1393 m), Aveyron, Source : AP3C

Evolution du nombre de jours "très chaud" avec $T_x \geq 30^\circ\text{C}$ de 2000 à 2050



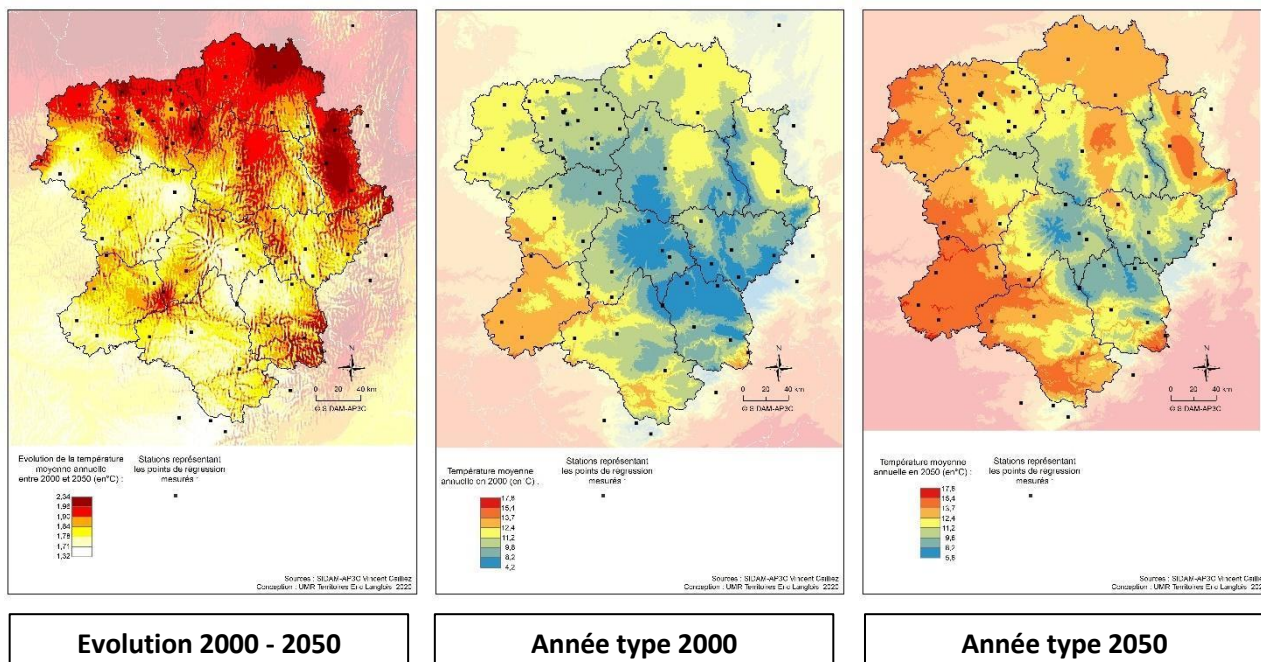
Chamberet (444 m), Corrèze, Source : AP3C

Evolution du nombre de jours "très chaud" avec $T_x \geq 30^\circ\text{C}$ de 2000 à 2050



Coltines (979 m), Cantal, Source : AP3C

L'ensemble des indicateurs sont représentés de deux manières, station par station et sous forme de cartographie grâce à un travail de spatialisation des données réalisé en collaboration entre un climatologue et un cartographe. Si ces indicateurs permettent d'avoir une vision très localisée, le travail de cartographie permet d'avoir une vision globale des évolutions à l'échelle Massif central, tout en mettant en évidence les particularités de chaque territoire.



Evolution de la température, Source : SIDAM-AP3C Vincent Cailliez

Les cartes climatiques et agroclimatiques ont toutes été représentées de trois manières : carte d'évolution 2000 - 2050, carte année type 2000 et carte année type 2050, ce qui permet d'avoir des informations différentes et complémentaires. L'interprétation synthétique de ces cartes fait ressortir les éléments suivants :

Sur le Massif central, en évolution 2000 – 2050 on observe une augmentation graduelle des températures du sud vers le nord du territoire de +1.5°C à 2°C en 50 ans. En 2000 les zones impactées par des températures moyennes annuelles supérieures à 13,7°C étaient marginales et concernaient quelques vallées encaissées du Lot alors qu'en 2050 la quasi-totalité de ce département sera concernée. Quant aux températures froides (inférieures à 8,2°C en moyenne annuelle) qui concernaient environ 10% du territoire en 2000, elles ne se présenteront plus que marginalement sur le territoire, à des altitudes supérieures à 1300 ou 1400 mètres.

Gel

Le tableau ci-dessous synthétise les principaux indicateurs liés au gel mobilisés par les trois dispositifs (RESYSTH, AP3C, Alpes Sentinelles).

| Famille d'indicateur | Saison | | | | |
|----------------------|--------|--|--|--|--|
| | Météo | Printemps | Été | Automne | Hiver |
| Gel | | - Nombre de jours de gel (<0°C et <-5°C) après déneigement (AS) ou par mois (AP3C) | - Nombre de jours de gel par mois (0°C et -5°C) (AP3C) | - Nombre de jours de gel par mois (0°C et -5°C) (AP3C) | - Nombre de jours de gel par mois (0°C et -5°C) (AP3C) |
| | | - Date de dernière gelée de printemps (AP3C) | | - Date de première gelée d'automne (AP3C) | - Nombre de jours de gel prononcé (<-10°C) hors couvert neigeux durant la saison (RESYSTH) |



Zoom sur l'indicateur du nombre de jours de gel à partir du dispositif RESYSTH.

La pousse de l'herbe de fin ou de début de saison peut permettre de compenser en partie les pertes estivales liées aux sécheresses à l'avenir si les conditions le permettent, notamment si la portance des sols en sortie d'hiver est suffisante. En outre, le gel a des conséquences sur l'avancée des stades phénologiques (pousse de l'herbe) ; si le gel arrive à un stade

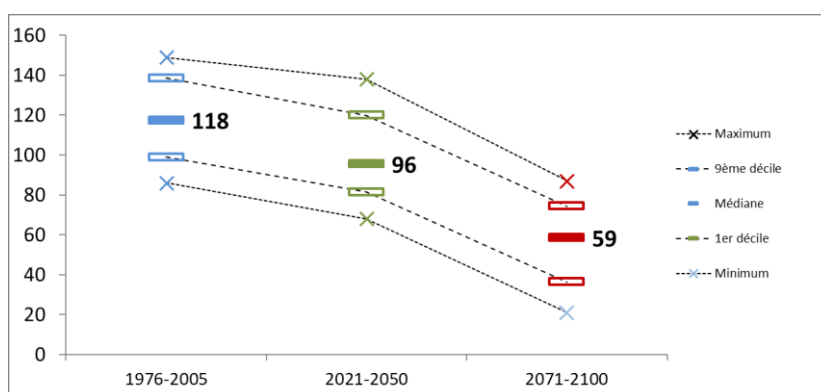
de végétation trop avancé, il peut avoir des conséquences néfastes sur la prairie. Dans les zones où l'herbe est d'une hauteur supérieure à 8 cm herbomètre, le gel réduira la qualité de la prairie.

Le gel a des conséquences sur les sols, bénéfiques ou défavorables suivant les situations. En gelant, l'eau cristallise et occupe un volume plus grand. Dans les sols argileux, ce gonflement fait éclater les mottes en petits agrégats de 1 à 2 mm de diamètre.

En termes de fertilité, le gel stoppe tout : l'activité des vers de terre, celle des micro-organismes, la minéralisation, la nitrification, etc. Les besoins des plantes sont également minimales à ce moment-là. Au cours du dégel, on observe d'abord un engorgement superficiel au-dessus de la couche encore gelée, ce qui génère un ruissellement et une crue des rivières. Ce phénomène temporaire disparaît rapidement ; lorsque le sol est complètement dégelé et qu'il a retrouvé sa perméabilité d'origine, bonne ou mauvaise, l'infiltration se fait à nouveau verticalement et le ruissellement s'arrête.

Malgré la réduction du nombre de jours de gels, il sera compliqué d'intervenir en sortie d'hiver dans les parcelles au vu de problèmes de portance en sol profond/lixiviation en sol superficiel, induits par des jours de gels réduits, une pluviométrie élevée et concentrée durant l'hiver.

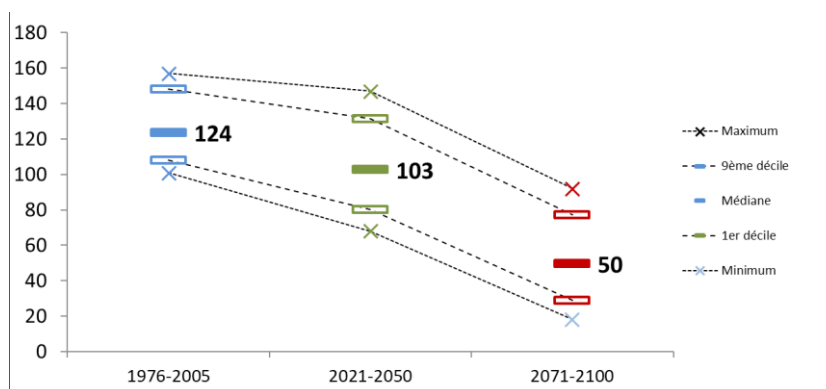
Exemple pour le secteur de Mouthe dans le Haut Doubs : Nombre de jours de gel, Source: outil Climat XXI/Resysth



Depuis les années 1980, l'hiver le plus doux a compté 86 jours de gel ; c'est le minimum observé sur 30 ans.

Dans les projections à 2080, sur 30 ans, ce nombre de jours de gel ne sera atteint qu'une seule fois : 87 jours de gel au cours de l'hiver le plus rigoureux sur 30 ans !

Exemple pour la station de Bellecombe dans le Haut Jura, Source: outil Climat XXI/Resysth



Cette figure montre également une nette diminution du nombre de jours de gel par an pour tous les critères statistiques étudiés. La variabilité interannuelle du nombre de jours de gel n'évolue pas dans les années 2030 mais se réduit fortement à la fin du XXIème siècle.

Dans les années 1980, neuf années sur dix comptent au moins 108 jours de gel par an (1er décile).


Dans les années 2080, le maximum ne sera plus que de 92 jours par an.


Un complément à noter concernant cet indicateur de gel à plus haute altitude dans les Alpes, selon Alpages sentinelles : A plus haute altitude, le changement climatique induit un déneigement précoce qui restreint la protection apportée par le manteau neigeux aux végétations en début de saison. En conséquence, dans les alpages des Alpes, le nombre de jours

de gel augmente entre le déneigement et le démarrage ou la croissance des végétations. Ces épisodes de gels en début de saison de végétation peuvent être très impactants sur les végétations.

Neige

Le tableau ci-dessous synthétise les principaux indicateurs liés à la neige mobilisés par les dispositifs (RESYSTH et Alpes Sentinelles).

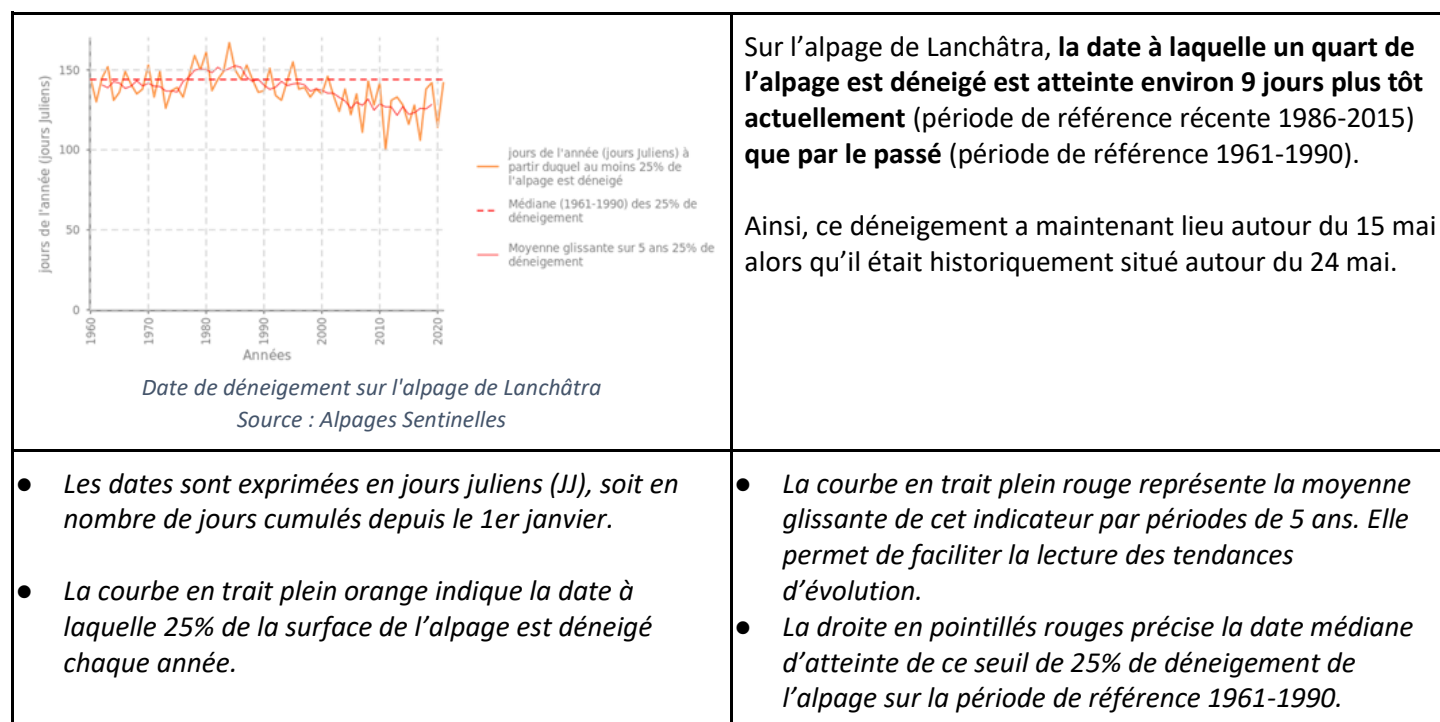
| Famille d'indicateur | Saison | | | | | Indicateur Annuel (une valeur par an) |
|----------------------|--|-----------|-----|---------|-------|---|
| | Météo | Printemps | Été | Automne | Hiver | |
| Neige |  <p>- Date d'atteinte des 25% de l'alpage déneigé (AS)</p> <p>- Stock nival à une date donnée (AS)</p> <p>- Proportion déneigée à une date donnée (AS)</p> | | | | | - Nombre de jours de neige par an (RESYSTH) |

 Zoom sur l'indicateur de la date d'atteinte des 25% de l'alpage déneigé, à partir du dispositif Alpes Sentinelles.

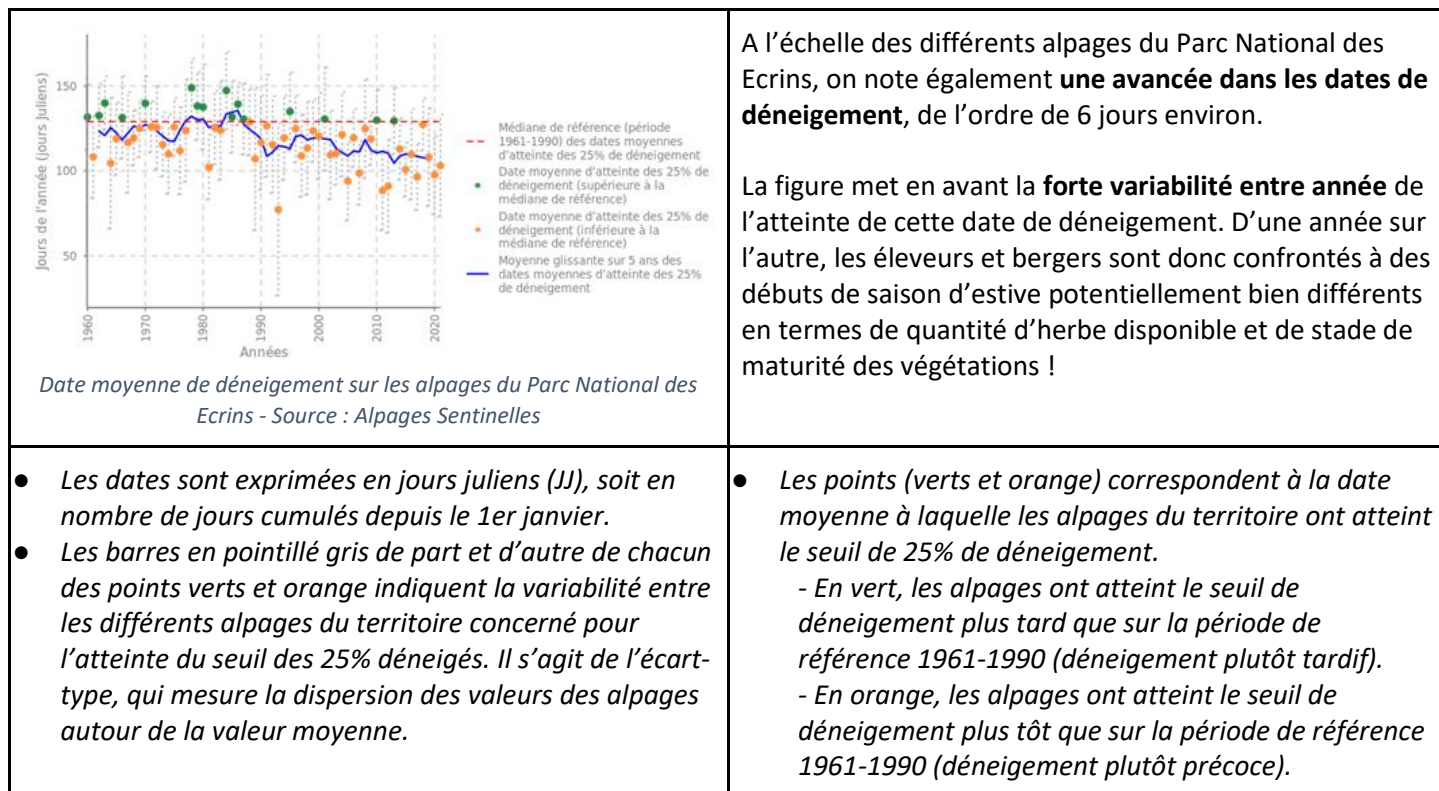
En montagne, la présence de neige est un facteur déterminant du développement des végétations. La neige joue plusieurs rôles : par exemple, elle protège les plantes des assauts du froid en les isolant du contact direct de l'air durant l'hiver et elle assure une humidification des sols lorsqu'elle fond au printemps. A partir de la fonte du manteau neigeux, sur une période de temps suffisamment longue et sous condition de l'accumulation de températures positives, le démarrage de la croissance des végétations peut se faire. Connaître la date à laquelle les végétations sont déneigées donne donc de précieuses informations sur le calendrier de développement des végétations une année donnée !

Le dispositif Alpes Sentinelles s'intéresse ainsi à la date de l'année à laquelle 25% de la surface d'un alpage est déneigée. Deux exemples sont fournis ci-dessous :

→ A l'échelle d'un alpage - l'exemple de l'alpage de Lanchâtra, localisé en Isère dans le Parc National des Ecrins



→ A l'échelle des surfaces d'alpage d'un territoire - l'exemple des alpages du Parc National des Ecrins (190 unités pastorales localisées en Isère et dans les Hautes-Alpes)



A l'échelle des différents alpages du Parc National des Ecrins, on note également **une avancée dans les dates de déneigement**, de l'ordre de 6 jours environ.

La figure met en avant la **forte variabilité entre année** de l'atteinte de cette date de déneigement. D'une année sur l'autre, les éleveurs et bergers sont donc confrontés à des débuts de saison d'estive potentiellement bien différents en termes de quantité d'herbe disponible et de stade de maturité des végétations !


- Les dates sont exprimées en jours juliens (JJ), soit en nombre de jours cumulés depuis le 1er janvier.
- Les barres en pointillé gris de part et d'autre de chacun des points verts et orange indiquent la variabilité entre les différents alpages du territoire concerné pour l'atteinte du seuil des 25% déneigés. Il s'agit de l'écart-type, qui mesure la dispersion des valeurs des alpages autour de la valeur moyenne.


- Les points (verts et orange) correspondent à la date moyenne à laquelle les alpages du territoire ont atteint le seuil de 25% de déneigement.
 - En vert, les alpages ont atteint le seuil de déneigement plus tard que sur la période de référence 1961-1990 (déneigement plutôt tardif).
 - En orange, les alpages ont atteint le seuil de déneigement plus tôt que sur la période de référence 1961-1990 (déneigement plutôt précoce).

Indicateurs agroclimatiques : herbe et animaux

Bilan hydrique

Le tableau ci-dessous synthétise les principaux indicateurs liés au bilan hydrique mobilisés par les trois dispositifs (RESYSTH, AP3C, Alpages Sentinelles).

| Famille d'indicateur | Saison | | | | | Indicateur Annuel (une valeur par an) |
|--|---|--|-------------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| | Herbe | Printemps | Été | Automne | Hiver | |
|  Dégradation / Arrêt de pousse | - Nombre de jours avec conditions défavorables à la pousse de l'herbe (gel, stress hydrique...) (AP3C) - Bilan hydrique sur le démarrage de végétation (AS) - Bilan hydrique mensuel (AP3C) | - Nombre de jours avec conditions défavorables à la pousse de l'herbe (stress hydrique...) (AP3C) - Stress hydrique prolongé pouvant induire une dégradation des prairies (AP3C) - Bilan hydrique mensuel (AS, AP3C) | - Bilan hydrique mensuel (AS, AP3C) | - Bilan hydrique mensuel (AP3C) | - Nombre de périodes par an de déficit hydrique (RESYSTH) | |

 Zoom sur les **indicateurs de stress hydrique (arrêt de pousse en été et potentiel de pousse au printemps)**, à partir du dispositif AP3C.

Les forts stress hydriques d'été sont impactant pour l'autonomie alimentaire des exploitations herbagères du Massif central. Ces stress hydriques peuvent entraîner une limitation de la pousse des prairies au printemps, des trous d'été, nécessitant d'affourager les animaux, donc d'avoir recours à des stocks ou envisager d'autres leviers d'adaptation. Ces stress hydriques provoquent des pertes en qualité et en quantité de fourrages et posent diverses questions concernant l'impact sur la composition floristique des prairies, la résilience des milieux ou la réversibilité (ou non) de ces impacts. Ces questions ont été traitées en partie au travers de deux indicateurs :

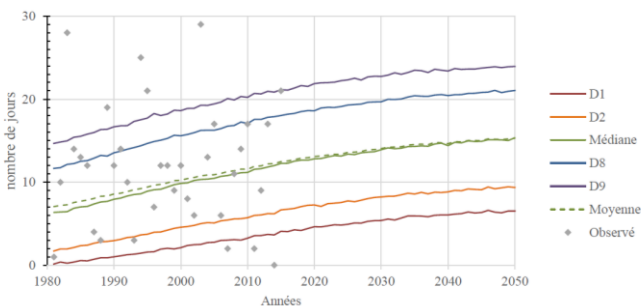
- Le premier s'intéresse aux **périodes d'arrêt de pousse ou de ralentissement des végétations herbacées et pastorales en été**, avec la méthode de calcul suivante : Nombre de jours avec Température supérieure à 25°C et stress hydrique supérieur à 50% sur la période du 1er juillet au 15 août.
Pour les surfaces dites pastorales, le seuil de température a été fixé à 30°C.
- Le second porte sur les **potentiels de pousse des prairies au printemps**, avec la méthode de calcul suivante : Proportion de jours de stress hydrique > 50% entre 400°C et 800°C jour.

La particularité de ces indicateurs est qu'ils sont dits "agro-pédo-climatiques". A la différence d'un indicateur agro-climatique classique, ces derniers prennent en compte la diversité des types de sols qui peuvent être présents sur le Massif central. Le sol est considéré comme un réservoir d'eau séparé en 2 niveaux : une Réserve Facilement Utilisable (RFU) dans lequel le végétal peut puiser sans retenue (sans stress) et une Réserve de Survie (RS) dans lequel le stress est linéairement proportionnel au niveau d'entame de cette RS. Le comité technique du projet a choisi d'étudier une gamme de 4 types de sol, avec des RU de 45mm (30+15), 75mm (50+25), 120mm (80+40) et 180 mm (120+60), pour toutes les stations du domaine AP3C. Ainsi ces indicateurs prennent en compte dans leurs calculs les dynamiques de réserve en eau du sol.

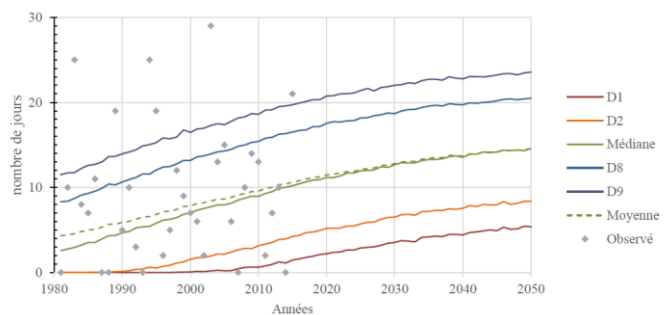
Ces indicateurs seront illustrés au travers d'exemples calculés sur les départements du Cantal et de l'Aveyron, pour des types de sol de 45 mm (30+15) , 75mm (50 + 25) et 120 mm (80+40).

Exemples d'indicateurs, calculés sur la station d'Aurillac, dans le Cantal à 639 m d'altitude, Source : AP3C.

Nombre de jours avec Tx > 25°C et stress hydrique > 50% - Période du 1er juillet au 15 août - RU 75 mm - AURILLAC 15-



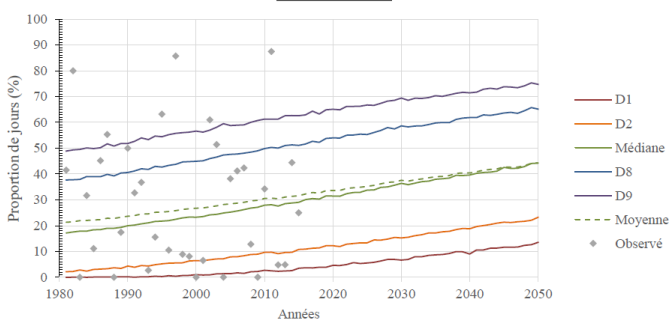
Nombre de jours avec Tx > 25°C et stress hydrique > 50% - Période du 1er juillet au 15 août - RU 120 mm - AURILLAC 15 -



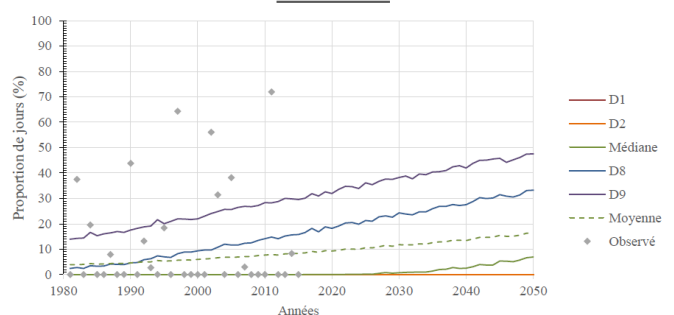
Pour ce même indicateur calculé sur des types de sols moyen (à gauche) à profond (à droite), les résultats montrent une augmentation graduelle des périodes d'arrêt de pousse/ de ralentissement des végétations herbacées. La profondeur du sol dans ce cas ne semble pas avoir d'incidence.

Exemples d'indicateurs, calculés sur la station de Millau, en Aveyron à 712 m d'altitude, Source : AP3C.

Proportion de jours de stress hydrique > 50% entre 400° et 800°C jour - RU 45 mm - MILLAU 12-




Proportion de jours de stress hydrique > 50% entre 400° et 800°C jour - RU 120 mm - MILLAU 12-




Sur la station de Millau les impacts de profondeur du sol sont plus flagrants. On observe que les potentiels de pousse des prairies au printemps sont beaucoup plus dégradés sur un sol superficiel (+10% en 30 ans, à gauche) que sur un sol profond (à droite). Il faut cependant confronter ces indicateurs aux réalités de terrain, où les sols d'une telle profondeur dans le secteur de Millau restent rares.

Développement phénologique

Le tableau ci-dessous synthétise les principaux indicateurs liés au développement phénologique mobilisés par les trois dispositifs (RESYSTH, AP3C, Alpages Sentinelles).

| Familie d'indicateur | Saison | | | | |
|---|--------|---|--|---------|--|
| | Herbe | Printemps | Été | Automne | Hiver |
|  Développement phénologique | | - Dates d'atteinte de seuils de sommes de températures pour le démarrage et le développement des végétations (AS, RESYSTH, AP3C) - Risque d'échaudage des végétations herbacées (AP3C, RESYSTH) | - Risque d'échaudage des végétations herbacées (AP3C, RESYSTH) | - | - Dates de début de flétrissement de la végétation (RESYSTH) |

 Zoom sur l'indicateur **“Dates d'atteinte des seuils de cumul de température”**, à partir du dispositif Alpages Sentinelles.

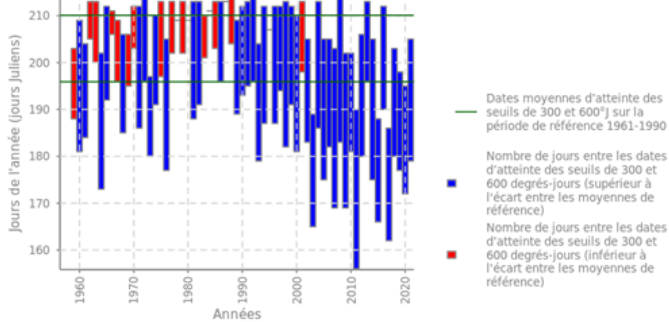
Le développement des végétations dépend étroitement de l'accumulation de chaleur au fil de la saison. Ainsi, le suivi des températures jour après jour permet de donner des repères sur l'atteinte de différents seuils intéressants pour l'exploitation agricole (date de mise à l'herbe en prairie, dates de fauche...). En alpage, la somme des températures journalières positives après déneigement conditionne le démarrage, le développement foliaire et l'avancée des stades phénologiques de la végétation. Deux seuils sont examinés en particulier dans le cadre d'Alpages Sentinelles :

- Un cumul de 300°J correspond environ au stade de démarrage des végétations en alpage (fermeture du couvert par tallage des graminées). La date d'atteinte de ce seuil traduit donc la précocité du démarrage des végétations.
- Un cumul de 600°J correspond environ au stade épiaison de certaines graminées d'alpage, et ainsi à la possibilité d'une première valorisation par les troupeaux. La date d'atteinte de ce seuil traduit donc la précocité de maturité de la végétation.
- Le délai entre les dates d'atteinte des seuils 300 et 600°J traduit la vitesse d'avancée des stades phénologiques de la végétation au cours de la première pousse de l'herbe.

Attention, ces seuils ne sont pas absolus et varient notamment en fonction des espèces considérées : ils sont donc à considérer comme des repères pour évaluer des évolutions année après année sur un contexte donné.

Le dispositif Alpages Sentinelles propose ainsi des visualisations des dates d'atteinte de ces seuils de développement des végétations. Deux exemples sont fournis ci-dessous :

→ A l'échelle d'un alpage - l'exemple de l'alpage de l'Outray, localisé en Savoie dans le Beaufortain



Dates d'atteinte des seuils de 300 et 600°J sur l'alpage de l'Outray
Source : Alpes Sentinelles

Sur l'alpage de l'Outray, **les seuils de 300 et 600°J sont atteints plus tôt actuellement** (période de référence récente 1986-2015) **que par le passé** (période de référence 1961-1990).

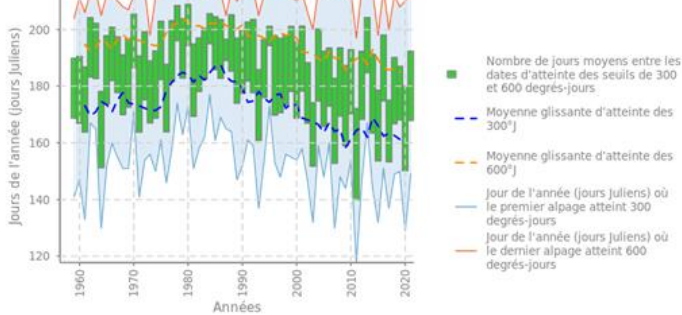
Ainsi, le seuil de 300°J est maintenant atteint autour du 2 juillet alors qu'il était historiquement atteint autour du 15 juillet.

De plus, les années récentes sont marquées par un délai relativement long entre les dates d'atteinte des seuils de 300°J et de 600°J, par comparaison avec le délai entre les dates moyennes passées.

- Les dates sont exprimées en jours juliens (JJ), soit en nombre de jours cumulés depuis le 1er janvier.
- Pour chaque année, une barre verticale (bleue ou rouge) représente :
 - La date à laquelle 25% de la surface de l'alpage a atteint le seuil de 300°J (bas de la barre colorée)
 - La date à laquelle 25% de la surface de l'alpage a atteint le seuil de 600°J (haut de la barre colorée)
 - Le nombre de jours écoulés entre ces deux dates (longueur de la barre colorée)

- Lorsque la barre est bleue, le nombre de jours écoulés entre les deux seuils de 300 et 600°J est supérieur à l'écart entre les moyennes de référence, traduisant un printemps plutôt froid.
- Lorsque la barre est rouge, le nombre de jours écoulés entre les deux seuils de 300 et 600°J est inférieur à l'écart entre les moyennes de référence, traduisant un printemps plutôt chaud.
- Les dates médianes d'atteinte des seuils de 300 et 600°J sur la période de référence 1960-1990 sont représentées par les droites en trait plein vertes (en bas pour le seuil de 300°J et en haut pour le seuil de 600°J).

→ A l'échelle des surfaces d'alpage d'un territoire - l'exemple des alpages de la petite région agricole du Beaufortain (132 unités pastorales localisées en Savoie)



Dates d'atteinte des seuils de 300 et 600°J sur l'ensemble des alpages de la petite région agricole du Beaufortain
Source : Alpes Sentinelles

A l'échelle des différents alpages de la petite région agricole du Beaufortain, on note également **une avancée dans les dates d'atteinte des seuils de 300 et 600°J**, de l'ordre de 7 jours environ pour le seuil de 300°J si l'on compare la médiane de la période récente (1986-2015) à celle de la période passée (1961-1990).

La figure met aussi en avant la **forte variabilité entre alpages au sein de cette petite région agricole**, visible par l'enveloppe spatiale étendue entre les courbes bleue et orange.

- Les dates sont exprimées en jours juliens (JJ), soit en nombre de jours cumulés depuis le 1er janvier.
- Pour chaque année, une barre verticale verte représente :
 - La date moyenne d'atteinte du seuil de 300°J (sur 25% de leur surface) pour les alpages du territoire (bas de la barre).
 - La date moyenne d'atteinte du seuil de 600°J (sur 25% de leur surface) pour les alpages du territoire (haut de la barre).
 - Le nombre de jours écoulés entre ces deux dates (longueur de la barre).

- Les courbes en pointillés représentent les moyennes glissantes de ces indicateurs par périodes de 5 ans : courbe en pointillés bleus pour les 300°J, courbe en pointillés orange pour les 600°J.
- Le graphique permet également de visualiser les valeurs extrêmes prises par les alpages inclus dans le territoire :
 - La courbe basse en bleu correspond à la date à laquelle le premier alpage du territoire atteint le seuil de 300°J sur 25% de sa surface.

- La courbe haute en orange correspond à la date à laquelle le dernier alpage du territoire atteint le seuil de 600°J sur 25% de sa surface.

Stress thermique

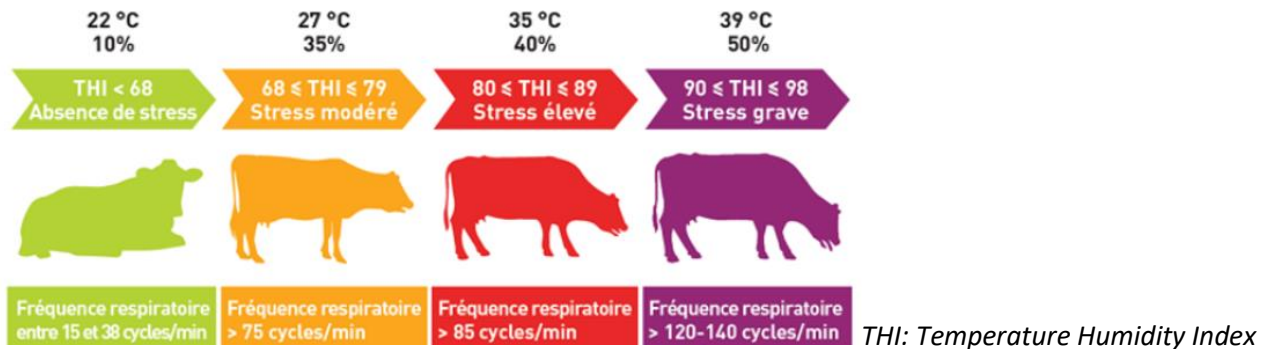
Le tableau ci-dessous synthétise les principaux indicateurs liés au stress thermique mobilisés par le dispositif RESYSTH.

| Famille d'indicateur | | Saison | | | |
|----------------------|--|--------|---------|-------|--|
| Animaux | Printemps | Été | Automne | Hiver | |
| Stress animal | - Jours supérieurs à 25 degrés (RESYSTH) | | | | |



Zoom sur l'indicateur stress thermique.

La thermorégulation des bovins est nécessaire dès 15 °C (source INRA 2018) et le stress thermique démarre à 22 °C quand il y a 50% d'humidité. En stress thermique, les vaches boivent plus, mangent moins, ruminent moins.



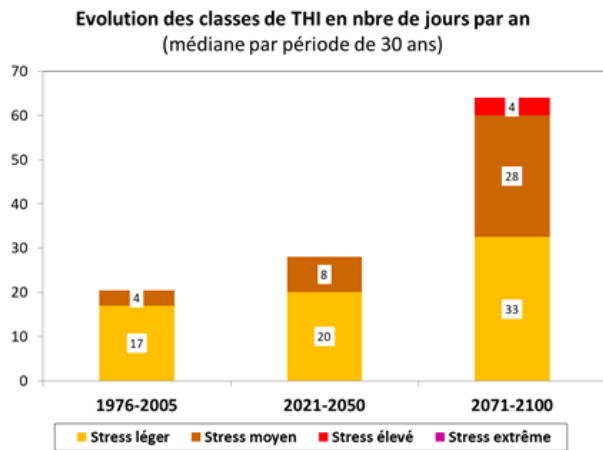
Conditions théoriques d'évolution du stress thermique chez les bovins en fonction de la température et de l'humidité relative (hygrométrie), Source : Webagri

A l'avenir, avec l'augmentation des températures, pour un certain niveau d'humidité, le stress des bovins va légèrement augmenter. On observe une augmentation de 17% du stress chez les bovins au cours du XXIème siècle. Selon les projections, à la fin du XXIème siècle, le nombre de jours de stress thermique aura presque triplé, avec une augmentation considérable du nombre de jours de stress moyen et l'apparition du stress élevé.

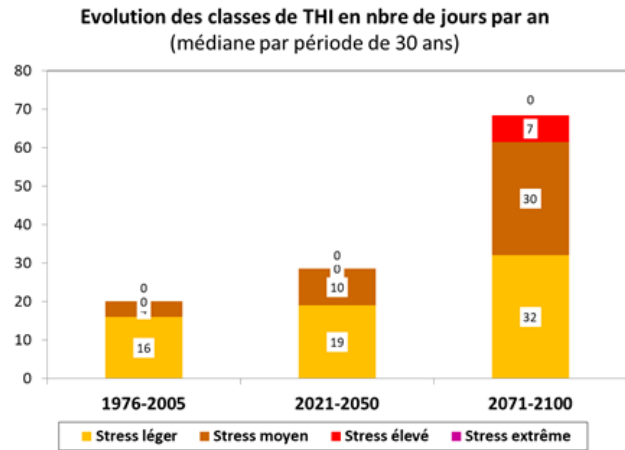
L'accroissement du stress thermique du bétail dans le futur aura des conséquences non négligeables sur leur santé, leur production, voire leur survie. Le stress thermique impacte négativement la quantité et la qualité du lait (TB, cellule), la santé (acidose), ainsi que la reproduction. C'est pourquoi, les pratiques actuelles de la gestion du pâturage devront être adaptées.

-Sur le court terme, des leviers peuvent être mis en place : avec l'augmentation des zones d'ombrages (abris, haies, bosquets...etc) et des points d'eau, avancement de la mise à l'herbe, augmenter la fréquence des repas (et adapter les apports en minéraux), choix des espèces prairiales adaptées...

-Sur le moyen terme, en plus des leviers cités ci-dessus, la gestion estivale implique sûrement un approvisionnement en fourrage pour les périodes les plus sensibles (mi-juillet/mi-août); voire même un retour au bâtiment.



Station de Mouthe



Station de Bellecombe

Évolution projetée des classes de THI en nombre de jours par an (médiane)
 Temperature Humidity Index – THI calculé à partir de la température et de l'humidité

Évolution du nombre jours de Stress thermique pour la station de Mouthe (Haut Doubs) à gauche. On observe que les jours de stress thermique moyen vont doubler ce qui implique d'anticiper les changements de comportement et l'évolution de la physiologie du bétail durant ces périodes. Ces jours de stress vont même jusqu'à tripler dans les secteurs les plus hauts du massif à droite pour la station de Bellecombe.

Disponibilité en eau

Le tableau ci-dessous synthétise les principaux indicateurs liés à l'eau mobilisés par les dispositifs RESYSTH et AP3C.

| Famille d'indicateur | Saison | | | | | Indicateur Annuel (une valeur par an) |
|----------------------|-----------|-----|---------|-------|--|--|
| | Printemps | Été | Automne | Hiver | | |
| Abreuvement | | | | | | - Nombre de jours de distribution d'eau à la pâture sur l'ensemble de la période juin-octobre (AP3C) - Quantité d'eau à mettre à disposition au pâturage (RESYSTH) |



Zoom sur l'indicateur disponibilité en eau, à partir du dispositif RESYSTH.

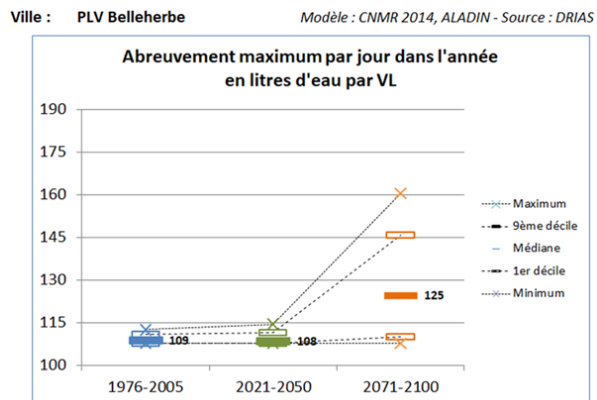
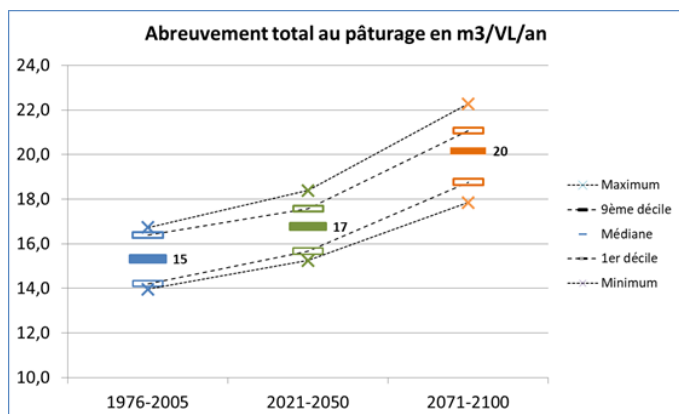
Les sécheresses dues au changement climatique ont fortement impacté la disponibilité en eau pour l'abreuvement des animaux.

Dans un futur proche, des adaptations de pratiques seront à développer pour profiter au maximum des conditions de pousse et assurer la santé du bétail : augmenter les points d'eau constitue un levier pour répondre à l'augmentation des besoins des animaux en période de stress thermique.

Selon le type d'installation, l'augmentation des besoins en eau risque de constituer une surcharge de travail dans les secteurs où les pâturages sont alimentés par des citernes. La multiplication des allers-retours représente un surcoût et une émission supplémentaire de gaz à effet de serre. C'est pourquoi la mise en place de réserves d'eau et de stockage des eaux de surface directement disponible à l'alpage semble être une solution plus pérenne.

Cependant l'aménagement de ces points d'eau ne peut se faire sans une ressource suffisamment disponible qui conditionnera la viabilité économique de l'installation. La connaissance des évolutions climatiques futures permet également d'anticiper l'augmentation des besoins en abreuvement du troupeau pour améliorer le dimensionnement des installations. D'autres *Evolution de l'abreuvement, Source : DRIAS* considérations doivent

également être intégrées en amont de ces aménagements, tels que les concurrences potentielles entre différents usages de la ressource en eau, la prise en compte des enjeux environnementaux ou encore leur articulation avec les différentes caractéristiques et contraintes des systèmes d'élevage concernés.



Le dispositif RESYSTH a utilisé des équations prédictives INRA en fonction du poids vif, de la production, de la ration (MS, MSI, MAT, part de fourrages) et de la température quotidienne pour évaluer les besoins d'abreuvement.

Les résultats prévoient une augmentation de 43% du volume d'abreuvement annuel au pâturage pour le Haut Doubs (à gauche) notamment compte tenu des périodes de pâturages qui risquent d'être plus étendues et de l'augmentation des températures estivales. Les projections prévoient également une nette augmentation des volumes maximum d'abreuvement nécessaires par jour (à droite).

Conclusion

Les différents dispositifs mis en place dans les massifs présentent des différences d'approche notamment méthodologique selon les contextes territoriaux, mais également des similitudes notamment dans leurs objectifs de partager les enjeux, mesurer leur ampleur et permettre d'identifier des leviers pour l'avenir.

- **Les évolutions passées sont mesurées** ; des méthodes différentes peuvent être mises en œuvre pour l'acquisition des données (stations météo, modélisations Météo France...), les pas de temps d'analyse sont également différents, ces différences méthodologiques rendent les résultats peu comparables entre massifs. L'intérêt de ce document porte davantage sur la compréhension des méthodologies retenues par rapport aux contextes territoriaux rencontrés.
- **Des projections futures sont recherchées** ; pour cela également différentes méthodes sont employées : Climat XXI dans le Jura ou développement de projections propres au massif central. Alpages sentinelles porte également l'ambition d'un développement de projection à l'avenir.
- **Les indicateurs climatiques et agro-climatiques diffèrent selon les enjeux territoriaux** : la neige ne recouvre pas la même importance selon les massifs par exemple.
- **Des analyses agricoles et pastorales différentes** selon les pratiques des territoires et selon le portage politique, la gouvernance des projets et les choix retenus ; les alpages sont au cœur du dispositif Alpages sentinelles alors qu'ils sont abordés à la marge dans les deux autres dispositifs.
- **L'importance d'un suivi sur le temps long**, pour distinguer ce qui relève de la variabilité interannuelle (c'est-à-dire les changements de conditions météorologiques d'une année sur l'autre) de tendances de fond (qui détectent des évolutions tendancielle sur des périodes d'au moins 30 ans).
- Dans tous les cas, **les approches locales ressortent comme nécessaires** pour représenter la réalité du terrain vécue par les éleveurs et trouver des applications agricoles concrètes. Des concertations multi acteurs, animations et diffusion des résultats dans les territoires semblent cruciales pour partager les enjeux, et faire émerger des pistes d'adaptations.

L'analyse de ces différents indicateurs permet de mieux mesurer les enjeux et leur ampleur et montre la nécessité d'envisager des adaptations de pratiques. Par exemple, les besoins en eau pour l'abreuvement des bovins dans le Jura augmenteront significativement, ce qui accroît les demandes pour retenir l'eau en montagne et pose également la question de la disponibilité de l'eau voire de la concurrence d'usage et des priorités qui devront être trouvées à l'échelle territoriale, entre les besoins environnementaux, alimentaires, de confort ou encore récréatifs.

Pour aller plus loin dans ces analyses, les sites internet de chaque dispositif permettent la diffusion des résultats détaillés : [Alpages sentinelles](#), [AP3C](#), [RESYSTH](#).

PROJET CLIMPASTO - CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AGROPASTORALISME

Rédacteurs

- Mathilde MARTIN (CRA BFC), mathilde.martin@bfc.chambagri.fr (RESYSTH)
- Emilie CROUZAT (INRAe), emilie.crouzat@inrae.fr (Alpages Sentinelles)
- Marine LESCHIUTTA (SIDAM), sidam@aura.chambagri.fr (AP3C)
- Anne Castex (Suaci Montagn'Alpes), anne.castex@suaci.fr
- Emilie BRAUN (Suaci Montagn'Alpes), emilie.braun@suaci.fr

Pour en savoir plus sur les dispositifs :

| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| https://www.sidam-massifcentral.fr/developpement/ap3c/ | https://bourgognefranche-comte.chambres-agriculture.fr/territoires-environnement/gestion-de-lespace/resysth/ | https://www.alpages-sentinelles.fr/ |
| SIDAM : Marine Leschiutta marine.leschiutta.sidam@aura.chambagri.fr | Chambre régionale d'agriculture Bourgogne Franche Comté : Mathilde Martin mathilde.martin@bfc.chambagri.fr | INRAE (LESSEM) : Emilie Crouzat - Hermann Dodier emilie.crouzat@inrae.fr |

Pour en savoir plus sur le projet ClimPasto et sur ses autres réalisations :

<https://suaci-alpes.fr/thematique-projets/climpasto/>

AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE :



Cette action est cofinancée par le Fonds européen agricole pour le développement rural : l'Europe investit dans les zones rurales.

