

Juin 2015  
volume n° 5 / numéro n° 1  
[www.agronomie.asso.fr](http://www.agronomie.asso.fr)

# Agronomie

environnement & sociétés

La revue de l'association française d'agronomie

**Changement climatique et agriculture**  
comprendre et anticiper, ici et ailleurs.

Association Française  
**AGRONOMIE**

# Agronomie, Environnement & Sociétés

## Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.

Contact : douhairi@supagro.inra.fr, T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45

Site Internet : <http://www.agronomie.asso.fr>

## Objectif

AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clefs pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

## Contenu sous licence Creative commons



Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons 2.0*. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

## Directeur de la publication

Marc BENOÎT, président de l'Afa, Directeur de recherches, Inra

## Rédacteur en chef

Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

## Membres du bureau éditorial

Pierre-Yves LE GAL, chercheur Cirad

Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du département Persyst, Cirad

Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en ligne

Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

## Comité de rédaction

- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra

- Valentin BEAUVAL, agriculteur

- Jacques CANEILL, directeur de recherches Inra

- Joël COTTART, agriculteur

- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech

- Sarah FEUILLETTE, cheffe du Service Prévision Evaluation et Prospective Agence de l'Eau Seine-Normandie

- Yves FRANCOIS, agriculteur

- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole

- François KOCKMANN, chef du service agriculture-environnement Chambre d'agriculture 71

- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice

- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier

- Jean-Marie LARCHER, responsable du service Agronomie du groupe Axérial

- François LAURENT, chef du service Conduites et Systèmes de Culture à Arvalis-Institut du végétal

- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea

- Jean-Robert MORONVAL, enseignant d'agronomie au lycée agricole de Chambray, EPLEFPA de l'Eure

- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais

- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche

- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro

- Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en Ligne

- Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du Département Persyst, Cirad

## Secrétaire de rédaction

Philippe PREVOST

## Assistantes éditoriales

Sophie DOUHAIRIE et Danielle LANQUETUIT

## Conditions d'abonnement

Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément

(voir conditions à <http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>)

## Périodicité

Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

## Archivage

Tous les numéros sont accessibles à l'adresse <http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>

## Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (<http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

## Instructions aux auteurs

Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/>

## À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu [envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques] et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

**Lisez et faites lire AE&S !**

# Sommaire

## Avant-propos

P7- O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef) et M. BENOÎT (Président de l'Afa)

## Éditorial

P9- M. BENOÎT et E. TORQUEBIAU (coordonnateurs du numéro)

## Le Changement climatique et son impact sur l'agriculture : état des lieux, prévision et prospective

P13- Vers une prospective des impacts du changement climatique sur la sécurité alimentaire : les enseignements du 5ème rapport du GIEC

T. BRUNELLE (CIRAD)

P23- Evolutions constatées et prévisibles des principales composantes du climat impactant l'agriculture

F. HABETS (CNRS) et P. VIENNOT (Mines-ParisTech)

P33- Prospective Agriculture Forêt Climat (AFClm) du Centre d'étude et de prospective du MAAF

N. SCHALLER

## S'adapter au changement climatique : outils, moyens et acteurs

P41- S'adapter au changement climatique

Agriculture, écosystèmes et territoires (Jean-François Soussana Coord.)

E. TORQUEBIAU (Cirad)

P43- L'observation des effets agricoles du changement climatique en France : combat d'arrière-garde, ou aide à l'adaptation ?

F. LEVRAULT (CRA POITOU-CHARENTES)

P55- Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles : évolution des calendriers culturaux en région de polyculture-élevage

M. BENOÎT (Inra), T. FOURNIER, C. DE LA TORRE

P67- Adaptation au changement climatique en agronomie viticole : le programme Icare

G. BARBEAU, E. NEETHLING, N. OLLAT, H. QUENOL, J.M. TOUZARD

P77- Prospective participative sur l'agriculture du Roussillon face au changement climatique

P. GARIN, D. ROLLIN, L. MATON, J.D. RINAUDO, A. RICHARD-FERROUDJI, Y. CABALLERO

P87- Retour sur le colloque final du projet ADAPT'EAU

N. SCHALLER

P89 - Stratégies d'adaptation aux changements climatiques d'agriculteurs du Nicaragua : actions d'AVSF

L. DIETSCH (AVSF)

P93- Adaptations paysannes aux changements et aléas climatiques dans trois régions du monde

M.J. DUGUE

## S'adapter au changement climatique et en atténuer les effets

P99- Changement climatique et Agricultures du Monde (Editions Quae, Torquebiau, E. (Ed)).

M. BENOÎT (Inra)

P101- Le fonio : une culture climato intelligente ?

N. ANDRIEU, E.VALL, M. BLANCHARD, F. BEAVOGUI, D. SOGODOGO

P107- Reconsidérer les rôles agronomiques de l'élevage dans la contribution à l'adaptation et l'atténuation du changement climatique

V. BLANFORT, M. VIGNE, J. VAYSSIERES, P. LECOMTE, J.LASSEUR, A. ICKOWICZ (Cirad)

P117- Agribalyse : résultats et enseignements

A. COLSAET, V. COLOMB et J. MOUSSET (ADEME)

P133- Stratégies d'atténuation mises en œuvre sur les territoires : l'outil et la démarche ClimAgri®

S. MARTIN (ADEME)

P139- Agriculture et gaz à effet de serre (Sylvain Pellerin et al.)

M. BENOÎT (Inra)

## Annexe

P141 Appel à contribution du numéro





## Changement climatique et agriculture : comprendre et anticiper, ici et ailleurs

Emmanuel TORQUEBIAU\* – Marc BENOÎT\*\*

\*Cirad

\*\*Inra

Saturé(e) d'infos sur le changement climatique ? Attendez ! Ne cliquez pas tout de suite pour passer à un autre écran ou un autre courriel. N'ouvrez pas tout de suite un autre volume parmi ceux qui s'empilent sur votre bureau. Nous vous avons concocté un cocktail original de résultats et témoignages percutants qui devrait vous intéresser. Et nous n'oublierons pas de vous donner envie de lire des ouvrages qui nous ont paru dignes de rejoindre votre table de chevet !

Ce numéro d'AES s'intitule « Changement climatique et agriculture : comprendre et anticiper, ici et ailleurs ». Notre objectif est de tenter de faire le point sur cette question pour nos lecteurs afin que chacun puisse se faire une idée des défis climatiques de ce siècle et éventuellement percevoir s'il existe une raison, dans son domaine, de se pencher sur la problématique du changement climatique et si oui, pourquoi et comment.

A cet effet, notre revue AES a fait appel à une diversité de points de vue associant agriculteurs, techniciens, chercheurs et enseignants, agriculture et élevage, pays développés et en développement. Et votre cheminement dans ce numéro vous conduira de l'impact du changement climatique sur l'agriculture, à l'adaptation des pratiques agricoles que cela suppose et enfin au lien entre adaptation et atténuation, c'est-à-dire cette question essentielle qui met l'agriculture au cœur du débat qui occupe le monde entier en cette fin d'année 2015, avec les négociations climatiques internationales de la COP 21 : comment modifier les agricultures en insérant la contrainte majeure de diminution de leurs émissions de GES ? Et ne cédon pas à ceux qui prétendent que ces négociations sont inutiles. Pour l'agronomie, elles sont fondamentales. On peut dire en effet sans risque de se tromper que l'agriculture est vraisemblablement l'activité humaine qui dépend le plus du climat et donc subit de plein fouet l'impact du changement climatique. Mais aussi que tout en étant victime, l'agriculture est aussi responsable du changement climatique. En tant que victime intrinsèquement liée au climat, il faut qu'elle s'adapte ; en tant que responsable des évolutions climatiques, il faut

qu'elle atténue ses émissions de gaz à effet de serre et contribue à stocker du carbone. Car oui, l'agriculture émet des gaz à effet de serre, en quantité non négligeable : 12% de toutes les émissions anthropiques et même 24 % si l'on inclut la déforestation et les changements d'utilisation des terres. D'une certaine manière, l'agriculture est donc victime d'un problème qu'elle a aussi contribué à créer. Mais la bonne nouvelle, c'est que l'agriculture peut atténuer le changement climatique tout en s'y adaptant, notamment parce que son potentiel de stockage du carbone est élevé. Bref, quel que soit le sens dans lequel on prend la question, le lien agriculture – changement climatique est fort et cela méritait bien un numéro spécial de notre revue AES, COP 21 ou pas !

Dans une première partie sur « Le Changement climatique et son impact sur l'agriculture : état des lieux, prévision et prospective », deux articles et une note de lecture dressent un portrait précis de ce qui nous attend. Sur la base de la prospective « Agrimonde Terra », Thierry Brunelle décrit précisément les apports du dernier rapport du GIEC et ses lacunes. Synthèse très utile pour comprendre les principaux impacts du changement climatique sur les cultures et donc la sécurité alimentaire et, bien sûr, les incertitudes qui persistent. Florence Habets approfondit le sujet en faisant le lien entre les processus climatiques en jeu (température, humidité, etc.) et les projections climatiques sur lesquelles nous devons désormais fonder l'action. L'impact du changement climatique sur l'hydrologie est l'objet d'une partie distincte. Cette première partie du numéro spécial se termine par une analyse du document « Prospective Agriculture Forêt Climat (AFClim) » du Centre d'étude et de prospective du Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Ce document passionnant montre ce qu'il peut advenir des exploitations agricoles françaises aux échéances 2050 et 2100 selon 4 scénarios socio-économiques contrastés. Comme toujours, cet exercice est fascinant (vous souvenez-vous des scénarios du *Millenium Ecosystem Assessment* ?) car il nous met en face de réalités « virtuelles » qui interrogent. En tant que co-auteur de la prospective, Noémie Schaller nous en rend l'essentiel et donne envie d'aller à l'original.

La deuxième partie de ce numéro spécial concerne l'adaptation des agricultures et débute par l'analyse d'un ouvrage de prospective de l'INRA issu des conclusions d'un atelier réunissant de nombreux experts de différentes institutions. C'est un condensé de tout ce qui peut constituer de l'adaptation en agriculture, avec de nombreuses idées pour l'action future. Petit rappel extrait des documents du GIEC : « Adaptation = démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences ». Première action, donc : observer. C'est ce que fait Frédéric Levraut en nous montrant que des indicateurs agricoles et agro-climatiques précis sont nécessaires pour arriver à de bonnes décisions d'adaptation. Suivent deux études de cas qui concernent les céréales en Lorraine (Benoit et al.) puis la vigne (Barbeau et al.). Dans les deux cas, un avancement saisonnier des calendriers culturaux est observé, lié à l'augmentation de température. Mais derrière cette tendance lourde se cachent de nombreuses variations. Les auteurs parlent de « facteurs multiples » et de « directions difficiles à prévoir aujourd'hui »

et insistent sur l'absolue nécessité de disposer de chroniques de pratiques agricoles conservées sur le très long terme. Maîtriser l'adaptation de l'agriculture passe par une connaissance fine des dynamiques des pratiques des agriculteurs. L'adaptation serait-elle surtout une affaire de flexibilité?... D'ailleurs, nous disent Garin *et al.* dans un article de prospective sur la prise en compte du changement climatique avec divers acteurs dans le Roussillon, « le monde agricole est confiant dans l'adaptation du matériel végétal, des calendriers et méthodes culturales ». Souhaitons qu'ils aient raison. Noémie Schaller rend compte d'une autre démarche prospective autour des régimes hydrologiques de la Garonne, outil de mise en discussion avec les acteurs du territoire. Suivent des témoignages de l'étranger (Dietsch, Dugué) : que ce soit au Nicaragua, en Equateur ou à Madagascar, on sent à quel point l'adaptation est en fait une forme de « développement adaptatif » : dans des situations de vulnérabilité, le changement climatique fait peser sur les agriculteurs des enjeux qui touchent directement à leur bien-être.

Progression vers l'atténuation dans la troisième et dernière partie de ce numéro spécial. Nouveau rappel extrait du rapport du GIEC : « Atténuation = intervention humaine pour réduire les sources ou augmenter les puits de gaz à effet de serre ». C'est en fait le lien entre adaptation et atténuation – le cœur du concept d'agriculture climato-intelligente – qui est traité ici. Ce concept, autant sous l'angle de ses apports que de ses limites, est abordé dans un livre du Cirad dont l'analyse constitue le début de cette partie. Puis quoi de mieux qu'une petite céréale tropicale inconnue, le fonio, pour permettre aux agronomes de nous montrer qu'on peut associer productivité, adaptation et atténuation ? C'est que font Andrieu *et al.* au Sahel. L'élevage, lui aussi a des capacités d'adaptation tout en offrant des possibilités d'atténuation, comme le montrent Blanfort *et al.*, sans nous cacher que de nombreuses interrogations demeurent sur la manière dont les acteurs devront changer leurs pratiques. Un dernier article focalise sur les analyses en cycle de vie (Colomb *et al.*), essentielles pour analyser l'impact du secteur agricole en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Et pour finir cette partie, nous proposons aux lecteurs un témoignage de Sarah Martin sur l'utilisation du logiciel CLIMAGRI pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle d'un territoire et l'analyse d'un livre de l'INRA sur les gaz à effet de serre en agriculture qui détaille dix actions tant dans leur dimensions agronomiques qu'économiques.

Avant de conclure cet éditorial, revenons sur trois faits que nous devons garder en mémoire pour l'évolution de l'agronomie :

- Quand Emmanuel Leroy-Ladurie a construit sa magistrale synthèse sur le « climat de l'an 1000 », il a pu y parvenir grâce à la qualité des faits agricoles qu'il a pu lire et remobiliser 1000 ans après leur survenue !
- Nos pratiques d'agronomes vont changer irrémédiablement avec les dérégulations climatiques à l'œuvre, ne fût-ce que dans l'usage des analyses fréquentielles du climat récent qui deviennent difficiles à poursuivre.

- Dans la définition de l'agronomie, comme science et technique des champs, de leurs conduites, et de leurs productions, les agronomes, bien que les « pieds dans la terre », auront maintenant encore plus le regard pointé sur les jeux et versatilités des climats que les agriculteurs subissent ... et contribuent à modifier.

Si vous êtes arrivé(e) ici, c'est que vous êtes motivé(e) par la question du changement climatique en agriculture. Et vous avez raison : La planète a déjà utilisé 68% de ses « droits à émettre du CO<sub>2</sub> ». Pour rester en dessous d'une augmentation de 2°C, il nous reste 210 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> à émettre, ce qui au rythme actuel représentent 20 ans d'émissions. Si on ne fait rien d'ici 2020, il sera trop tard pour se limiter à 2°C d'augmentation de température. C'est Jean Jouzel qui le dit. Le 14 octobre 2015, la FAO et la France ont appelé à inclure l'agriculture dans le débat mondial sur le changement climatique alors qu'elle ne fait pas partie jusqu'à aujourd'hui des négociations climatiques. Tôt ou tard, elle en fera partie et les agronomes devront être prêts à donner des chiffres, proposer des solutions, accompagner le changement. Nous espérons que ce numéro d'AES vous y aidera.