



Projet AP3C

Adaptation des Pratiques Culturales au Changement Climatique

Septembre 2018



L' évolution climatique en cours sur le Massif central



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

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

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

Approche climatique

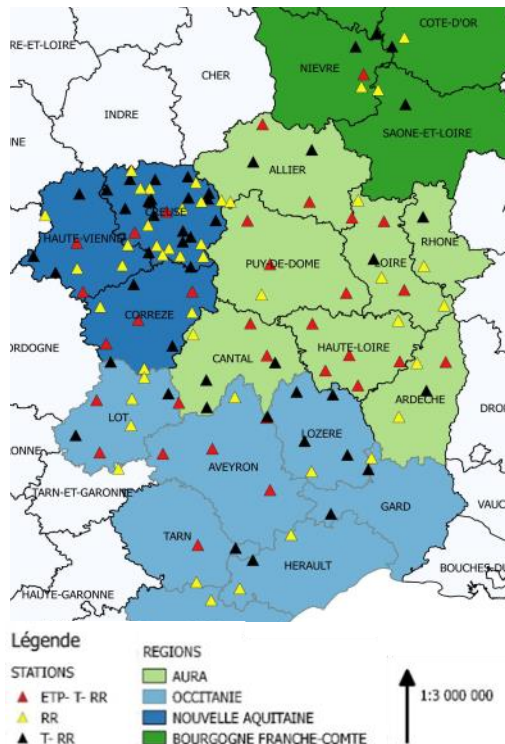
Quel climat jusqu'en 2050 ?

Approche agronomique

*Quelles conséquences du changement climatique sur les couverts végétaux ?
Quelles possibilités d'adaptation à l'échelle parcellaire ?*

Approche systémique

*Quelles conséquences du changement climatique sur le système d'exploitation ?
Quelles possibilités d'adaptation à l'échelle de l'exploitation agricole ?*



AP3C : un projet qui crée ses propres projections

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

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

On n'oubliera pas que tous ces résultats sont produits dans l'hypothèse, hélas très modérée et conservatrice, de non-accélération de l'évolution climatique en cours depuis 1980.

Evolution climatique en cours sur le Massif Central

A partir des évolutions climatiques observées entre 1980 et 2015, le projet AP3C a effectué des projections climatiques compatibles avec les trajectoires observées et ceci jusqu'à l'échéance 2050. Les températures minimales et maximales, les précipitations et l'évapo-transpiration potentielle, au pas de temps quotidien, ont été les 4 paramètres étudiés directement. Dans un souci d'uniformité et de simplicité, on présentera ci-après les résultats relatifs aux échéances 2000 et 2050 ainsi qu'au différentiel entre ces 2 échéances. On rappelle que le climat-type 2000 est très proche des "normales" trentenaires officielles 1981-2010, toujours en vigueur.

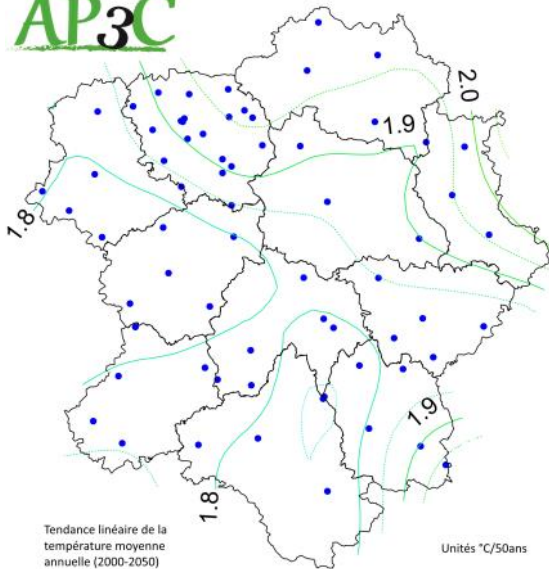
On présente d'abord les résultats relatifs aux températures moyennes (demi-somme des températures mini et maxi quotidiennes), puis les résultats concernant les précipitations suivis des ETP. Il a paru également utile de présenter spécifiquement les résultats relatifs au Bilan Hydrique Potentiel (BHP) qui est la différence entre les précipitations et l'ETP. Enfin, un focus sur la saison du printemps est effectué via quelques indicateurs spécifiques.

Quelle évolution de la température moyenne sur le Massif central de 2000 à 2050 ?

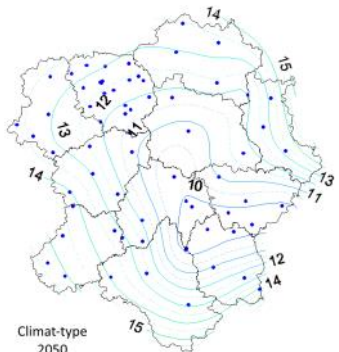
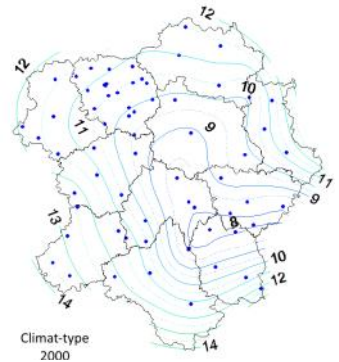
▶ Evolution annuelle

L'évolution de la température moyenne annuelle entre 2000 et 2050 est très peu contrastée sur le Massif central, entre $+1,75^{\circ}\text{C}$ et $+2^{\circ}\text{C}/50\text{ans}$, soit $+0,35$ à $+0,4^{\circ}\text{C}$ par décennie. Sur les cartes des climats-types 2000 et 2050, les isothermes sont très similaires, simplement décalées de 2°C . Ces isothermes sont essentiellement déterminées par l'altitude puis par la latitude.

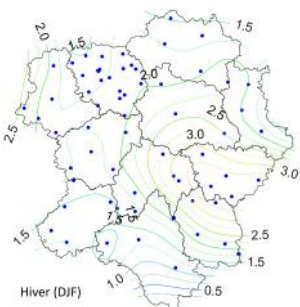
AP3C



- /— Limites de département
- Stations météo mobilisées dans AP3C
- Isothermes ($^{\circ}\text{C}$)



► Evolution saisonnière



Concernant les températures saisonnières, on remarquera immédiatement que les évolutions ponctuelles les plus fortes sont concentrées en hiver jusque $+3,5^{\circ}\text{C}/50\text{ans}$ soit $+0,7^{\circ}\text{C}$ par décennie et que c'est en été que ces évolutions ponctuelles sont les plus faibles, presque nulles. Ceci contraste violemment avec le discours ambiant, issu des modèles physiques du climat (du même type que ceux des rapports du GIEC), discours le plus souvent effectué sans avertissement d'usage.

En ce qui concerne l'hiver, on peut faire un parallèle entre ce qui est en train de se passer sur le Massif central, à partir de 800m environ, et ce qui est analysé par les modèles physiques du climat sur l'Europe centrale, à savoir une résorption assez rapide de la couche neigeuse moyenne. Or ceci est connu pour engendrer une "rétro-action positive" de la température, car la neige est remplacée par l'herbe ou par le sol qui captent plus de rayonnement solaire.

En ce qui concerne le rafraîchissement relatif estival, une explication fiable ne peut être obtenue qu'en combinant l'évolution de la température avec celle des précipitations (voir page suivante).

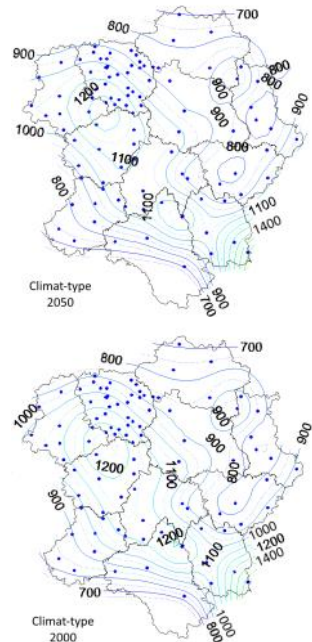
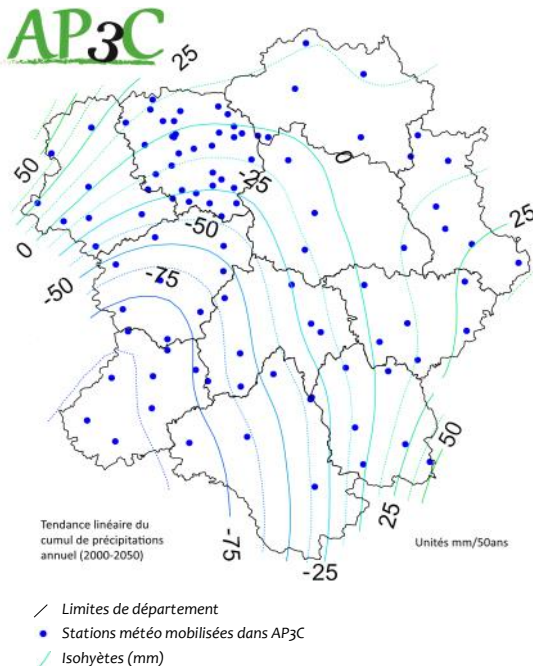
On peut également noter qu'en moyenne géographique, sur l'ensemble du Massif central, c'est le printemps qui est en évolution la plus rapide ($+2,5^{\circ}\text{C}/50\text{ans}$ soit $+0,5^{\circ}\text{C}$ par décennie), alors que ce qui est souvent décrit ailleurs est une élévation maximale en été. C'est la raison pour laquelle un point spécifique au printemps sera conduit plus loin.

L'automne est la seule saison pour laquelle l'évolution en cours n'apporte pas son lot de surprises et reste partout modérée ($+0,8^{\circ}$ à $+1,5^{\circ}\text{C}/50\text{ans}$).

Quelle évolution du cumul de précipitations sur le Massif central de 2000 à 2050 ?

▶ Evolution annuelle

L'évolution du cumul annuel de précipitations fait apparaître des signaux faibles par rapport au cumul moyen spatial qui est de l'ordre de 1000mm. On pourrait montrer que cette évolution est statistiquement significative au delà de l'isoline - 75mm, soit sur le Lot et une partie de l'Aveyron. Ailleurs, on peut donc considérer qu'il n'évolue pas, ce qui est plutôt une bonne nouvelle dans le cadre de l'augmentation probable (et effectivement avérée dans AP3C) de la demande évaporatoire.



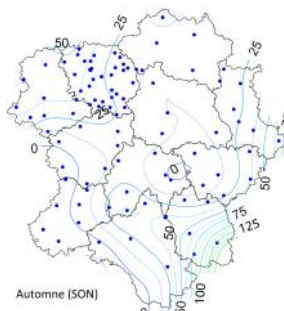
Evolution saisonnière



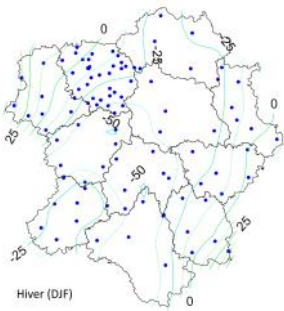
Printemps (MAM)



Été (JJA)



Automne (SON)



Hiver (DJF)

Concernant les précipitations saisonnières, on remarque immédiatement l'évolution positive, jusque +40mm/50 ans, durant l'été. Cette évolution significative est en opposition avec les résultats de la quasi-totalité des modélisations climatiques physiques qui affirment une diminution nette des précipitations estivales, particulièrement sur la moitié sud de la France. Alors, que se passe t-il ? La mise en commun avec les résultats concernant les températures donne une clé probable, sachant que les analyses d'évolution ont été menées séparément pour chacun des paramètres. Il s'agit de l'augmentation de l'instabilité qui accroît la formation des systèmes pluvio-orageux sur les reliefs sud du Massif central avec un maximum de nébulosité supplémentaire sur le sud de la Haute-Loire et des précipitations qui sont emmenées dans un flux de sud sud-est classique de ce genre de situation. Les précipitations supplémentaires sont donc logiquement décalées vers le nord nord-ouest.

On peut constater également la diminution des précipitations printanières, particulièrement sensible sur la façade sud du Massif, qui est cohérente avec l'augmentation forte des températures, particulièrement des températures maximales quotidiennes étudiées dans le chapitre spécifique au printemps.

Concernant l'automne, le plus remarquable est la très nette augmentation des précipitations dans la zone des épisodes cévenols, supérieure à +100mm/50 ans.

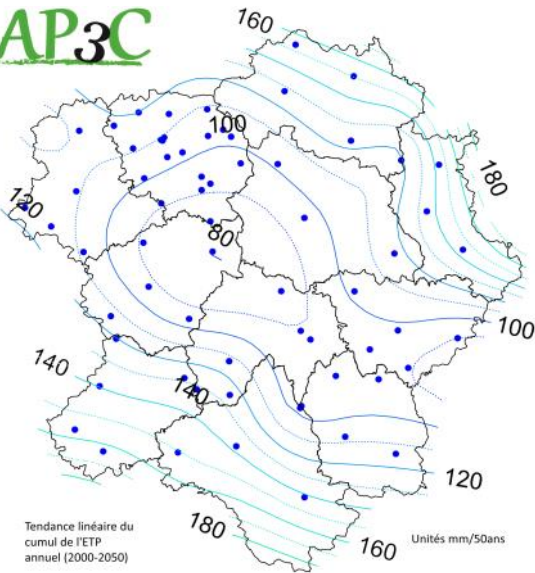
Enfin l'hiver voit, sur une large bande centrale du Lot à l'Allier, une diminution modérée des précipitations tandis qu'une augmentation, modérée également, est présente sur le nord-ouest et le sud-est. Les phénomènes correspondants sont les perturbations océaniques d'une part et les épisodes cévenols tardifs, moins forts et moins nombreux qu'en automne.

Quelle évolution du cumul de l'évapo-transpiration potentielle sur le Massif central de 2000 à 2050 ?

► Evolution annuelle

Le cumul annuel de l'ETP est à la hausse sensible. Il est limité à +90mm/50 ans sur les zones d'altitude mais peut atteindre +160mm/50 ans en périphérie nord-est et sud-ouest. Cette augmentation d'environ 15% est relative à une valeur moyenne spatiale qui atteignait environ 800mm en climat-type 2000. Il ne faut guère s'étonner de cette hausse vigoureuse car l'ETP dépend beaucoup des températures qui augmentent également rapidement.

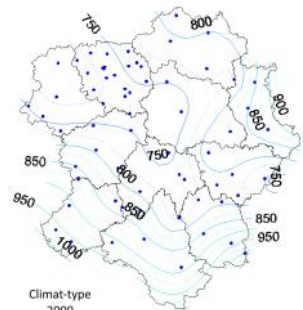
AP3C



Tendance linéaire du cumul de l'ETP annuel (2000-2050)

Unités mm/50ans

- /— Limites de département
- Stations météo mobilisées dans AP3C
- /— Isoignes d'ETP (mm)

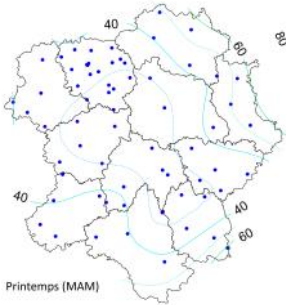


Climat-type 2000



Climat-type 2050

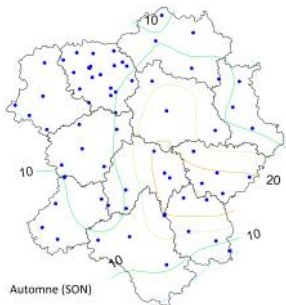
► Evolution saisonnière



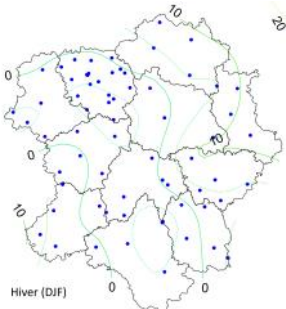
Printemps (MAM)



Été (JJA)



Automne (SON)



Hiver (DJF)

Concernant le cumul saisonnier de l'ETP, on note de manière tout à fait logique que l'été et le printemps sont les saisons pour lesquelles il évolue le plus rapidement à la hausse. Cependant, durant l'été, une zone d'évolution très limitée ($< +40\text{mm}/50\text{ans}$) est centrée sur la Haute-Loire en concordance avec l'évolution des températures.

Il est remarquable que sur une partie de cette zone, les évolutions de précipitations sont a priori plus rapides que celles de l'ETP, c'est-à-dire que le Bilan Hydrique Potentiel serait croissant. C'est suffisamment stupéfiant, en opposition formelle avec les descriptions effectuées hors AP3C, pour que soit présentée spécifiquement l'évolution du BHP ci-après. Ceci est d'autant plus nécessaire que les conséquences agricoles sont très sensibles, témoignant d'une probable augmentation de la productivité estivale dans les zones de moyenne montagne alors qu'une décroissance sensible est décrite partout ailleurs.

Concernant l'automne et l'hiver, les évolutions sont faibles et sans organisation géographique très nette ou/et impactante.



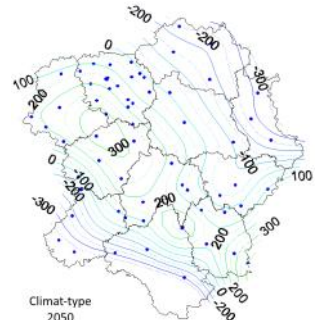
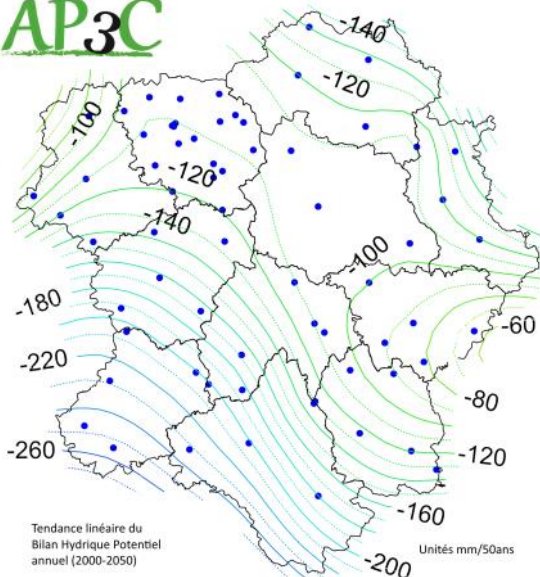
Cantal — Pons T/APCA

Quelle évolution du Bilan Hydrique Potentiel sur le Massif central de 2000 à 2050 ?

▶ Evolution annuelle

Le bilan hydrique potentiel annuel est en évolution sensible à la dégradation, de l'ordre de -100mm/50 ans sur une bande du nord de la Haute-Vienne à la Haute-Loire, jusqu'à -250mm/50 ans du sud du Lot au sud-ouest de l'Aveyron. En ce qui concerne la zone de BHP négatif, c'est-à-dire en déficit structurel de précipitations, on peut remarquer qu'elle était très restreinte en climat-type 2000, du nord de l'Allier à la Haute-Loire et sur une moitié sud-ouest du Lot et de l'Aveyron. Le complémentaire, qui contient une grande partie de la surface du Massif, était donc en excédent structurel. En climat-type 2050, la surface correspondant à cet excédent s'est réduite de moitié, allant du Limousin à la Lozère. A cette époque, on voit arriver par le sud-ouest des BHP inférieurs à -450mm, qui sont classiquement considérés comme la limite du climat méditerranéen.

AP3C



- ∕ Limites de département
- Stations météo mobilisées dans AP3C
- ∕ Isolignes de BHP (mm)

Evolution saisonnière



En été, on peut préciser les contours de la zone à BHP en amélioration, de la Haute-Loire au plateau de Mille-vaches corrézien en passant le nord-est du Cantal et le sud du Puy-de-Dôme. En marge sud du Massif par contre, on peut noter une dégradation de l'ordre de $-100\text{mm}/50$ ans. La comparaison avec l'évolution du printemps est édifiante car, sur la plupart des zones, le BHP s'y dégrade plus vite qu'en été, jusqu'en dessous de $-120\text{mm}/50$ ans des Cévennes jusqu'au sud-ouest du Cantal. Il y a donc confirmation que les évolutions climatiques en cours les plus importantes sont centrées sur cette saison et le chapitre suivant en apportera un éclairage spécifique.

L'évolution du BHP hivernal est également remarquable avec une dégradation significative (en-dessous de $-40\text{mm}/50$ ans) centrée sur la Corrèze. La problématique de la recharge hivernale des réservoirs souterrains et de surface sera à surveiller de près sur cette zone.

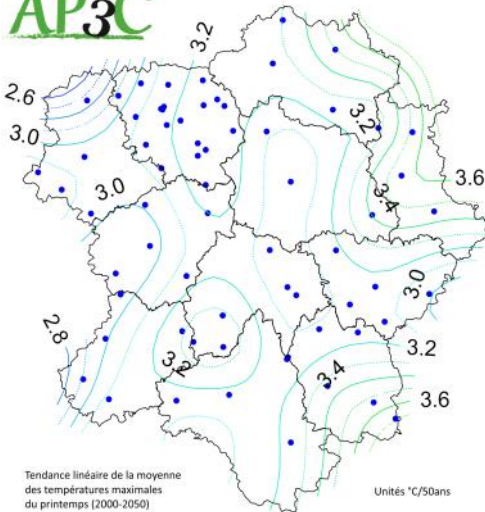
Enfin, l'évolution automnale est en général modérée, sauf sur le sud-est de la Lozère, à mettre en lien avec la recrudescence des épisodes cévenols.



Cantal— Chambre d'agriculture du Cantal/BRIAL J.

Quelle évolution du climat sur le Massif central de 2000 à 2050 ? – Focus sur le printemps

AP3C



Tendance linéaire de la moyenne des températures maximales du printemps (2000-2050)

Unités °C/50ans

— Limites de département

• Stations météo mobilisées dans AP3C

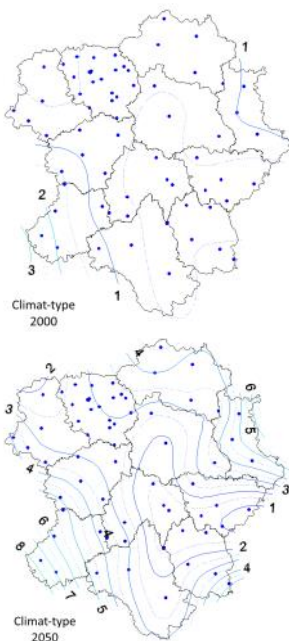
— Isothermes (°C)

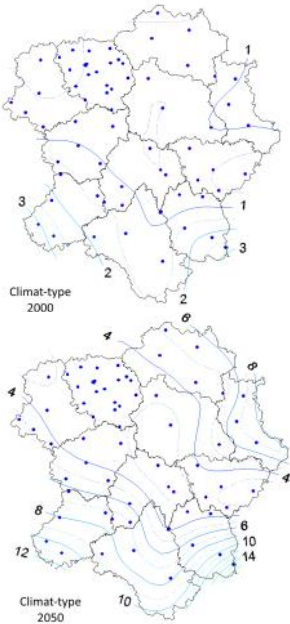
Températures maximales

Les évolutions sont environ 30% plus sévères que celles des températures moyennes présentées précédemment. C'est à mettre en lien avec la diminution des précipitations saisonnières ce qui induit un air plus sec en moyenne donc plus facile à réchauffer (et à refroidir aussi) pour des questions de capacité calorifique. Si on compare avec les évolutions estivales (non représentées), la différence au bénéfice du printemps s'accroît par rapport à celle de l'évolution des températures moyennes. Les journées de printemps (particulièrement de fin de printemps) ont tendance à devenir presque aussi chaudes que les journées d'été.

Jours avec température maxi > 25°C en avril

Pour cet indicateur volontairement sélectif car sensible aux effets de seuil, la différence entre les climats-types 2000 et 2050 est spectaculaire. En climat-type 2000, la probabilité moyenne d'avoir 3 jours "échaudants" aborde le Massif par le sud-ouest du Lot. En climat 2050, il ne reste qu'environ 50% de la surface du Massif, du nord de la Haute-Vienne à la Haute-Loire qui ait un nombre de jours échaudants moyen inférieur à 3. En 50 ans, l'isoligne 1 jour est approximativement remplacée par l'isoligne 4 jours, signifiant des arrêts de production végétale bien plus fréquents, pour les espèces sensibles.





- Limites de département
- Stations météo mobilisées dans AP3C
- Isolignes de nombre de jours (jours)

▶ Jours avec ETP > 5mm en mai

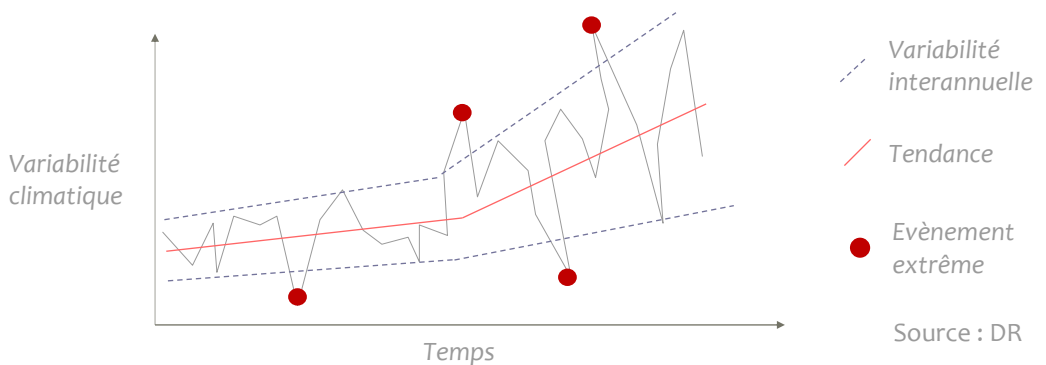
Cet indicateur est volontairement encore plus sélectif mais cependant représentatif d'une problématique réelle en agriculture à savoir les jours où la demande évaporatoire est forte en début de saison. Sur les représentations des climats-types 2000 et 2050, on ne retrouve aucune isoligne commune alors qu'il s'agit bien du même phénomène. En climat-type 2000, l'isoligne 3 jours aborde le Lot par le sud-ouest, ce qui signifie un phénomène encore marginal pour le Massif. En climat-type 2050, l'isoligne 3 jours (non-cotée) résiste sur quelques poches de la Haute-Vienne à la Haute-Loire, soit un phénomène marginal, mais de sens opposé, qui tend à disparaître rapidement. Certaines évolutions climatiques impactantes en cours sont donc radicales sur le Massif, en 50 ans seulement.



En bref, qu'est-ce qu'il faut retenir ?

Température	<ul style="list-style-type: none">hausse de la température comprise entre 0,35 et 0,40°C/10 ans en moyenne annuelle, plus marquée au printemps jusqu'à 0,55°C/10 ans
Pluviométrie	<ul style="list-style-type: none">maintien du cumul de pluviométrie annuel, mais modification dans la distribution des pluies, avec un cumul en baisse au printemps et en hausse à l'automne
Evapo-Transpiration Potentielle (ETP)	<ul style="list-style-type: none">cumul annuel en hausse notamment en plaine où il peut augmenter de 15% en 50 ans, principalement sur l'été et le printemps
Bilan Hydrique Potentiel (BHP)	<ul style="list-style-type: none">bilan hydrique dégradé, de l'ordre de 100mm en 50 ans sur le nord-ouest du Massif jusqu'à 250 mm/50 ans sur le sud du Massif, notamment sur les mois de printemps et d'été

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



Les projections climatiques, une première étape vers l'adaptation des systèmes d'exploitation au changement climatique

Les résultats climatiques d'AP3C étant produits dans l'hypothèse très modérée de non-accelération de l'évolution climatique en cours depuis 1980, ils témoignent **du minimum de changement du climat à anticiper** sur les exploitations agricoles du Massif central.

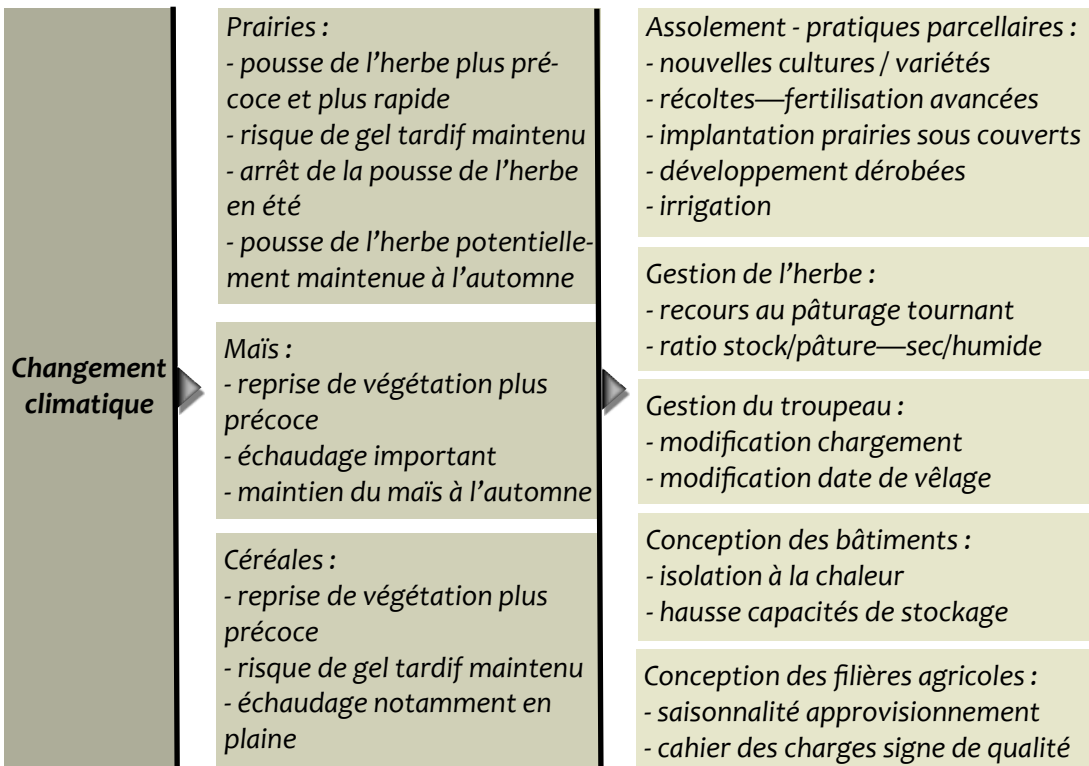


Schéma réalisé d'après les projections des 12 premiers IAC du projet AP3C, qui seront affinés par une douzaine d'IAC supplémentaires

L'adaptation au changement climatique fait appel à une grande diversité de leviers et nécessite l'implication de l'ensemble des acteurs qui composent et entourent le monde agricole.

Projet AP3C

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

L'équipe d'animation :

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

Chambres d'Agriculture engagées dans le projet :

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

Le comité de pilotage :

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

Porteur du projet :

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

Contact :

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