

# Afterres2050

Scénario d'utilisation des terres agricoles et forestières pour satisfaire les besoins en alimentation, en énergie, en matériaux, et réduire les gaz à effet de serre.

Version du 29/09/2011

Contact Solagro : [solagro \(at\)solagro.asso.fr](mailto:solagro(at)solagro.asso.fr)

- Avec le soutien de



Fondation Charles Léopold Mayer  
pour le Progrès de l'Homme

## Afterres2050, pourquoi et comment ?

En 2050, l'agriculture et la forêt devront nourrir en France 70 millions d'habitants, le bétail, fournir énergie et matériaux tout en préservant la fertilité des sols, la qualité des eaux, la biodiversité sans oublier le climat, l'objectif en la matière étant de réduire d'un facteur 4 nos émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050.

Disposerons-nous des surfaces nécessaires pour satisfaire à tous ces besoins et ces contraintes? Comment analyser les visions parfois opposées sur le devenir de notre agriculture?

L'objectif de la démarche, soutenue par la Fondation Charles Léopold Mayer, est de :

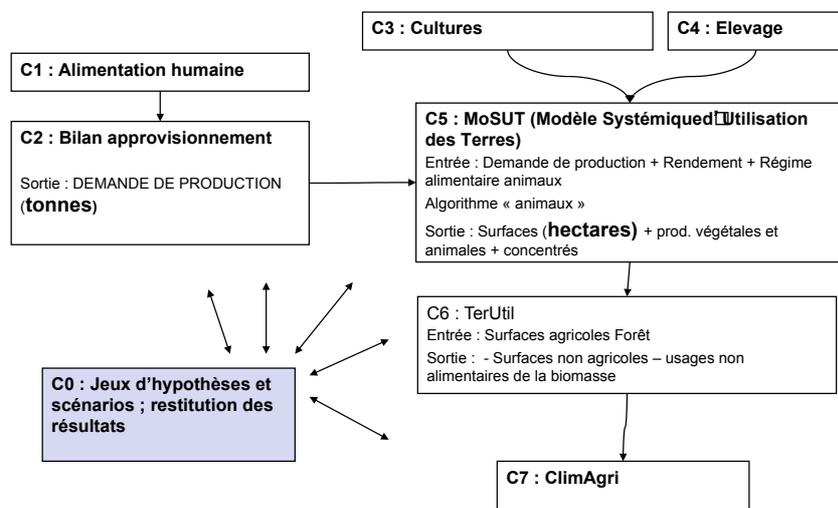
- Se donner les moyens de baliser les chemins du possible vers une agriculture viable et désirable en construisant un scénario agricole et alimentaire durable, crédible, compréhensible et quantifié physiquement pour la France à l'horizon 2050.
- Fournir un cadre et une base cohérente au volet biomasse du scénario négaWatt 2011 (présenté publiquement le 29 septembre 2011) dont nous partageons les objectifs de sobriété, efficacité et durabilité.
- Ouvrir sur cette base, un débat transversal sur les territoires, en milieu agricole, auprès des citoyens, sur l'orientation de notre agriculture en vue d'une interpellation des instances politiques pour permettre la mise en place effective des conditions nécessaires aux évolutions.

### MoSUT : un modèle simplifié d'utilisation des terres agricoles

Construit et testé avec différents jeux d'hypothèses (notamment sur les systèmes de production agricole), le modèle permet un exercice prospectif d'évaluation des marges de manœuvre et des arbitrages possibles.

MoSUT est un modèle :

- Physique : il intègre des données chiffrées (des ha, des rendements, de tonnes d'aliments, des régimes alimentaires, pour les hommes et les cheptels).
- Récursif : les variables de demande et d'offre s'ajustent progressivement, de manière itérative).
- Ascendant : les données maîtrisées sont agrégées par remontées successives.



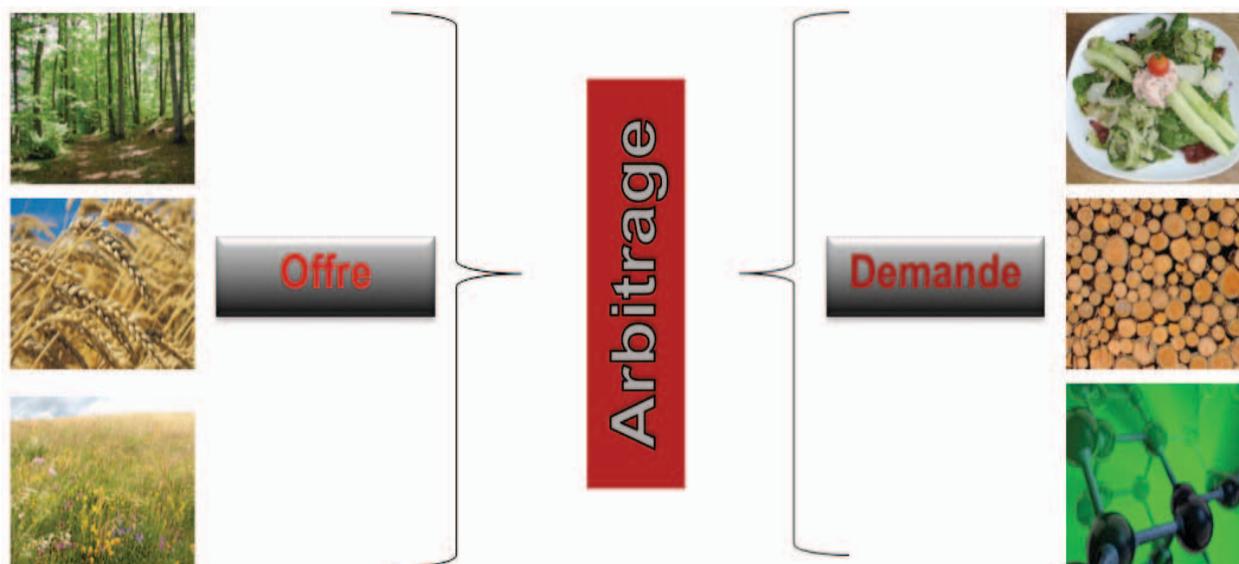
L'outil ClimAgri permet d'évaluer l'impact en matière d'émission de gaz à effet de serre des choix effectués.

### Un travail collaboratif pour interroger les besoins et déterminer une nouvelle offre !

Pour interroger et croiser à la fois des besoins (alimentaires, énergétiques, ...) et une offre - agricole, alimentaire, énergétique - non plus illimitée mais placée sous de fortes contraintes, notamment environnementales, climatiques, et spatiales en intégrant par exemple :

- L'impact du climat sur les rendements des cultures en France.
- L'impact des changements d'affectation de sols
- Un facteur (maîtrisé) d'augmentation de la masse corporelle de la population
- ....

Une expertise multiple est requise. Elle a été réunie pour l'élaboration d'une première version, elle ne demande qu'à être confortée pour construire les suivantes.



Afterres2050 : une proposition d'arbitrage entre nos besoins et les possibilités de production de biomasse produite sur le territoire métropolitain

## Afterres2050 : premiers résultats

Les premiers ordres de grandeur des résultats produits suscitent débats et réflexions.

Un mix 50 % agriculture biologique/ 50 % agriculture intégrée peut nourrir la France et quelques voisins en 2050 mais notre assiette et nos paysages sont vraiment différents :

- La ration alimentaire contient plus de céréales, de fruits et légumes, et beaucoup moins de viande, de sucre et de lait.
- Les sols ne sont jamais nus et une parcelle délivre jusqu'à 6 « productions » - céréales, engrais verts, fruitiers, bois d'œuvre, .. -, contre une aujourd'hui.
- Les troupeaux ont fortement réduit leurs effectifs.

Ces « bouleversements » libèrent 5 à 8 millions d'ha susceptibles de satisfaire d'autres besoins : production de biomasse pour l'énergie, la chimie verte ou les matériaux de construction, ...

Les émissions de gaz à effet de serre de la filière agricole et alimentaire ne sont toutefois divisées que par 2 (et non par 4).

Ce travail fournit un cadre indispensable aux exercices de prospective en cours ou à venir. Il met en évidence l'ampleur des changements ou ruptures à préparer et permet de mettre en interrelation et en cohérence les approches partielles effectuées par différents acteurs.

## Comprendre Afterres2050

---

### Agriculture et gaz à effet de serre : un facteur 2

L'agriculture émet des gaz à effet de serre principalement sous forme de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et de méthane (CH<sub>4</sub>) et secondairement sous forme de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Le protoxyde d'azote est constitutif du cycle de l'azote. Le méthane est quant à lui principalement lié à la digestion des végétaux par les ruminants, il est émis principalement par fermentation entérique (le rot des vaches) et le stockage des déjections animales. Le dioxyde de carbone est lié au carburant consommé par les tracteurs et à la fabrication des engrais.

En comptabilisant les intrants agricoles (engrais, énergie, phytosanitaires...), les émissions actuelles sont de l'ordre de 105 MteqCO<sub>2</sub> dont 40 MteqCO<sub>2</sub> de N<sub>2</sub>O, de 40 MteqCO<sub>2</sub> de méthane, et 25 MteqCO<sub>2</sub> de gaz carbonique.

Les différentes simulations Afterres2050 arrivent au mieux à une réduction d'un facteur 2. Cette division par 2 des émissions de GES suppose pourtant une modification des régimes alimentaires et des systèmes agricoles et induit une importante réflexion sur l'utilisation des terres.

### La sobriété et l'efficacité du champ à l'assiette

Les principes de sobriété et d'efficacité sont appliqués sur toutes les étapes de la chaîne alimentaire : réduction des pertes et des gaspillages dans l'agro-alimentaire, dans la distribution et dans la cuisine, recyclage des déchets organiques.

Une meilleure nutrition passe par une réduction des surconsommations, notamment en sucre, en protéines et en lipides, ce qui contribue par ailleurs à réduire l'indice de masse corporelle et à lutter contre le surpoids, dans une démarche de santé publique.

### Un régime alimentaire moins carné et moins lacté

L'assiette en 2050 contient donc moins de viande et moins de lait, et beaucoup plus de fruits, de légumes, de céréales, de fruits à coque (amandes, noix...). La viande ne disparaît pas pour autant, sa consommation n'est réduite que de 50 %, mais elle ne sera pas à tous les menus, ni tous les jours de la semaine.

Aujourd'hui, 60 % des protéines consommées sont d'origine animale (viande, lait, œufs, poisson). Or, la production d'un kilo de protéine animale nécessite une consommation bien supérieure de protéines végétales, d'un facteur 4 à 10 selon le type d'animaux.

Si l'ensemble des humains suivait ce régime carné/lacté, la totalité des céréales consommées dans le monde ne suffiraient pas, et de loin, à nourrir les animaux.

Par ailleurs, nos recherches bibliographiques indiquent que sur le plan nutritionnel, rien ne s'oppose à la diminution de notre consommation de viande et de lait, bien au contraire.

Il paraît tout à fait possible de diviser par 2 nos consommations de viande et de lait sans aucun problème de santé publique et d'inverser ainsi la proportion entre protéines animales et protéines végétales. Selon les nutritionnistes, le fait de diminuer la consommation de viande permettrait de faire baisser les besoins en calcium et donc de diminuer la consommation de lait.

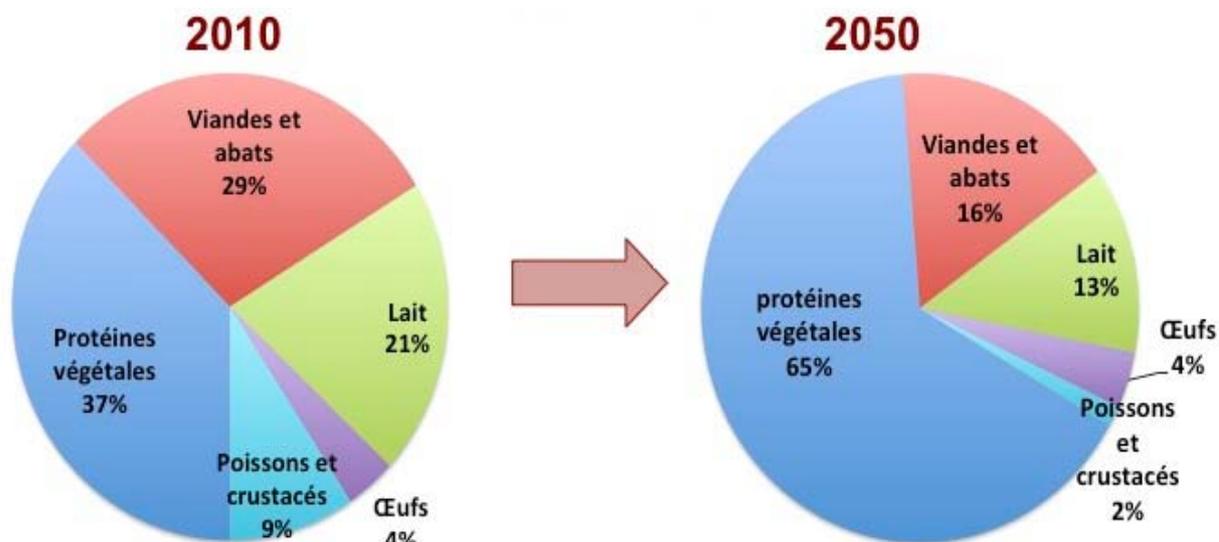


Figure 2 : Évolution de la répartition des protéines dans l'alimentation des français entre 2010 et 2050

Il est également probable que la consommation de poissons chutera fortement, si les ressources halieutiques ne sont pas reconstituées. Le poisson d'élevage prendra, en partie seulement, la relève des poissons pélagiques.

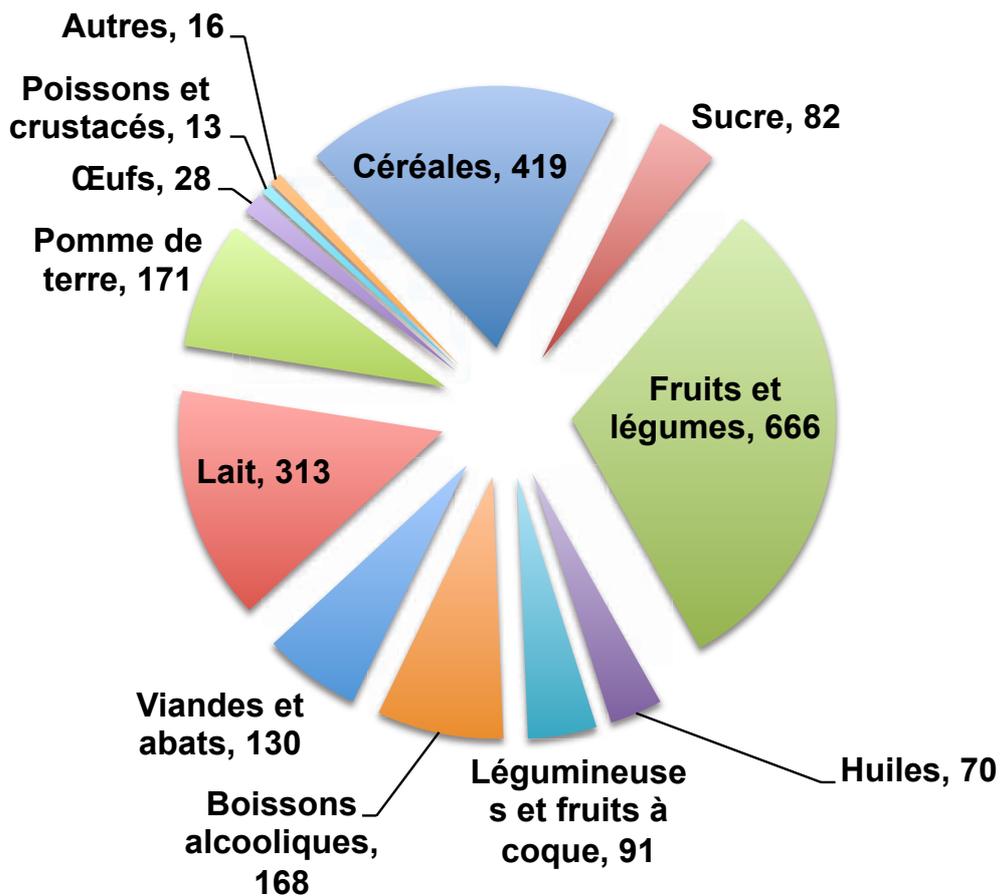


Figure 3 : Description d'une assiette du consommateur en 2050, en g/j/personne

### « Une parcelle = 6 produits » : moins d'intrants et plus de biodiversité

En 2050, l'agriculture conventionnelle est devenue une agriculture écologiquement intensive. Elle optimise la production de biomasse dans le temps et dans l'espace.

Le principal mode de production agricole relève des principes de la production intégrée :

- Rotations longues, assolement intégrant des légumineuses.
- Lutte biologique.
- Travail très simplifié du sol (voire semis direct) permettant de reconquérir la fertilité des sols.
- Cultures intercalaires qui maintiennent un couvert végétal permanent.
- Présence massive d'infrastructures agro-écologiques comme les haies, arbres épars, zones humides.

Ce mode de production réduit fortement la consommation d'intrants chimiques. On estime par exemple une division par 4 de la consommation d'engrais et de pesticides par rapport à l'agriculture conventionnelle d'aujourd'hui avec la moitié des productions en « intégré » et l'absence de tout traitement sur les surfaces en agriculture biologique.

L'agroforesterie (1/5 des surfaces en 2050) comme les associations culturales (récolte sur la même parcelle et à la même saison de deux cultures, typiquement une céréale et une légumineuse) sont généralisées.

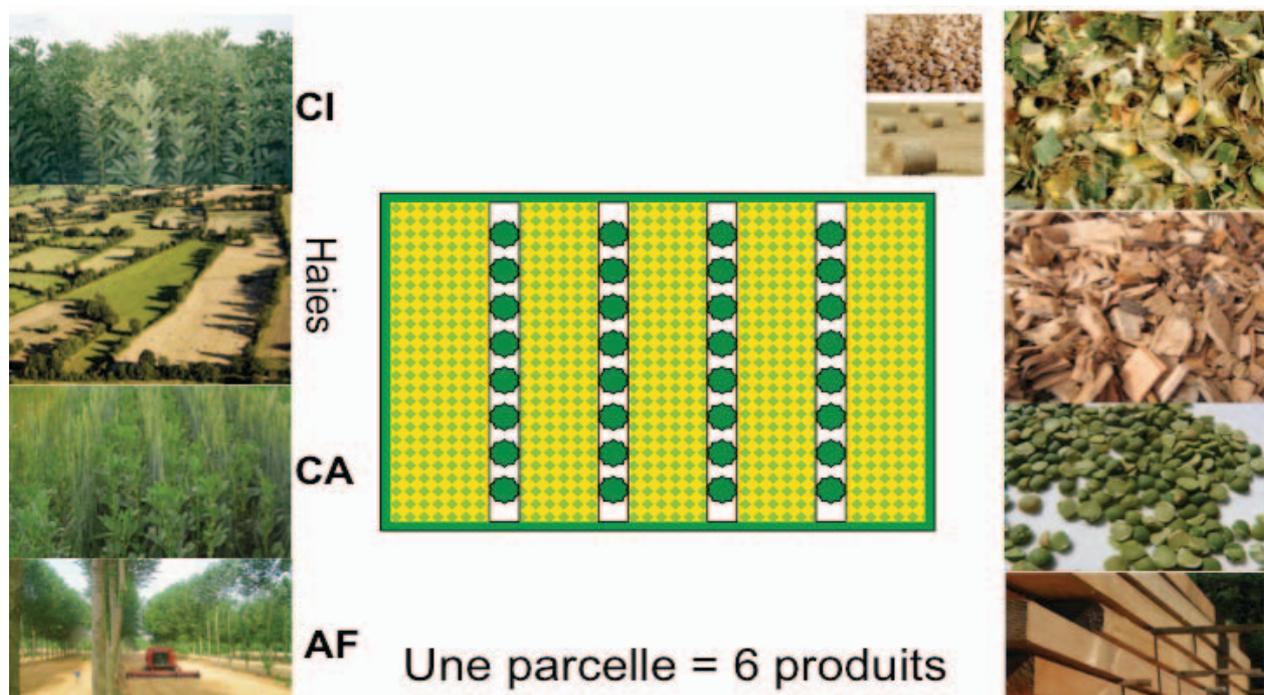


Figure 4 : Une agriculture qui optimise dans le temps et l'espace, l'utilisation des parcelles agricoles (CI=culture intermédiaire ; CA=culture associée ; AF=agroforesterie)

### Moins d'animaux mais mieux traités

La quantité d'animaux d'élevage est globalement divisée par 2, tant pour les bovins et caprins que pour les porcs et les volailles. Le seul cheptel inchangé est celui des ovins, qui valorisent des espaces spécifiques, inexploitable par ailleurs.

L'élevage bovin reste assez proche des pratiques actuelles, avec un recours encore important à la pâture. Il est déterminé essentiellement par la production de lait, qui est divisée par deux. Le

cheptel bovin viande est réduit plus fortement encore, mais conserve néanmoins une place significative compte tenu de ses qualités gastronomiques et de sa valeur patrimoniale.

La moitié de la production de porcs et de volailles passe sous le régime « label », avec une extensification importante : allongement de la durée de vie des animaux, augmentation de la surface par tête, passage en mode plein air... L'élevage intensif diminue globalement d'un facteur 3 par rapport à aujourd'hui, il est néanmoins conservé pour fournir des protéines animales bon marché, dans un souci d'équilibre entre les exigences sociales et environnementales, afin que la viande ne soit pas réservée aux catégories sociales les plus fortunées.

### Un équilibre avec le reste du monde

Les exportations de denrées alimentaires destinées à l'alimentation humaine - principalement le blé, le lait et la viande - sont confinées à l'espace européen, élargi vers l'espace méditerranéen, Moyen-Orient compris, pour tenir compte du rapport entre la densité de population de ces régions et de leur potentiel de production agricole.

La France exporte actuellement de grandes quantités de denrées agricoles, mais elle en importe également, notamment les produits tropicaux (café, cacao...), des fruits et légumes, et surtout des tourteaux pour l'alimentation animale.

En 2050, les importations de soja et des tourteaux dérivés en provenance des Amériques, sont totalement supprimées. Les exportations de céréales destinées à l'alimentation animale sont elles aussi réduites, sans pour autant être supprimées, car la France conserve malgré tout une certaine vocation exportatrice, dans un monde qui globalement voit la part de l'alimentation carnée augmenter, la réduction de celle-ci dans les pays riches ne compensant pas son augmentation dans les pays en développement.

## Quelle(s) utilisation(s) des terres libérées ?

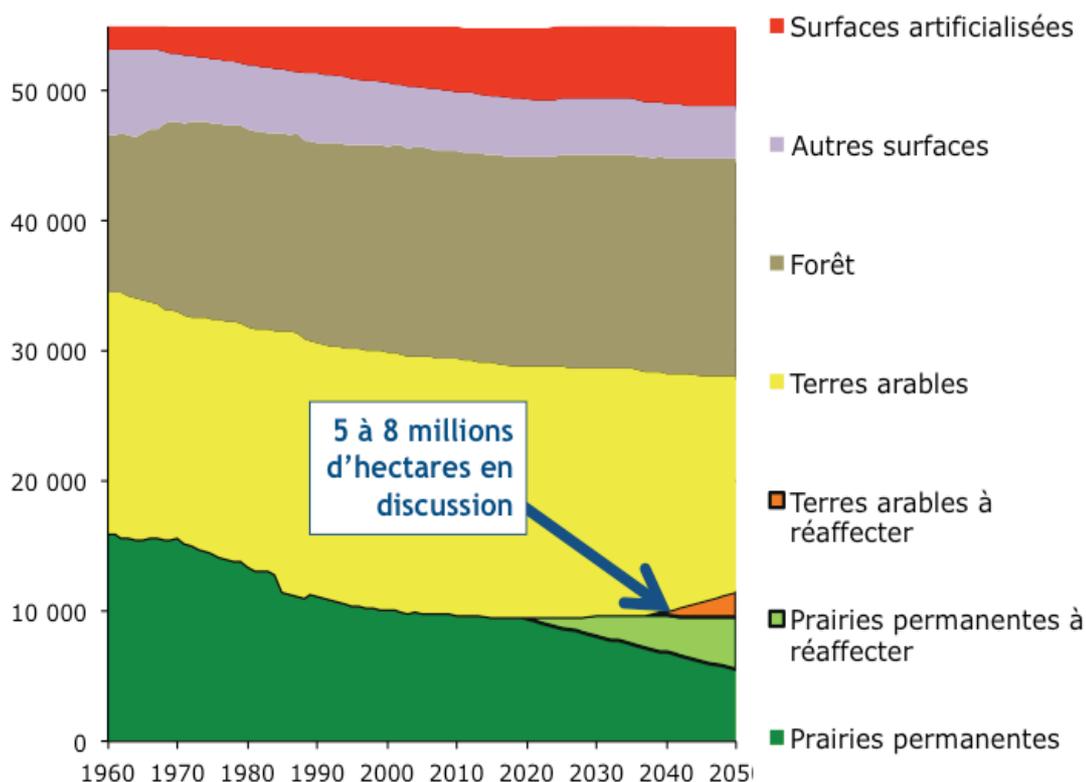
---

L'application du scénario Afterres2050 modifie l'usage d'une partie des 55 millions d'hectares de la France métropolitaine. Une première série de contraintes tend à augmenter la pression sur les terres fertiles (prairies permanentes + terres arables) : augmentation de la population, artificialisation, réduction des importations, réduction des rendements.

Une seconde série, tend au contraire, à diminuer la pression : modification des régimes alimentaires, réduction des exportations. Au final, une fois couverts les besoins en alimentation (population + troupeaux) et en exportation (céréales et poudre de lait), 5 à 8 millions d'hectares (1/3 de terres arables, 2/3 de prairies permanentes) peuvent d'être réaffectés.

La biomasse produite sur ces terres peut servir à la production d'énergie, de matériaux de construction ou encore de source de carbone pour l'industrie chimique. Les terres arables concernées peuvent facilement changer d'utilisation : mise en place de culture annuelle (valorisation plante entière), de boisement - Taillis à courte rotation, forêt - ou de prairies. Pour les prairies permanentes, les options sont plus limitées : promouvoir une autre valorisation de l'herbe (énergie via la méthanisation) ou boisement.

Il serait possible de privilégier l'afforestation qui consiste à laisser la forêt reprendre du terrain sur la pâture. Cependant, l'afforestation à grande échelle génère des phénomènes de fermeture du paysage et la création de grands massifs boisés continus peut nuire à la biodiversité. Dès lors, l'afforestation reste un phénomène secondaire en 2050.



### Des cultures énergétiques soutenables ?

Les 5 à 8 millions d'hectares de terres agricoles libérés peuvent être affectés à d'autres usages que leur utilisation actuelle. De nombreuses options sont possibles, allant de l'afforestation pure et simple, à l'exploitation productive, en passant par l'extensification.

L'option choisie est de convertir environ 1,5 million d'hectares de prairies en production d'herbe pour la méthanisation, et 1,5 million de terres labourables en production de céréales et oléo-protéagineux pour la production de carburant d'une part et de tourteaux et protéines destinées à l'alimentation animale d'autre part.

Il est important de souligner que ces terres ne pourront être mobilisées à ces fins que lorsque notre régime alimentaire aura suffisamment évolué pour le permettre. La disponibilité des « prairies énergétiques » peut démarrer de manière progressive d'ici quelques années et devenir significative à partir de 2025.

La disponibilité des terres labourables est envisageable à plus long terme, à condition en outre que la question de la concurrence des usages des denrées agricoles alimentaires (céréales et oléagineux) soit résolue.

### Une agriculture qui produit de l'énergie

Une grande partie de l'énergie d'origine « agricole » est obtenue principalement à partir de la méthanisation de déjections d'élevage (lisiers et fumiers), de résidus de cultures, et de cultures intermédiaires.

La grande majorité des déjections d'élevage est méthanisée, ce qui contribue par ailleurs à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Une partie des résidus de cultures est mobilisée en litière animale (et sera ensuite envoyée en méthanisation), une autre partie est utilisée comme matériau (isolation thermique, matière première pour la production de matériaux biosourcés...), et une fraction marginale est utilisée comme combustible. Ce qui reste est en partie laissé aux champs, les sols ayant besoin de carbone digestible, et en partie utilisée en méthanisation. La méthanisation maintient le

potentiel humique des résidus de culture car elle ne détruit pas le carbone stable, le digestat conserve son pouvoir fertilisant.

Les cultures intermédiaires sont les cultures destinées à maintenir un couvert végétal du sol en hiver afin d'éviter l'érosion, de piéger les reliquats d'azote, de limiter la volatilisation de l'azote, d'améliorer la structure du sol, de fixer du carbone, d'augmenter la biodiversité, de nourrir les organismes vivants du sol. Ces cultures intermédiaires peuvent être utilisées en « engrais verts », soit en les laissant sur place (broyage avant la mise en place de la culture suivante), soit en les récoltant, puis en les épandant après méthanisation.

Une autre source de méthane provient des anciennes pâtures. L'élevage bovin est fortement réduit pour diminuer les émissions de méthane dues aux fermentations entériques. Cependant les prairies naturelles sont conservées pour leurs qualités environnementales et patrimoniales : richesse faunistique et floristique, protection de l'eau, fixation du carbone dans les sols, paysage, terroirs. Une partie des anciennes pâtures est récoltée et méthanisée en vue d'une double valorisation : énergie et fourniture de fertilisant, notamment grâce aux légumineuses présentes dans les prairies naturelles.