

ANNEXE 1

Programme de recherche et développement du

RMT climA – Adaptation des exploitations agricoles au changement climatique

Labellisation période 2021-2025

Table des matières

1	Contexte du changement climatique.....	2
1.1	Le changement climatique	2
1.2	Focus européen	4
1.3	Le changement climatique et son impact sur l’agriculture en France	6
1.4	Vers une adaptation continue des systèmes agricoles	13
2	Un RMT sur le changement climatique : quelle valeur ajoutée ?	20
3	Finalité et ambition du RMT	21
4	Liens aux politiques publiques	23
5	Plus-value du RMT par rapport au paysage institutionnel et organisationnel existant.....	26
6	Programme de travail du RMT	28
6.1	L’échelle de travail.....	28
6.2	Un RMT structuré en trois axes de travail.....	28
	Axe 1. Produire de l’information sur le contexte agro-climatique : la boîte à outils	31
	Axe 2. Impacts et leviers d’adaptation au changement climatique sur le court terme	38
	Axe 3. Impacts et leviers d’adaptation au changement climatique sur le temps long	44
7	La gouvernance du RMT	49
7.1	Animation du RMT.....	49
7.2	Comité exécutif	49
7.3	Communication	50
8	L’articulation du RMT climA avec les autres dispositifs de R&D	51
8.1	Articulation avec d’autres RMT	51
8.2	Articulation avec des UMT	51
8.3	L’articulation de l’action du RMT avec les niveaux régional et européen	52


1 Contexte du changement climatique en agriculture

1.1 Le changement climatique

Le rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des terres, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres publié en août 2019 (IPCC, 2019) met clairement en évidence l'ampleur du changement climatique en cours, les interactions avec la gestion des terres et la nécessité d'une adaptation des systèmes de production agricole. Les enjeux à la fois d'adaptation de l'agriculture et de contribution à l'atténuation du phénomène sont primordiaux.

L'**atténuation au changement climatique** peut être définie comme une intervention anthropique pour réduire les sources ou augmenter les puits de GES (GIEC, 2007).

L'**adaptation au changement climatique** est une démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Pour les systèmes humains, il s'agit d'atténuer ou d'éviter les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Pour certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences (GIEC, 2014).

 Le RMT climA porte spécifiquement sur l'adaptation, tout en prenant largement en considération les liens avec l'atténuation.

- Les constats à l'échelle globale

Nos usages et exploitations affectent directement plus de 70% de la surface terrestre libre de glace dont environ 12% pour les terres cultivées et environ 21% pour le pâturage intensif ou extensif. L'humanité utilise $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de la production primaire nette potentielle pour l'alimentation humaine et animale, les fibres, le bois et l'énergie. Depuis 1961, la croissance démographique mondiale (augmentation de 150%) et l'évolution de la consommation par habitant ont entraîné des taux sans précédent d'utilisation des terres et de l'eau douce. Ceci s'est accompagné d'une augmentation massive de l'utilisation d'azote minéral comme fertilisant (x9 depuis 1961) permettant notamment une augmentation des rendements céréaliers (x3 depuis 1961), ainsi que du nombre total de ruminants (+60% depuis 1961).

De 1850-1900 à 2006-2015, la température moyenne de l'air à la surface de la terre (1,53°C) a augmenté environ 2 fois plus que la température à la surface du globe (0,87°C), avec une tendance actuelle de +0,2°C par décennie. Les conséquences de ce réchauffement sont multiples : augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la durée des événements caniculaires dans la plupart des régions terrestres ; augmentation probable de l'intensité des fortes précipitations à l'échelle mondiale ; augmentation probable de la fréquence et de l'intensité des sécheresses dans certaines régions (y compris la Méditerranée, l'Asie occidentale, de nombreuses parties de l'Amérique du Sud, une grande partie de l'Afrique et l'Asie du Nord-Est).

Les terres émergées ne font pas que subir l'influence du changement climatique. Elles y contribuent, car elles sont à la fois une source et un puits de gaz à effet de serre (GES). Les activités agricoles, forestières et autres activités liées à l'usage des terres représentent environ 23% du total net des émissions anthropiques de GES (12±3 Gt CO₂e/an). Environ 30% des émissions anthropiques totales de GES provient des systèmes alimentaires (incluant les émissions liées au transport, stockage, entreposage et conditionnement). La réponse naturelle des terres aux changements environnementaux induits par

l'homme est un puits net d'environ 29 % des émissions totales de CO₂ par an (photosynthèse et production de biomasse, augmentation du carbone du sol vs. respiration et décomposition microbienne). L'effet fertilisant du CO₂ atmosphérique, l'allongement des saisons de croissance ainsi que les apports de fertilisants et l'irrigation de certaines zones se traduisent à l'échelle globale par un "verdissement" (*greening*) de la planète, visible depuis l'espace. Toutefois la persistance de ce puits est incertaine si le climat continue de se réchauffer.

Les terres émergées jouent aussi un rôle dans les échanges d'énergie, d'eau et d'aérosols entre la surface terrestre et l'atmosphère, modulant le changement climatique à l'échelle d'une vie humaine. En effet, les sols et la végétation échangent, en continu, avec l'atmosphère, de l'énergie, de l'eau, des composés organiques volatils, etc. De ce fait, tout changement de surface, qu'il résulte de l'usage des terres ou du changement climatique, affecte le climat à l'échelle régionale, et pas uniquement là où la couverture végétale est perturbée : modulation de l'intensité et de la durée des canicules et des vagues de chaleur ou des épisodes de fortes précipitations, etc.

- *Les conséquences sur l'agriculture et la sécurité alimentaire*

Le changement climatique a déjà affecté la sécurité alimentaire mondiale par le réchauffement, la modification des régimes de précipitations et la fréquence accrue de certains événements extrêmes : dans les régions tropicales, les rendements de certaines cultures (par exemple, le maïs et le blé) ont diminué ; aux hautes latitudes, les rendements de certaines cultures (par exemple, le maïs, le blé et la betterave sucrière) ont augmenté ces dernières décennies ; le changement climatique a entraîné une baisse des taux de croissance des animaux et de leur productivité dans les systèmes pastoraux en Afrique ; les ravageurs et les maladies ont déjà réagi au changement climatique dans les zones cultivées, et entraîné des augmentations des infestations dans plusieurs régions.

Aujourd'hui, le réchauffement de la planète est associé à des risques modérés, mais ces risques augmenteront à mesure que la température augmente (Figure 1).

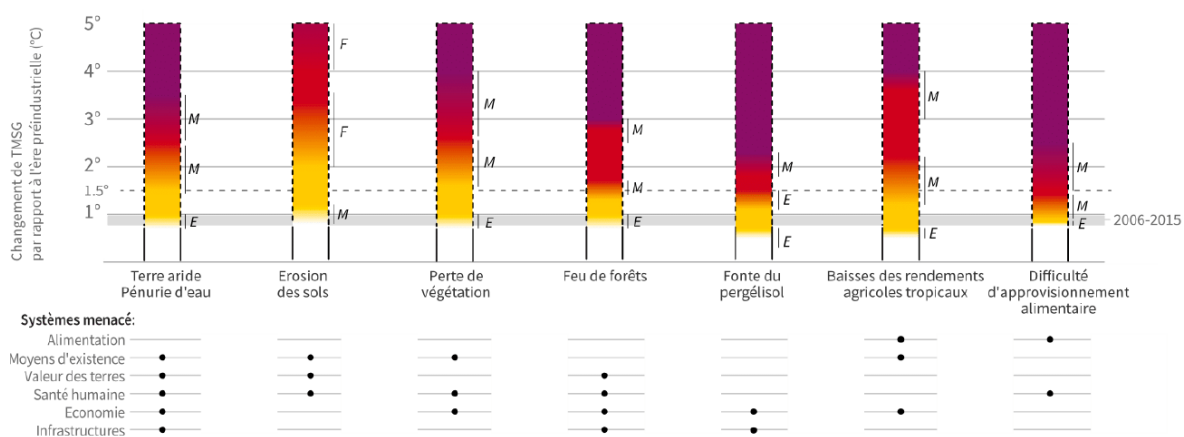


Figure 1. Risques pour les écosystèmes et les populations humaines associés aux modifications des processus liés aux terres émergées sous l'influence du changement climatique (IPCC, 2019).

En particulier, la stabilité de l'approvisionnement alimentaire diminuera à mesure que l'ampleur et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes qui perturbent les chaînes alimentaires augmenteront. L'augmentation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère risque de réduire la

qualité nutritionnelle des productions ; un réchauffement accru risque d'amplifier les migrations causées tant à l'intérieur des pays qu'au-delà des frontières ; enfin, la dégradation des sols résultant de la combinaison de l'élévation du niveau de la mer et de cyclones plus intenses devrait mettre en danger les vies et les moyens de subsistance dans les zones exposées aux cyclones.



Face aux menaces que fait peser l'évolution du climat sur les activités agricoles, il est indispensable de mobiliser des démarches d'adaptation, de penser cette adaptation dans sa cohérence à l'atténuation. Certaines de ces options favorables à l'adaptation et à l'atténuation peuvent également contribuer à la lutte contre la désertification et la dégradation des terres et améliorer la sécurité alimentaire. Le rapport du GIEC de 2019 a examiné 40 options, notamment afin d'analyser leurs possibles co-bénéfices ou au contraire leurs éventuels antagonismes.

1.2 Focus européen

- Les constats

Dans un rapport publié lui aussi en 2019, l'Agence Européenne de l'Environnement a examiné la façon dont le changement climatique a impacté le secteur agricole et fournit des perspectives pour les années à venir (EEA, 2019).

La production agricole dépend fortement des conditions météorologiques qui sont les manifestations à l'échelle locale du climat. Les évolutions de la température moyenne et des précipitations, ainsi que les phénomènes extrêmes ont déjà ou pourraient avoir rapidement des conséquences dans de nombreuses régions d'Europe :

- Saison de croissance et phénologie des cultures : augmentation de la durée de la saison de croissance qui s'accompagne d'une expansion vers le nord des zones favorables pour plusieurs cultures ; changements dans la phénologie, tels que l'avancement de la floraison et des dates de récolte pour les céréales.
- Demande en eau : augmentation des taux d'évapotranspiration, induisant une hausse du besoin en eau des cultures notamment dans le sud de l'Europe.
- Productivité des cultures : amélioration dans le nord de l'Europe du fait de l'allongement de la saison de croissance et de la diminution des effets du froid sur la croissance ; réduction dans le sud de l'Europe, notamment du fait d'une croissance plus rapide, au détriment du remplissage des grains ; des événements météorologiques et climatiques extrêmes (y compris les sécheresses et les vagues de chaleur) avec un impact sur le rendement de certaines cultures et à l'origine d'un accroissement du risque de pertes de récoltes, avec pour conséquence une augmentation possible des prix des denrées alimentaires et réduction de la sécurité alimentaire ; allongement de la période d'activité de certains ravageurs ou de prévalence de certaines maladies.
- Systèmes d'élevage : les températures plus élevées et un risque accru de sécheresse induisent une diminution de la production animale au travers d'impacts sur la productivité des prairies et la santé et le bien-être des animaux ; des modifications de la distribution spatiale et de l'activité de certains agents pathogènes et de leurs vecteurs, ainsi que de la pression parasitaire.

Le changement climatique a déjà conduit à une augmentation de la probabilité d'occurrence de phénomènes extrêmes en Europe. L'année 2018 constitue une illustration des conséquences de différents extrêmes météorologiques et climatiques sur l'agriculture. Une vague de chaleur a affecté

l'Italie du Nord, la France et l'Espagne pendant les 10 derniers jours de juillet et les 10 premiers jours d'août. L'Europe centrale et l'Europe du Nord ont connu un printemps et un été secs et exceptionnellement chauds tandis que les précipitations étaient anormalement élevées en Italie du Sud, Roumanie, Bulgarie et diverses régions des Balkans. Des impacts négatifs sur les campagnes céréalières ont été enregistrés notamment en France (-8,7%), en Allemagne (-16,7%) et en Pologne (-16,1%), et bien plus encore dans les Pays Baltes et en Scandinavie (-45,3% en Suède). A l'inverse la production en Europe du Sud a été favorisée par des précipitations plus élevées que d'ordinaire (+16,3% pour la Roumanie par exemple).

- *Projections à moyen et à long terme*

Les projections climatiques (IPCC, 2018) montrent que la plus grande partie de l'Europe connaîtra une augmentation de température plus importante que la moyenne globale, avec des différences importantes entre régions (IPCC, 2018). Des effets potentiellement positifs sont attendus essentiellement en Europe du Nord, ainsi qu'une réduction de la productivité des cultures et des risques accrus pour l'élevage pour une grande partie de l'Europe méridionale (EEA, 2019 ; Figure 2).

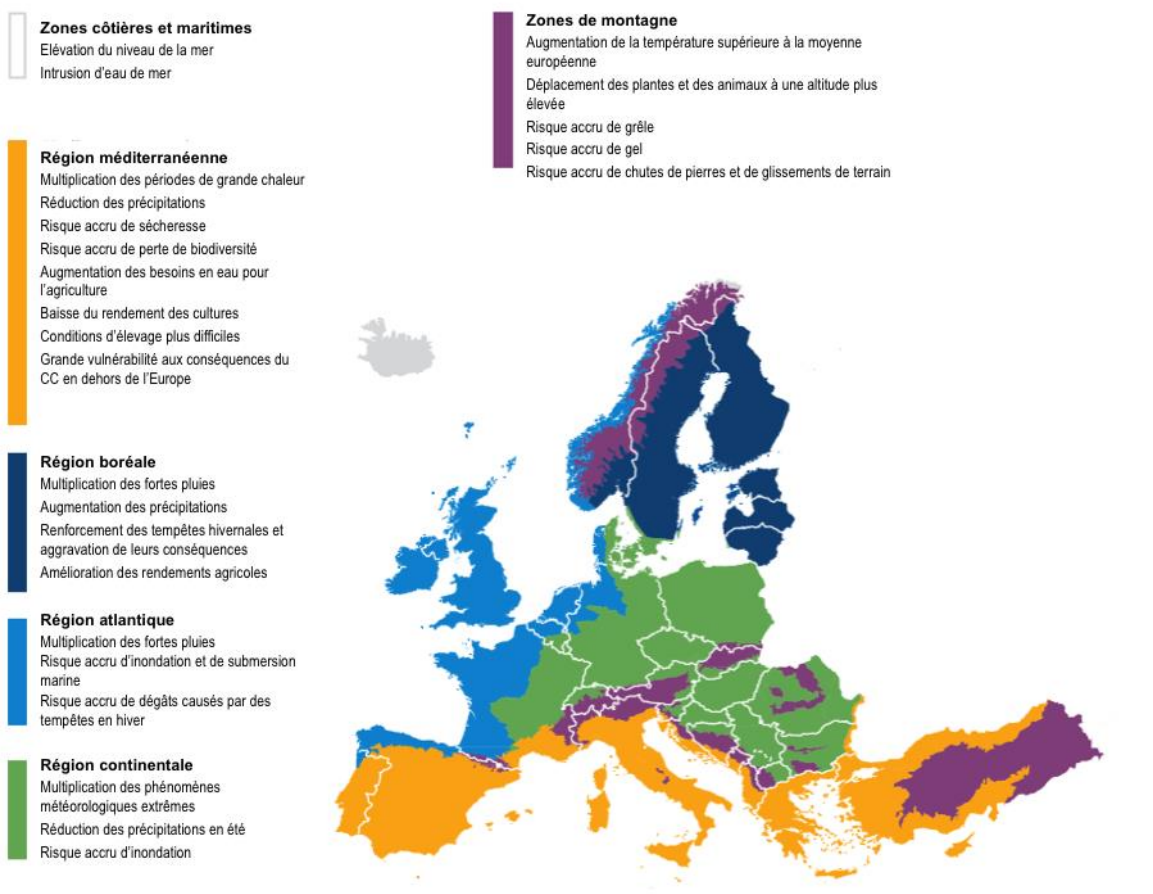


Figure 2. Principaux impacts attendus du changement climatique sur le secteur agricole pour les principales régions biogéographiques d'Europe (d'après EEA, 2017 in EEA, 2019).

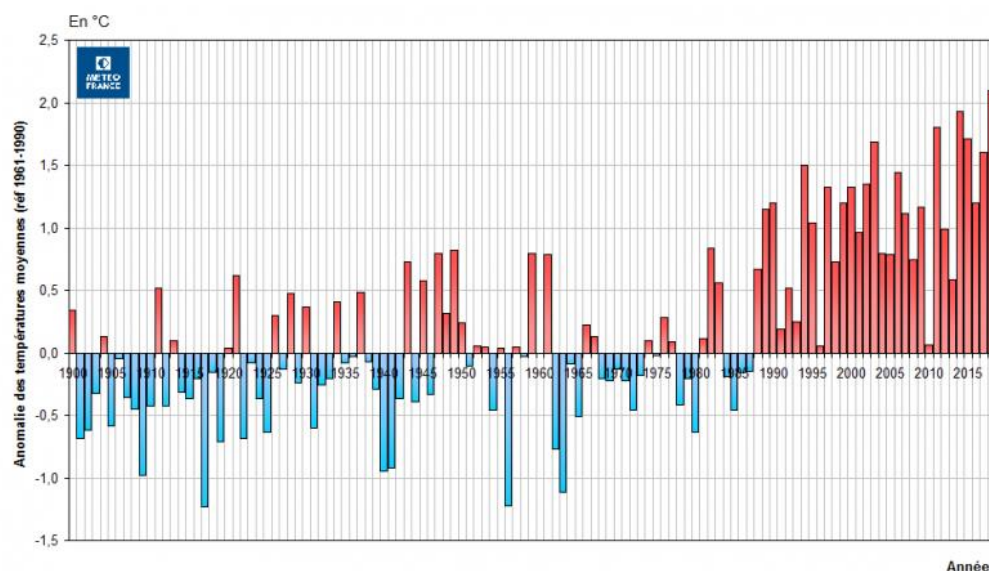
- *Quelles options et quels leviers pour l'agriculture ?*

A l'échelle de l'exploitation, les leviers actionnables pour favoriser l'adaptation au changement climatique sont encore pour l'essentiel des extensions ou des intensifications des pratiques actuelles de gestion des risques climatiques (EEA, 2019) : choix des espèces et des variétés, utilisation de couverts intermédiaires, diversification des cultures et des rotations, réduction du travail du sol, décalage des dates de semis et/ou de récolte, agriculture de précision... Dans de nombreux cas, ces leviers présentent des co-bénéfices pour l'atténuation, voire pour la biodiversité.

1.3 Le changement climatique et son impact sur l'agriculture en France

- *Les constats*

L'évolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine montre un réchauffement, avec une hausse des températures moyennes de 1,4°C depuis 1900. Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980, (Figure 3). Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ +0,3°C par décennie.



Note : l'évolution de la température moyenne annuelle est représentée sous forme d'écart de cette dernière à la moyenne observée sur la période 1961-1990 (11,8 °C).
Champ : France métropolitaine.
Source : Météo France

Figure 3. Evolutions au cours du temps de l'écart à la normale (1961-1990) des températures moyennes en France métropolitaine

Même si les précipitations annuelles ne présentent pas d'évolution marquée depuis 1959 à l'échelle de la France, elles sont toutefois caractérisées par une nette disparité avec une augmentation sur une grande moitié Nord (surtout le quart Nord-Est) et une baisse au sud (surtout dans le Sud-Est).

L'analyse des données météorologiques met aussi en évidence une augmentation de la fréquence des vagues de chaleur, une absence de tendance marquée pour la fréquence des tempêtes et des pluies

extrêmes, une diminution de la durée de l'enneigement en moyenne montagne et une tendance à un assèchement du sol et à l'accentuation de l'intensité des sécheresses¹.

Du point de vue agronomique, la comparaison du cycle annuel d'humidité du sol entre les périodes de référence climatique 1961-1990 et 1981-2010 sur la France se traduit par un allongement moyen de la période de sol sec de l'ordre d'une vingtaine de jours en juillet et septembre tandis que la période de sol très humide évolue peu. Pour les cultures irriguées, cette évolution se traduit potentiellement par un accroissement du besoin en irrigation.

L'analyse du pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse des sols depuis 1959 permet d'identifier les années ayant connu les événements les plus sévères comme 1976, 1989, 2003 et 2011. L'évolution de la moyenne décennale montre l'augmentation de la surface des sécheresses au niveau national, passant de valeurs de l'ordre de 5 % dans les années 1960 à plus de 10 % de nos jours (Figure 4).

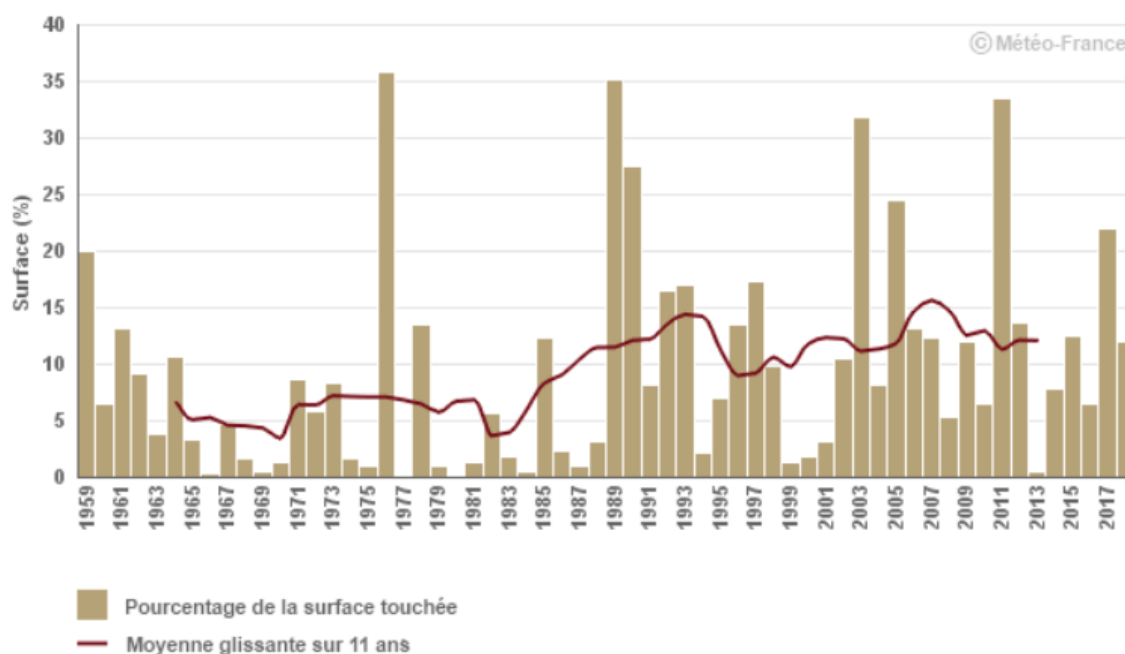


Figure 4. Évolutions au cours du temps du pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse en France métropolitaine (Source : Climat HD, Météo France)

- Projections à moyen et à long terme

A moyen terme, les effets du changement climatique s'amplifieront. D'autres paramètres évolueront, comme le niveau des océans avec des modifications induites des surfaces continentales et de la qualité des eaux souterraines côtières (salinisation), ou la teneur en CO₂ atmosphérique, avec des conséquences sur les écosystèmes et la production agricole.

En métropole, les changements seront contrastés selon les saisons. La modification des précipitations hivernales reste incertaine alors qu'elles diminueraient sur tout le territoire en période estivale (Jouzel,

¹ Pour plus de détails, voir le site internet ClimatHD de Météo-France (<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>)

2014). Le changement climatique affectera en priorité notre agriculture (Debaeke *et al.*, 2014 ; Porter *et al.*, 2014). Si elle le subit, elle y contribue également par ses émissions de gaz à effet de serre (GES), correspondant à 20% des émissions françaises (MTES, 2019). Mais quelles que soient les actions mises en œuvre pour l'atténuation des émissions de GES, le climat continuera à évoluer dans les prochaines décennies, du fait de l'inertie du système climatique (GIEC, 2014).

Pour ce qui concerne plus spécifiquement de l'île de la Réunion (dans notre champ de travail avec ARMEFLHOR), les dernières données de projection de Météo France Réunion (2015) proposent un scénario pour l'île un peu différent de ce qui pourrait s'opérer au niveau national : une hausse des températures prévue pour la fin du siècle s'établit dans une fourchette comprise entre 1,7 et 2,6°C selon les 2 scénarios étudiés (RCP 6.0 et RCP 8.5²) (se situe dans la fourchette basse du réchauffement global entre 1,4°C et 4,8°C pour les mêmes scénarios). On notera surtout des vents plus marqués en hiver, une augmentation des précipitations, des cyclones plus intenses : un signal fort d'augmentation à la fois du contraste saisonnier mais également du contraste géographique (zone au vent / zone sous le vent) pendant l'hiver austral.

- *Les conséquences observées du changement climatique sur l'agriculture*

Un certain nombre d'informations générales ont déjà été présentées lors de la description des impacts du changement climatique en Europe. Le changement climatique affecte depuis plus de vingt ans les systèmes de production agricole sur l'ensemble du territoire (Brisson et Levrault, 2010), mais leur nature et leur intensité sont contrastées selon les sites et les cultures.

L'agriculture s'est adaptée aux changements déjà survenus en faisant évoluer les variétés utilisées et les pratiques culturales (cf. observatoires ORACLE). Une enquête auprès des unités expérimentales d'INRAE suite aux sécheresses (enquête interne), a par exemple permis d'identifier les changements effectués, mais aussi les difficultés auxquelles peuvent être confrontées les exploitations agricoles. L'intensité des impacts à venir impose d'accentuer tout à la fois l'objectivation du phénomène et la modification des pratiques, des systèmes et des filières.

Pour les **cultures annuelles**, on peut signaler la stagnation du rendement pour certaines cultures (par exemple, les évolutions climatiques ont été identifiées comme un facteur majeur de la stagnation du rendement du blé, Brisson *et al.* 2010) ou une augmentation de sa variabilité. Une augmentation de rendement est observée pour d'autres cultures (betterave sucrière par exemple en raison d'une période de végétation plus longue).

Les mécanismes à l'origine des impacts négatifs sur les rendements sont multiples et peuvent varier en fonction de l'espèce, de la région, ainsi que de la durée et de la date d'exposition aux différentes conditions. On note en particulier la forte sensibilité négative de nombreuses espèces de céréales aux températures élevées ($\geq 30^{\circ}\text{C}$, Asseng *et al.* 2015 pour l'exemple du blé), ainsi qu'à la présence d'ozone troposphérique dont la concentration augmente avec la température. En revanche, l'augmentation de la concentration en CO_2 atmosphérique peut avoir un effet positif sur le rendement selon la nature du cycle biochimique lié à la photosynthèse (métabolisme en C3 ou C4). L'impact sur la qualité des organes récoltés peut par contre être négatif (voir plus loin).

² Scénarios d'émissions issus du rapport spécial 2018 du GIEC.

La hausse des températures n'est pas la seule menace qui pèse sur le rendement des cultures. En 2016 par exemple, d'autres facteurs ont été à l'origine d'une très forte baisse des rendements des céréales en France, notamment en ce qui concerne le blé d'hiver (Ben-Ari *et al.*, 2018). Le changement climatique peut aussi s'accompagner de modifications de la qualité des produits. Sous l'influence de l'augmentation de la concentration en CO₂ atmosphérique, une baisse des teneurs en micronutriments (zinc, fer) ou autres constituants (protéines, phytate) est observée chez diverses espèces annuelles (Myers *et al.*, 2014). Projetés à l'échelle globale ces déficits pourraient impacter plusieurs dizaines de millions de personnes, qui s'ajouteraient alors aux 2 milliards d'humains qui présentent déjà une carence en micronutriments (Smith et Myers, 2018).

Les effets du changement climatique sont aussi sensibles sur la qualité des semences. Par exemple des températures maximales supérieures à 25°C ont des effets négatifs sur la capacité de stockage des réserves pour les semences de colza, blé et pois. Une germination pré-récolte apparaît chez le colza, ainsi qu'une germination accélérée après récolte qui a également été observée chez le blé. En revanche, le pois a montré un ralentissement de sa germination et des semences dures qui ne s'imbibent pas (données du projet Inra-ACCAF CAQ40).

Pour les **cultures pérennes**, la précocité accrue de la floraison ou des récoltes (vendanges) est un indicateur des conséquences du changement climatique. Le débourrement et la floraison plus précoces de certaines variétés ou cépages est à l'origine d'un risque accru de dommages liés aux gelées tardives. Par ailleurs, les hivers doux sont défavorables à la vernalisation de certaines variétés fruitières, provoquant une floraison plus tardive/étendue, et une vulnérabilité accrue à la sécheresse et aux vagues de chaleur. Enfin des modifications dans la qualité des produits (e.g., raisin, clémentine) sont observées.

Les **productions animales herbivores** sont déjà impactées directement lors des épisodes caniculaires qui sont plus fréquents et concernent de plus en plus de régions. En production bovine laitière (Turlé, 2017) ces épisodes peuvent être accompagnés de baisses de volume, de baisses de taux (TB et TP), de flambées de mammites, et d'une diminution des performances de production. Le projet CLIMALAIT a permis de mettre en avant l'évolution de l'exposition à ces risques, les préoccupations grandissantes des éleveurs et leur demande d'un soutien plus actif de la R&D par rapport à ce problème.

En ce qui concerne la question de la santé végétale et animale, le changement climatique modifie le comportement et la distribution des **bioagresseurs et des pathogènes**. Dans le domaine végétal par exemple, et bien que de nombreuses incertitudes demeurent encore dans les études prospectives, les risques que la pression phytosanitaire s'accroisse sont réels, en particulier dans les pays tempérés où les introductions de nouveaux ravageurs, maladies et adventices sont nombreuses. La hausse des températures devrait stimuler la croissance des insectes (reproduction plus active, consommation alimentaire plus importante), notamment des espèces qui s'attaquent aux grandes cultures (Deutsch *et al.*, 2018).

- *Projections climatiques et impacts sur l'agriculture*

En prenant en compte ces incertitudes, et d'après le rapport Le climat de la France au XXI^e siècle³ (Jouzel, 2014), commandé par le Gouvernement français, les caractéristiques principales du futur climat (2090) en France seraient : une augmentation de la température quotidienne moyenne de 2 à 4,1 °C ; une

³ https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Climat_France_XXI_Volume_4_VF.pdf

variation de la précipitation quotidienne moyenne de 0,2 à -0,6 mm/jour, avec une variation de la précipitation en été de +0,1 à -1,1 mm/jour et +0,6 à -0,7 mm/jour en hiver ; une hausse du nombre annuel de jours consécutifs de sécheresse (correspondant à moins de 1 mm de précipitation par jour), augmentation beaucoup plus marquée dans le sud-ouest de la France ; une augmentation du nombre de jours de l'année pour lesquels la température maximale est supérieure de 5°C à la référence climatologique : de 36 jours en 1990 à un nombre de jours compris entre 50 et 118 en 2090 (modèle ARPEGE et scenarii A2 et B2 du GIEC).

La Figure 5, quoique déjà ancienne (2014), illustre quelques exemples d'impacts directs possible du changement climatique en France au cours du XXI^e siècle.

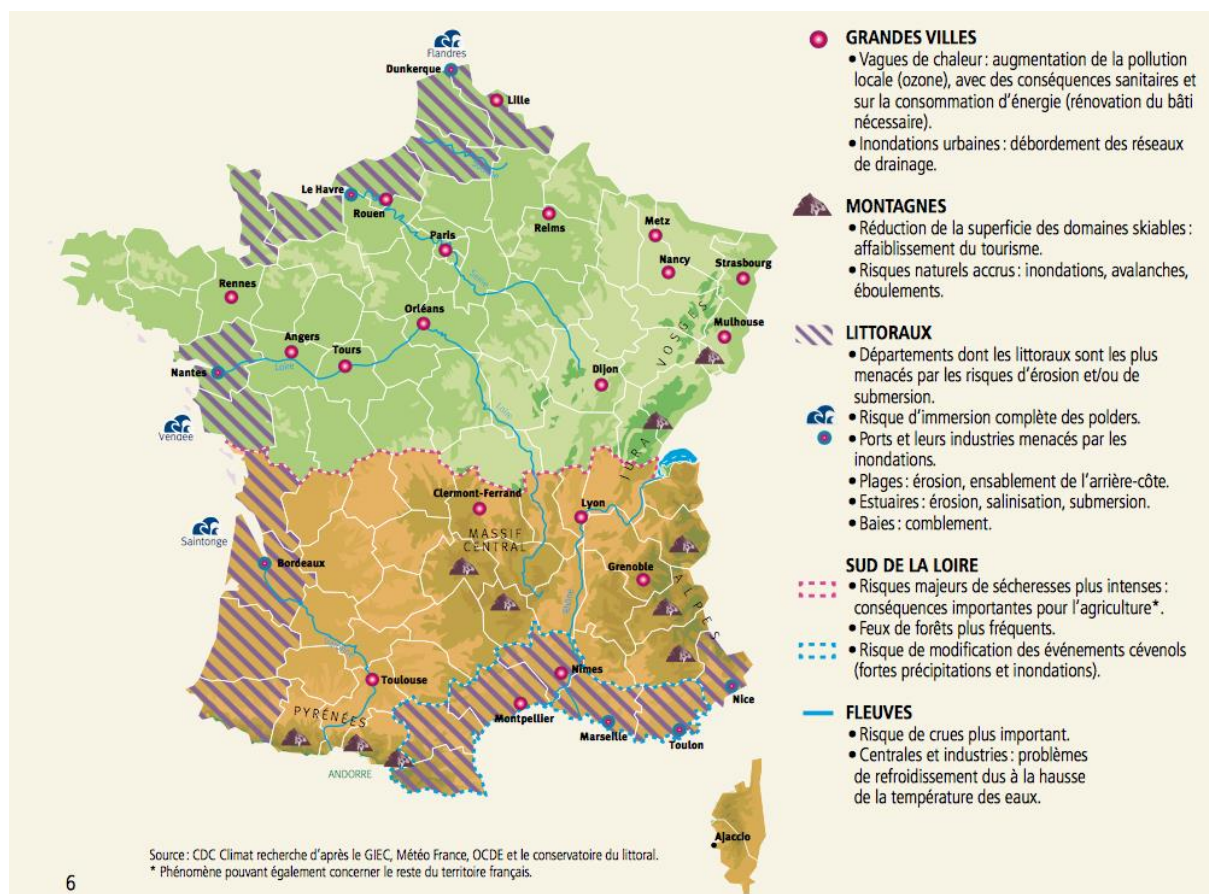


Figure 5. Régions affectées par le changement climatique et exemples d'impacts directs possibles au cours du XXI^e siècle (d'après Réseau Action Climat, 2014).

Pour le **végétal**, l'évolution des températures affectera de manière différenciée la phénologie des cultures (avancement des stades de culture, raccourcissement des phases phénologiques, etc.) et de fait leur vulnérabilité à certains événements (Brisson et Levraut, 2010). Couplée à l'augmentation de l'évapotranspiration en période de culture, une baisse des précipitations aura des incidences importantes sur certaines cultures, irriguées ou non, et générera des besoins supplémentaires en irrigation (prairies, vigne, tournesol, etc.). Celle-ci doit cependant être revue dans ses modalités d'utilisation. La notion d'irrigation de résilience, préservant l'eau et l'agriculture fait jour. La diminution des ressources en eau appellera des outils pour le partage de la ressource en eau et une efficacité plus grande de l'eau dans les systèmes agricoles.

Les changements en cours quant à la disponibilité des **prairies** pour le pâturage (plus d'herbe plus tôt au printemps et plus tard à l'automne et de moins en moins en été ; Ruget *et al.*, 2012, 2013 ; Moreau 2015) conduisent toutes les filières herbivores à s'interroger sur le type de bâtiment à prévoir pour la période estivale. Des bâtiments adaptés sont une solution, l'arbre à travers différentes formes d'agroforesterie en est une autre, pour l'apport de son ombrage, voire en tant que ressource alimentaire (projets ARBELE et PARASOL, Béral *et al.*, 2018 ; expérimentation système OASYS à l'INRA de Lusignan ; Novak et Emile, 2014 ; Novak *et al.*, 2018). La modification de la saisonnalité de la production herbagère interroge par ailleurs les cahiers des charges de différents SOQ (Signes Officiels de Qualité, AOP ou autres ; cf. synthèses régionales CLIMALAIT, Moreau *et al.*, 2018).

Plus que l'évolution tendancielle des rendements, qui d'ores et déjà interpelle les éleveurs en lien avec l'évolution du climat, la principale préoccupation est la répétition des sécheresses ou d'épisodes avec excès d'eau empêchant l'accès à la ressource (voire de combinaisons la même année d'excès d'eau printaniers et de sécheresses estivales, ajoutant aux pénalités sur la production herbagère des pénalités sur la production des maïs ensilage). La sécurisation des **systèmes fourragers** (Moreau *et al.*, 2018) est au cœur des demandes de conseil, relançant l'intérêt des systèmes de culture-élevage, ou, à l'échelle supérieure mettant en cause le développement d'une filière de production de biométhane qui assèche en cas de crise le marché des fourrages de substitution, sous-produits ou co-produits des systèmes céréaliers.



Ces impacts à venir peuvent présenter également des opportunités de nouvelles cultures dans certaines zones (observatoires ClimA-XXI ; Olesen *et al.*, 2011 ; Debaeke *et al.*, 2017a) ou amélioreront la faisabilité de certaines pratiques culturales (Brisson et Levrault, 2010). Mais les impacts ne se limitent pas à la production seulement, ils concernent aussi les filières agroalimentaires dans leur ensemble.

- *Les actions dans les territoires et au sein des filières.*

Les tendances majoritairement négatives évoquées ci-dessus ne présentent pas encore de menaces trop critiques au niveau national, mais elles sont en revanche parfois très inquiétantes localement ou pour certaines filières.

Dans de nombreux cas, l'objectif ne devrait plus être de rechercher une maximisation de la production ou des rendements mais plutôt de viser la stabilité et la régularité. De même, la question de la qualité des produits devient de plus en plus prégnante (taux de protéines des grains, propriétés organoleptiques des fruits et légumes...).

En 2013, le Centre d'Etude et de Prospective du Ministère de l'Agriculture a lancé la prospective AFCLIM qui avait pour objectif d'imaginer des pistes de solutions en matière d'adaptation des pratiques agricoles et forestières en étudiant 14 cas prospectifs selon différents scénarios d'évolution climatique (Vert *et al.*, 2013).

Au-delà de la production, le changement climatique aura des conséquences en termes d'approvisionnement en matières premières (type, volumes et origine / importations, exportations, etc.), de transformation (modification des processus de la filière de transformation), mais également en termes de stockage, de transport logistique ou encore de modes de consommation (saisonnalité, préférences des consommateurs pour certains produits, etc.). De nombreuses filières s'interrogent sur

leur avenir et sur la viabilité des pratiques et modèles actuels dans un contexte de changement climatique. C'est l'objet d'une étude publiée par l'ADEME en 2019 (ADEME, 2019).

Concrètement, une démarche d'adaptation d'une filière correspond à :

- Une anticipation à l'échelle de la filière dans son ensemble pour organiser dès aujourd'hui sa résilience aux impacts du changement climatique et en saisir les opportunités ;
- Une réflexion collective avec tous les acteurs (maillons) de la filière d'un territoire (interprofessions, producteurs, organisations professionnelles, coopératives, industries agroalimentaires, distributeurs, recherche agricole, etc.) pour mieux comprendre les forces et les fragilités de la filière et de ses composantes.

A titre d'illustration, depuis 2007, les interprofessions de la filière viti-vinicole ont eu une activité soutenue pour évaluer et pour réduire leur empreinte carbone, mais également chercher des solutions d'adaptation en fonction des spécificités locales. Plus récemment, sur la base d'une étude prospective et d'une démarche participative mises en place dans le cadre du projet Laccave (MP-ACCAF), cette filière travaille à l'élaboration d'une stratégie nationale d'adaptation au changement climatique.

Ces démarches d'adaptation au changement climatique sont en lien avec des enjeux divers. En particulier, elles doivent s'inscrire en cohérence avec les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (atténuation) et avec les évolutions de la société en termes de modes de consommation et de régimes alimentaires.

Ce chemin vers l'adaptation implique aussi de se poser des questions relatives aux investissements à long terme (stockage, transformation...), questions partagées avec celles que posent la transition agroécologique de l'agriculture et des filières (Caquet et al., 2020).

- *La mobilisation de la recherche*

Entre 2007 et 2010, le projet ANR CLIMATOR a mobilisé 7 organismes et instituts (dont l'INRAE et ARVALIS-Institut du végétal) pour étudier l'impact du changement climatique sur les cultures en croisant les modèles climatiques et agronomiques (Brisson et Levraut, 2010). Plusieurs départements INRAE ont contribué de manière explicite à cette thématique, en particulier dans le secteur végétal mais également dans le secteur animal.

Parallèlement, l'Atelier de Réflexion Prospective (ARP) ADAGE (ADaptation au changement climatique de l'AGriculture et des Ecosystèmes anthropisés) financé en 2009-2010 par l'ANR a permis de construire une vision prospective large sur les connaissances à produire et à mobiliser pour pouvoir s'adapter au changement climatique et à une variabilité accrue du climat, tant en France et en Europe que dans d'autres régions du monde (Soussana, 2013). L'ARP a souligné la nécessité d'observer, d'expérimenter et de modéliser les trajectoires couplées des écosystèmes et des sociétés humaines sous l'influence du changement climatique. Ces travaux ont permis d'identifier cinq types d'actions à prendre en compte pour favoriser l'adaptation : (i) réduire les incertitudes concernant les impacts du changement climatique et la vulnérabilité ; (ii) favoriser la résilience des écosystèmes gérés et de l'agriculture à la variabilité du climat ; (iii) identifier les mesures sans regret au regard d'autres enjeux (effet de serre, sécurité alimentaire, biodiversité, ressources en eau et en sols) ; (iv) développer des technologies innovantes de l'adaptation (ingénierie agronomique et écologique, biotechnologies) ; et (v) proposer des modes de gouvernance adaptative des territoires et des ressources naturelles.

Dans le prolongement de CLIMATOR ou du projet ACTA CC (2006-2008), les communautés de recherche et les filières se sont mobilisées sur la question de l'adaptation au changement climatique ; on retiendra particulièrement s'agissant des objectifs du RMT, la création en 2011 du métaprogramme ACCAF (Adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique) d'INRAE qui vise à amplifier et coordonner des travaux pluridisciplinaires de la recherche agronomique pour contribuer à lever les verrous qui pourraient freiner l'adaptation au changement climatique⁴. Par ailleurs un nouveau métaprogramme (MP) se met progressivement en place au sein d'INRAE (STRatégies territorialisées d'ADaptation et d'Atténuation des systèmes agri-alimentaires et forestiers face au changement climatique), qui fait suite au métaprogramme ACCAF.

1.4 Vers une adaptation continue des systèmes agricoles

Face aux menaces que fait peser l'évolution du climat sur les activités agricoles, il est indispensable de mobiliser des démarches d'adaptation, en cohérence et complémentarité de démarches d'atténuation.

- *De multiples leviers en interaction à mobiliser, à différentes échelles et par différents acteurs*

La question du changement climatique (changements tendanciels et variabilité accrue) est posée à plusieurs niveaux, y compris dans le cadre de la transition agroécologique : comment les systèmes agroécologiques vont-ils réagir ? Seront-ils fragilisés et pourquoi (moins de ressource en eau par exemple) ? Seront-ils au contraire plus aptes à absorber des chocs ou des enchaînements climatiques particuliers, car plus autonomes et moins dépendants des intrants (y compris de la ressource en eau) ? Leur conception doit intégrer ce risque climatique, y compris en terme de diversification. La question de l'adaptation, en complément de l'atténuation, est donc essentielle.

Face aux risques climatiques (et à leurs impacts sur le système alimentaire dans son ensemble), les systèmes de production doivent devenir plus **résilients**, c'est-à-dire être capables de maintenir une production malgré les perturbations climatiques. Les pistes d'adaptation sont multiples. Elles consistent à réduire la vulnérabilité des cultures, plus généralement des productions agricoles y compris l'élevage, aux évolutions tendancielles sur le temps long mais aussi à réagir face aux événements extrêmes, aux variations climatiques fragilisant les cycles biologiques.

D'une part, les impacts du changement climatique immédiats ou à court terme peuvent être compensés par des pratiques **d'optimisation** (exemple : décalage des semis) ou de **substitution** du système (exemple : modification des variétés ou de cultures) (Howden *et al.*, 2007 ; Olesen *et al.*, 2011 ; Debaeke *et al.*, 2017b). Ces stratégies sont essentiellement raisonnées sur le **court terme**.


D'autre part, les évolutions du climat prévues pour la seconde moitié du XXI^e siècle nécessiteront l'adoption de leviers d'adaptation de plus grande ampleur, jusqu'à la **reconception** du système (diversification à tous les niveaux – espèces, variétés, successions –, innovations techniques, évolution des zones de production, adaptation des filières, etc.). Les exploitants agricoles, pour pouvoir préserver une capacité de production, devront **combinaison** une série de mesures permettant d'adapter leurs systèmes de production à un climat modifié mais aussi à réduire la vulnérabilité de leurs productions face à ces événements. Ces leviers d'adaptation concernent l'ensemble de la filière et des territoires. L'objectivation des impacts à venir, la conception de leviers d'adaptation prioritaires et leur mise à

⁴ <http://www.accaf.inra.fr/>

disposition auprès des publics agricoles seront nécessairement mis en œuvre en coordination par l'ensemble des acteurs de la R&D agricole (Vert *et al.*, 2013). Ce sont par exemple des adaptations touchant les évolutions des aires de culture, les évolutions des filières en termes d'investissements (transformation, stockage de grains...). A titre d'exemple, on peut prendre celui du lin fibre qui a fait l'objet d'une étude récente (Flodrops et Gate 2019, Perspectives Agricoles 468 Août 2019).

Loin de s'exclure, ces leviers d'optimisation, de substitution ou de reconception se combinent au sein d'une même exploitation agricole dans une démarche d'amélioration continue et progressive.

- *Un transfert des connaissances à amplifier*

 Depuis plusieurs années, des projets de recherche et de R&D ont permis d'améliorer les connaissances sur les impacts du changement climatique en agriculture et les leviers mobilisables (par exemple : ANR Climator 2007-2010 ; AFCLIM en 2013 ; métaprogramme ACCAF depuis 2011 ; ANR Oracle 2011-2015, Opportunités et Risques pour les Agro-écosystèmes et les forêts en réponse aux changements CLimatiquE, socio-économiques et politiques en France et en Europe). Des programmes internationaux de recherche ont été développés (blé et maïs : Breedwheat, Amaizing ; fourrages ; élevage : AnimalChange ; modélisation : AgMIP et MACSUR, etc.).

A partir de ces projets, plusieurs initiatives ont permis de déployer les connaissances acquises, de les adapter aux contextes régionaux ou locaux afin de permettre un engagement des acteurs. Il s'agit par exemple de la conception d'outils et d'observatoires (observatoires ORACLE, projections ClimA-XXI) portés par les Chambres d'agriculture ou par la recherche (Réseau TEMPO⁵), ou de projets à l'échelle des filières (LACCAVE pour la vigne et le vin ; Climalait et Climaviande pour les élevages bovins). Par ailleurs, la mise en ligne du portail DRIAS⁶ a permis la diffusion de données issues de projections climatiques en France auprès des acteurs agricoles, et ainsi leur utilisation dans plusieurs études prospectives comme, par exemple, sur l'évolution de la disponibilité en eau pour le maïs dans un contexte de changement climatique (Deudon et Gendre 2020).

Néanmoins, la thématique de l'adaptation est encore peu abordée par le conseil agricole. Les conseillers agricoles considèrent eux-mêmes la mobilisation des organismes de développement et le renforcement des liens avec la recherche comme un impératif (Vert *et al.*, 2013). En particulier, des besoins en formation sont exprimés autant sur les aspects techniques que sur les méthodes d'accompagnement des agriculteurs. La sensibilisation, la formation et l'animation s'avèrent être les « pierres angulaires » de toute stratégie d'adaptation en agriculture.

A une autre échelle, les programmes d'expérimentations et de R&D intègrent encore peu les impacts futurs du climat en agriculture comme enjeu préalable à tout questionnement, en lien notamment avec des enjeux environnementaux et socio-économiques perçus comme prioritaires. Or, les options liées à l'amélioration de la tolérance de certaines cultures aux conditions climatiques nécessitent d'une part un fort travail de R&D en amont de leur diffusion par un conseil technique (Vert *et al.*, 2013) et d'autre part, une articulation avec les autres enjeux auxquels les agriculteurs ont à faire face. La dimension collective implique également les filières aval en coordination avec les acteurs (Meynard *et al.*, 2013). Elles sont

⁵ <https://www6.inra.fr/soere-tempo>

⁶ www.drias-climat.fr/

nécessaires pour proposer des leviers de diversification pour les exploitants agricoles, intégrant différents objectifs.

Au niveau des agriculteurs, l'intégration du changement climatique dans les stratégies peut être réalisée en suivant différentes étapes (SERRES, ClimAdapt, 2010) :

- évaluer les aléas et risques des évolutions du climat ;
- définir des limites d'acceptabilité de ces aléas et risques pour les productions ;
- construire des stratégies réactives (*a posteriori*) et anticipatives (*a priori*).

Cette thématique est à relier aux perspectives qu'offre l'agroécologie avec ses deux principes d'action que sont les régulations biologiques d'intérêt et le couplage des cycles biogéochimiques développés notamment dans le cadre de la prospective interdisciplinaire sur l'agroécologie (Caquet *et al.*, 2020). Ce lien est d'ailleurs largement évoqué dans les propositions de la mission Agriculture Innovation 2025 qui datent d'octobre 2015 (Bournigal *et al.*, 2015).

La densité et la précision des informations relatives au changement climatique vont conditionner la mise en œuvre des pratiques qui relèvent de l'agroécologie. Sans entrer dans le détail, on peut néanmoins indiquer qu'accroître la biodiversité gérée et non gérée réduit la vulnérabilité et qu'améliorer la gestion des sols permet d'accroître la résilience des systèmes (Altieri *et al.*, 2015).

- *Des leviers à l'interface entre plusieurs enjeux majeurs*

Les actions d'adaptation sont à l'interface entre les enjeux d'atténuation des GES, la préservation de l'environnement (eau, sol, biodiversité) d'une part et les enjeux de souveraineté alimentaire et de maintien de l'activité dans les territoires agricoles d'autre part. Sur certains territoires, ces multiples enjeux ne sont pas convergents entre eux (Vert *et al.*, 2013).

La minimisation des impacts du changement climatique à court et moyen terme et la transformation des systèmes de production à plus long terme nécessite donc des modèles et des outils qui permettent de raisonner les différentes options, qu'il s'agisse d'atténuation des émissions de GES ou d'adaptation, à court terme en situation de crise et à long terme pour orienter les choix productifs ou gérer les risques (Bournigal *et al.*, 2015).

Il est également indispensable de considérer les instruments de gestion du risque en agriculture, notamment par des soutiens à l'assurance récolte et à des fonds de mutualisation. Depuis 2015, ces soutiens sont notamment mis en œuvre dans le cadre du second pilier de la Politique agricole commune (PAC), à travers le Programme national de gestion des risques et d'assistance technique (PNGRAT), cofinancé par le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER). En dépit d'une politique volontariste, le recours aux différents instruments disponibles demeure globalement faible et hétérogène entre les filières. Il y a donc un enjeu important à accompagner le conseil dans le domaine de l'adaptation en faisant connaître les outils économiques pour sécuriser et amplifier les transitions pour permettre aux territoires de s'adapter.

BIBLIOGRAPHIE

ADEME, 2019. Comment développer sa stratégie d'adaptation au changement climatique à l'échelle d'une filière agroalimentaire ? Guide méthodologique, 66 p.

Altieri M.A., Nicholls C.I., Henap A., Lana M.A., 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agron. Sustain. Dev.*, 35, 869–890.

Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R.P., Lobell, D.B., Cammarano, D., Kimball, B.A., Ottman, M.J., Wall, G.W., White, J.W., Reynolds, M.P., Alderman, P.D., Prasad, P.V.V., Aggarwal, P.K., Anothai, J., Basso, B., Biernath, C., Challinor, A.J., De Sanctis, G., Doltra, J., Fereres, E., Garcia-Vila, M., Gayler, S., Hoogenboom, G., Hunt, L.A., Izaurralde, R.C., Jabloun, M., Jones, C.D., Kersebaum, K.C., Koehler, A.-K., Müller, C., Naresh Kumar, S., Nendel, C., O'Leary, G., Olesen, J.E., Palosuo, T., Priesack, E., Eyshi Rezaei, E., Ruane, A.C., Semenov, M.A., Shcherbak, I., Stöckle, C., Stratonovitch, P., Streck, T., Supit, I., Tao, F., Thorburn, P.J., Waha, K., Wang, E., Wallach, D., Wolf, J., Zhao, Z., Zhu, Y., 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change* 5, 143–147.

Bournigal J.-M., Houllier F., Lecouvey Ph., Pringuet P., 2015. Agriculture Innovation 2025. 70pp.

Ben-Ari T., Boé J., Ciais P., Lecerf R., Van der Velde M., Makowski D., 2018. Causes and implications of the unforeseen 2016 extreme yield loss in the breadbasket of France. *Nature Commun.*, 9, 1627.

Béral C., Andueza D., Ginane C., Bernard M., Liagre F., Girardin N., Emile J.-C., Novak S., Grandgirard D., Deiss V., Bizeray D., Moreau J.-C., Pottier E., Thiery M., Rocher A., 2018. Agroforesterie en système d'élevage ovin : étude de son potentiel dans le cadre de l'adaptation au changement climatique. Synthèse, ADEME, 19p.

Brisson N., Mary B., Ripoche D., Jeuffroy M.H., Ruget F., Nicoullaud B., Gate P., Devienne-Barret F., Antonioletti R., Durr C., Richard G., Beaudoin N., Recous S., Tayot X., Plenet D., Cellier P., Machet J.M., Meynard J.M., Delécolle R. (1998). STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie* 18: 311-346

Brisson N., Levrault F. (éd.), 2010. Le livre vert du projet Climator (2007-2010). Changement climatique, agriculture et forêt en France : Simulations d'impacts sur les principales espèces. Ademe, 336 pp.

Brisson, N., Gate, P., Gouache, D., Charmet, G., Oury, F.-X., Huard, F., 2010. Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. *Field Crops Research* 119, 201–212.

Caquet T., Gascuel C., Tixier-Boichard M. (coord.), 2020. Agroécologie. Des recherches pour la transition des filières et des territoires. Editions Quae, 107 p.

Caquet T., Gascuel-Odoux C., Tixier-Boichard M., Dedieu B., Detang-Dessendre C., Dupraz P., Faverdin P., Hazard L., Hinsinger P., Litrico-Chiarelli I., Medale F., Monod H., Petit-Michaud S., Reboud X., Thomas A., Lescourret F., Roques L., de Vries H., Soussana J.-F., 2019. Réflexion prospective interdisciplinaire pour l'agroécologie. Rapport de synthèse, 108 pp.

CIVAM AD53, 2017. Aléas climatiques, comment s'adapter et anticiper ? Evolution des exploitations laitières mayennaises en réponse aux aléas climatiques, guide technique http://www.civamad53.org/wp-content/uploads/2017/07/Agro-Eco_web-2.pdf

- Debaeke P., Pellerin S., Le Gouis J., Bispo A., Eglin T., Trevisiol A., 2014. Les défis de l'agriculture. Cahier spécial : Adaptation au changement climatique. *Pour La Science*, Mars 2014, n°437, 70-73.
- Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N., 2017a. Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. *OCL, Oilseeds & fats Crops and Lipids* 24, D102.
- Debaeke P., Pellerin S., Scopel E., 2017b. Climate-smart cropping systems in temperate and tropical agriculture: mitigation, adaptation and trade-offs. *Cahiers Agriculture* 26, 34002.
- Deudon O., Gendre S. 2020. Sowing date and precocity evolution on maize biomass and water availability in France in a climate change context. ICropM conference, Montpellier 3-5 Février, 2020
- Deutsch C.A., Tewksbury J.J., Tigchelaar M., Battisti D.S. *et al.*, 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361, 916–919.
- European Environmental Agency (EEA), 2019. Climate change adaptation in the agricultural sector in Europe. EEA Report N°04/2019, 112 p.
- Flodrops Y., Gate P. 2019. Culture du lin fibre – la production s'adaptera au changement climatique. *Perspectives Agricoles* 468, 8-10.
- GIEC, 2007. Contribution du Groupe de travail I, II, III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Core Writing Team, Pachauri R.K. et Reisinger A. (Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. 104 pp.
- GIEC, 2014. Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.
- Howden S.M., Soussana J.F., Tubiello F.N., Chhetri N., Dunlop M., Meinke H., 2007. Adapting agriculture to climate change. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 104, 19691–19696.
- Intercéréales 2017. Synthèse du plan de transformation filières céréales, décembre 2017.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2019. IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. Summary for Policymakers, approved draft. IPCC, Geneva, Switzerland, 41 pp. <https://www.ipcc.ch/srccl-report-download-page/>
- Jouzel J. (coord), 2014. Le climat de la France au XXI^e siècle. Vol 4 : Scénarios régionalisés. Rapport MEDDE, 64 p.
- Le Bris X., Soenen B., Laberdesque M., Cohan J.P., Laurent F., Bouthier A., Gouache D., Garcia C. 2016. CHN", a crop model to jointly manage water and nitrogen on winter wheat. ICROP, 15-17 March 2016 – Berlin (Germany).
- Meynard J.-M., Messéan A., Charlier A., Charrier F., Fares M., Le Bail M. *et al.*, 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures : étude au niveau des exploitations agricoles et des filières. *OCL*, 20, D403.

Moreau J.-C., 2015. Les systèmes d'élevage d'herbivores face au changement climatique en France : quelques conclusions d'une série d'études menées de 2006 à 2009 (projet ACTA/MIRES). *Bull. Acad. Vét. France*, 168.

Moreau J.-C., Madrid A. *et al.* 2018. Climalait pour l'adaptation des élevages laitiers au changement climatique, Résultats. 18 Synthèses régionales de 14 à 18 pp.

Myers S.S., Zanobetti A., Kloog I., Huybers P., Leakey A.D.B. *et al.*, 2014. Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*, 510, 139–142.

Novak S., Emile J.-C., 2014. Associer des approches analytiques et systémiques pour concevoir un système laitier innovant : de la Fée à l'OasYs. *Fourrages*, 217, 47–56.

Novak S., Audebert G., Chargelègue F., Emile J.-C., 2018b. Sécuriser un système laitier avec des fourrages économes en eau et en énergie fossile. *Fourrages*, 233, 27–34.

Olesen J.E., Trnka M., Kersebaum K.C., Skjelvag A., Seguin B., Peltonen-Sainio P. *et al.*, 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *Eur. J. Agron.*, 34, 96–112.

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.-P., Chenu C., ColnenneDavid C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.-H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2014. Quels leviers techniques pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole. *Innovations Agronomiques*, 37, 1-10

Porter J.R., Xie L., Challinor V., Cochrane K., Howden S.M., Iqbal M.M. *et al.* 2014. Food security and food production systems. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, USA, pp 485-533.

Réseau Action Climat (RAC), 2014. Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques - Recueil d'expériences territoriales, 60 p.

Réseau Action Climat (RAC), 2015. Agriculture et changements climatiques : interactions et défis. Educagri Editions https://editions.educagri.fr/cop21/home/co/home_1.html

Ruget F., Clastre P., Cloppet E., Lacroix B., Lorgeou J., Moreau J.C., Souverain F., 2012. Conséquences possibles des changements climatiques sur la production fourragère en France. II. Exemple de quelques systèmes d'élevages/ *Fourrages*, 211, 243–251.

Ruget F., Bernard F., Durand J.L., Graux A.I., Lacroix B., Moreau J.C., Ripoche D., 2013. Impacts des changements climatiques sur les productions de fourrages (prairies, luzerne, maïs) : variabilité selon les régions et les saisons. *Fourrages*, 214, 99–110.

Smith M.R., Myers S.S., 2018. Impact of anthropogenic CO₂ emissions on global human nutrition. *Nature Clim. Change*, 8, 834–839.

Soenen, B., Bessard-Duparc, P., Laberdesque, M., Le Souder, C., Laurent, F., Cohan, J.P., Le Brix, X., 2017. Dynamization of the nitrogen balance method with « CHN » crop model. Poster in "Innovative Solutions for Sustainable Nitrogen Management", June 26-28th 2017, Aarhus, Denmark.

Solagro, 2020. Agriculture et adaptation, Vers une adaptation durable de l'agriculture européenne. Programme LIFE AgriAdapt, 68p.

Soussana J.-F. (coord.), 2013. S'adapter au changement climatique, Agriculture écosystèmes et territoires. Quae, 296 pp.

Turlé S., 2017. Stress climatique en période chaude en élevage bovin laitier : détection, quantification et impacts sanitaires. Thèse de docteur vétérinaire, Université Paul Sabatier Toulouse.

Vert J., Schaller N., Villien C. (coord.), 2013. Agriculture Forêt Climat : vers des stratégies d'adaptation. Centre d'études et de prospective, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

2 Un RMT sur le changement climatique : quelle valeur ajoutée ?



Basé sur un large consortium d'organismes de recherche finalisée et appliquée, du conseil, de la formation, des filières et des territoires, le RMT climA a vocation à renforcer significativement la coordination entre les acteurs, afin de renforcer le transfert et l'appropriation massive des travaux de la R&D.

Le changement climatique impacte durablement l'ensemble des filières et des territoires, et ses effets continueront à s'accroître au cours du XXI^e siècle, au point de remettre en cause la viabilité de l'activité agricole dans certains territoires à long terme. Ce constat interpellant appelle une urgence à agir pour la filière agricole au sens large.

Les acteurs de la recherche se sont emparés de cette thématique depuis plusieurs années, et ont produit des connaissances conséquentes. Les données, outils et indicateurs du changement climatique existent et nécessitent d'être rendus plus transférables et largement appropriables à l'ensemble des acteurs du terrain, pour alimenter les cercles de la recherche finalisée et appliquée, du développement et de la formation.

Si de nombreuses applications ont émergé ces dernières années à différentes échelles, la question d'une **traduction concrète et d'un transfert massif des connaissances sur le changement climatique vers les agriculteurs**, afin d'accompagner les exploitations agricoles dans leurs stratégies d'adaptation, ou de gestion des aléas climatiques, reste largement d'actualité.

Enfin, les acteurs s'étant saisis de la question, à différents niveaux (de la recherche au conseil agricole), sont aujourd'hui nombreux, grâce à l'émergence de projets de R&D à l'échelle de filières (ruminants, viticulture par exemple) ou à l'échelle de territoires (Massif Central par exemple), ou par l'intermédiaire des actions de sensibilisation portées par les acteurs du développement (Chambres d'agriculture par exemple via les dispositifs ORACLE). Malgré le foisonnement des compétences sur le changement climatique, les nombreuses ressources disponibles, il n'existe à l'heure actuelle aucun lieu de partage et de réflexion centralisé entre ces acteurs. Les actions en cours ou à venir sont par essence à coordonner.

Recherche finalisée

Recherche appliquée

Conseil agricole

Enseignement agricole

Coopération

Bureau d'étude

Agence d'Etat

3 Finalité et ambition du RMT



Le RMT climA a pour **finalité** d'apporter les réponses nécessaires aux acteurs agricoles et accélérer le transfert pour viser une adaptation conjointe et efficace des productions, des filières et des territoires agricoles au changement climatique ; en cohérence avec la multi-performance des exploitations agricoles et des enjeux d'atténuation du climat.



Pour cela, le RMT doit se donner comme **ambition** d'accélérer la co-construction et le transfert des travaux de R&D sur l'adaptation au changement climatique en structurant la conception, la capitalisation et la mise à disposition :

- Des données et outils nécessaires à l'étude des impacts du changement climatique sur les productions agricoles et leur environnement ;
- Des études d'impact du changement climatique sur les exploitations agricoles à différentes échelles (géographiques, filières, temporelles...) utiles pour identifier des leviers d'adaptation à différentes échelles temporelles et spatiales ;
- Des outils pour le conseil, des ressources pédagogiques pour la formation initiale et continue des professionnels, des méthodes et postures pour l'accompagnement des exploitations agricoles à s'engager dans une stratégie d'adaptation au changement climatique.

Le **rôle** du RMT sera en priorité d'assurer la mise en réseau des compétences et de favoriser les échanges et la coordination entre les acteurs. Cette communauté sur l'adaptation au climat formalisée, associant acteurs de la recherche, de la formation et du développement agricole identifiera de manière efficace les initiatives et ressources pour les capitaliser, les caractériser et les rendre appropriables aux praticiens. Ce travail permettra d'identifier les besoins d'apport non couverts et de les traiter dans le cadre de projets complémentaires. Le RMT sera ainsi un lieu de coordination pour appuyer le montage de projets *ad hoc*, soit portés par les membres du RMT, soit mis en place à l'échelle locale et bénéficiant ainsi du regard du RMT. Enfin, les travaux du RMT viseront à appuyer la mise en œuvre des stratégies d'adaptation au changement climatique des exploitations, des filières et des territoires, en favorisant l'articulation entre ces stratégies. La figure 6 résume les quatre rôles principaux du RMT.

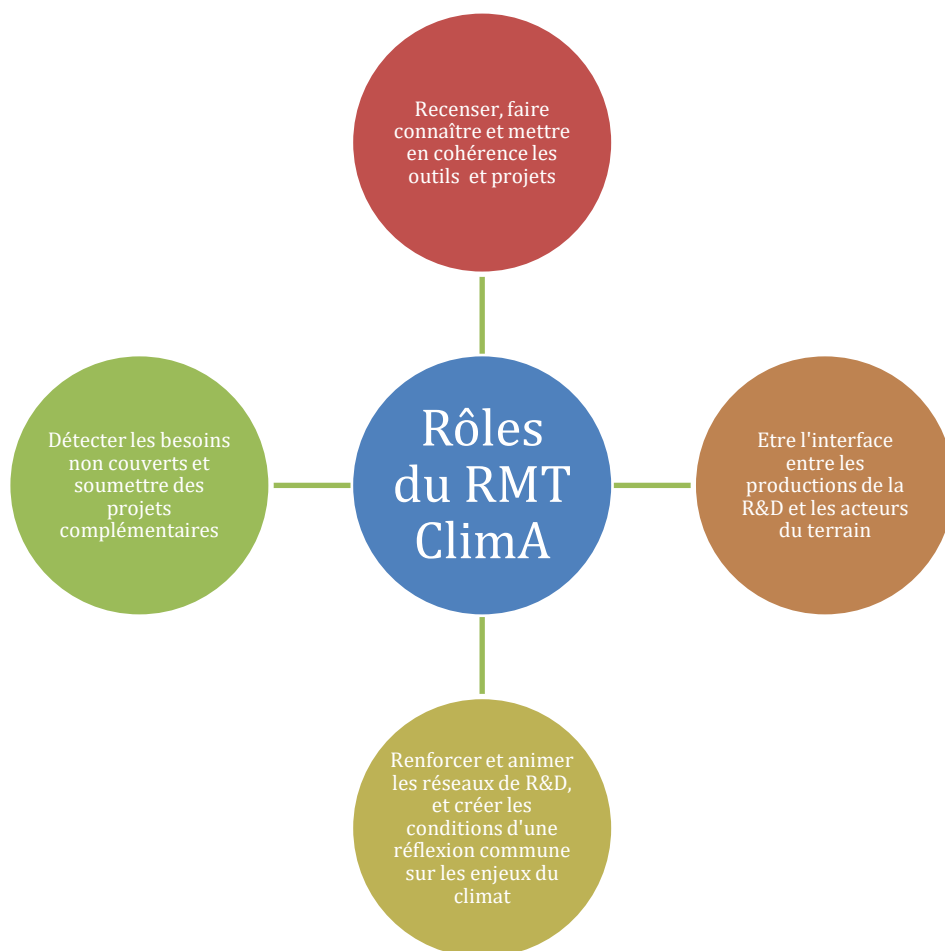


Figure 6. Les quatre rôles principaux du RMT climA

Au terme des 5 ans de la programmation actuelle, le RMT vise une action significative sur la prise en compte du changement climatique en agriculture. Les acteurs de la recherche, du conseil et de la formation, ainsi que les agriculteurs, auront ainsi accès à :

- ✿ une connaissance accrue et précise des impacts du changement climatique sur les productions agricoles, grâce à la mise en cohérence d'études d'impacts et d'une boîte à outil centralisée des modèles, données, indicateurs du changement climatique
- ✿ une banque de leviers d'adaptation et de gestion des aléas climatiques
- ✿ des ressources pédagogiques et des formations de conseillers, de formateurs d'agriculteurs et de futurs agriculteurs aux outils et méthodes utilisables pour accompagner les exploitations agricoles et leurs filières, à faire face aux aléas et à s'adapter sur le long terme selon les enjeux des filières ou territoires et les demandes des agriculteurs
- ✿ des lieux d'échanges physiques ou virtuels (webinaires, colloques, ateliers de travail) pour accéder à ces connaissances et bénéficier de retours d'expériences
- ✿ un réseau de compétences identifié pour faire remonter ses besoins non couverts

4 Liens aux politiques publiques

Au niveau international, pour limiter les effets du changement climatique, l'**Accord de Paris** prévoit au minimum entre pays signataires de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CNUCC) de « *contenir l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels* ».

La **loi énergie et climat** du 8 novembre 2019 vise à répondre à l'urgence écologique et climatique. Elle inscrit cette urgence dans le code de l'énergie ainsi que l'objectif d'une neutralité carbone en 2050, en divisant les émissions de gaz à effet de serre par six au moins d'ici cette date. Le texte fixe le cadre, les ambitions et la cible de la politique climatique nationale. Il porte sur quatre axes principaux :

- La sortie progressive des énergies fossiles et le développement des énergies renouvelables (réduction de 40% de la consommation d'énergies fossiles par rapport à 2012 d'ici 2030 ; arrêt de la production d'électricité à partir du charbon d'ici 2022 ; obligation d'installation de panneaux solaires sur les nouveaux entrepôts et supermarchés et les ombrières de stationnement ; sécurisation du cadre juridique de l'évaluation environnementale des projets afin de faciliter leur aboutissement ; soutien à la filière hydrogène).
- La lutte contre les "passoires thermiques" (logements dont la consommation énergétique relève des classes F et G).
- L'instauration de nouveaux outils de pilotage, de gouvernance et d'évaluation de la politique climatique, incluant notamment la création d'un Haut Conseil pour le climat, la confirmation de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) comme étant l'outil de pilotage des actions d'atténuation du changement climatique, une loi de programmation quinquennale des grands objectifs énergétiques.
- la régulation du secteur de l'électricité et du gaz.

La Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique a été élaborée dans le cadre d'une large concertation, menée par l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC), impliquant les différents secteurs d'activités et la société civile sous la responsabilité du délégué interministériel au développement durable. Avec son deuxième **Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2)**, la France vise une adaptation effective dès le milieu du XXI^e siècle à un climat régional en métropole et dans les outre-mer cohérent avec une hausse de température de +1,5 à 2 °C au niveau mondial par rapport au XIX^e siècle. Les mesures du PNACC-2 tiennent compte des vulnérabilités sociales et économiques des individus, des territoires (notamment ultra-marins) et des secteurs d'activité, des inégalités tant d'exposition que de capacités d'adaptation, dans le respect du principe de justice climatique. Les actions du RMT s'inscrivent dans le PNACC-2, et notamment dans sa recommandation spécifique aux milieux agricoles, filières agricoles et alimentaires : « *La transition vers l'agro-écologie et une bio-économie plus résiliente sera facilitée en anticipant les changements plutôt que de subir les crises. Le MAA veillera à ce que les efforts soient poursuivis pour développer la connaissance, améliorer la perception des enjeux, faire progresser le débat sociétal national et communautaire et préparer l'évolution des politiques publiques pour accompagner la transition, pour développer une agriculture respectueuse de la biodiversité, des paysages et des sols, multi-performante et plus économe en eau, réaliser, là où c'est utile et durable, des projets de stockage hivernal de l'eau afin d'éviter les prélèvements en période sèche lorsque l'eau est rare et accompagner la transition des filières.* »

Certains des objectifs de cette recommandation rejoignent ceux du RMT, en particulier par la poursuite d'actions de recherche sur la relation entre agriculture et changement climatique, le développement de

modèles et d'indicateurs, la sélection variétale et les ressources génétiques. Le PNACC-2 vise également à accompagner les transitions en :

- rassemblant, mutualisant, vulgarisant, diffusant largement et valorisant les résultats de la recherche et de l'expertise ainsi que les retours d'expériences,
- animant des travaux de réflexion sur les actions d'adaptation,
- s'appuyant sur la formation initiale et l'accompagnement technique pour développer une « culture de l'adaptation »,
- renforçant l'accompagnement pour la mise en place de stratégies d'adaptation de la production et des filières et en donnant les moyens aux agriculteurs et aux filières de mettre en place ces stratégies,
- encourageant les expérimentations et innovations collectives.

Au niveau local, l'intégration des enjeux climat est déclinée dans les **PCAET** (Plans Climat Air Énergie territoriaux) au niveau des EPCI de plus de 20 000 habitants et dans les SRADDET (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) au niveau régional. D'autres dispositifs adressent les enjeux du changement climatique au niveau des territoires (4/1000, plans alimentaires territoriaux, etc.). Enfin, les Agences de l'Eau ont élaboré des stratégies d'adaptation au changement climatique à l'échelle de chaque bassin pour préserver la ressource en eau.

Les actions du RMT s'inscriront logiquement dans ces politiques et en particulier le **projet agroécologique pour la France**. La transition agroécologique de l'agriculture implique d'engager une transition vers des systèmes de production performants sur les volets économiques, sociaux et environnementaux. Le RMT a l'ambition d'amplifier la transition vers l'agro-écologie pour qu'elle permette de renforcer la résilience des exploitations aux perturbations climatiques, mais aussi d'engager une transition des systèmes agricoles compatibles avec les évolutions climatiques tout en étant triplement performantes. La caractérisation des leviers d'adaptation, l'appropriation des outils et méthodes de transfert permettront d'engager une mise en cohérence entre ces enjeux.

Au niveau de la formation agricole, le plan « **Enseigner à produire autrement**, pour les transitions et l'agro-écologie », lancé en 2020 et porté par le MAA vise à mobiliser l'enseignement technique et supérieur pour accompagner les transitions agro-écologiques et alimentaires dans les territoires. A travers ses quatre axes éducatif, capacitaire, technique et territorial, et avec une animation régionale, les établissements et leurs exploitations vont réactualiser des projets locaux « Enseigner à produire autrement ». La question climatique est prise en compte dans diverses actions du plan, par exemple sur la participation à des projets d'expérimentation et démonstration multi-sites, sur la structuration de partenariats territoriaux, sur la formation des équipes. L'Institut Agro - institut d'éducation à l'agroenvironnement de Florac, et la Bergerie Nationale de Rambouillet, établissement national d'appui (ENA) partenaires du RMT assureront un lien fort avec les établissements de formation et viendront à enrichir la mise en place du plan EPA2 conduit avec la DGER et Reso'Them.

Les besoins en matière d'innovation, de création de référence et de renforcement du transfert des travaux de R&D sur l'adaptation au changement climatique vers les agriculteurs sont clairement positionnés au centre de l'ensemble des réflexions stratégiques en cours, tel que la préparation de la **prochaine programmation CasDAR** (PNDAR 2021- 2027, réflexions en cours sur les prochains contrats d'objectifs CasDAR...). Les phases préparatoires du futur Programme National de Développement Agricole et Rural (PNDAR 2021-2027) incluent la lutte contre le réchauffement climatique comme un des enjeux majeurs à traiter. Ainsi, parmi les thèmes prioritaires à traiter figureront la réponse aux

dérèglements climatiques et l'élaboration de leviers pour améliorer la résilience des systèmes de productions dans une logique d'adaptation au changement climatique. Ces thématiques seront aussi déclinées dans les contrats d'objectifs des partenaires avec l'Etat.

Les actions du RMT seront également mises en cohérence avec les politiques publiques visant à engager le secteur agricole à atténuer les effets du changement climatique. La **Stratégie Nationale Bas Carbone** engage le secteur agricole à réduire de 46% ses émissions de GES pour 2050, tout en augmentant son puits de carbone. La Stratégie nationale Bioéconomie, le plan Energie Méthanisation Autonomie Azote, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie et la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse sont autant de politiques permettant aux agriculteurs de mettre en œuvre des leviers d'atténuation du climat. Ces politiques impliquent également une forte modification des systèmes agricoles pour répondre aux enjeux de décarbonation de la société – demandant une optimisation de la production en biomasse - et d'une production agricole « bas carbone ». Ces évolutions devront donc être associées aux stratégies d'adaptation qu'engagent les acteurs agricoles et des territoires. Le RMT accompagnera ses productions de toutes les informations nécessaires à l'évaluation de leurs impacts sur les bilans GES, voire plus largement sur l'environnement (eau, air, sol, biodiversité).

Spécifiquement sur l'enjeu de la gestion de l'eau dans le contexte du changement climatique, une Mission menée cette année par le CGEDD et le CGAAER a pour objectif de définir les principes de l'action publique pour l'avenir, autour notamment des questions suivantes :

- quelles solutions pour rendre l'agriculture plus résiliente et plus économe en intrants et en eau en mobilisant notamment les leviers de l'agro-écologie ?
- quelle trajectoire de l'agriculture d'ici 2050 et quelle adéquation ressource/besoins en 2050 ?
- quelle stratégie à moyen-long terme pour développer la ressource mobilisable dans le respect de l'environnement ?
- comment mieux intégrer le changement climatique dans les réflexions et planifications relatives à l'agriculture et les besoins de l'agriculture dans les autres schémas et planifications ?

Ces questions sont cohérentes avec les travaux que le RMT a l'ambition de mener. Plusieurs des partenaires du projet du RMT ont par ailleurs été mobilisés par les auteurs de cette mission. En outre, les conclusions prises pourront venir compléter et orienter les apports du RMT, en termes de leviers d'adaptation et de méthodes d'élaborations de stratégies sur le long terme en lien avec l'usage de l'eau.

5 Plus-value du RMT par rapport au paysage institutionnel et organisationnel existant

Le RMT s'intègre dans les initiatives déjà engagées de coordination entre les acteurs de la R&D. En particulier, une attention toute particulière sera portée à l'articulation avec la **Cellule de coordination nationale Recherche-Innovation-Transfert (Cellule RIT)** mise en place entre l'INRAE, l'ACTA et l'APCA, afin de renforcer le transfert et le déploiement massif des travaux de R&D auprès des acteurs de terrains. En fonction des sujets traités, le RMT sera mobilisé pour répondre aux besoins d'expertise de la Cellule RIT.

Au sein du **réseau des Chambres d'agriculture**, le Projet stratégique de la nouvelle mandature (2019-2025) vise à renforcer et massifier l'accompagnement des agriculteurs dans les transitions économiques, sociétales et climatiques (AXE 1). Le changement climatique, dans ses volets adaptation et atténuation, a été identifié comme un enjeu prioritaire pour le réseau Chambres. A travers les travaux de Recherche-Innovation et la mobilisation des connaissances actionnables, cette stratégie veut accélérer le transfert et le ressourcement des conseillers pour disposer d'une offre de conseil et de service adaptée aux besoins des agriculteurs face aux enjeux climatiques. Le RMT s'inscrit pleinement dans la stratégie du réseau Chambres en répondant via son expertise aux besoins de terrain et en contribuant au ressourcement des conseillers. En retour, l'action de transfert du RMT pourra s'appuyer sur l'organisation IRD (Innovation-Recherche-Développement) du réseau Chambres via les Services IRD au sein des Chambres régionales d'agriculture dans leurs rôles d'appui et de ressourcement du Conseil.

Au sein de **La Coopération Agricole**, dans le programme de développement 2015-2020, deux actions élémentaires en particulier visent à accompagner l'adaptation du conseil coopératif dans un contexte de changement climatique : l'action « Le conseil coopératif, outil pour accompagner le changement agroécologique » et l'action « La coopérative, lieu de création et de diffusion de solutions agro-écologiques ».

En termes de R&D, les programmes d'activités de tous les **Instituts Techniques Agricoles** (y compris donc ceux impliqués dans le RMT) incluent à présent l'adaptation du changement climatique et la gestion des aléas climatiques dans leurs axes majeurs de travail.

En matière de formation, les **réseaux thématiques de l'enseignement agricole**, en lien avec la Bergerie Nationale ont commencé à identifier des expériences dans les établissements en lien avec l'atténuation et l'adaptation, à diffuser de la veille, à appuyer la réflexion d'équipes. De premières formations à l'échelle nationale ou régionale ont eu lieu, mais elles sont à amplifier pour outiller les équipes. La collaboration entre établissements d'appui, notamment avec l'Institut Agro (Florac) se met en place. Il y a un enjeu à faciliter les échanges d'expériences techniques et pédagogiques sur le climat, à faire s'approprier des méthodes d'analyse de vulnérabilité des fermes et comment penser des adaptations durables dans le cadre des plans locaux de transition agro-écologiques.

Suite aux Etats Généraux de l'Alimentation, les **plans de filière** intègrent l'enjeu de l'adaptation au changement climatique :

- Le plan des filières **céréalières** identifie la gestion des aléas climatiques comme un des 3 grands défis auxquels les producteurs et leurs filières sont confrontés (Intercéréales 2017). Son axe 2 « Innover pour développer la filière céréalière en transition » mentionne en particulier dans son

axe 3 la nécessité de développer de nouvelles techniques visant à anticiper les effets du changement climatique par une gestion de l'eau ambitieuse et efficiente.

- Aussi, le plan de la filière **bovine laitière** (France Terre de Lait) vise à réduire l'impact de la filière laitière sur le climat, mais également à déployer plus largement le programme Climalait pour accompagner l'adaptation. Des objectifs techniques sont fixés, notamment sur la conception des bâtiments laitiers de demain et la génétique animale. La filière viande s'inscrit dans la même démarche et met en avant la nécessité de lutter contre le changement climatique et de s'adapter à ses impacts.
- La filière **viti-vinicole** travaille actuellement à la définition d'une stratégie nationale d'adaptation (y compris atténuation), sur la base des travaux réalisés dans le cadre du projet de recherche INRAE-Laccave. Les scientifiques de ce projet l'accompagnent dans cette démarche. Sous l'égide de FranceAgrimer et de l'INAO, un groupe de travail rassemblant les principales organisations de la filière, y compris les instituts techniques, a fait des propositions d'axes prioritaires qui ont été soumises aux structures dans les principaux bassins de production. Un plan d'actions devrait être élaboré.
- A travers son axe stratégique 3 « mieux répondre aux attentes sociétales - utiliser durablement les ressources (eau, énergie, sols,...) » la filière **fruits et légumes** intègre la question du changement climatique en limitant son empreinte énergétique et en axant les efforts sur la gestion de l'eau. Parmi les leviers identifiés figurent la recherche de nouvelles variétés plus résilientes face au changement climatique (économiques en eau) ainsi que la gestion de l'eau (accès à l'eau, généralisation d'outils de pilotage de l'irrigation).

Le RMT pourra permettre d'intégrer les démarches de filières déjà avancées pour les faire bénéficier aux initiatives des autres filières, et ainsi créer les conditions d'une réflexion commune entre filières sur l'adaptation au changement climatique.

Enfin, bien que le RMT ne portera que sur les actions d'adaptation, il se positionne dans un paysage global d'initiatives pour lutter contre les impacts du changement climatique, incluant notamment les réflexions sur des plans « bas carbone » (relevant du volet atténuation) actuellement en cours au sein des différentes filières de production.

6 Programme de travail du RMT

6.1 L'échelle de travail

Le RMT climA couvrira l'échelle de la France métropolitaine et des Outre-Mer, les spécificités de ces dernières étant importantes à prendre en compte. Les évolutions du changement climatique, les productions agricoles impactées et la nature des aléas sont différentes de la métropole, notamment au niveau des événements extrêmes, et à ce titre, le RMT accueillera dès sa création des partenaires implantés en outre-mer (ARMEFLHOR et CIRAD) et la délégation outre-mer de l'ACTA permettant de mobiliser le réseau RITA.

Néanmoins, l'ensemble des partenaires sont impliqués dans des projets de R&D européens traitant cette thématique, le RMT réalisera une veille des projets et modèles à l'échelle européenne et la mettra à disposition des acteurs.

Si le RMT a vocation à travailler sur l'ensemble des productions agricoles, les travaux seront prioritairement engagés sur les filières sur lesquelles les compétences seront présentes dès le lancement :

- **Filières végétales** : il est proposé de couvrir l'ensemble des types de cultures (grandes cultures, cultures pérennes, cultures spécialisées) en associant au moins un Institut technique agricole par groupe. Les ITA non partenaires à la soumission du projet pourront y adhérer par la suite.
- **filières animales** : il est proposé d'étudier plus particulièrement les filières herbivores. Des échanges avec les autres filières animales pourront toutefois être organisés, le RMT restant ouvert à de nouvelles adhésions.

Ces filières prioritaires concernent l'ensemble du territoire métropolitain et d'outre-mer. Elles impliquent également une large gamme de leviers d'adaptation qui peuvent être adoptés par les exploitations agricoles, qu'ils aient un effet sur le court terme ou sur le long terme.

De manière générale, l'ouverture du RMT à de nombreux partenaires permettra une diffusion large de ses travaux du RMT et de transposer pour d'autres filières. A l'inverse, les initiatives avancées sur certaines filières non prioritaires pourront venir enrichir les travaux du RMT de leurs retours d'expériences sur la mise en œuvre de leviers d'adaptation, des méthodes ou d'outils mobilisés.

Comme son titre l'indique, le RMT climA aura pour clef d'entrée principale la définition de leviers d'adaptation au niveau de l'exploitation agricole pour une mise en œuvre par les agriculteurs et leur environnement technico-économique immédiat. Néanmoins, plusieurs situations amèneront les partenaires à les étendre à d'autres échelle (territoriale, filières...).

6.2 Un RMT structuré en trois axes de travail

- Axe 1. *Produire de l'information sur le contexte agro-climatique : la boîte à outils*

L'axe 1 vise à capitaliser les outils, les indicateurs et les données disponibles sur le changement climatique pour une mise à disposition des acteurs. Cette capitalisation permettra à la fois de faciliter l'accès aux ressources, d'homogénéiser les méthodes de travail et de réaliser des travaux sur les mêmes indicateurs, les mêmes métriques et les mêmes cas d'étude lorsque cela est possible.

- Axe 2. Impacts et leviers d'adaptation au changement climatique sur le court terme

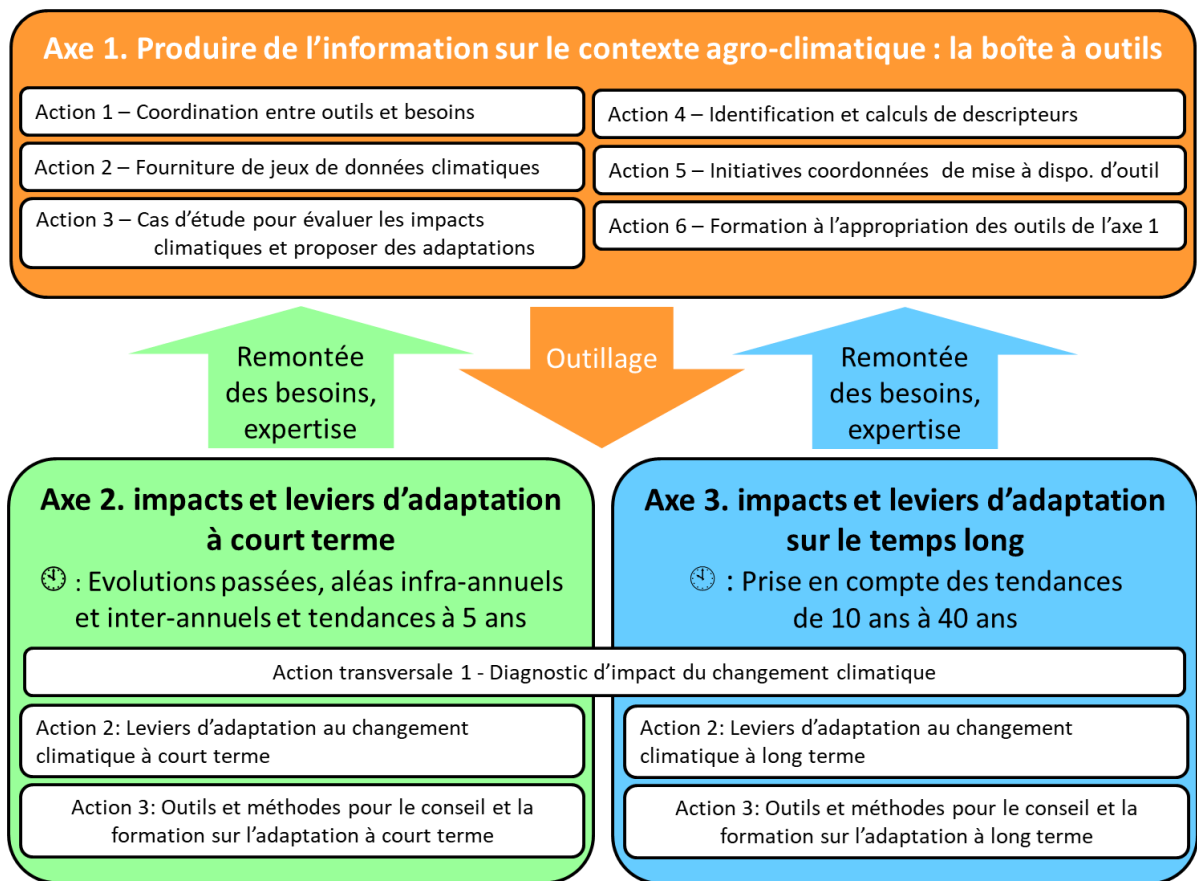


Les axes 2 et 3 partagent une même logique opérationnelle. Ils ont pour objectifs de concevoir, de capitaliser les leviers d'action, puis de les mettre à l'épreuve dans le cadre de stratégies d'adaptation.

L'axe 2 est centré sur les leviers d'action permettant une adaptation au changement climatique sur un pas de temps court (protection contre les événements climatiques extrêmes, adaptation à une période atypique, saisonnalité, tendances d'évolution climatique à court terme). Ces travaux devront permettre d'identifier des réponses immédiates aux aléas et aux conditions climatiques actuelles. Les leviers d'adaptation aux conditions climatiques doivent donc permettre un effet rapide sur le système d'exploitation. L'axe 2 implique directement les conseillers spécialisés et l'adaptation des filières. Dans le cadre du changement climatique, l'axe 2 visera particulièrement une adaptation à la variabilité et l'incertitude climatique.

- Axe 3. Impacts et leviers d'adaptation au changement climatique sur le temps long

L'axe 3 est consacré au temps long, et à l'adaptation nécessaire de l'agriculture aux évolutions climatiques au cours du XXI^e siècle. De telles adaptations nécessitent une réflexion sur l'ensemble de l'exploitation, voire une reconception du système à partir de l'identification de seuils de rupture qui peuvent survenir (température, sécheresse,...). Ces évolutions sur le long terme peuvent conduire à des changements significatifs au sein de certaines filières. Par définition complexes, elles nécessitent une posture, des méthodes de sensibilisation et des outils spécifiques pour les praticiens.



🌱 Les axes 2 et 3 se traitent donc en parallèle. Ils n'impliquent pas les mêmes acteurs, ne font pas intervenir les mêmes compétences ni les mêmes outils. Toutefois ces deux axes s'alimentent des travaux de l'axe 1, contribuent à l'axe 1 via la remontée des besoins et d'expertises, et partagent une première action commune autour du diagnostic de l'impact des évolutions climatiques sur la production agricole.

Axe 1. Produire de l'information sur le contexte agro-climatique : la boîte à outils

Animateurs de l'axe 1 : INRAE, METEO-France, ARVALIS-Institut du végétal

Les actions regroupées au sein de l'axe 1 visent à recenser, à coordonner la mise au point ou le perfectionnement et à favoriser la mise à disposition de l'ensemble des acteurs des outils scientifiques et techniques nécessaires à l'étude des impacts du changement climatique sur les exploitations agricoles et à l'élaboration des leviers pour s'y adapter. Il s'agit donc d'un axe transversal destiné, en premier lieu, à fournir une « boîte à outils » opérationnelle aux axes 2 et 3 du RMT. Du fait de sa nature générale, l'axe 1 pourra aussi contribuer à fournir des outils pour des initiatives en lien avec le changement climatique qui ne seraient pas traitées dans les axes 2 et 3.

Les objectifs de l'axe 1 sont :

- ✱ Recenser et référencer les outils disponibles et nécessaires pour toutes études en lien avec l'adaptation des exploitations agricoles au changement climatique
- ✱ Définir les besoins en nouveaux outils (ou perfectionnement/adaptation d'outils existants) selon les besoins exprimés par les axes 2 et 3, et contribuer à l'émergence de projets de R&D pour y répondre
- ✱ Faire émerger les conditions d'une mise à disposition centralisée des outils auprès des acteurs de la R&D et du développement

Les outils ne pouvant pas être universels pour l'ensemble des situations agricoles rencontrées, un échange permanent et coordonné avec les axes 2 et 3 sera mis en place pour accompagner la diffusion des outils avec leur domaine de validité et d'applicabilité.

Plusieurs natures d'outils sont identifiées :

- Des données climatiques brutes ou agglomérées (prévisions saisonnières, simulations à moyen et long terme, selon les scénarios d'émission GES produits par le GIEC)
- Des **cas d'étude** et des **situations de référence** (milieux, pratiques culturales, structure et pratiques d'élevage) pour lesquels les descripteurs synthétiques seront calculés, permettant d'établir des états des lieux passés et des estimations d'évolution
- Des descripteurs synthétiques :
 - o Des **indicateurs** agro-climatiques et éco-climatiques descriptifs de niveaux de confort ou de stress des cultures et des animaux
 - o Des **modèles** phénologiques voire modèles de culture permettant de simuler le développement et la croissance de cultures
- Des plateformes de traitement et de visualisation des données et des résultats, et des formats et outils de partage et de transfert de données
- Des **formations** (sur les outils) et des **partages de savoir-faire** pour l'utilisation homogène et rigoureuse des différents outils

Une veille scientifique et technique à l'échelle internationale permettra d'identifier les ressources disponibles dans d'autres pays et pouvant faire l'objet d'importation ou d'adaptation en France.

L'axe 1 est organisé en 6 actions :

- Action 1.1 – Coordination entre outils (intra axe 1) et besoins (avec axe 2 et 3)
- Action 1.2 – Fourniture de jeux de données climatiques
- Action 1.3 – Définition de cas d'étude (description multivariée) sur lesquels évaluer les impacts climatiques et à partir desquels proposer des adaptations
- Action 1.4 – Identification et calculs de descripteurs (indicateurs agro/éco-climatiques, modèles de culture)
- Action 1.5 – Développement d'initiatives coordonnées de mise à disposition d'outils
- Action 1.6 – Constitution d'une offre de formation pour l'appropriation et la maîtrise des outils mis à disposition dans l'axe 1

Action 1.1 - Coordination entre outils (intra axe 1) et besoins (avec axe 2 et 3)	
<p>Cette action de coordination a pour objectif principal d'organiser les interactions entre 1) les actions de l'axe, 2) entre l'axe 1 et les axes 2 et 3, et 3) plus largement avec les acteurs de la R&D et du développement agricole pouvant avoir besoins des outils.</p> <p>Il s'agit donc :</p> <ul style="list-style-type: none"> • De porter à connaissance des partenaires du RMT les outils disponibles à travers l'axe 1 et en fournir une présentation succincte • D'être en interaction avec les porteurs de projets de recherche pour identifier les besoins et les alerter sur les ressources non encore disponibles • D'assurer une veille méthodologique et scientifique sur l'émergence de nouvelles ressources, nouveaux indicateurs, etc... extérieurs au RMT et pourraient être pertinents pour accompagner les activités de recherche en cours ou nouvelles • De veiller à ce que les ressources identifiées et référencées dans l'axe 1 soient aisément disponibles (enjeu de mise à disposition sous un format informatique adapté : action 1.5) et prises en main (appropriation des outils : action 1.6) 	
Responsable(s) de l'action	Arvalis – INRAE
Partenaires du réseau mobilisés	Météo France, IDELE, CIRAD
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	<ul style="list-style-type: none"> • Cible prioritaire : Partenaires impliqués dans les axes 2 et 3 • Autre cible : acteurs de la R&D et du développement agricole
Livrables directement produits par le RMT	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaire mis à jour des ressources et outils, avec documentation sommaire • Synthèse bibliographique annuelle de nouvelles ressources ou nouvelles méthodes
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de ressources référencées

Action 1.2 - Fourniture de jeux de données climatiques

Les jeux de données climatiques sont la base pour établir des indicateurs, quelle que soit l'échelle de travail (parcelle, exploitation agricole, territoire). Ils peuvent aussi servir à alimenter des prototypes ou outils d'aide à la décision construits à partir de données / indicateurs agronomiques ou phénologiques tels que décrits dans l'action 1.3.

Les jeux de données climatiques couvrent des échelles de temps longues, allant de quelques mois à plusieurs décennies. Il peut s'agir de moyennes sur des temps longs, de distributions statistiques ou de phénomènes extrêmes. Ces données sont soit des anomalies par rapport à un climat de référence, soit des valeurs absolues ayant nécessité un travail de correction de biais et d'adaptation aux échelles d'espace considérées. Il peut aussi s'agir d'observations, de prévisions saisonnières ou de projections climatiques pour les prochaines décennies.

Les principaux volets de l'action 1.2 sont :

- Inventaire des familles de données climatiques disponibles
- Mise en œuvre des modalités d'accès aux jeux de données, en fonction du statut et du cadre d'utilisation (par exemple recherche, formation...)
- Définition d'un cadre conventionnel commun à tous les acteurs du RMT fixant les règles d'accès et d'usage des données dans le cadre de projets de R&D labellisés par le RMT
- Selon les cas, mise à disposition de premiers jeux de données déjà travaillés dans le cadre de projets de R&D. Exemple : Mise à disposition par le CIRAD via la plate-forme Smartis (voir action 1.5) d'échantillons de séries climatiques horaires et quotidiennes réelles issues de postes climatiques référencés dans la Publithèque de MétéoFrance à La Réunion (résolution spatiale affinée des scénarios climatiques du GIEC sur une grille de 12 km sur l'Océan Indien)

Responsable(s) de l'action	Météo France, CIRAD
Partenaires du réseau mobilisés	INRAE, Arvalis, Chambre d'agriculture Grand Est
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Partenaires du réseau, centres de formation, centres techniques
Livrables directement produits par le RMT	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaire des familles de données climatiques • Convention type de mise à disposition et d'usage • 1^{ers} jeux de données d'ores et déjà disponibles
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	<ul style="list-style-type: none"> • Jeux de données utilisés dans les projets affiliés au RMT
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de jeux de données recensés • Nombre de jeux de données mis à disposition • Nombre de projets générés ayant accédé aux données via la procédure mise en place par le RMT

Action 1.3- Définition de cas d'étude (description multivariée) sur lesquels évaluer les impacts climatiques et à partir desquels proposer des adaptations

L'objet de l'action 1.3 est de mettre à disposition des axes 2 et 3 des supports de simulation, représentatifs de situations existantes et réalistes, afin de faciliter l'accès à l'information et d'assurer une cohérence entre les simulations réalisées. Il s'agit donc de proposer des ensembles de situations techniques documentées de façon à pouvoir mettre en œuvre aisément les travaux de simulation climatique et d'évaluation des impacts :

- **Pour les cultures annuelles** : description géographique et climatique (contexte agro-climatique initial), agronomique (typologie de sol, nature de la rotation et des facteurs limitants éventuels) et technique (cultivar, itinéraire technique, organisation des chantiers)
- **Pour les systèmes d'élevage ou de polyculture-élevage** : description du système fourrager (types de prairies et cultures fourragères, conduite, utilisation...) et le cas échéant du système de culture, du mode de conduite du troupeau, typologie de bâtiments d'élevage
- **Pour les cultures pérennes** : nature des cultivars, itinéraire technique, densité de plantation, données climatiques associées, etc.

Ces cas d'étude pourront notamment être proposés par les partenaires en lien avec des travaux existants et utilisés comme hypothèses de départ pour réaliser les simulations et proposer des adaptations. Il pourra s'agir de cas réels ou de situations fictives représentatives d'un ensemble de pratiques locales.

Le rôle de l'axe 1 ne sera pas d'imposer des cas d'étude prédéfinis, mais d'une part de faciliter leur constitution (en ayant identifié au préalable les sources d'informations permettant d'étayer les choix : bases de données, enquêtes, etc), et d'autre part de rendre cohérentes les différentes projections menées par les initiatives menées dans le cadre du RMT en ayant recours, lorsque cela est possible, aux mêmes cas d'études.

Responsable(s) de l'action	ARVALIS, IDELE, CIRAD
Partenaires du réseau mobilisés	Chambre d'agriculture Grand Est Instituts techniques spécialisés
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Partenaires impliqués dans les axes 2 et 3
Livrables directement produits par le RMT	Bibliothèque de cas d'étude renseignés sur le passé récent, aptes à permettre la simulation de scénarios climatiques variés (productions végétales et animales)
Indicateurs de réalisations / objectif cible	Nombre de cas d'étude référencés mis à disposition

Action 1.4- Identification et calculs de descripteurs (indicateurs agro/éco-climatiques, modèles de culture)

L'action 1.4 vise à mettre à disposition un ensemble d'indicateurs : « agro-climatiques » (variables qui traduisent des caractéristiques climatiques entraînant une réponse probable des plantes, des animaux et des agro-systèmes, calculées sur des repères calendaires), « éco-climatiques » (sur des phases phénologiques), « zoo-climatiques » (qui traduisent des niveaux de stress sur les animaux), culturels et physiologiques (sorties de modèles de cultures) permettant de rapidement appréhender une série climatique, aussi bien en termes de valeurs moyennes que de valeurs extrêmes.

L'objectif est d'aider l'utilisateur à sélectionner et comparer les jeux de données selon un ensemble d'indicateurs prédéfinis pour mettre en œuvre des travaux de simulation climatique et d'évaluation des impacts. Le travail se répartira selon deux grandes catégories d'outils utilisés :

- **Identification des indicateurs climatiques.** Ce travail s'appuiera sur la bibliographie et les nombreux travaux réalisés par les partenaires du RMT permettant de définir un jeu d'indicateurs pertinents, et de proposer un cadre de travaux pour en définir de nouveaux.
- **Utilisation de modèles de culture,** soit pour le calcul d'indicateurs éco-climatiques (en simulant de la phénologie), soit en vue d'estimer des variables d'intérêt concrètes (biomasses, consommation en eau, flux d'azote).

Le champ d'application des indicateurs proposés concerne des questions agronomiques liées à l'évaluation des impacts résultants de choix tactiques d'implantation et de conduite de la culture en lien avec le climat, ainsi qu'à l'évaluation des nouvelles stratégies d'adaptation (par exemple, choix variétaux et techniques).

Remarque : les indicateurs agro- et éco- climatiques présentent l'intérêt d'être faciles d'utilisation, et seront donc privilégiés en première approche. Néanmoins, ils ne permettent pas aisément une évaluation des effets sans fonction d'impact déjà établie. Ils ne permettent pas non plus d'évaluer l'effet combiné de facteurs (par exemple effet de l'évolution de la teneur en CO₂ en interaction avec les températures et la situation hydrique). Pour cette raison, l'utilisation de modèles mécanistes (pour les cultures : STICS (Brisson et al. 1998), CHN (LeBris et al. 2016, Soenen et al. 2017) par exemple) pourra être requise dans certaines situations spécifiques. Les besoins d'appropriation de ces outils restreindront probablement leur usage aux utilisateurs expérimentés.

Responsable(s) de l'action	Arvalis, IDELE, INRAE
Partenaires du réseau mobilisés	Chambres d'Agriculture Pays de la Loire, Grand Est Instituts techniques spécialisés
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Partenaires impliqués dans les Axes 2 et 3
Livrables directement produits par le RMT	Première bibliothèque d'indicateurs permettant de catégoriser les séries climatiques et les modèles de culture
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	Nouveaux indicateurs
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> ● Nombre de descripteurs définis et catégorisés en familles climatique et agro-climatique, et les calculs associés. ● Nombre de projets de définition de nouveaux indicateurs soutenus par le RMT

Action 1.5 - Développement d'initiatives coordonnées de mise à disposition d'outil

Les ressources regroupées dans l'axe 1 doivent être aisément accessibles aux partenaires du RMT, à travers un inventaire détaillé, un fléchage vers les identités ressources, voire des supports informatiques qui donnent accès à des données brutes (données météorologiques ou climatiques) ou partiellement élaborées (indicateurs climatiques).

L'action 1.5 proposera en 1^{er} lieu un recensement simplifié des ressources accessibles, à travers une page Web par exemple :

- Une identification des outils accessibles, par catégorie
- Une qualification des données (entrée, sortie)
- Un lien vers les ressources en question ou une personne ressource

Par la suite, l'action 1.5 contribuera au montage et/ou la promotion d'initiatives de mise à disposition concertées de données via des plateformes Web dédiées. Cela passera par une intervention auprès des membres du RMT pour guider au choix des formats de données générés et transmis, pour permettre une plus grande interopérabilité. Les discussions s'appuieront notamment sur la valorisation et la mise en connexion cohérente d'initiatives préexistantes comme, par exemple :

- Hébergement et à mise à disposition d'outils INRAE (outil de veille agroclimatique, AgroMetInfo :<https://www.agrometinfo.fr/>, et outils de calcul des indicateurs GETARI <https://w3.avignon.inrae.fr/getari/> et SICLIMA <https://siclima.intranet.inrae.fr/siclima/>)
- Plate-forme d'information spatiale Smartis, développée par le CIRAD à la Réunion, accessible par le web et interopérable. Elle regroupe un système d'information de données géographiques pour l'agriculture de La Réunion (sol, culture, climat), des modèles de culture, de calcul d'indicateurs environnementaux et des outils d'aide à la décision.

Responsable(s) de l'action	ARVALIS
Partenaires du réseau mobilisés	INRAE, CIRAD, ARVALIS
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Partenaires du réseau et partenaires extérieurs
Livrables directement produits par le RMT	<ul style="list-style-type: none"> • Page web identifiant les ressources (description, lien vers les entités référentes) • Recensement des plateformes préexistantes
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	<ul style="list-style-type: none"> • Conception d'un référentiel d'interopérabilité entre plateformes • Plateforme centralisée de mise à disposition d'outil
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> • Page Web de recensement créée et mise à jour régulièrement

Action 1.6 - Constitution d'une offre de formation (tutoriels, webinaires, formations en présentiel) pour l'appropriation et la maîtrise des outils mis à disposition dans l'axe 1

Les données, supports et outils regroupés dans l'axe 1 du projet seront mis à disposition des partenaires impliqués dans les axes 2 et 3. Pour **permettre une utilisation rigoureuse, homogène et efficace** de ces ressources, celles-ci doivent être préalablement présentées et expliquées.

Un ensemble de sessions de découverte et d'appropriation des outils pourra être organisé :

- Des **formations en présentiel** lors du démarrage de nouveaux projets de simulation, pour assurer la cohérence et l'excellence des simulations et des analyses
- Des **formats courts (2 heures à 1 journée), à distance** et éventuellement enregistrés pour être rediffusés, afin d'accompagner le déploiement et l'appropriation de nouvelles ressources
- Des tutoriels ou des notices écrites et succinctes seront rédigées pour chaque ensemble de ressources mis à disposition des partenaires du RMT.

Ces sessions seront l'occasion de constituer une base de méthodologies communes et permettre un retour d'expérience sur l'utilisation des outils mis à disposition par l'Axe 1.

Responsable(s) de l'action	ARVALIS
Partenaires du réseau mobilisés	Partenaires fournissant des ressources : Météo France (données climatiques et météorologiques), Arvalis, IDELE (cas d'étude), INRAE, Arvalis (indicateurs), ACTA, INRAE (plateformes, ressources informatiques), Chambres d'agriculture Pays de Loire, Grand Est, Bretagne, Bouches du Rhône (indicateurs, études prospectives et observatoires), Institut Agro (Florac), Etablissements d'enseignement technique agricole pour leur expertise en pédagogie
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Partenaires impliqués dans les axes 2 et 3
Livrables directement produits par le RMT	<ul style="list-style-type: none"> ● Sessions de formation ● Webinaires ● Notices explicatives
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> ● Nombre de sessions (webinaires, sessions en présentiel) ● Nombre de participants aux sessions

Axe 2. Impacts et leviers d'adaptation au changement climatique sur le court terme

Animateurs de l'axe 2 : ARVALIS-Institut du végétal, Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire

En lien avec l'axe 3 (dédié à l'adaptation sur le long terme) et utilisant les outils mis à disposition par l'axe 1, le cadre général des actions de l'axe 2 se situe dans le domaine de l'élaboration des leviers d'adaptation des exploitations agricoles face au changement climatique i) qui a déjà eu lieu ces 20 dernières années et ii) qui est susceptible d'advenir sur un pas de temps court (1 à 10 ans maximum). Les évolutions climatiques à prendre en compte seront de deux natures : les évolutions tendanciennes de paramètres agro-météorologiques (ex : nombre de jours en stress hydrique sévère en phase sensible d'une culture) et l'augmentation de la fréquence d'occurrence d'aléas climatiques extrêmes (température extrême, excès d'eau...) infra et interannuels. L'appréhension de ces deux natures d'évolution climatique fera appel à des notions et des outils différents mais complémentaires.

Les objectifs de l'axe 2 sont :

- ✿ Recenser les études de diagnostic des impacts des évolutions climatiques récentes et prévues dans un futur proche sur les exploitations agricoles, et contribuer à la mise en place d'études complémentaires
- ✿ Analyser et appuyer la conception de leviers d'adaptation à court terme, y compris en apportant de nouvelles méthodes de conception.
- ✿ Contribuer à l'équipement et l'outillage des conseillers, des formateurs, des agriculteurs et des opérateurs des filières et des territoires pour faire face aux conditions climatiques actuelles et aux aléas climatiques

Le rôle du RMT sera de contribuer au recensement, à l'acquisition et au transfert de connaissances et leviers vers les acteurs de terrain pour faire face aux conditions climatiques actuelles et aux aléas climatiques. Pour cela, les travaux de l'axe 2 viseront à initier, fédérer et mettre en cohérence des projets de R&D répondant aux objectifs précités.

L'axe 2 est organisé en 3 actions :

- Action 2.1/3.1 – diagnostics d'impact du changement climatique
- Action 2.2 – leviers d'adaptation au changement climatique à court terme
- Action 2.3 – mise à disposition d'outils et méthodes dans le conseil et la formation sur l'adaptation à court terme

Action 2.1/3.1 – diagnostic d'impact du changement climatique

L'action 2.1/3.1 a pour objectif de fédérer à l'échelle nationale un diagnostic d'impact des évolutions climatiques récentes (20 dernières années) et attendues dans un futur proche voire jusqu'à la fin du XXI^e siècle, sur la production et la qualité des produits agricoles (toutes cultures et tout élevage, y compris les outre-mer). La question de l'impact des aléas climatiques extrêmes fera l'objet d'un traitement spécifique, tant cette question est au cœur des préoccupations immédiates de la production agricole, des filières et des territoires.

Pour certaines productions, le travail est déjà fait à l'occasion de différents projets (ORACLE, yield gap, diagnostic des besoins en eau d'irrigation pour le maïs en région, programme Laccave, diagnostics déjà réalisés au sein de certaines filières...) et ne nécessitera qu'une action de recensement et de mise en cohérence. A cette occasion, les initiatives précédentes de recensement (comme celle engagée par l'APCA en 2019) seront valorisées et complétées. Plusieurs projets qui seront recensés traitent à la fois des impacts à court terme et à long terme. Ainsi, l'action 2.1 est commune avec son homologue de l'action 3.1 située dans l'axe 3.

A l'issue de cette phase de recensement, il est d'ores et acquis que l'amorçage d'études d'impact originales sera nécessaire. Ainsi, le RMT sera le lieu privilégié des partenaires pour les concevoir. Les outils (modèles, données météo...) mis à disposition par l'axe 1 seront alors fortement mobilisés. Afin de garantir l'adéquation des outils proposés par l'axe 1 avec les besoins de l'axe 2, une interaction permanente sera entretenue entre ces 2 axes.

Responsable(s) de l'action	ARVALIS
Partenaires du réseau mobilisés	INRAE (via Laccave), IDELE, TERRES-INOVIA, ITB, IFV, CTIFL, SOLAGRO (projet LIFE AgriAdapt), Chambres d'agriculture Bretagne, Normandie, Occitanie, AURA, Pays de la Loire, Bourgogne Franche Comté, Grand-Est (observatoires ORACLE, études ClimA-XXI, étude AP3C, etc.), CIRAD
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Communauté de la R&D agricole, producteurs agricoles, responsables filières
Livrables directement produits par le RMT	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaires des études d'impact existantes • Synthèses selon les besoins des résultats des études et/ou des méthodes d'études d'impact • Diagnostic des études manquantes à traiter dans des futurs projets
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes d'impact originales
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'études recensées • Nombre de projets nouveaux initiés

Action 2.2 – leviers d’adaptation au changement climatique à court terme

L’action 2.2 a pour objectif le recensement et, le cas échéant, l’élaboration de leviers techniques, spatiaux ou organisationnels d’adaptation des exploitations agricoles au changement climatique ayant un effet significatif à court terme. A l’image de l’action 2.1/3.1, le recensement des études existantes permettra d’identifier les besoins de montage de projets originaux en distinguant le traitement différencié des évolutions tendanciennes et de la recrudescence des aléas climatiques extrêmes. Dans ce cadre, une forte interaction avec l’axe 1 est prévue (utilisation d’outils et préconisations en retour). Les leviers identifiés relèveront de plusieurs échelles décisionnaires (adaptation des interventions en cours de campagne et décision à l’échelle de l’exploitation pour améliorer sa résilience face aux évolutions climatiques tendanciennes et aux aléas). En année 1, le recensement de ces leviers s’appuiera sur les réseaux d’expérimentation conduits par les différents partenaires, y compris dans les exploitations de lycées agricoles.

Tous les leviers identifiés et travaillés relèveront de stratégies d’adaptation au changement climatique. Néanmoins, ils seront accompagnés de l’ensemble des informations nécessaires pour évaluer leur impact sur les bilans GES dans des projets externes au RMT relevant des stratégies d’atténuation. Une liste non-exhaustive par filière (métropole et outre-mer) des thématiques qui seront abordées est fournie ci-après.

Remarque : bien que les études d’impacts qui seront recensées/initiées pourront intégrer les conséquences économiques du changement climatique sur les exploitations agricoles, la recherche des leviers d’adaptation se limitera aux domaines techniques. A ce titre, la thématique de l’assurance récolte ne sera pas abordée.

Filières grandes cultures (y compris tropicales)

- Décalage des cycles phénologiques
- Leviers génétiques à court terme (idéotypes à privilégier dans l’offre variétale actuelle) (voir aussi axe 3 pour le lien avec les programmes de sélection)
- Optimisation de la gestion de la ressource en eau
- Changements mineurs de systèmes de culture (introduction de nouvelles espèces)
- Evolutions des bassins de production (voir aussi l’axe 3)

Filières Vigne et vin

- Pratiques viticoles
 - Irrigation et fert’irrigation. Etude des différentes techniques
 - Techniques d’ombrage de la vigne (conduite de la vigne et hauteur de feuillage, densités de plantation, panneaux photovoltaïques, filets anti-grêle et atouts pour ombrage...)
 - Sols (gestion des sols pour limiter les pertes d’eau par transpiration du sol, efficacité des apports de fertilisants sous contrainte hydrique, sensibilité au gel de printemps et pratiques d’entretien du sol)

Filières Fruit et Légumes

- Leviers technologiques : agriculture de précision (dont modélisation, prévision météo)
- Leviers techniques : utilisation d’outils, protection, barrières, techniques d’ombrage, régulateur de croissance, ...
- Leviers pratiques : modification des itinéraires, mode de conduite, gestion du sol, de l’eau

- Thématiques spécifiques à l'outre-mer : problématique de production sous abri en températures chaudes, utilisation de pollinisateurs naturels...

Elevage ruminants

- Cultures fourragères : choix d'espèces et variétés dans les prairies, diversification des ressources fourragères, cultures intermédiaires pouvant être valorisées en alimentation animale, stratégies de contournement des aléas (décalage des cycles culturaux, techniques d'implantation...)
- Animaux : équipements permettant la protection des animaux face aux épisodes de fortes chaleurs, utilisation de ressources alternatives dans l'alimentation animale

Responsable(s) de l'action	Chambre d'agriculture Pays de la Loire
Partenaires du réseau mobilisés	ARVALIS, IFV, IDELE, CIRAD, CTIFL, ARMEFLHOR, TERRES-INOVIA, ITB, APCA, Chambres d'agriculture Bretagne, Grand Est, Bourgogne Franche Comté, AURA, Normandie, Occitanie Institut Agro (Florac) EPL (Albi, Aurillac, Pixérécourt, Mirecourt, Montmorillon, Roanne, Rochefort-Montagne, Les Etablières)
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Acteurs de développement agricole, organismes économiques et de collecte, exploitants agricoles
Livrables directement produits par le RMT	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes d'élaboration de leviers • Recensement des leviers d'adaptation court terme • Liste de nouveaux projets à instruire
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	<ul style="list-style-type: none"> • Nouveaux leviers d'adaptation à court terme
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de leviers et de méthode d'élaboration recensés • Nombre de nouveaux projets initiés

Action 2.3 – mise à disposition d’outils et méthodes dans le conseil et la formation sur l’adaptation à court terme

L’action 2.3 a pour objectif d’assurer la mise en pratique des leviers d’adaptation définis dans l’action 2.2 par tous les acteurs du développement agricole pour permettre leur combinaison et leur mise en œuvre concrète sur les exploitations agricoles. Cela passera par des initiatives 1) de communication et 2) de formation des acteurs. Les méthodes employées valoriseront autant que faire se peut les méthodes d’interactions directes avec les différents acteurs et leurs retours d’expérience.

Le RMT appuiera les acteurs du conseil et de la formation pour répondre aux demandes actuelles des agriculteurs pour réduire la vulnérabilité de leur exploitation vis-à-vis du climat actuel, de ses aléas voire des événements extrêmes. Le RMT recensera les facteurs climatiques déclenchant une prise de conscience de l’agriculteur vis-à-vis de la vulnérabilité de son système.

Sur les outils et méthodes de conseil, le RMT réalisera les tâches suivantes :

- Compiler les outils et méthodes d’accompagnement réalisées en réponse aux aléas climatiques ou basées sur une étude de vulnérabilité au climat actuel : il s’agit des retours d’expériences d’accompagnement ou de formation de groupes d’agriculteurs, d’initiatives de lycées agricoles, d’outils d’aides à la décision pour adapter certaines pratiques (exemple : outil PEREL sur la gestion du système fourrager, développé par la Chambre des Pays de la Loire et IDELE), de la méthode d’accompagnement testée dans le cadre du projet Life AgriAdapt porté par SOLAGRO ou de méthodes d’évaluation de la vulnérabilité à l’échelle territoriale (Occitanie : vulnérabilité vis-à-vis de la ressource en eau, ou à travers des études réalisées dans le cadre de PCAET).
- Favoriser les échanges entre utilisateurs de ces outils au travers d’ateliers de travail et de webinaires, afin de mutualiser les méthodes d’accompagnement d’agriculteurs.

Sur la sensibilisation et la formation des acteurs le RMT réalisera les tâches suivantes :

- Mettre à disposition des supports pédagogiques pour accélérer la montée en compétences des acteurs du conseil sur les réponses aux aléas climatiques, s’insérant dans les formations existantes selon leur spécialité.
- Appuyer la conception d’outils de communication (posters, vidéos) et d’animation sur les réponses aux aléas du climat et les comparer aux productions de l’action 3.3 pour sensibiliser sur les niveaux de réponses et guider à terme les acteurs vers l’adoption de stratégies d’adaptation sur le temps long.
- Faire connaître les plateformes et centres de ressources existants. Le RMT pourra faire le relai des travaux nationaux menés sur la gestion des risques climatiques cette année.

La nature des tâches identifiées est en pratique très similaire à l’action homologue 3.3, traitant de l’accompagnement des exploitations sur le temps long. Par conséquent, le RMT organisera certaines actions de sensibilisation en commun avec les contributeurs de ces deux actions, en particulier concernant les actions de mutualisation et de diffusion d’outils. Des groupes de travail seront organisés en commun.

A noter quelques différences majeures avec l’axe 3 :

- Si l’accompagnement traité ici peut engager la stratégie de l’exploitation, les méthodes de reconception de système qui auront un impact sur la vie de l’exploitation ne seront pas

<p>traitées ici.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cette action reste centrée sur la stratégie de l'exploitation agricole, alors que l'action 3.3 s'intéressera aux interactions avec d'autres parties prenantes du territoire ou des filières à même d'être concernées par des effets à long terme des leviers d'adaptation actionnés • Les outils recensés ici se basent sur une description du climat actuel, ou évaluent la vulnérabilité de l'exploitation aux conditions présentes ou à celles qui prévaudront dans un avenir proche. L'action 3.3 visera à étudier les leviers permettant à l'exploitation agricole de s'adapter aux évolutions climatiques dans un futur plus lointain. 	
Responsable(s) de l'action	Chambre d'agriculture Pays de la Loire Institut Agro (Florac)
Partenaires du réseau mobilisés	ARVALIS, CIRAD IDELE, INRAE, IFV SOLAGRO Coopération Agricole APCA, Chambres d'agriculture Bretagne, Normandie, Grand Est, Occitanie, Bourgogne Franche Comté EPL (Albi, Aurillac, Pixérécourt, Mirecourt, Montmorillon, Roanne, Rochefort-Montagne, Les Etablières) + intervention indirecte de la Bergerie Nationale de Rambouillet
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculteurs • Enseignants et formateurs agricoles • Conseillers agricoles
Livrables directement produits par le RMT	<ul style="list-style-type: none"> • Référentiels d'outils de conseil / sensibilisation permettant l'évaluation de la vulnérabilité des exploitations et d'aide à la réflexion pour combiner les leviers d'adaptation • Webinaires et ateliers de travail • Synthèses de séminaires, d'ateliers de travail et webinaires
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	<ul style="list-style-type: none"> • Supports de sensibilisation au changement climatique (vidéos, posters, supports de formations) • Nouveaux supports pédagogiques • Outils et méthodes d'évaluation de la vulnérabilité et d'accompagnement des agriculteurs
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de webinaires et d'ateliers de travail / an • Nombre de participants aux événements • Nombre d'outils de diffusion/formation recensés et testés • Nombre de formations utilisant les ressources du RMT • Nombre de supports de communication produits • Nombre de supports pédagogique produit

Axe 3. Impacts et leviers d'adaptation au changement climatique sur le temps long

Animateurs de l'axe 3 : APCA, IDELE

Tout comme l'axe 2 (dédié à l'adaptation sur le temps court), les actions de l'axe 3 visent à mettre à disposition des acteurs agricoles la valorisation des outils issus de l'axe 1, spécifiquement pour accompagner l'adaptation des exploitations agricoles vis-à-vis des évolutions du climat des 10 à 40 prochaines années.

Les objectifs de l'axe 3 sont :

- ✿ Recenser les études de diagnostics des impacts des évolutions climatiques à long terme sur les exploitations agricoles, et contribuer à la mise en place d'études complémentaires
- ✿ Analyser et appuyer la conception de leviers d'adaptation ayant un effet sur le temps long, et concevoir leur mobilisation de manière systémique
- ✿ Contribuer à la sensibilisation des acteurs agricoles et de l'aval sur les évolutions climatiques et les impacts sur les productions et filières.
- ✿ Contribuer à l'équipement et l'outillage des conseillers, des formateurs, des agriculteurs et des opérateurs des filières et des territoires pour accompagner l'adaptation de l'agriculture au changement climatique
- ✿ Outiller les acteurs agricoles aux méthodes de conseil stratégique pour accompagner l'adaptation au changement climatique, et partager les démarches et approches visant à élaborer des stratégies d'adaptation à différentes échelles

Pour cet axe, le rôle du RMT sera donc de créer les bonnes conditions pour engager les acteurs de terrain à accompagner la mise en œuvre et la combinaison de leviers pour s'adapter aux évolutions tendanciennes du climat et à leurs conséquences sur la vie de l'exploitation. Comme pour l'axe 2, cela implique en premier lieu de renforcer la sensibilisation des acteurs agricoles et de l'aval aux évolutions climatiques et à leurs impacts sur les productions et filières. Pour répondre à cet enjeu, les travaux de l'axe 3 viseront à initier, fédérer et mettre en cohérence des projets de R&D répondant aux objectifs précités.

3 actions sont prévues dans cet axe, dont une action transversale à l'axe 2 pour le recensement et l'appropriation des diagnostics d'impact du changement climatique qui prendront en compte à la fois le temps court et le long terme.

- Action 2.1/3.1 – diagnostic d'impact du changement climatique
- Action 3.2 – identification, élaboration de leviers d'adaptation agissant sur le long-terme
- Action 3.3 – mise à disposition d'outils et méthodes dans le conseil et la formation sur l'adaptation à long terme

Action 2.1/3.1 – diagnostic d'impact du changement climatique

Action décrite dans l'axe 2 et commune aux deux axes

Action 3.2 – identification, élaboration de leviers d'adaptation agissant sur le long-terme

L'action 3.2 vise à recenser voire élaborer des leviers d'adaptation au changement climatique ayant un effet significatif sur le temps long. Tout comme l'action 2.2, les apports de l'action 2.1/3.1 et les interactions avec l'axe 1 permettront d'identifier les besoins de montage de projets complémentaires.

Les leviers d'adaptation traités dans cette action peuvent être de différentes natures (techniques, spatiaux, organisationnels). Ces leviers, ayant un effet sur le temps long, pourront nécessiter un niveau de transformation du système agricole plus ou moins fort (substitution jusqu'à la reconception).

Les leviers d'adaptation incrémentiels ou stratégiques, ayant un effet à long terme, peuvent être par exemple des investissements bâtiment, des modifications de variétés de cultures pérennes, l'adoption de l'agriculture de précision etc.

Les leviers transformants qui vont engager l'ensemble de la filière sur le long-terme pourraient être l'implantation de nouvelles cultures impliquant la création d'une nouvelle filière sur un territoire. Pour l'élevage, ces leviers peuvent amener une évolution du modèle animal, avec l'identification et l'intégration en sélection de caractères d'adaptation des animaux face aux changements climatiques (tolérance thermique, capacité d'encaisser des aléas, capacité de mieux valoriser les ressources).

Enfin, pour identifier de nouveaux leviers d'adaptation sur le long terme, le RMT pourra s'appuyer sur un ou plusieurs ateliers d'échanges organisés entre les acteurs de terrain partenaires (chambres d'agriculture, lycées agricoles), dont les résultats et la méthode pourront ensuite être partagés à d'autres, en transversalité avec les acteurs de l'axe 2.

Comme pour l'action 2.2, les leviers seront accompagnés de l'ensemble des informations nécessaires pour évaluer leur impact sur les bilans GES dans des projets externes au RMT relevant des stratégies d'atténuation. Une liste non-exhaustive par filière (métropole et outre-mer) des thématiques qui seront abordées est fournie ci-après.

Grandes cultures (y compris tropicales)

- Evolutions des bassins de production,
- Reconception en profondeur des systèmes de culture (3 cultures en 2 ans...),
- Conception de nouveaux idéotypes variétaux pour implémentation dans de nouveaux schémas de sélection.

Filière Vigne et vin

- Conception d'idéotypes variétaux en vue de création variétale
- Evolution des bassins de production: nouveaux vignobles, diversification, partage du territoire
- Techniques d'ombrages de la vigne (agroforesterie)
- Leviers variétaux
 - porte-greffes : étude des potentialités des différents porte-greffes face au changement climatique
 - levier clonal: étude des potentialités des différents clones face au changement climatique
 - levier variétal: étude des cépages anciens et oubliés et de leurs potentialités face au changement climatique, expérimentation de cépages étrangers
- Transformation : étude de l'aptitude à la vinification des raisins en contexte de changement climatique : équilibre sucre-acidité, polyphénols et arômes.

Fruits et légumes

- Leviers matériel végétal (porte greffe et variété) et diversification
- Evolution des bassins de productions,
- Implantation de nouvelles espèces,

<ul style="list-style-type: none"> • Études technico-économiques sur de nouvelles filières, 	
Elevage ruminants <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelles ressources fourragères • Adaptation de la génétique des troupeaux • Conception de bâtiments adaptés aux nouvelles conditions climatiques • Mise en place de systèmes agroforestiers • Evolution vers la polyculture-élevage lorsque cela est possible • Adaptation des cahiers des charges des productions sous signe de qualité 	
Responsable(s) de l'action	IDELE
Partenaires du réseau mobilisés	ARVALIS, ARMEFLHOR, CIRAD, CTIFL, IFV, INRAE, TERRES-INOVIA, APCA, Chambres d'agriculture Bouches du Rhône, Bretagne, Bourgogne Franche Comté, Grand Est, Pays de la Loire Institut Agro (Florac) EPL (Aurillac, Pixérécourt, Mirecourt, Montmorillon, Roanne, Les Etablères)
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Acteurs de développement agricole, organismes économiques et de collecte, exploitants agricoles
Livrables prévus	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes d'élaboration de leviers et de stratégies à différentes échelles • Recensement des leviers d'adaptation à moyen et long terme • Liste de nouveaux projets à instruire
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	<ul style="list-style-type: none"> • nouveaux leviers d'adaptation long terme
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<ul style="list-style-type: none"> • Diffusion des méthodes • Nombre de leviers recensés • Nombre de nouveaux projets initiés

Action 3.3 – mise à disposition d'outils et méthodes dans le conseil et la formation sur l'adaptation à long terme

Pour cette action, l'objectif est d'assurer la traduction de leviers d'adaptation auprès des acteurs du développement agricole et de la formation, pour permettre leur combinaison sur les exploitations agricoles, et systématiquement dès l'émergence de projets ayant une incidence sur les 10 à 40 années à venir (formation initiale, parcours d'installation, projet de diversification, etc.). Sur le long terme, la combinaison de leviers doit s'effectuer dans une logique systémique sur l'exploitation. Et pour lever certains verrous, l'accompagnement des agriculteurs implique aussi une interaction avec d'autres parties prenantes du territoire ou de l'aval de filières. Le RMT apportera également un regard sur les retours d'expériences pour identifier les motivations sous-jacentes ayant poussé à engager une stratégie d'adaptation.

Sur les outils et méthodes du conseil, le RMT réalisera les tâches suivantes :

- Identifier et mettre à disposition les outils et méthodes permettant d'accompagner la reconception de systèmes, à l'échelle des exploitations ou des filières. Certains outils existent et sont spécifiques à la question de l'adaptation du changement climatique d'autres sont plus généraux et devront être adaptés, à travers des projets complémentaires. Enfin, les outils et méthodes ayant une application à l'échelle territoriale seront également capitalisés (exemple : outil d'aide à la décision sur le partage prospectif de la ressource en eau et de sélection de leviers d'adaptation). Cette tâche sera menée dès la 1^{ère} année de programmation du RMT.
- Favoriser les échanges entre utilisateurs de ces outils (par le biais d'ateliers de travail par exemple), notamment en vue d'identifier des besoins pour les adresser à l'axe 1 ou à travers des projets complémentaires (mutualisation de références nécessaires au fonctionnement des outils, adaptation de méthodes existantes voire transposition dans d'autres filières...). Le RMT organisera en 1^{ère} année des webinaires centrés sur l'utilisation d'outils et des temps d'échanges basés sur des retours d'expériences de méthodes pédagogiques, en particulier issus d'initiatives réalisées dans les lycées agricoles.
- Identifier et adapter les méthodes et postures de conseil pour prendre en compte des scénarios de rupture, à l'aide de l'apport de SHS, à destination en priorité des conseillers en accompagnement stratégique.
- A travers les retours d'expériences d'études prospectives à l'échelle de territoires ou filières, le RMT apportera son regard quant au croisement des enjeux d'adaptation avec d'autres enjeux environnementaux, en particulier pour atteindre les objectifs d'atténuation des GES (exemples : croisement entre études ClimAgri et enjeux d'adaptation, projets alimentaires, évolution des appellations).

Sur la formation et la sensibilisation des acteurs, le RMT réalisera les tâches suivantes :

- Engager des échanges avec l'ensemble des parties prenantes de la formation agricole pour lister les publics cibles et les actions adaptées : fournir une synthèse des questionnements.
- Créer des supports de sensibilisation pour adopter une culture commune de l'ensemble des acteurs agricoles sur les réalités du changement climatique
- Vis-à-vis des conseillers agricoles : valoriser les éléments du RMT dans le cadre de modules pouvant s'insérer dans des formations existantes selon les spécialités
- Vis-à-vis des enseignants en formation initiale :
- Valoriser des apports du RMT et les initiatives pédagogiques recensées en amont pour

	<p>favoriser la montée en compétences des enseignants vis-à-vis du changement climatique par exemple en formalisant un stage PNF ou une journée scientifique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les appuyer pour concevoir des actions de communication (posters, vidéos) et d'animation (ateliers, séminaires, webinaires) sur l'adaptation • Vis-à-vis des acteurs de l'aval : proposer des modules de formation en lien avec Coop de France ou autres acteurs agro-alimentaires
Responsable(s) de l'action	APCA Institut Agro (Florac)
Partenaires du réseau mobilisés	INRAE (via Laccave) ARVALIS, IFV, IDELE, SOLAGRO, CIRAD (projet SeqCOI à La Réunion et l'Océan Indien) Coopération Agricole Chambres d'agriculture des Pays de la Loire, Bretagne, Grand Est ? Bouches du Rhône, EPL (Aurillac, Pixierécourt, Mirecourt, Montmorillon, Roanne, Les Etablères)
Publics cibles, bénéficiaires de l'action	Agriculteurs Enseignants et formateurs agricoles Conseillers agricoles Acteurs de l'aval
Livrables prévus	<ul style="list-style-type: none"> • Référentiels d'outils pédagogiques et d'aide à la réflexion pour combiner les leviers d'adaptation, de reconception de systèmes. • Webinaires et ateliers de travail • Synthèse des questionnements pour aborder le changement climatique dans la formation aux conseillers • Supports de sensibilisation au changement climatique (vidéos, posters, supports de formations) • Vadémécum des initiatives pédagogiques sur l'adaptation en lycées agricoles • Synthèses de séminaires, d'ateliers de travail et webinaires
Livrables produits par des projets associés que le RMT contribuera à monter	<ul style="list-style-type: none"> • Nouveaux outils et méthodes de reconception de systèmes adaptés au changement climatique • Analyses prospectives croisant enjeux d'adaptation et enjeux environnementaux (atténuation, ressources en eau) • Analyse ou appui aux méthodes de mise à l'épreuve de stratégies d'adaptation à l'échelle de territoires / filières.
Indicateurs de réalisations / objectif cible	<p>Nombre de webinaires et d'ateliers de travail / an</p> <p>Nombre de participants aux événements</p> <p>Nombre d'outils recensés et testés</p> <p>Nombre de stratégies d'adaptation remontées</p> <p>Nombre de formations utilisant les ressources du RMT</p>

7 La gouvernance du RMT

7.1 Animation du RMT

Le portage administratif et financier du RMT est assuré par l'APCA. L'animation globale sera organisée en binôme entre l'APCA (Léonard Jarrige) et ARVALIS (Jean-Pierre Cohan). En outre, ils assurent la co-animation du comité exécutif du RMT.

L'animation de chaque axe du RMT est assurée à un binôme ou un trinôme d'animateurs.

Axe 1	Patrick Bertuzzi Jean-Charles Deswarte Pierre Etchevers	INRAE AgroClim ARVALIS Météo France
Axe 2	Sarah Colombié Jean-Pierre Cohan	Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire ARVALIS
Axe 3	Léonard Jarrige Aurélié Madrid	APCA IDELE

Chaque animateur d'axe du RMT est chargé d'assurer le bon déroulement des actions prévisionnelles, le suivi de production des livrables envisagés dans le projet du RMT et la coordination entre partenaires. Ils assurent la transversalité entre axes de travail au sein du comité exécutif du RMT.

Pour conduire les actions de chaque axe, des groupes de travail seront organisés par les responsables d'action identifiés. Ces groupes auront pour mission d'assurer la production des livrables, l'organisation d'action de communication, et le soutien à des réponses à des appels à projets complémentaires.


7.2 Comité exécutif

Le comité exécutif est le lieu de prises de décisions stratégiques du RMT, il aura la responsabilité :

- de veiller à la bonne cohérence entre les travaux du RMT et les besoins des acteurs,
- d'orienter et de prioriser les actions du RMT,
- d'assurer le suivi des moyens engagés et de veiller à leur bon emploi,
- de veiller à la bonne articulation avec les autres dispositifs et acteurs de la R&D,
- d'organiser les travaux transversaux tels que les événements du RMT (séminaires) et le soutien à des projets complémentaires.

Le comité exécutif se réunira au moins 4 fois par an, dont au moins 1 fois en présentiel. Il est constitué des co-animateurs du RMT, des co-animateurs d'axes et de membres invités, dont en particulier :

- un représentant de la DGER et/ou de la DGPE
- un représentant de l'ACTA
- Un représentant supplémentaire de l'INRAE pilotant le méta-programme STRADA
- L'Institut Agro - institut d'éducation à l'agroenvironnement de Florac, en tant que coordinateur des actions pédagogiques des lycées agricoles, avec l'appui de la Bergerie Nationale de Rambouillet, également établissement national d'appui (ENA).

 Ce pilotage resserré autour d'une seule instance de gouvernance décisionnelle a pour avantage d'être souple, peu consommateur de temps pour les autres partenaires tout en assurant une prise de décision fluide. Selon l'actualité et les sujets abordés, les membres du RMT climA, ainsi que des partenaires extérieurs seront associés aux travaux du comité exécutif.

Les ordres du jour et les compte-rendus seront accessibles à l'ensemble des partenaires.

L'ensemble des partenaires contributeurs identifiés participeront donc aux groupes de travail, se retrouveront à l'occasion des séminaires du RMT a minima, ou seront parties prenantes de consortiums en réponses aux appels à projets.



Le RMT climA a pour vocation d'être ouvert à toute structure désireuse de se saisir de la thématique de l'adaptation au changement climatique en agriculture. Elles pourront participer aux actions du RMT, tester les productions ou faire remonter leurs besoins en participant à des groupes de travail ou aux événements organisés par le RMT. A ce titre, les actions du RMT s'orientent dans une large part vers des actions de concertation, de transfert et communication (événements, ateliers de travail locaux, test d'outils, etc.) visant à toucher l'ensemble des acteurs agricoles. La procédure d'adhésion au RMT sera spécifiquement définie par le comité exécutif pour faciliter l'élargissement du réseau à des partenaires ne l'ayant pas rejoint au moment de sa création.

7.3 Communication

Le RMT climA se dotera des outils numériques nécessaires à une large communication tout en privilégiant systématiquement l'usage des plates-formes existantes (rd-agri.fr, GECO...) plutôt que la création d'outils dédiés.

En particulier, le RMT ClimA diffusera ses productions et son actualité sur un site web dédié. La création et la mise à jour du site web fera l'objet d'un groupe de travail spécifique, piloté par les co-animateurs du RMT. Une partie de son budget de communication y est consacré.

L'information sur les événements organisés par le RMT (séminaires, ateliers, formations, webinaires...) sera relayée par l'ensemble des réseaux partenaires, afin de pouvoir mobiliser le public le plus large et diversifié possible. Dans la mesure des moyens techniques et humains disponibles, un accès à distance (captation vidéo, webinaires, podcast...) sera proposé.

8 L'articulation du RMT climA avec les autres dispositifs de R&D

8.1 Articulation avec d'autres RMT

- L'axe 3 du RMT « **Filières fromagères valorisant leur terroir** », porté par le CNAOL sur la période 2020-2024, vise notamment à anticiper les évolutions des ressources naturelles du terroir, en lien avec les pratiques et le changement climatique (axe 3). Dans ce cadre, une première étape consiste à identifier et classer les différents travaux menés par les ODG ou par d'autres acteurs sur le territoire de l'appellation, afin de pouvoir ensuite accompagner les filières dans la réflexion sur l'adaptation de leurs cahiers des charges au contexte climatique futur. Des échanges pourront être menés avec les axes 2 et 3 du RMT Adaptation des exploitations agricoles au changement climatique, notamment autour des leviers d'adaptation des filières et des méthodes utilisées dans la réflexion sur l'adaptation des cahiers des charges. Ces échanges seront facilités par le fait qu'Idele est également co-animateur de l'axe 3 du RMT Filières fromagères valorisant leur terroir.
- Le RMT SPICEE (**Structurer et Produire l'Innovation dans les systèmes ayant des Cultures et de l'Élevage-Ensemble**) est co-piloté par IDELE, l'ACTA et INRAE sur la période 2020-2024. Dans le cadre de son axe C intitulé « Accompagner la transition agroécologique des systèmes cultures-élevage : conseil, formation, prospective territoriale, politiques publiques, dissémination des acquis », il se propose de réaliser un état des lieux des outils existants produits par la R&D, en indiquant leurs objectifs et le champ couvert. Cet état des lieux pourra être réalisé conjointement avec celui prévu dans l'axe 3 du RMT adaptation au changement climatique.
- Des interactions avec le RMT ECOVAL (partenaires en commun : INRAE et IFV) pourront être prévues pour le lien avec des compétences en évaluation environnementale permettant de s'assurer que les leviers d'adaptation restent compatibles avec l'enjeu de l'atténuation. Dans la même logique, des liens avec le RMT MAELE et le RMT Champs et territoires ateliers seront envisagés.
- Des réflexions communes (échelle spatiale) avec le RMT AFORCE (Réseau français pour l'Adaptation des Forêts au Changement climatique) pourront être menées.
- Dans le cadre du recours à la science des données et aux modèles prédictifs des liens seront tissés avec les RMT Science des Données et Modélisation pour l'Agriculture et l'Agroalimentaire.
- Parmi les autres RMT déposés en 2020, des thématiques communes pourront émerger avec les RMT Avenirs Prairies, Agroforesteries (« Performances de l'agriculture et accompagnement des transitions », co-piloté par l'INRAE et l'APCA), et One Welfare, qui étudieront de façon plus approfondie certains des leviers d'adaptations identifiés dans les actions 2.2 et 3.3. De même, des interactions avec le futur RMT NAEXUS pourront être prévues, dans le cadre du recours aux outils numériques pour étudier et s'adapter au changement climatique.

8.2 Articulation avec des UMT

- L'UMT « **Systèmes caprins durables de demain** » (SC3D), sur la période 2018-2023, a parmi ses objectifs ceux d'évaluer les conséquences du changement climatique sur les ressources alimentaires destinées aux ruminants, notamment aux caprins, et d'identifier les leviers d'adaptation pour les atténuer. Ce travail, déjà démarré en région Nouvelle-Aquitaine et en Pays de la Loire en lien avec les acteurs des filières caprines locales, pourra enrichir les études

d'impact (action commune axe 2 et 3) et l'élaboration de leviers d'adaptation, tant du point de vue méthodologique que par les résultats attendus.

- **L'UMT Pasto (Ressources et transformations des élevages pastoraux en territoires méditerranéens)**, co-portée par INRAE, Idele et Montpellier SupAgro sur la période 2020-2024, souhaite travailler la question du changement climatique dans le cadre de son axe de travail « Évolutions des systèmes d'élevage et des territoires pastoraux face aux changements globaux et locaux ». Les systèmes agro-pastoraux méditerranéens étant déjà régulièrement confrontés à des aléas climatiques marqués, ils mettent en œuvre différents leviers pour y faire face, ce qui pourrait inspirer d'autres zones plus au Nord. Par ailleurs, l'UMT Pasto souhaite étudier les conséquences de la succession d'années marquées par des aléas climatiques sur les composantes des systèmes agropastoraux ; pour ce faire, elle pourra s'emparer des outils de l'axe 1 et des méthodes de diagnostic d'impact qui seront mises à disposition par les axes 2 et 3.
- Des liens pourront également être établis avec les **UMT SAFE** (Systèmes allaitants, fourrages et environnement) et **RIEL** (Recherche et Ingénierie en élevage Laitier).
- Enfin, dans le cadre de l'utilisation de données numériques, de modèles prédictifs et du recours à des capteurs numériques susceptibles de générer des données exploitables pour les besoins du RMT, des liens seront tissés avec les **UMT MAGNUM** et **CAPE2**.

8.3 L'articulation de l'action du RMT avec les niveaux régional et européen

Au niveau régional

La thématique du changement climatique est d'une part déclinée à l'échelle des Bassins, et fait l'objet de stratégies pilotées par les Agences de l'Eau, en cohérence avec les enjeux de partage de la ressource en eau. Cette thématique fait l'objet de plan d'actions conduits par les chambres régionales d'agriculture dans le cadre de leur programme régional de développement agricole et dans le cadre de programme pilotés par les Régions, souvent avec le soutien de l'ADEME, et impliquant aussi d'autres partenaires du RMT (ITA notamment).

Dans le cadre du Domaine d'Action Stratégique "Innovation Recherche Développement" de la nouvelle stratégie des Chambres d'Agriculture, la thématique de l'adaptation au changement climatique a été identifiée comme prioritaire. A ce titre, une animation dédiée a été mise en place entre l'ensemble des Chambres Régionales d'Agriculture. Cette animation sera pilotée par une ou plusieurs Chambres Régionales volontaires et spécialement engagées sur la thématique. Ces Chambres seront associées par l'APCA à certains des travaux du RMT. En co-animant l'axe 2, la Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de Loire est d'ores-et-déjà fortement engagée dans le RMT.

L'implication des Chambres d'agriculture à l'échelle régionales dans le RMT garantira cette articulation des actions du RMT avec le niveau régional, en particulier dans les régions Auvergne Rhône Alpes, Bretagne, Bourgogne Franche Comté, Grand Est, Normandie, Occitanie et PACA dont les chambres se sont engagées comme partenaires du RMT. A noter que dans cette dernière région, la chambre d'agriculture des Bouches du Rhône associera à ses contributions les membres de l'IRAEE PACA (inter-réseau Agriculture, Energie Environnement) composés de structures de conseil et de lycées agricoles et co-animé avec Bio de Provence.

La mise en œuvre d’observatoires régionaux du changement climatique ORACLE, pilotés par les Chambres régionales d’agriculture a permis dans plusieurs régions d’engager une concertation entre différents acteurs agricoles sur cette thématique. Le RMT sera le lieu de partage de ces travaux régionaux.

Au niveau européen

La thématique du changement climatique et ses impacts sur la production agricole sont au cœur des programmes de recherches européens actuels (Horizon 2020) et à venir (Horizon Europe, accompagnement du Green Deal). Ci-dessous sont listés plusieurs exemples de projets de recherches en cours incluant, au moins pour partie, les problématiques traitées par le RMT, et dans lesquels sont impliqués un ou plusieurs partenaires du RMT :

- **Grandes cultures :**

H2020 CROP-BOOSTER-P (2018-2021) “Preparatory action to Boost Global Crop Yield for Food & Nutrition Security and fueling a Bioeconomy”

H2020 SOLACE (2017-2022) “Solutions for improving Agroecosystem and Crop Efficiency for water and nutrient use”

- **Elevage :**

H2020 GenTORE “GENomic management Tools to Optimize Resilience and Efficiency”

H2020 SMARTER “SMALL RuminanTs breeding for Efficiency and Resilience”

Projet Life LiveAdapt sur l’adaptation des systèmes d’élevage du Sud de l’Europe au changement climatique

- **Thématiques transversales**

- **H2020 NEFERTITI** « Networking European Farms to Enhance Cross Fertilisation and Innovation Uptake through Demonstration » (2017 – 2022) mise en réseau et collaboration entre fermes de démonstration européennes

- **H2020 Nutri2Cycle** « Transition towards a more carbon and nutrient efficient agriculture in Europe » (2018-2022) maîtriser les cycles du carbone, de l’azote et du phosphore au niveau de l’exploitation et au niveau régional, pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre et la contamination de l’environnement

- **H2020 FAIRShare** « Farm Advisory digital Innovation tools Realised and Shared » (2019-2022) création d’un réseau européen sur le rôle des conseillers agricoles à l’ère de l’agriculture numérique

- **H2020 i2connect** « Connecting advisers to boost interactive innovation in agriculture and forestry » renforcer les compétences des conseillers agricoles et forestiers pour accompagner l’innovation interactive, notamment via la mise en réseau des conseillers européens