



HAL
open science

Manger moins mais manger mieux - Ressorts économiques et conséquences environnementales de l'arbitrage entre quantité et qualité dans les systèmes alimentaires

Valentin Bellassen

► **To cite this version:**

Valentin Bellassen. Manger moins mais manger mieux - Ressorts économiques et conséquences environnementales de l'arbitrage entre quantité et qualité dans les systèmes alimentaires. Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Bourgogne Franche-Comté (COMUE), 2018. tel-02789774

HAL Id: tel-02789774

<https://hal.inrae.fr/tel-02789774>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Manger moins mais manger mieux

Ressorts économiques et conséquences environnementales de
l'arbitrage entre quantité et qualité dans les systèmes alimentaires

Habilitation à diriger des recherches soutenue par

Valentin Bellassen

à Dijon le 18 septembre 2018

Direction

Louis-Georges Soler

Jury

Pierre-Alain Jayet (rapporteur)

Emmanuel Raynaud (rapporteur)

Xavier Irz (rapporteur)

Thierry Brunelle (rapporteur)

Louis-Georges Soler (examineur)

Catherine Baumont (examinatrice)

Bertrand Schmitt (examineur)

Table des matières

1. SELECTION DE PUBLICATIONS	3
1.1. PEER-REVIEWED JOURNALS	3
1.2. BOOKS	4
1.3. REPORTS AND WORKING PAPERS.....	4
1.4. MISCELLANEOUS SHORT ARTICLES	6
2. PROJET DE RECHERCHE.....	9
2.1. MANGER MOINS MAIS MANGER MIEUX	9
2.2. INCERTITUDE DANS LE SUIVI DES EMISSIONS ET EFFET D'AUBAINE	14
2.3. HETEROGENEITE SPATIALE DE L'IMPACT DES POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES.....	16
3. RESUME DES TRAVAUX PUBLIES OU EN COURS DEPUIS LA THESE	18
3.1. VALORISATION ECONOMIQUE DES PRATIQUES BAS-CARBONE DANS LES AGROSYSTEMES : EVALUATION EX ANTE ET EX POST 18	
3.2. EVALUATION DE LA DURABILITE DES PRODUITS ALIMENTAIRES	21
3.3. SUIVI DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET DES REDUCTIONS D'EMISSIONS : ENJEUX TECHNOLOGIQUES, ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX	21
3.4. MODELISATION A LARGE ECHELLE DE LA SEQUESTRATION DE CARBONE DANS LES AGROSYSTEMES.....	22
4. PRESENTATION DE L'EXPERIENCE DANS L'ANIMATION D'UNE RECHERCHE	24
4.1. COORDINATION DE PROJETS DE RECHERCHE	24
4.2. ANIMATION SCIENTIFIQUE AU CESAER.....	25
4.3. ENCADREMENT	25
5. REFERENCES.....	26

1. Sélection de publications

1.1. Peer-reviewed journals

1. Peaucelle, M., **Bellassen, V.**, Ciais, P., Peñuelas, J., Viovy, N. (2017). A new approach to optimal discretization of plant functional types in a process-based ecosystem model with forest management: a case study for temperate conifers. *Global Ecology and Biogeography*, 26 (4), 486-499.
2. Valade, A., **Bellassen, V.**, Magand, C., Luyssaert, S. (2017). Sustaining the sequestration efficiency of the European forest sector. *Forest Ecology and Management*, 405, 44–55.
3. Zhang, Z., Babst, F., **Bellassen, V.**, Frank, D., Launois, T., Tan, K., Ciais, P., Poulter, B. (2017). Converging Climate Sensitivities of European Forests Between Observed Radial Tree Growth and Vegetation Models. *Ecosystems*, 1-16.
4. **Bellassen V.** and Shishlov I. (2016), “Pricing Monitoring Uncertainty in Climate Policy”, *Environmental and Resource Economics*.
5. Boucher, O., **Bellassen, V.**, Benveniste, H., Ciais, P., Criqui, P., Guivarch, C., Le Treut, H., Mathy, S., Sférian, R. (2016). Opinion: In the wake of Paris Agreement, scientists must embrace new directions for climate change research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113 (27), 7287-7290.
6. Shishlov, I., Morel, R., **Bellassen, V.** (2016). Compliance of the Parties to the Kyoto Protocol in the first commitment period. *Climate Policy*, 768-782.
7. Shishlov, I., **Bellassen, V.** (2016). Review of the experience with monitoring uncertainty requirements in the Clean Development Mechanism. *Climate Policy*, 16 (6), 703-731.
8. Wu, L., Broquet, G., Ciais, P., **Bellassen, V.**, Vogel, F., Chevallier, F., Xueref-Remy, I., Wang, Y. (2016). What would dense atmospheric observation networks bring to the quantification of city CO₂ emissions?. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16 (12), 7743-7771.
9. **Bellassen V.** et al. (2015), “Monitoring, Reporting and Verifying Emissions in the Climate Economy”, *Nature Climate Change* 5, 319-328.
10. Naudts K. et al. (2015), “A vertically discretised canopy description for ORCHIDEE (SVN r2290) and the modifications to the energy, water and carbon fluxes”, *Geoscientific Model Development*, 8 (7), 2035.
11. De Groote et al. (2015), “Extending the land surface model ORCHIDEE for simulating short rotation coppice poplar plantations”, *Geosci. Model Dev.* 8, 1461–1471.
12. **Bellassen V.** and Luyssaert S. (2014). “Managing forests in uncertain times”, *Nature* 506, 153-155.
13. Foucherot C. & **Bellassen V.** (2014), “Protocole de Kyoto et marché carbone européen : comment les émissions des secteurs de l’agrofourmiture, de l’agriculture et de l’agroalimentaire sont-elles prises en compte ? », *Notes et études socio-économiques* 38, 27-51.
14. Saito M., Luyssaert S., Poulter B., Williams M., Ciais P., **Bellassen V.**, Casey M.R., Yue C., Cadule P., Peylin P. (2014), “Fire regimes and variability in aboveground woody biomass in Miombo woodland”, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 119 (5), 1014-1029.
15. Cormier A. and **Bellassen V.** (2013), “The risks of CDM projects: how did only 30% of expected credits come through?”, *Energy Policy* 54, 173–183.
16. **Bellassen V.** and Luyssaert S. (2012). “Le cycle du carbone dans les forêts et le changement climatique – comprendre le passé pour s’adapter au futur”, *Revue Forestière Française* 3-2012, 263-274.
17. **Bellassen V.**, Viovy N., Le Maire G., Luyssaert S., Schelaas, M-J., Ciais P. (2011), “Reconstruction and attribution of the European forest sink between 1950 and 2000: importance of forest management”, *Global Change Biology* 17, 3274–3292.
18. Deheza M. and **Bellassen V.** (2012), “Valoriser le carbone forestier français : le Club carbone Forêt-Bois”, *Revue Forestière Française* 6-2012, 765-772.

19. C. Yue, P. Ciais, S. Luysaert, P. Cadule, J. Harden, J. Randerson, **V. Bellassen**, T. Wang, S. L. Piao, B. Poulter, and N. Viovy (2013), "Simulating boreal forest carbon dynamics after stand-replacing fire disturbance: insights from a global process-based vegetation model", *Biogeosciences*, 10, 8233-8252.
20. Vilén T., Gunia K., Verkerk J., Seidl R., Schelhaas, M.-J., Lindner, M., **Bellassen, V.** (2012). "Reconstructed forest age structure in Europe 1950-2010: Age changes do not explain the European forest carbon sink", *Forest Ecology and Management* 286, 203-218.
21. S. Luysaert, G. Abril, R. Andres, D. Bastviken, **V. Bellassen**, P. Bergamaschi, P. Bousquet, F. Chevallier, P. Ciais, M. Corazza, R. Dechow, K.-H. Erb, G. Etiope, A. Fortems-Cheiney, G. Grassi, J. Hartman, M. Jung, J. Lathière, A. Lohila, N. Moosdorf, S. Njakou Djomo, J. Otto, D. Papale, W. Peters, P. Peylin, P. Raymond, C. Rödenbeck, S. Saarnio, E.-D. Schulze, S. Szopa, R. Thompson, P. J. Verkerk, N. Vuichard, R. Wang, M. Wattenbach, and S. Zaehle (2012). "The European CO₂, CO, CH₄ and N₂O balance between 2001 and 2005", *Biogeosciences* 9, 3357-3380.
22. **Bellassen V.**, Delbart N., Le Maire G., Luysaert S., Ciais P., Viovy N. (2011), "Potential knowledge gain in large-scale simulations of forest carbon fluxes from remotely sensed biomass and height", *Forest Ecology and Management* 261, 515-530.
23. **Bellassen V.**, Le Maire G., Dhôte J-F., Guin O., Ciais P., Viovy N. (2011), "Modelling forest management within a global vegetation model – Part 2: model validation from a tree to a continental scale", *Ecological Modelling* 222, 57–75.
24. Wolf, A., Ciais, P., **Bellassen, V.**, Delbart, N., Field, C.B., Berry, J.A. (2011). "Forest biomass allometry in global land surface models", *Global Biogeochemical Cycles* 25, GB3015.
25. **Bellassen V.**, Le Maire G., Dhôte J-F., Ciais P., Viovy N. (2010), "Modelling forest management within a global vegetation model – Part 1: model structure and general behaviour", *Ecological Modelling* 221, 2458–2474.
26. **Bellassen V.**, Manlay R., Chéry J-P., Gitz V., Touré A., Bernoux M., Chotte J-L. (2010), "Multi-criteria spatialization of soil organic carbon sequestration potential from agricultural intensification in Senegal", *Climatic Change* 98, 213–243.
27. Liberloo M., Luysaert S., **Bellassen V.**, Njakou Djomo S., Lukac M., Calfapietra C., Janssens I.A., Hoosbeek M.R., Viovy V., Churkina G., Scarascia-Mugnozza G., and Ceulemans R. (2010), "Bio-energy retains its mitigation potential under elevated CO₂", *PLOS-one* 5, e11648.
28. Eglin T., Ciais P., Piao S.L., Barré P., **Bellassen V.**, Cadule P., Chenu C., Gasser T., Koven C., Reichstein M., and Smith P. (2010), "Historical and future perspectives of global soil carbon response to climate and land-use changes", *Tellus B* 62, 700–718.
29. **Bellassen V.** & Gitz V. (2008), "Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in Cameroon - Assessing costs and benefits", *Ecological Economics* 68, 336-344.

1.2. Books

1. **Bellassen V.** & Stephan N. Eds. (2015), "Accounting for Carbon: Monitoring, Reporting and Verifying Emissions in the Climate Economy", Cambridge University Press.
www.cambridge.org/9781107098480
2. **Bellassen V.** & Leguet B. (2008), « Comprendre la compensation carbone », *Pearson eds.*, 112 p.

1.3. Reports and working papers

1. **Bellassen, V.**, Arfini, F., Antonioli, F., Bodini, A., Brennan, M., Courbou, Delesse, L., Drut, M., Donati, M., Dubois de Labarre, M., Dupont, O., Filipovic, J., Gauvrit, L., Giraud, G., Gorton, M., Hilal, M., Husson, E., Laitala, K. M., Majewski, E., Malak-Rawlikowska, A., Monier-Dilhan, S., Muller, P., Poméon, T., Ristic, B., Sayed, M., Schaer, B., Stojanovic, Z., Paget, A., Tocco, B., Toque, E., Tregear, A., Veneziani, M., VERGOTE, M.-H., Vitterso, G., Wilkinson, A. (2017). Results and lessons from pilot studies and final set of verified indicators for impact measurement of FQS, PSFP and SFSC: Evidence from the Comté PDO

- cheese, Parmigiano Reggiano PDO cheese, Serbian organic raspberries, County Durham school meals, Locavorium shop and Korycin Cheese.
<http://prodinra.inra.fr/record/409986>
2. Valade, A., **Bellassen, V.**, Luysaert, S., Vallet, P., Njakou Djomo, S. (2017). Bilan carbone de la ressource forestiere francaise - Projections du puits de carbone de la filiere forêt-bois française et incertitude sur ses déterminants. Rapport final du projet BiCaFF (ADEME/1260C0056).
<http://prodinra.inra.fr/record/409987>
 3. Bispo, A., Gabrielle, B., Makowski, D., El Akkari, M., Bamière, L., Barbottin, A., **Bellassen, V.**, Bessou, C., Dumas, P., Gaba, S., Wohlfahrt, J., Sandoval, M., Le Perchec, S., Rechauchère, O. (2017). Effets environnementaux des changements d'affectation des sols liés à des réorientations agricoles, forestières, ou d'échelle territoriale : une revue critique de la littérature scientifiques. Synthèse du rapport d'étude.
<http://prodinra.inra.fr/record/398059>
 4. **Bellassen, V.**, Giraud, G., Hilal, M., Arfini, F., Barczak, A., Bodini, A., Brennan, M., DRUT, M., Dubois de Labarre, M., Gorton, M., Hartmann, M., Majewski, E., Muller, P., Monier-Dilhan, S., Poméon, T., Tocco, B., Tregear, A., Veneziani, M., Vergote, M.-H., Vitterso, G., Wavresky, P., Wilkinson, A. (2016). Strength2Food project, deliverable 3.2: Methods and indicators for measuring the social, environmental and economic impacts of food quality schemes.
<http://prodinra.inra.fr/record/374553>
 5. **Bellassen, V.** (2015). Les certificats d'économie de produits phytosanitaires : quelle contrainte et pour qui ? (Rapport N° 2015/4). Working Paper CESAER.
<http://prodinra.inra.fr/record/306061>
 6. **Bellassen, V.**, Boucher, O., Bréon, F.-M., Benveniste, H., Le Treut, H. (2015). Benefits of a binding clause on Monitoring / Reporting / Verification in the Paris Agreement (Rapport N° 32). in IPSL climate modelling centre Scientific Note n°32, pp 64-68.
<http://prodinra.inra.fr/record/351249>
 7. Baudrier M., **Bellassen V.** and Foucherot C. (2015), "The previous Common Agricultural Policy (2003-2013) reduced french agricultural emissions", Climate Report n°49, 36 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Report-no51-The-previous.html> / <http://www2.dijon.inra.fr/cesaer/publications/working-papers/>
 8. Shishlov I. and **Bellassen V.** (2014), "Review of monitoring uncertainty requirements in the CDM", Working Paper n°2014-16, 33 p.
<http://www.cdclimat.com/Review-of-monitoring-uncertainty-1818.html?lang=en>
 9. Deheza M., N'Goran C., and **Bellassen V.** (2014), "What incentives to climate change mitigation through harvested wood products in the current french policy framework?", Climate Report n°47, 20 p.
<http://www.cdclimat.com/Etude-Climat-no47-L-attenuation-du.html?lang=fr>
 10. Stephan N., **Bellassen V.** and Alberola E. (2014), "Use of Kyoto credits by European installations: from an efficient market to a burst bubble", Climate Report n°43, 24 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Report-no43-Use-of-Kyoto.html?lang=en>
 11. Baron F., **Bellassen V.** and Deheza M. (2013), "The Contribution of European forest-related policies to climate change mitigation: energy substitution first", Climate Report n°40, 44p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Report-no40-The.html?lang=en>
 12. Foucherot C. and **Bellassen V.** (2013), "More than 800 agricultural and agri-food sites affected by the EU ETS", Climate Report n°39, 32p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Report-no39-More-than-800-agricultural-and-agri-food-sites-affected-by-the-EU-ETS.html?lang=en>
 13. Shishlov I. and **Bellassen V.** (2012), "10 lessons from 10 years of the CDM", Climate Report n°37, 39 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Report-no37-10-lessons-from-10-years-of-the-CDM.html?lang=en>
 14. Deheza M. and **Bellassen V.** (2012), "Delivering REDD+ incentives to local stakeholders: lessons from forest carbon frameworks in developed countries", Climate Report n°35, 24p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Report-no35-Delivering-REDD-incentives-to-local-stakeholders-lessons-from-forest-carbon-frameworks-in-developed-countries.html?lang=en>
 15. Shishlov I, **Bellassen V.** and Leguet B. (2012), "Joint Implementation: a frontier mechanism within the borders of an emissions cap", Climate Report n°33, 36 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Report-no33-Joint-Implementation-a-frontier-mechanism-within-the-borders-of-an-emissions-cap.html>

16. Cormier A. and **Bellassen V.** (2012), “The risks of CDM projects: how did only 30% of expected credits come through?”, CDC Climat Research, *Working Paper 2012-11*, 27p.
<http://www.cdcclimat.com/The-risks-of-CDM-projects-how-did-only-30-of-expected-credits-come-through.html?lang=en>
17. Foucherot C. and **Bellassen V.** (2011), “Carbon offset projects in the agricultural sector”, Climate Report n°31, 40p.
<http://www.cdcclimat.com/Climate-Report-no-31-Carbon-offset-projects-in-the-agricultural-sector.html>
18. Kebe A., **Bellassen V.** and Leseur A. (2011), “Voluntary Carbon Offsetting by Local Authorities: Practices and Lessons”, Climate Report n°29, 26p.
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/11-09-30_climate_report_29_voluntary_carbon_offsetting_by_local_authorities.pdf
19. Delbosc A., Stephan N., **Bellassen V.**, Cormier A. and Leguet B. (2011), “Assessment of supply-demand balance for Kyoto offsets”, *Working Paper 2011-10*, 17p.
<http://www.cdcclimat.com/Assessment-of-supply-demand.html?lang=en>
20. Deheza M. and **Bellassen V.** (2010), “Getting carbon value out of the forestry and wood sector in Annex I countries: the French example”, Climate Report n°20, 48p.
<http://www.cdcclimat.com/Climate-Report-no20-Getting-carbon.html>
21. Schaphoff, S., Williams, M., Quegan, S., Shvidenko, A., Schepaschenko, D., Maniatis, D., Malhi, Y., Ciais, P., **Bellassen, V.**, Peylin, P., Woodward, I., Ryan, C., Grace, J., Lucht, W. (2009). “BIOMASS report - A contribution to the scientific case for the P-Band BIOMASS Mission Proposal”, report to the European Space Agency, 84 p.
22. Guigon P., **Bellassen V.**, Ambrosi P. (2009), “Voluntary Carbon Markets – What the Standards Say”, Mission Climat of Caisse des depots and Climate Change team of the World Bank, *Working Paper 2009-4*, 46p.
<http://www.cdcclimat.com/Working-Paper-2009-4-Voluntary.html>
23. **Bellassen V.**, Crassous R., Dietzch L., Schwartzmann S. (2008), “Reducing Emissions from Deforestation and Degradation: what Contribution from Carbon Markets?”, *Climate Report n°14*, 44p.
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/14_Etude_Climat_EN_Deforestation_and_carbon_markets.pdf
24. **Bellassen V.** & Leguet B. (2007), “The Emergence of Voluntary Carbon Offsetting”, *Research Report n°11*, 36p.
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/11_Etude_Climat_EN_Carbon_Neutrality.pdf
25. **Bellassen V.** & Chameides B. (2005), “High Water Blues: The Climate Science behind Sea Level Rise and its Policy Implications – 2005 update”, *Environmental Defense*, 27p.
http://www.environmentaldefense.org/documents/4846_HighWaterBlues_Update_2005.pdf

1.4. Miscellaneous short articles

1. **Bellassen, V.** (2015). Three keys to effective GHG emissions monitoring for a broader climate agreement. *Climascope*, 1.
<http://prodinra.inra.fr/record/307846>
2. Boucher, O., Criqui, P., Le Treut, H., **Bellassen, V.**, Benveniste, H., Breon, F.-M., Ciais, P., Gasser, T., Guivarch, C., Lecocq, F., Mathy, S., Prados, E., Salas y Mélia, D., Séférian, R. (2015). Les contributions nationales soumises à la COP21 appellent à une révision et un suivi des émissions. *Le Huffington Post*.
<http://prodinra.inra.fr/record/338566>
3. Le Treut, H., Boucher, O., **Bellassen, V.**, Benveniste, H., Breon, F.-M., Ciais, P., Criqui, P., Gasser, T., Guivarch, C., Lecocq, F., Mathy, S., Prados, E., Salas y Mélia, D., Séférian, R. (2015). COP21 : Pour rejoindre rapidement une trajectoire limitant le réchauffement à 2 °C. *Le Monde*.
<http://prodinra.inra.fr/record/338565>
4. Morel R., Shishlov I., and **Bellassen V.** (2014), “Dōmo arigatō Kyoto: Four key lessons from the Kyoto Protocol for a new agreement in Paris 2015”, *Climate Brief n°35*, 8 p.
<http://www.cdcclimat.com/Climate-Brief-no35-Domo-arigato.html>
5. **Leguet B.** and Wang X. (2014), “MRV-ing carbon in practice”, *International Institute for Sustainable Development – Climate Change Policy & Practice*, May 5th, 2014.
<http://climate-l.iisd.org/guest-articles/mrv-ing-carbon-in-practice/>

6. **Bellassen V.** and Alberola E. (2014), “European Offset Projects: A tool to rally Poland towards the 2030 Energy Climate Package”, *Tendances Carbone*, n°89, 1 p.
<http://www.cdclimat.com/Tendances-Carbone-no89-European.html?lang=en>
7. Shishlov I. and **Bellassen V.** (2014), “Moving from the CDM to “various approaches””, *Climate Brief n°34*, 4 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no34-Moving-from-the.html>
8. Stephan N. and **Bellassen V.** (2014), “EU ETS and Kyoto credits: from an efficient use to a burst bubble”, *Tendances Carbone*, n°87, 1 p.
<http://www.cdclimat.com/Tendances-Carbone-no87-EU-ETS-and.html>
9. **Bellassen V.** (2013), “COP... Operation towards 2015: MRV, the first stepping stone towards a new international agreement?”, *Tendances Carbone*, n°86, 1 p.
<http://www.cdclimat.com/Tendances-Carbone-no86-COP-1599.html?lang=en>
10. Dupont M., Morel R., **Bellassen V.** and Deheza M. (2013), “International Climate Negotiations – COP 19: do not underestimate the MRV breakthrough”, *Climate Brief*, n°33, 7 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no33-International.html?lang=en>
11. **Bellassen V.** (2013), “Agriculture and forestry: window-dressing in the EU ETS?”, *Tendances Carbone*, n°85, 1 p.
<http://www.cdclimat.com/Tendances-Carbone-no85-Agriculture-1543.html?lang=en>
12. Shishlov I. and **Bellassen V.** (2013), “Unlocking private investments in energy efficiency through carbon finance”, *Climate Brief n°27*, 5 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no27-Unlocking-private-investments-in-energy-efficiency-through-carbon-finance.html?lang=en>
13. Morel R., Leguet B. and **Bellassen V.** (2012), “International climate negotiations at COP 18: the art of the Doha-ble”, *Climate Brief*, n°24, 9 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no24-International-climate-negotiations-at-COP-18-the-art-of-the-Doha-ble,1237.html?lang=en>
14. Foucherot C. and **Bellassen V.** (2012), “Reform of the Common Agricultural Policy in France is laying the initial foundations for a European agricultural climate policy”, *Climate Brief*, n°22, 8 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no22-Reform-of-the-Common-Agricultural-Policy-is-laying-the-initial-foundations-for-a-European-agricultural-climate-policy.html?lang=en>
15. Shishlov I. and **Bellassen V.** (2012), “Lessons from 10 years of the CDM - Europe is the key CDM driver on the demand side”, *Joint Implementation Quarterly*, n°18-3, pp. 9-10
http://www.iqweb.org/images/stories/mifiles/iq_issues/2012autumn.pdf
16. Shishlov I. and **Bellassen V.** (2012), “CDM Policy Dialogue: a traditional treatment coupled with new prescriptions”, *Climate Brief n°20*, 4 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no20-CDM-Policy-Dialogue-a-traditional-treatment-coupled-with-new-prescriptions.html>
17. **Bellassen V.** & Deheza M. (2012), “The role of the forestry sector in reducing European emissions: the European Commission starts with a tally”, *Climate Brief*, n°17, 7 p.
<http://www.cdclimat.com/Point-Climat-no17-The-role-of-the-forestry-sector-in-reducing-European-emissions-the-European-Commission-starts-with-a-tally.html?lang=en>
18. Deheza M. & **Bellassen V.** (2012), “Developing the forestry sector with carbon markets”, *Private Sector and Development*, n°14, pp. 9-12
http://www.proparco.fr/lang/en/Accueil_PROPARCO/Publications-Proparco/secteur-prive-et-developpement
19. Shishlov I. & **Bellassen V.** (2012), “Rent Capture in Carbon Offsetting: the Case of Fertilizer Production”, *Joint Implementation Quarterly*, n°18-2, pp. 1-2
<http://www.iqweb.org/index.php/iq-magazine/47-iq-issue-april-2012>
20. **Bellassen V.**, Stephan N. and Leguet B. (2012), “Will there still be a market price for CERs and ERUs in two years time?”, *Climate Brief*, n°13
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no13-Will-there-still-be-a-market-price-for-CERs-and-ERUs-in-two-years-time.html?lang=en>
21. Morel R., **Bellassen V.**, Deheza M., Delbosc A. and Leguet B. (2011), “Durban: one small promising step for climate... by 2020”, *Climate Brief*, n°10, 8 p.
<http://www.cdclimat.com/Climate-Brief-no10-Durban-one-small-promising-step-for-climate-by-2020.html?lang=en>

22. **Bellassen V.** (2011), "What will the Market be for Kyoto Credits in 2014 and 2015?", *Tendances Carbone*, n°64
<http://www.cdcclimat.com/Tendances-Carbone-no64-What-will-the-Market-be-for-Kyoto-Credits-in-2014-and-2015.html?lang=en>
23. Leguet B. & **Bellassen V.** (2011), "Chapitre 2: La participation à des programmes de compensation volontaire", in "L'implication des entreprises dans les politiques climatiques", Maljean-Dubois S. & Roger A., *La documentation française eds*, 212 p.
24. **Bellassen V.** (2010), "CDM and JI in 2013: decisions needed at Cancún to end uncertainty", *Climatsphere* n°20, p. 3
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/ClimatSphere_20_ENG.pdf
25. **Bellassen V.** (2010), "The future of CDM and JI in limbo: why we need a decision in Cancun", *Tendances Carbone*, n°52
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/Tendances_Carbone_No52_CDC_Climat_Research_ENG.pdf
26. **Bellassen V.** (2010) "Voluntary Carbon Standard 2011: innovations from the main voluntary offset standard", *Climate Brief*, n°1
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/10-10_Climate_Brief_1_-_Public_consultation_on_VCS_2011.pdf
27. **Bellassen V.** & Deheza M. (2009), « Conciliating national caps and incentives for projects », *Climatsphere* n°15
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/15_Climate_Sphere_EN_projects_in_the_future_Int_agreement.pdf
28. **Bellassen V.** (2009), « Les forêts et les émissions de CO₂ », *Liaison Energie-Francophonie/Le Flamboyant* n°84
<http://www.iepf.org/ressources/ressources-pub-desc.php?id=321>
29. **Bellassen V.** (2009), « Forêts et conférence de Copenhague », *Economies et Sociétés* n°11
<http://www.ismea.org/ismea/energie.11.html>
30. **Bellassen V.** & Loisel C. (2008), "Will the last be first?", *Climatsphere* n°14, p.6
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/14_Climate_Sphere_EN_Poznan.pdf
31. **Bellassen V.** (2008), « Dans les couloirs des négociations sur le climat : il était une fois la déforestation évitée », *La revue de l'ENGREF*, p. 11-16
http://aigref.portail-gref.org/upload/documents/2008343161837_RevueetudiantsENGREF20062008.pdf
32. **Bellassen V.** (2007), « Le coût du CO₂ », *Le Monde, Courrier des lecteurs*.
33. **Bellassen V.** & Schwartzmann S. (2007), "A green light for RED?", *Quarterly newsletter n°11 of Mission Climat of Caisse des dépôts*, p. 6
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/11_Climate_Sphere_Bali_Turning_point_of_post-Kyoto_negotiations.pdf
34. **Bellassen V.** (2007), "Where to buy compensation?", *Quarterly newsletter n°10 of Mission Climat of Caisse des dépôts*, p. 5
http://www.cdcclimat.com/IMG/pdf/10_Climate_Sphere_Offsetting_emissions_voluntarily.pdf

2. Projet de recherche

Mon projet de recherche s'articule autour de trois thèmes : « Manger moins mais manger mieux », « Incertitude dans le suivi des émissions et effet d'aubaine », et « Hétérogénéité spatiale de l'impact des politiques environnementales ». Les deux derniers thèmes sont le prolongement de recherches déjà conduites tandis que le premier représente une inflexion importante de mon activité. C'est pourquoi j'ai choisi de le développer davantage.

2.1. *Manger moins mais manger mieux*

2.1.1. Introduction générale

Le secteur de l'élevage représente environ 80 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole (Gerber et al., 2013; Leip et al., 2010). Des études prospectives montrent que les émissions agricoles ne peuvent être réduites de plus de 10-20% sans réduire la taille des troupeaux (ADEME, 2013; ADEME and MAAF, 2012; Pellerin et al., 2013; Pérez Dominguez et al., 2016; Wollenberg et al., 2016). Ces faibles niveaux de réduction des émissions ne sont pas compatibles avec les objectifs de réduction des émissions fixés par l'Union européenne et la France (ADEME, 2013; Foucherot et al., 2013). La réduction de la taille des troupeaux est donc une condition nécessaire pour atteindre les objectifs d'atténuation climatique européens et français.

Une façon de réduire la taille des troupeaux est de promouvoir les labels de qualité qui tendent à limiter les chargements à l'hectare tels que l'appellation d'origine protégée ou l'agriculture biologique. Cette méthode est séduisante dans la mesure où ces labels s'accompagnent de primes sur le prix (London Economics, 2008; WWF, 2017) qui peuvent compenser les pertes économiques directes associées à la réduction des niveaux de production. Une logique similaire peut être appliquée à la réduction de la production dans le secteur des cultures arables, avec la complexité supplémentaire que les cultures arables sont partiellement consommées comme aliment de base, ce qui limite le compromis que peut faire le consommateur entre qualité et quantité (voir ci-dessous).

Je propose d'étudier l'impact social et environnemental d'une transition alimentaire de type « moins mais mieux » en cinq temps :

- ✓ Proposer une typologie des régimes alimentaires existants, basée sur la notion de *contexte de consommation*, de manière à identifier si des régimes « moins mais mieux » existent, au moins pour certains produits, et si leur empreinte carbone est meilleure que d'autres types de régimes (2.1.2) ;
- ✓ Affiner l'estimation de l'empreinte carbone de ces régimes en retravaillant les estimations de l'empreinte carbone des produits labellisés. Cela passe notamment par la prise en compte des changements d'usages des sols, directs et indirects, induits par leur production (2.1.3) ;
- ✓ Evaluer, de manière analytique puis empirique, le coût en termes de bien-être d'une transition de type « moins mais mieux », scénarisée sur la base de transitions entre types de consommateurs définis en section 2.1.2 (2.1.4) ;
- ✓ Evaluer dans quelle mesure les politiques publiques, et notamment celles qui s'appuient sur la commande publique dans les cantines scolaires, peuvent faciliter cette transition, au moins pour ce qui est des repas hors domicile (2.1.5) ;
- ✓ Enfin, attendu que les modes de production et de consommation présentent une forte hétérogénéité spatiale, la prendre en compte l'hétérogénéité spatiale dans les quatre temps précédents (2.1.6).

2.1.2. Coût et empreinte carbone de régimes existants, plus ou moins orientés vers les produits certifiés

L'impact environnemental de différents groupes de consommateurs a été étudié depuis 2009. Les groupes de consommateurs sont le plus souvent établis en tant que quantiles d'une variable continue comme le niveau de revenu (Fleischer and Rivlin, 2008; Kuchler, 2011), l'empreinte carbone (Girod and de Haan, 2009; Heller et al., 2018), ou la degré de végétarisme ou la part du bio dans leurs achats alimentaires (Boizot-Szantai et al., 2017; Lacour et al., 2018; Lusk and Norwood, 2016). Cette classification des groupes de consommateurs est quelque peu orthogonale à la sociologie de l'alimentation qui nous dit que les pratiques alimentaires de chaque consommateur peuvent être classées en contextes de consommation : manger dans un restaurant, acheter des fruits pour la consommation domestique, acheter de la viande pour la cuisine familiale, ... (Ascher, 2005). Une idée sous-jacente est qu'un même consommateur peut appliquer des logiques d'achat différentes dans des contextes différents, mais utilise probablement une seule logique par contexte (Dubois de Labarre, 2005). Par exemple, les consommateurs achètent rarement 100 % d'aliments biologiques. Cependant, si un consommateur opte pour des fruits biologiques une semaine dans le contexte des *fruits achetés pour la consommation domestique*, il continuera probablement à acheter des fruits biologiques la semaine suivante, au moins pour un type donné de fruits. La traduction économique de cette idée pourrait être que la fonction d'utilité d'un consommateur donné pour un produit alimentaire donné en ce qui concerne la qualité varie avec le *contexte de consommation*.

Cette rapide revue de la littérature sur la classification des consommateurs dans les évaluations des régimes alimentaires pourra être approfondie pour confirmer l'absence de classification basée sur le *contexte de consommation d'un ou plusieurs types de produits (type de produit x situation de consommation)* pour les produits de qualité. Ensuite, les bases de données existantes sur les régimes alimentaires (Kantar et peut-être INCA 3) seront examinées pour tester l'hypothèse d'une distribution bimodale du choix des ménages entre signes de qualité et conventionnel pour quelques produits emblématiques – fruits, viande, fromage, ... – dans la situation de consommation domestique : par exemple, des parts importantes de consommateurs achetant 0 % ou 100 % de label AB ou AOP pour un type de produit donné. Si l'hypothèse est vérifiée pour plusieurs produits, on pourra réaliser une typologie de ménages suivant leur mode pour chacun des produits. On testera ensuite les déterminants géographiques et socio-économiques de l'appartenance d'un ménage à un type donnée, et on évaluera le coût et l'empreinte carbone des régimes alimentaires de ces groupes de ménages, en séparant l'effet du régime alimentaire et l'effet du mode de production (labellisé ou pas) à l'instar de Boizot-Szantai et al. (2017).

2.1.3. Homogénéisation des méthodes et prise en compte de l'usage des terres dans l'empreinte carbone

L'utilisation des données existantes sur l'empreinte carbone des produits pose toutefois plusieurs problèmes :

- ✓ Si l'impact carbone des produits biologiques a déjà fait l'objet de nombreuses études (Clark and Tilman, 2017; Meier et al., 2015; Mondelaers et al., 2009; Tuomisto et al., 2012), l'impact carbone des autres labels de qualité est pour l'instant peu étudié ;
- ✓ La fiabilité des ACV existantes comparant produits biologiques et conventionnels a été mise en cause par une revue récente (Meier et al., 2015) ;
- ✓ Tout comme ils affectent grandement l'empreinte carbone de biocarburants, les changements d'usage des terres directs ou indirects pourraient changer le bilan carbone des régimes alimentaires typologisés en 2.1.2 (Bellora and Bureau, 2016).

Je souhaiterais clarifier ces points. Les deux premiers sont déjà largement traités par les workpackages que je coordonne dans le projet Strength2Food (Bellassen et al., 2017, 2016). Toutefois, l'évaluation

de la durabilité dans ce cadre est centrée sur les produits. Il s'agirait donc de la transposer aux régimes alimentaires en utilisant les classifications établies en 2.1.2.

Le dernier point est plus complexe. Comme toute réorientation qui modifie les rendements, les systèmes alimentaires de qualité engendrent probablement des changements directs et indirects d'affectation des terres, abrégés respectivement en dLUC et en iLUC. Dans le cas d'un système alimentaire de qualité tel que le Comté, qui nécessite à la fois une part accrue d'herbe dans le fourrage et une limite de rendement laitier par hectare de fourrage, le dLUC peut être une conversion du maïs en pâturage dans les fermes productrices et l'iLUC peut être une conversion de n'importe quel type d'utilisation des terres en cultures fourragères ailleurs, afin de compenser la diminution de l'offre de lait sur le marché.

Njakou Djomo et Ceulemans (2012) et Broch et al. (2013) énumèrent les principaux déterminants de cet impact LUC dans le cas des biocarburants : élasticité-prix de l'offre et de la demande des produits agricoles, élasticité-rendement, type de terre convertie, teneur en carbone, pratiques de gestion, rendement des cultures et utilisation de coproduits. Bien que l'iLUC ait été principalement évalué avec des modèles d'équilibre général ou d'équilibre partiel (Njakou Djomo and Ceulemans, 2012), des approches plus simples et plus transparentes ont récemment été développées, comme le *Risk-adder* de Fritsche et al. (2010), le modèle de forme réduite de l'iLUC par Plevin et al. (2010) voire une simple relation entre accroissement des terres agricoles est déforestation (Muller et al., 2017).

Une revue de la littérature pourrait être réalisée sur ce sujet, dans le but de trouver ou de développer une méthode générique pour déterminer l'impact du dLUC / iLUC des systèmes alimentaires de qualité et l'appliquer à une ou deux études de cas illustratives (par exemple un produit fromager et un produit carné).

2.1.4. Transition vers la consommation de produits de qualité : quel impact sur la durabilité du régime alimentaire ?

Approche analytique

Après avoir obtenu cette classification empirique et descriptive des consommateurs, je souhaiterais proposer une série d'hypothèses sur ce qui motive l'appartenance, et la transition, des consommateurs individuels d'un groupe à l'autre. Le premier pas dans cette direction consistera à esquisser un modèle micro-économique simple du choix d'un consommateur confronté à un dilemme entre qualité et quantité. À première vue, la littérature théorique sur les produits de qualité se concentre sur le comportement stratégique des producteurs - par exemple différenciation verticale à la Mussa et Rosen (1978) - lorsque l'utilité du consommateur dépend de la qualité et lorsque la préférence du consommateur pour la qualité est hétérogène (Giraud-Héraud and Soler, 2003). Une revue de littérature sur le dilemme qualité / quantité dans les préférences des consommateurs et les politiques publiques liées à cet arbitrage sera entreprise pour confirmer l'absence de travail théorique sur l'arbitrage entre qualité et quantité du point de vue du consommateur. Il se pourrait notamment que le cadre théorique proposé par Lancaster et repris par Laroche-Dupraz et al. (2008) suffise à structurer notre problématique.

Si nécessaire en raison de l'absence de littérature théorique sur le sujet, un modèle théorique simple sera développé pour explorer les conséquences des différentes hypothèses sur le comportement des consommateurs concernant ce dilemme dans le contexte des produits certifiés (par exemple, une élasticité forte ou faible d'un type de produits au sein du budget alimentaire, une élasticité forte ou faible du budget alimentaire au sein de la consommation globale, etc.). Une piste de modélisation consistera à représenter pour les consommateurs deux types de choix :

- ✓ Un choix « horizontal », par exemple entre viande et végétaux ;
- ✓ Un choix « vertical », entre produit labellisé ou conventionnel.

Les consommateurs arbitreraient ensuite en fonction des prix relatifs des produits et des labels, ainsi que de leurs préférences pour la qualité et pour la viande ou les végétaux. La question directrice de ce travail sera la suivante : sous quelles conditions, et pour quels types de consommateurs, le bénéfice induit par l'amélioration qualitative des produits peut-elle compenser la perte de bien-être associée à la réduction de la consommation de viande ?

Approche empirique

L'objectif est de confronter ce modèle théorique au comportement réel des consommateurs. Une méthode bien établie pour ce faire dans le domaine de la consommation alimentaire serait l'analyse économétrique dans le cadre de l'analyse de la demande (Irz et al., 2015). Une possibilité serait d'adapter le modèle développé par Irz et al. (2016), qui permet de quantifier les pertes de bien-être qui découlent, à court terme, de l'imposition d'une contrainte sur le régime alimentaire. La contrainte pourrait être, dans notre cas, la transition d'une typologie à forte empreinte environnementale, telle qu'identifiée en 2.1.2, à une typologie plus vertueuse. La comparaison de cette contrainte avec un scénario où la consommation du produit conventionnel baisse autant mais où l'alternative labellisée n'est pas disponible – le consommateur se reporte alors sur d'autres produits de substituabilité possiblement moindre – permettrait d'évaluer dans quelle mesure la consommation de l'alternative labellisée en moindre quantité limite la perte de bien-être associée à la transition vers une moindre consommation.

Cela suppose d'estimer un système complet de demande alimentaire distinguant non seulement les familles de produits (fruits et légumes, viande, produits laitiers...) mais aussi leur mode de production (bio/conventionnel, signes de qualité...). Les produits labellisés seraient ainsi représentés comme des produits différents des conventionnels, de manière à capturer leur substituabilité et la perte de bien-être associée à cette substitution. Le fait d'avoir identifié des distributions bimodales pour un *produit x contexte de consommation* (2.1.2) justifierait un système de demande en deux étapes : une première étape à choix discret pour chaque catégorie de produit ou une alternative certifiée existe puis une seconde étape classique. L'élasticité croisée entre un produit conventionnel et son équivalent labellisé, comparée à l'élasticité croisée entre le produit conventionnel et le reste des biens, permettra de caractériser si l'hypothèse « moins mais mieux » est crédible (Tableau 1).

	Elasticité conventionnel/autres biens fortement positive	Elasticité conventionnel/autres biens faible ou négative
Elasticité conventionnel/label très élevée (>1 et proche de la prime du label)	Incohérent	Le produit conventionnel est « trop » substituable avec le produit labellisé : « autant mais mieux ».
Elasticité conventionnel/label modérée	Incohérent	Le produit conventionnel est substituable avec le produit labellisé : « moins mais mieux ».
Elasticité conventionnel/label faible	Le produit conventionnel est peu substituable : « moins et aussi bien ».	Le produit conventionnel est peu substituable : « autant et aussi bien ».

Tableau 1. Elasticités croisées et crédibilité du scénario “moins mais mieux”

Une autre approche complémentaire pourrait consister à évaluer les déterminants socioéconomiques de la quantité consommée. Fleischer and Rivlin (2008) ou Kuchler (2011) montrent que l'essentiel de l'accroissement du pouvoir d'achat des consommateurs est investi dans la qualité des biens consommés plutôt que dans une plus grande quantité. Caillavet et al. (2016) est également cohérent avec un arbitrage entre qualité et quantité puisque le prix unitaire des produits alimentaires est négativement corrélé avec la quantité achetée par ménage. La programmation linéaire a également

été utilisée pour projeter les changements de régime alimentaire lorsque les consommateurs sont confrontés à des ensembles de contraintes nouvelles (Perignon et al., 2016).

Plus généralement, ces méthodes pourraient aider à définir un ensemble de scénarios de « changement de régime » plausibles. Chacune présente ses avantages et ses inconvénients et des résultats opposés peuvent être également plausibles. Ainsi l'analyse descriptive de Girod et de Haan (2009) conclut à un *rebound effect* négatif de la sobriété environnementale du régime alimentaire – les consommateurs les plus sobres sur l'alimentation sont aussi plus sobres sur les autres postes fortement polluants – tandis que le modèle économétrique de Grabs (2015) projette, pour le végétarisme, un *rebound effect* positif de l'ordre de la moitié des émissions économisées sur le poste alimentaire. L'implication de ces scénarios sur l'impact environnemental, le budget alimentaire et le bien-être des consommateurs pourrait alors être évaluée sur la base des résultats d'ACV et d'autres évaluations d'impacts existantes, ou de manière plus poussée en prenant en compte les développements proposés en 2.1.3.

2.1.5. Les politiques publiques peuvent-elles influencer cette transition ?

En outre, les mêmes méthodes pourraient être utilisées pour déterminer le niveau d'incitation (par exemple la taxe par unité de nourriture, nonobstant sa qualité ou valeur) nécessaire pour neutraliser les éventuels impacts environnementaux d'une transition vers les produits alimentaires certifiés, dont l'impact carbone par unité de produit peut être supérieur aux productions intensives (Nijdam et al., 2012). Soler et al. (en prép) montre que la consommation réduite de viande par les consommateurs biologiques compense parfaitement l'empreinte carbone plus élevée des aliments biologiques par unité de produit, résultant en l'absence d'impact sur l'atténuation climatique d'un passage du régime conventionnel au régime « biologique ». Reste qu'une consommation importante de produits bio est associée à des besoins sensiblement plus élevés en 'land use'. Ceux-ci ne peuvent rester stables, par rapport à la situation de référence (tout en conventionnel) que si cette consommation plus élevée de produits bio est associée à une baisse significative de consommation de viande. Ce travail pourra être étendu à d'autres labels de qualité comme les indications géographiques.

Ces méthodes pourraient également être utilisées pour évaluer l'impact des critères de qualité dans les commandes publiques (eg. pourcentage minimal de produits biologiques et/ou locaux dans les cantines scolaires). Cette application présente l'avantage d'être originale – car plusieurs articles récents étudient déjà l'effet d'une taxe sur le consommateur (Bonnet et al., 2016; Caillavet et al., 2016) – et d'être en adéquation avec l'actualité politique. En effet, le plan Ambition bio par exemple voit dans la commande publique des cantines scolaires l'un des principaux leviers de développement de la filière. Là encore, les approches de la demande Marshalienne – utilité maximisée à budget alimentaire constant après ajout de la contrainte – ou Hicksienne – prenant en compte un possible transfert entre budget alimentaire et autres biens suite à la contrainte – peuvent toutes deux prétendre à prédire l'effet de la politique. On peut en effet imaginer que l'adaptation des cantines scolaires à l'incorporation des produits de qualité se fasse à budget constant ou pas. Par contre, définir intuitivement la fonction d'utilité d'un gestionnaire de cantine est sans doute moins aisé que de définir celle d'un consommateur final.

Pour traiter de cette application, l'enjeu principal sera la collecte de données. En effet, à la différence de la consommation à domicile, il n'existe pas de base de données facilement disponible permettant d'étudier l'évolution des menus des cantines scolaires en fonction des contraintes qui leur sont appliquées et des prix relatifs des produits.

Naturellement, les taxes ou autres contraintes ont tendance à diminuer l'utilité du consommateur (Caillavet et al., 2016). En ayant recours à des valeurs – toujours discutables – de la vie humaine et des émissions de CO₂, Irz et al. (2016) montre toutefois qu'une réduction de 5 % de l'impact carbone du régime alimentaire des français augmente le bien-être global entre -290 et +1942 millions d'euros.

Dans notre cas, la diminution de bien-être associée aux changements imposés de régime alimentaire pourrait être atténuée par l'augmentation de l'utilité associée à une qualité supérieure.

2.1.6. Impact territorialisé des changements de régime alimentaire

Les régimes alimentaires et leurs élasticité sont très dépendants des pays (Akaichi et al., 2017) voire des régions (Giraud et al., 2012). Par ailleurs, les produits animaux voyagent relativement peu : suivant les catégories, les importations de produits animaux représentent entre 15 % et 30 % de la production à l'échelle française, et 0 % et 1,5 % à l'échelle européenne (FAOSTAT, 2013). Enfin, la performance environnementale des productions est très variable dans l'espace (Gac et al., 2010; Lesschen et al., 2011).

Pour toutes ces raisons, il est intéressant de spatialiser l'évaluation de la durabilité des régimes alimentaires. On pourra notamment analyser séparément la variabilité spatiale des trois composantes suivantes :

- ✓ La composition du régime alimentaire, et notamment la proportion d'aliments certifiés, à partir de données sur la consommation des ménages ;
- ✓ Le degré de *localisme* des types d'aliments considérés, qui pourra être approximé au moyen de données existantes sur la participation des producteurs aux circuits courts, sur les échanges commerciaux ou sur les données de consommation des Indications géographiques ;
- ✓ La performance spatialisée des productions agro-alimentaire qui ont un degré de *localisme* important.

Cette analyse pourra être aisément utilisée pour spatialiser les études proposant des changements *ad hoc* du régime alimentaire – au sens de Doro et Réquillart (2017) – à savoir les études qui prescrivent un régime « cible » et quantifient le bilan environnemental de la transition vers ce régime. Si cette application simple s'avère riche d'enseignements, on pourra ensuite s'attaquer à la spatialisation des études des changements alimentaires mobilisant la programmation mathématique ou l'économétrie, dont les méthodes plus complexes se prêtent moins facilement au changement d'échelle, ne serait-ce que du fait de la baisse de la taille d'échantillon associée.

2.2. Incertitude dans le suivi des émissions et effet d'aubaine

2.2.1. Introduction générale

Le régime climatique international actuel se caractérise par un mélange de différentes politiques climatiques internationales, régionales et nationales, parfois appelées « le régime complexe ». Il est largement admis qu'une condition nécessaire pour assurer le succès d'une politique climatique quelle qu'elle soit est la mise en place d'un système indépendant et efficace de suivi (monitoring), de notification (reporting) et vérification (MRV). L'une des principales avancées concrètes de l'accord de Paris de décembre 2015 est d'ailleurs la généralisation du dispositif de MRV onusien, rebaptisé « dispositif de transparence » dans l'accord.

L'incertitude du suivi du bilan carbone de l'agriculture et des usages des terres (AFOLU) dépasse souvent 50 %, faisant de ce secteur l'une des composantes les plus incertaines des inventaires d'émissions de gaz à effet de serre (Pacala et al., 2010). Cette incertitude est historiquement vue par les régulateurs, en particulier en Europe, comme l'un des principaux arguments contre l'inclusion du secteur dans les mécanismes de tarification du carbone (Bellassen et al., 2015; European Commission, 2016; Foucherot and Bellassen, 2011). Toutefois, la question de son inclusion est explicitement reposée par la Commission Européenne dans le cadre de l'élaboration de la politique climatique de l'Union pour l'après-2020 (European Commission, 2015).

Dans ce contexte, il est important de questionner le bien-fondé économique d'exclure les activités impactant l'usage des sols du signal-prix du carbone du fait de l'incertitude associée au suivi de leur

bilan carbone. Dans le cas du secteur agricole, l'inclusion au marché européen des quotas resterait coût-efficace jusqu'à des coûts de suivi élevés de l'ordre de 3 €/tCO₂éq (De Cara and Vermont, 2011) ou jusqu'à l'inclusion des 30 % d'exploitations les plus grosses (De Cara et al., 2017). L'application de la théorie micro-économique montre également que les inefficacités générées par une incertitude sur la mesure de l'externalité environnementale peuvent être modérées, voire annulées, par un ajustement de la contrainte, c'est-à-dire typiquement le niveau de la taxe pigouvienne ou la quantité de pollution autorisée (Chakraborty and McAfee, 2014; Dasgupta et al., 1980; Montero, 2005; Segerson, 1988). Les hypothèses mobilisées pour cet ajustement – eg. connaissance de la fonction de dommage, anticipation parfaite du comportement des pairs, etc. – sont souvent très fortes, ce qui rend ces solutions théoriques peu opérantes en pratique. Les questions pratiques liées aux conséquences d'un suivi incertain du bilan carbone des tourbières en cas d'inclusion dans les mécanismes de tarification du carbone deviennent donc :

- ✓ dans quelles conditions – asymétrie d'information, coût du suivi, dispositif volontaire ou obligatoire, ... – l'incertitude sur le bilan carbone de l'agriculture et des usages des terres est-elle source d'inefficacité ?
- ✓ le cas échéant, la diminution de bien-être associée à ces inefficacités est-elle du même ordre de grandeur que l'augmentation de bien-être provoquée par la mobilisation du levier d'atténuation à bas coût que représentent les tourbières ?

Dans un cadre générique mobilisant la théorie des contrats, nous avons démontré que la réponse à ces questions dépend du degré d'asymétrie d'information entre régulateur et agent et de la rentabilité de l'agent (Bellassen and Shishlov, 2016). Si l'agent et le régulateur ont tous deux une grande incertitude sur le bénéfice environnemental d'une action, il est moins intéressant d'investir dans le suivi de ce bénéfice. Certes, cet investissement permet de mieux cibler les agents financés, mais le régulateur n'a pas à se prémunir contre la sélection adverse. Ce travail a permis d'élaborer des recommandations concrètes sur la conception des règles de suivi dans les mécanismes de tarification du carbone. Toutefois, ces recommandations reposent sur les hypothèses les plus classiques en micro-économie : coût de production quadratiquement croissant, ...

2.2.2. Spécification du modèle économique générique

La première piste de recherche à poursuivre est donc de vérifier la robustesse de ces résultats en spécifiant de manière plus réaliste les fonctions de production et de coût pour des exemples précis : restauration de tourbières, insertion de légumineuses, ... Pour prendre en compte les spécificités de ces leviers d'atténuation du changement climatique, cette spécification nécessitera *a minima* une recalibration du modèle micro-économique (paramètres liés à l'incertitude et au coût du suivi, au coût d'atténuation, ...), et probablement une révision de la fonction de profit de l'agent. Le projet Vocal – conception d'un label carbone pour les projets agricoles et forestiers en France – et l'étude sur *le potentiel de l'agriculture et de la forêt françaises en vue de l'objectif d'un stockage de carbone dans les sols à hauteur de 4 pour 1000* pilotée par la DEPE, sont deux occasions de développer cette piste de recherche en combinant intérêt académique et éclairage de la décision politique.

2.2.3. Généralisation à l'incertitude sur les coûts

La seconde orientation que je souhaite donner à mes recherches dans ce domaine est au contraire de monter en généralité, en combinant incertitude sur les bénéfices carbone d'une pratique d'atténuation et incertitude sur ses coûts. Si je me suis jusqu'ici concentré sur les bénéfices, l'incertitude sur les coûts et ses conséquences – l'effet d'aubaine – est de loin la plus étudiée en économie de l'environnement (Bento et al., 2015; Horowitz and Just, 2013; Mason and Plantinga, 2013; van Benthem and Kerr, 2013). La principale différence est, à mon sens, que l'asymétrie d'information entre principal et agent va de soi sur les coûts des agents alors qu'elle est beaucoup plus discutée sur la mesure des bénéfices environnementaux de leurs actions. Une première action que

J'aimerais mener sur ce point est une méta-analyse sur les articles évaluant l'inefficacité générée par l'effet d'aubaine, en distinguant les approches théoriques des approches empiriques. Dans un second temps, on peut imaginer concevoir un modèle théorique simple combinant incertitude sur les coûts et sur les bénéfices. L'intérêt d'un tel modèle serait de proposer une évaluation *ex ante* de l'ordre de grandeur des inefficacités liés à l'incertitude pour la mise en œuvre d'une politique environnementale donnée.

2.3. Hétérogénéité spatiale de l'impact des politiques environnementales

J'ai déjà eu plusieurs fois l'occasion d'étudier l'impact de l'hétérogénéité spatiale des conditions de productions dans le cadre d'évaluation *ex ante* de politiques environnementales, notamment de tarification du carbone (voir 3.1.1). Dans les travaux d'évaluation *ex post* que j'ai menés, je ne me suis par contre jamais attardé sur cet aspect. Cette lacune qui m'apparaît avec le recul me pousse à proposer deux pistes de recherches pour évaluer l'impact de l'hétérogénéité spatiale sur l'impact des politiques environnementales.

2.3.1. Spatialisation du bilan environnemental de la politique agricole commune

Chabé-Ferret et Subervie (2013) a fourni une excellente évaluation de l'efficacité de différentes mesures agri-environnementales (MAE). Cependant, la mesure d'efficacité fournie est une moyenne nationale. Ce travail se poursuit actuellement dans le cadre du projet ANR PENSEE qui est pour moi l'occasion de spatialiser cette évaluation de plusieurs manières :

- ✓ en étudiant séparément l'impact des MAE herbagères sur les différents changements d'usage des terres, notamment la conversion de prairies en forêt ou en cultures. Cette distinction a d'importantes conséquences économique et environnementales : un retournement de prairie correspond à une intensification de l'agriculture au bilan carbone probablement négatif tandis qu'un enrichissement correspond à une perte d'activité économique – pour le secteur agricole à tout le moins – au bilan carbone positif ;
- ✓ en spatialisant l'évaluation ces conversions évitées. Suivant les régions, les MAE herbagères ont pu avoir une efficacité vairée et un effet varié, évitant plutôt des conversions en culture ou plutôt des conversions en forêt.
- ✓ en estimant le bilan carbone des mesures agri-environnementales de manière spatialement explicite. Ainsi, la conversion d'un hectare de prairie en forêt n'a pas le même bilan carbone en zone méditerranéenne où les arbres poussent lentement qu'en Bretagne où le climat leur est plus favorable.

2.3.2. Spatialisation des conséquences de l'intensification forestière

Mes travaux sur l'interaction entre localisation des usines et localisation des productions dans le secteur agricole (Bellassen et al., submitted) n'ont pas été aussi fructueux que je l'espérais. Deux des principales difficultés sont la disponibilité de données précises et à large échelle sur la localisation des usines agro-alimentaires de première transformation – le secteur d'activité est souvent flou et l'échelle européenne est un défi – et l'absence d'un choc ou d'un instrument qui permettrait de contrôler proprement le biais de simultanéité entre offre et demande pour une culture donnée. C'est pourquoi il me paraît aujourd'hui plus prometteur de me pencher – pour cette question – sur le secteur forestier. L'implantation récente de grandes centrales à biomasse – principalement implantées grâce aux politiques de soutien à la biomasse-énergie – représente un choc important sur la demande en bois (Baron et al., 2013; Deheza et al., 2014). Et on peut espérer instrumenter la localisation des centrales à biomasse par la proximité au transport fluvial et/ou ferroviaire, à l'instar de la méthode proposée

par Motamed et al. (2016) pour évaluer l'impact des usines de production de bioéthanol sur la surface cultivée en maïs.

Une telle estimation de l'impact local des centrales à biomasse sur la récolte de bois aurait d'autant plus d'intérêt qu'il est désormais avéré que l'intensification forestière génère une dette carbone (Roux et al., 2017; Valade et al., 2017a) et que l'échéance de remboursement dépend des conditions pédo-climatiques locales (Hudiburg et al., 2011; Valade et al., 2017b).

3. Résumé des travaux publiés ou en cours depuis la thèse

Titulaire d'une thèse en écologie et chargé de recherche en économie, ma recherche est pluridisciplinaire. L'économie domine toutefois largement mes travaux depuis la fin de ma thèse en 2010. Je la mobilise notamment pour décrypter le fonctionnement des systèmes de tarification du carbone et évaluer leur capacité à mobiliser le potentiel d'atténuation des agrosystèmes. Depuis mon arrivée au Centre d'Economie et de Sociologie des Espaces Ruraux (CESAER) en 2014, j'ai doublement élargi ce spectre en m'intéressant à l'étape de transformation des produits agricoles et à l'évaluation de la durabilité – économique, environnementale et sociale – des produits au-delà de leur seule empreinte carbone. Marginalement, je mobilise toujours l'écologie pour quantifier la séquestration de carbone associée à la gestion des forêts, en insistant notamment sur l'interaction entre gestion et impact du changement climatique dans la fourniture de ce service écosystémique (Bellassen and Luyssaert, 2014).

Comme tout chercheur, je diffuse ces résultats par le biais des revues à comité de lecture et des conférences scientifiques. Mais je veille également à assurer l'impact de mes recherches au-delà de la communauté scientifique. Cela passe par exemple par l'appui des professionnels de l'agriculture et de la forêt au montage de projets pilotes de réduction des émissions, par l'audit d'inventaires nationaux de gaz à effet de serre pour les Nations Unies, et par la vulgarisation des résultats scientifiques, au moyen d'analyses synthétiques sur la tarification du carbone ou de la rédaction d'un ouvrage de type « Que sais-je ? » sur la compensation carbone (Bellassen and Leguet, 2009).

3.1. Valorisation économique des pratiques bas-carbone dans les agrosystèmes : évaluation ex ante et ex post

La valorisation économique des pratiques sobres en carbone s'est fortement développée au cours des dix dernières années. Dans l'immense majorité des cas, elle n'est possible que dans le cadre d'une politique publique qui permet d'internaliser l'externalité environnementale que constitue l'émission de gaz à effet de serre. Ces politiques ont pris des formes aussi diverses que les marchés du carbone, les taxes carbone, l'affichage environnemental des produits ou encore le subventionnement public de production d'énergie à partir de biomasse. Mes recherches se sont concentrées sur a) l'évaluation *ex ante* ou pronostique de la rentabilité carbone des pratiques de gestion des agrosystèmes (voir 3.1.1), et b) l'évaluation *ex post* ou diagnostique de l'efficacité des politiques climatiques dans le secteur de l'agriculture et de la forêt (voir 3.1.2). Ces recherches ont d'abord été conduites à Washington pour l'ONG américaine Environmental Defense Fund, puis à Montpellier au sein de l'UMR Eco&Sols (INRA-SupAgro-CIRAD-IRD), et enfin à Paris pour CDC Climat Recherche, filiale de la Caisse des dépôts classée 1^{er} *think tank* français sur le changement climatique en 2013 par l'*International Center for Climate Governance*.

3.1.1. Evaluation ex ante de la rentabilité carbone d'une pratique

J'ai notamment évalué :

- ✓ la conservation et l'agriculture sur brûlis au Cameroun, avec l'aide de Vincent Gitz (CIRED), lors de mon année à Washington en tant que research assistant ;
- ✓ diverses techniques de fertilisation de la culture d'arachide au Sénégal, pour le volet économique de mon mémoire de master 2 sous la direction de Raphaël Manalay (AgroParisTech) ;
- ✓ divers modes de gestion forestière, en encadrant le travail de Mariana Deheza (CDC Climat Recherche).

Malgré la diversité des contextes et des pratiques analysées, la méthode employée a été relativement similaire dans les différents cas et repose sur quatre étapes.

- a. **Entretiens auprès des professionnels** pertinents pour déterminer les pratiques qu'ils sont prêt à mettre en œuvre ou à favoriser et qui présentent selon eux un intérêt pour le climat.
- b. **Décomposition de ces pratiques en sources de coût et de profit**, tant du point de vue économique que du point de vue environnemental (émissions de gaz à effet de serre), et mise en équation du bilan économique et environnemental de la pratique.
- c. **Paramétrisation de ces bilans** par la recherche bibliographique, la méta-analyse, les entretiens auprès des acteurs ou encore la modélisation.
- d. **Analyse de la sensibilité** des résultats aux paramètres du modèle coût/bénéfice dont notamment le taux d'actualisation lorsque les différents coûts et bénéfices échoient à des échéances très éloignées dans le temps.

Ces recherches ont permis de montrer l'importance que jouent les arbres sur la rentabilité, valeur du carbone incluse, des pratiques. Ainsi, si on se restreint aux différentes alternatives de fertilisation, le prix du carbone dévolu aux projets de compensation, de l'ordre de 7 \$ tCO₂éq⁻¹, ne rentabilise une intensification raisonnée de la fertilisation organo-minérale que sur une modeste partie du territoire Sénégalais (Bellassen et al., 2010). Mais dès que les importants stocks de carbone des arbres sont en jeu, que ce soit en prenant en compte la diminution probable de la déforestation qui suit une intensification raisonnée au Sénégal, ou le simple paiement pour la conservation des forêts comme alternative à l'agriculture sur brûlis au Cameroun, un prix aussi bas que 3 \$ tCO₂éq⁻¹ peut suffire à faire émerger la pratique sobre en carbone (Bellassen and Gitz, 2008).

Une autre leçon tirée de ces travaux est l'importance de la spatialisation des analyses et des résultats. Les travaux sur la fertilisation au Sénégal démontrent notamment l'importance du contexte territorial. D'une part, au travers des conditions pédo-climatiques et la distance au marché, qui peut altérer le bilan économique de -50 à +150 \$ ha⁻¹ an⁻¹ (Bellassen et al., 2010). D'autre part, pour l'interprétation des résultats : la modeste part du territoire Sénégalais où une valorisation du carbone change le mérite de l'intensification raisonnée se situe précisément dans le bassin arachidier et pourrait donc avoir un effet disproportionné.

Enfin, ces résultats posent une question majeure qui a stimulé mes recherches ultérieures : pourquoi les alternatives sobres en carbone ne sont-elles pas mises en œuvre malgré une apparente rentabilité ? Cette question m'a amené dans un premier temps au décryptage des politiques de valorisation du carbone et à l'analyse *ex post* de leur efficacité à stimuler les réductions d'émissions en agriculture et en forêt (voir 3.1.2). Dans un second temps, j'ai approfondi l'étude des coûts de transactions associés à la valorisation du carbone, et notamment ceux liés au suivi, notification et vérification des émissions (voir 3.3).

3.1.2. Evaluation *ex post* de l'efficacité des politiques de valorisation du carbone agricole et forestier

Le cadre des marchés du carbone a été vu au cours de la décennie 2000 comme le navire amiral des politiques européennes et internationales en matière d'atténuation du changement climatique. Je me suis attaché à décrypter ce cadre complexe et à analyser son efficacité dans les secteurs de l'agriculture et de la forêt. Ces recherches ont été faites en collaboration, par l'encadrement de stagiaires de master ou de chargés d'étude.

Trois principales méthodes ont été employées :

- ✓ analyse des **textes réglementaires** pour comprendre les procédures et les risques associés aux marchés de quotas et aux projets de compensation carbone ;
- ✓ traitement **de bases de données** pour identifier les déterminants de ces risques, ainsi que le comportement des acteurs faces aux contraintes et opportunités créées par ce cadre ;

- ✓ **entretiens avec les professionnels** impliqués pour obtenir ou tester des clés d'interprétation des résultats.

Le principal résultat de ces recherches est que le cadre des marchés du carbone n'a pas permis d'inciter efficacement aux réductions d'émissions dans les secteurs de l'agriculture et de la forêt. Deux principaux éléments expliquent cet échec.

- ✓ Seul l'aval de ces filières et, pour l'agriculture, les producteurs d'intrants sont directement concernés par la directive du marché des quotas. Dans le secteur de la construction, le mode d'allocation des quotas ne valorise que faiblement le bois face aux matériaux plus énergivores (Bellassen and Deheza, 2012). De même, ce mode d'allocation a jusqu'ici rendu les filières agricole et agro-alimentaire largement excédentaires en quotas (Foucherot and Bellassen, 2013).
- ✓ La compensation carbone, outil économique de rattrapage pour les secteurs non directement assujettis au marché, a été peu mobilisé par les secteurs agricoles et forestiers du fait des coûts de transaction – principalement liés au suivi des émissions – trop élevés dans ces secteurs (Foucherot and Bellassen, 2011).

L'analyse et la quantification des risques associés aux projets de compensation carbone a été conduite pour tous les secteurs, et pas seulement l'agriculture et la forêt. Elle a abouti à deux développements méthodologiques intéressants.

- ✓ La conception d'une méthode de sélection des variables explicatives basée sur la corrélation simple pour suppléer aux méthodes classiques de type *Akaike Information Criteria (AIC)* lorsque la quantité de données conduit aux limites de capacité de calcul d'un ordinateur standard (Cormier and Bellassen, 2013).
- ✓ La conception d'un modèle statistique de prédiction de l'offre mondiale en crédits carbone. Ce modèle a permis d'anticiper de près de 18 mois l'effondrement du marché des crédits carbone (Bellassen et al., 2012). Relayée par la publication phare de la Banque Mondiale (Kossov and Guigon, 2012), cette anticipation a possiblement déclenché l'éclatement de la bulle, suivant un mécanisme de mimétisme financier tel que décrit par Graham (1999).

En termes de valorisation de ces résultats en dehors du cadre académique, ce constat d'échec sur les marchés du carbone pour les filières agricole et forestière m'a conduit à participer à l'élaboration du *Label Bas-Carbone*, un label porté par le ministère de l'environnement pour attester de l'impact carbone d'un projet agricole ou forestier. J'ai également pu partager mes connaissances en participant à des exercices de prospective, comme *Déshy 2020* conduit par Coop de France sur la luzerne déshydratée à l'horizon 2020 ou en participant au comité technique mis en place par la DRAAF de Bourgogne Franche-Comté pour évaluer les projets de Groupement d'intérêt économique et environnemental (GIEE).

Sur le plan de la recherche, ce constat d'échec m'a conduit à évoluer vers les autres politiques de valorisation des aménités climatiques. En recourant aux mêmes méthodes que pour le cadre des marchés du carbone, complétées par l'analyse des rapports d'utilisation des fonds européens comme le FEADER, nous sommes arrivés à deux grandes conclusions.

Pour ce qui est de l'agriculture, une analyse grossière mais exhaustive des mesures de la Politique agricole commune (PAC) sur la période 2003-2013 nous a permis de conclure que la PAC s'était accompagnée de réductions d'émissions annuelles de l'ordre de 2 millions de tCO₂e, soit de l'ordre de 2 % des émissions du secteur Agrofourniture-Agriculture-Agroalimentaire en 2011 (Baudrier et al., 2015).

Touchant à la forêt, en l'absence de politique forestière forte, ce sont une dizaine de politiques, pour la plupart non-spécifiques au secteur forestier, qui impactent la capacité d'atténuation du changement climatique des forêts européennes. Que ce soit à l'échelle nationale ou européenne, les incitations envoyées à la filière forêt-bois en matière d'atténuation climatique sont apparues cohérentes et dominées par la valorisation énergétique de la biomasse (Baron et al., 2013; Deheza et al., 2014).

Dans l'évaluation *ex ante* comme dans l'évaluation *ex post* des politiques publiques, l'échange avec les professionnels des filières concernées est un atout de poids. Il permet notamment de poser des questions de recherche pertinentes, d'obtenir des données capitales et de confronter les résultats et leur interprétation à une audience experte et en première ligne. Les deux clubs de recherche que j'ai développés avec mes collègues de l'époque sont des outils privilégiés pour ces échanges. Le **Club Climat Agriculture**, lancé en 2012 en partenariat avec l'INRA et l'APCA réunit ses membres, des professionnels des filières agricole et agro-alimentaire, tous les six mois autour de présentations de travaux de recherche, de veille et analyse, et de retours d'expérience. Le **Club Carbone Forêt-Bois** est une initiative similaire qui regroupe les professionnels d'une trentaine d'institutions de la filière forêt-bois.

3.2. Evaluation de la durabilité des produits alimentaires

Dans une perspective d'élargissement de mon champ de recherche, j'ai entamé depuis 2015 des travaux sur les filières agricoles, plus largement que les seules exploitations, et sur leur durabilité, plus largement que sur leur seule empreinte carbone. Le principal vecteur de cette recherche est le projet H2020 Strength2Food dans le cadre duquel j'ai coordonné un *workpackage* portant sur la conception d'indicateurs de durabilité adaptés aux objets et aux contraintes du projet (Bellassen et al., 2017, 2016). Je co-coordonne désormais le *workpackage* dédié à la mise en œuvre de ces indicateurs sur 29 produits certifiés « agriculture biologique », « appellation d'origine protégée » ou « indication géographique protégée ».

Toujours en m'intéressant à l'aval des filières agro-alimentaires, j'ai pu montrer que la diversification des cultures – une condition nécessaire de l'agro-écologie (Doré et al., 2011; Malézieux, 2012; Meynard et al., 2016) – était fortement contrainte par la présence d'un débouché : la part de l'orge dans l'assolement par exemple est divisée par deux loin des malteries, et par cinq loin de silos du négociant propriétaire des malteries (Bellassen et al., submitted).

Enfin, sur la base de l'expérience acquise dans l'évaluation des politiques climatiques et de la littérature empirique et théorique en économie de l'environnement, j'ai également proposé une perspective sur les enjeux à suivre dans le nouveau dispositif des certificats d'économie de produits phytosanitaires (Bellassen, 2015).

3.3. Suivi des émissions de gaz à effet de serre et des réductions d'émissions : enjeux technologiques, économiques et environnementaux

L'évaluation *ex post* des politiques de valorisation du carbone pour les agrosystèmes identifie le suivi, notification et vérification des émissions comme l'un des principaux obstacles pour ces secteurs (voir partie 3.1.2). Ce constat a orienté mes recherches vers cette thématique, à la fois en écologie et en économie.

En agronomie, j'ai testé la capacité d'ORCHIDEE-FM, le modèle que j'ai développé en doctorat, à optimiser l'usage de données satellites pour la quantification du carbone forestier. Les résultats sont encourageants : l'assimilation des données satellites permet de réduire l'erreur quadratique moyenne de l'ordre de 30 à 50 % sur le flux net de carbone (Bellassen et al., 2011a). Ces résultats, accompagnés d'une synthèse plus large que j'ai réalisée sur le sujet, ont été présentés à l'Agence spatiale européenne dans le cadre des études de faisabilité du projet de satellite BIOMASS (Schaphoff et al.,

2009). Ils ont contribué au choix final de l'Agence qui a retenu ce projet parmi plusieurs autres concurrents. J'ai également réalisé une synthèse sur les différentes méthodes employées pour quantifier les flux de carbone en forêt à l'échelle mondiale (Bellassen and Luysaert, 2012).

En économie, je me suis d'abord penché sur l'analyse des règles de suivi des émissions dans les politiques climatiques existantes. Les méthodes employées sont similaires à celles mentionnées en partie 3.1.2. Ces évaluations ont conduit aux résultats suivants :

- ✓ Le suivi, notification et vérification des émissions représente une part importante des coûts associés au montage d'un projet de compensation carbone. Ces coûts de transaction peuvent dépasser les 100 000 euros par projet, soit jusqu'à 30 % des bénéfices carbone escomptés (Bellassen et al., 2015; Bellassen and Stephan, 2015; Guigon et al., 2009).
- ✓ Les règles de suivi sont assez variables d'une politique à l'autre, et dépendent notamment de l'échelle à laquelle s'applique la politique : juridiction, projet, site industriel, ... Ainsi, le suivi à l'échelle juridictionnelle ne pose pas de normes quantitatives en matière d'incertitude. Toutefois, si les règles s'appliquant aux sites industriels imposent souvent un maximum pour l'incertitude du suivi, elles ne fournissent pas d'incitation à réduire l'incertitude en dessous du seuil (Bellassen et al., 2015; Bellassen and Stephan, 2015). Quant aux projets de compensation carbone, le principe général de *conservativeness* qui fournit une incitation indirecte à augmenter la précision du suivi n'est pas appliqué de manière exhaustive et cohérente dans les méthodes de suivi des projets (Shishlov and Bellassen, 2015).
- ✓ Le suivi, notification et vérification des émissions, et notamment celui du scénario contrefactuel, constitue la pierre angulaire de l'intégrité environnementale des projets, et donc de la crédibilité du Mécanisme pour un développement propre, le label de compensation carbone des Nations Unies. Au sein de notre revue de littérature sur l'évaluation de ce mécanisme, nous avons pu constater la prépondérance des études sur le suivi des émissions (Shishlov and Bellassen, 2012).
- ✓ Plus généralement, le suivi des engagements des Etats dans le cadre protocole de Kyoto permet de démontrer que la lettre et l'esprit du protocole ont été respectés. En effet, les objectifs de réduction auraient été atteints même en l'absence de l'une ou l'autre des principales dispositions controversées : air chaud, compensation carbone et comptabilité de l'usage des terres (Shishlov et al., 2016).

Ces constats, notamment sur les dispositions liées à l'incertitude dans les règles de suivi, m'ont conduit à aborder la question sous un angle théorique : le régulateur a-t-il intérêt à réduire l'incertitude ? Dans un cadre générique mobilisant la théorie des contrats, nous avons démontré que la réponse dépend du degré d'asymétrie d'information entre régulateur et agent et de la rentabilité de l'agent (Bellassen and Shishlov, 2016). Le recul pris sur cette thématique m'a permis de contribuer sur ce point à un éditorial dans *PNAS* sur le rôle de la science après l'accord de Paris sur le climat (Boucher et al., 2016).

En termes de valorisation de ces résultats en dehors du cadre académique, j'ai été le troisième français à obtenir **l'accréditation des Nations Unies pour l'audit des inventaires nationaux de gaz à effet de serre**. Je suis ainsi missionné chaque année par les Nations Unies et le Ministère de l'environnement pour vérifier la conformité de l'inventaire d'un ou deux pays aux normes internationales.

3.4. Modélisation à large échelle de la séquestration de carbone dans les agrosystèmes

La modélisation, qu'elle soit statistique ou basée sur les processus, est une méthode privilégiée d'estimation et de compréhension des aménités environnementales à large échelle. Elle permet

notamment de suppléer à une faible densité spatiale des données. Dans mes recherches, je m'en suis notamment servi comme une étape préalable à l'évaluation de la rentabilité carbone des pratiques décrite en partie 3.1.1.

J'ai eu l'occasion de développer les deux types de modélisation à large échelle. La modélisation empirique, basée sur un modèle statistique, pour estimer la séquestration de carbone dans les sols agricoles (Bellassen et al., 2010) ou la forêt (Valade et al., 2017a), et la modélisation basée sur les processus, pour estimer la séquestration en forêt (Bellassen et al., 2011b; Valade et al., 2017b).

Les contacts créés à travers l'Europe pour collecter et comprendre les données nécessaires à ces modélisations m'ont entre autres permis de comparer ma méthode de reconstitution de la structure en âge d'un massif forestier à celles d'autres collègues européens (Vilén et al., 2012) et de nourrir une synthèse européenne sur le bilan en gaz à effet de serre de l'usage des terres en Europe (Luyssaert et al., 2012).

4. Présentation de l'expérience dans l'animation d'une recherche

4.1. *Coordination de projets de recherche*

4.1.1. **Projet Strength2Food (H2020, UE)**

Le projet de recherche Strengthening European Food Chain Sustainability by Quality and Procurement Policy (Strength2Food) évalue la durabilité des politiques européennes de qualité alimentaire (labels Agriculture Biologique, AOP, IGP, STG, politiques locales de circuits courts et d'approvisionnement des cantines scolaires). Le consortium de Strength2Food compte 30 partenaires, implique plus de 100 chercheurs et porte sur 15 pays, de la Norvège à la Serbie, et de l'Espagne au Vietnam. Strength2Food est un projet financé par la Commission Européenne (cadre H2020) sur 2016-2021 avec un budget global de 6,9 millions €.

J'ai coordonné le *workpackage 3* portant sur la conception d'indicateurs de durabilité adaptés aux objets et aux contraintes du projet (Bellassen et al., 2017, 2016). Je co-ordonne désormais le *workpackage 5* dédié à la mise en œuvre de ces indicateurs sur 29 produits certifiés « agriculture biologique », « appellation d'origine protégée » ou « indication géographique protégée ». En termes de valorisation, j'ai signé avec les éditions Springer pour un ouvrage sur les produits alimentaires certifiés et j'ai soumis une proposition de numéro spécial dédié à l'évaluation de la durabilité de ces produits à *Food Policy*.

4.1.2. **Projet AliDuTer (Région Bourgogne Franche-Comté)**

Le projet de recherche Alimenter durablement les territoires : approvisionnement, transformation et consommation analyse les ressorts de la transition vers ces nouveaux systèmes alimentaires à deux niveaux : 1) la transformation, l'approvisionnement et de façon plus large la logistique du système alimentaire et 2) les choix du consommateur et notamment les ressorts économique et sociologique des transitions vers des régimes alimentaires locaux et de qualité. Il implique une dizaine de chercheurs de l'INRA et d'AgroSup Dijon avec un budget total de 175 000 euros de 2018 à 2021. Je coordonne le volet INRA du projet en lien avec Hai-Vu Pham qui coordonne le volet AgroSup Dijon.

4.1.3. **Projet MRV Sector (Climate-KIC, UE)**

Entre 2012 et 2014, j'ai coordonné le projet « Monitoring, Reporting and Verification of greenhouse gas emissions », d'un montant global de 420 000 euros, financé pour 300 000 euros par la Climate-KIC (Commission Européenne) et pour 120 000 euros par du mécénat public et privé. Le consortium de ce projet impliquait CDC Climat Recherche, le National Physics Laboratory (Royaume-Uni), South Pole Carbon (Suisse), et le LSCE (CEA-CNRS-UVSQ). Le point d'orgue de ce projet a été la publication d'un ouvrage de référence sur l'économie du suivi des émissions de gaz à effet de serre aux éditions *Cambridge University Press* (Bellassen and Stephan, 2015) et d'un article de synthèse sur le sujet dans *Nature Climate Change* (Bellassen et al., 2015).

4.1.4. **Projet BiCaFF (Reactif, ADEME)**

Entre 2013 et 2017, j'ai co-koordiné en tandem avec Sebastiaan Luyssaert (Amsterdam University) le projet BiCaFF visant à quantifier par la modélisation empirique et celle basée sur les processus le bilan carbone des forêts françaises. Ce projet, financé à hauteur de 250 000 euros par l'ADEME, rassemble l'IPSL, le LSCE (CEA-CNRS-UVSQ), InfoSol (INRA), l'Irstea et l'Université d'Amsterdam. La cheville ouvrière du projet a été Aude Valade, recrutée en post-doctorat sur 3 ans et demi pour la mise en œuvre des modélisations. Le rapport final a été publié (Valade et al., 2017a) et plusieurs publications sont en cours de préparation.

4.1.5. Projet BioServ (Ecoserv, INRA)

Le projet Bioserv vise à quantifier la relation entre la présence de l'agriculture biologique et l'expression d'un bouquet de services écosystémiques. Il est financé à hauteur de 100 000 euros par l'INRA (méta-programme Ecoserv). J'anime la tâche 3 dont l'objectif est d'évaluer l'impact des exploitations en agriculture biologique sur la performance économique de leurs voisines en conventionnel.

4.2. Animation scientifique au CESAER

Au sein de mon laboratoire, je suis responsable de la thématique transversale « Territoires d'alimentation et agricultures durables ». L'objectif de cette thématique transversale est de stimuler l'animation scientifique sur ce thème. Entre autres, elle a été pour moi l'occasion d'organiser deux conférences : « Location of agricultural production and provision of ecosystem services » en Novembre 2015 et « Durabilité des produits alimentaires » en Mars 2017.

Je suis également membre du conseil de laboratoire, instance de discussion bi-mensuelle sur la gestion du laboratoire. Avec Abdoul Diallo, j'ai lancé la lettre d'information du CESAER en 2015, qui envoie tous les deux ou trois mois la liste des publications du CESAER à un petit millier de personnes. Enfin, je contribue à l'organisation du séminaire interne bi-hebdomadaire du CESAER qui permet aux membres du laboratoire de présenter leurs travaux en cours.

4.3. Encadrement

Co-encadrement de thèses en économie : Igor Shishlov (ED ABIES, soutenue en 2015), Daniel Gilbert (ED DGEP, en cours)

Encadrement de stages de M2 en économie : Pierre Guigon (AgroParisTech, 2008), Mariana Deheza (AgroParisTech, 2009), Alain Cormier (MinesParisTech, 2011), Claudine Foucherot (AgroParisTech, 2012), Frédéric Baron (AgroParisTech, 2012), Carmen N'Goran (AgroParisTech, 2013), Mathilde Baudrier (AgroParisTech, 2014), Ludivine Villaverde (Université d'Aix-Marseille, 2017), Mathieu Lambotte (Gent University, 2018).

Encadrement de stage de M2 en écologie : Marc Peaucelle (ENS Cachan, 2012).

Encadrement de stage de M1 en économie : El Hadji Sow (Université de Bourgogne Franche-Comté, 2016).

Encadrement de 3-4 chargés d'études permanents en tant que « chef de pôle de recherche » à CDC Climat (2010-2014).

5. Références

- ADEME, 2013. L'exercice de prospective de l'ADEME « Vision 2030-2050 ». Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- ADEME, MAAF, 2012. Agriculture et facteur 4. Solagro, Oréade-Brèche, ISL.
- Akaichi, F., Caillavet, F., Castellari, E., Dogbe, W., Fadhuile, A., Gil, M., Irz, X., Kumar Basnet, S., Moro, D., Nichèle, V., Quattrone, G., Revoredo-Giha, C., Sckokai, P., Varacca, A., 2017. A comparative analysis of food demand and its determinants in six EU countries, in: Soler, L.G. (Ed.), The SUSDIET Research Project: Towards Sustainable Diets in Europe. Final Report. p. 84 p.
- Ascher, F., 2005. Le mangeur hypermoderne. Une figure de l'individu éclectique, O. Jacob. ed. Paris, France.
- Baron, F., Bellassen, V., Deheza, M., 2013. The contribution of European forest-related policies to climate change mitigation: energy substitution first (Climate Report No. 40). CDC Climat Research, Paris, France.
- Baudrier, M., Bellassen, V., Foucherot, C., 2015. The previous Common Agricultural Policy (2003-2013) reduced French agricultural emissions (No. 49), Climate Report. CDC Climat Research & INRA, Paris, France.
- Bellassen, V., 2015. Les certificats d'économie de produits phytosanitaires : quelle contrainte et pour qui ? (No. 2015/4), Working paper CESAER. INRA, Dijon, France.
- Bellassen, V., Arfini, F., Antonioli, F., Bodini, A., Brennan, M., Courbou, Delesse, L., Drut, M., Donati, M., Duboys de Labarre, M., Dupont, O., Filipovic, J., Gauvrit, L., Giraud, G., Gorton, M., Hilal, M., Husson, E., Laitala, K.M., Majewski, E., Malak-Rawlikowska, A., Monier-Dilhan, S., Muller, P., Poméon, T., Ristic, B., Sayed, M., Schaer, B., Stojanovic, Z., Paget, A., Tocco, B., Toque, E., Tregear, A., Veneziani, M., Vergote, M.-H., Vitterso, G., Wilkinson, A., 2017. Results and lessons from pilot studies and final set of verified indicators for impact measurement of FQS, PSFP and SFSC: Evidence from the Comté PDO cheese, Parmigiano Reggiano PDO cheese, Serbian organic raspberries, County Durham school meals, Locavorium shop and Korycin Cheese, Strength2Food project, deliverable 3.4. INRA, Dijon, France.
- Bellassen, V., Ay, J.-S., Hilal, M., submitted. The drivers of spatial cropping patterns in Burgundy. submitted to Land use Policy.
- Bellassen, V., Deheza, M., 2012. The role of the forestry sector in reducing European emissions: the European Commission starts with a tally (Climate Brief No. 17). CDC Climat Research, Paris, France.
- Bellassen, V., Delbart, N., Le Maire, G., Luyssaert, S., Ciais, P., Viovy, N., 2011a. Potential knowledge gain in large-scale simulations of forest carbon fluxes from remotely sensed biomass and height. *Forest Ecology and Management* 261, 515–530. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.002>
- Bellassen, V., Giraud, G., Hilal, M., Arfini, F., Barczak, A., Bodini, A., Brennan, M., Drut, M., Duboys de Labarre, M., Gorton, M., Hartmann, M., Majewski, E., Muller, P., Monier-Dilhan, S., Poméon, T., Tocco, B., Tregear, A., Veneziani, M., Vergote, M.-H., Vitterso, G., Wavresky, P., Wilkinson, A., 2016. Methods and indicators for measuring the social, environmental and economic impacts of food quality schemes, Strength2Food project, deliverable 3.2. INRA, Dijon, France.
- Bellassen, V., Gitz, V., 2008. Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in Cameroon—Assessing costs and benefits. *Ecological Economics* 68, 336–344.
- Bellassen, V., Leguet, B., 2009. Comprendre la compensation carbone. Paris: Pearson Education France.
- Bellassen, V., Luyssaert, S., 2014. Carbon sequestration: Managing forests in uncertain times. *Nature* 153–155. <https://doi.org/10.1038/506153a>
- Bellassen, V., Luyssaert, S., 2012. The carbon cycle in forests and climate change: understanding the past to adapt to the future. *Revue forestière française* 64, 263–274.
- Bellassen, V., Manlay, R.J., Chéry, J.P., Gitz, V., Touré, A., Bernoux, M., Chotte, J.L., 2010. Multi-criteria spatialization of soil organic carbon sequestration potential from agricultural intensification in Senegal. *Climatic Change* 98, 213–243.
- Bellassen, V., Shishlov, I., 2016. Pricing Monitoring Uncertainty in Climate Policy. *Environmental and Resource Economics*. <https://doi.org/10.1007/s10640-016-0055-x>
- Bellassen, V., Stephan, N. (Eds.), 2015. Accounting for Carbon: Monitoring, Reporting and Verifying Emissions in the Climate Economy. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bellassen, V., Stephan, N., Afriat, M., Alberola, E., Barker, A., Chang, J.-P., Chiquet, C., Cochran, I., Deheza, M., Dimopoulos, C., Foucherot, C., Jacquier, G., Morel, R., Robinson, R., Shishlov, I., 2015. Monitoring, reporting and verifying emissions in the climate economy. *Nature Climate Change* 5, 319–328. <https://doi.org/10.1038/nclimate2544>
- Bellassen, V., Stephan, N., Leguet, B., 2012. Will there still be a market price for CERs and ERUs in two years time? (Climate Brief No. 13). CDC Climat Research, Paris.
- Bellassen, V., Viovy, N., Luyssaert, S., Maire, G., Schelhaas, M.J., Ciais, P., 2011b. Reconstruction and attribution of the carbon sink of European forests between 1950 and 2000. *Global Change Biology*.
- Bellora, C., Bureau, C., 2016. How green is organic ? Indirect effects of making EU agriculture greener (Presented at the 19th Annual Conference on Global Economic Analysis, Washington DC, USA). Global Trade Analysis Project (GTAP), Department of Agricultural Economics, Purdue University, West Lafayette, IN.
- Bento, A.M., Kanbur, R., Leard, B., 2015. Designing efficient markets for carbon offsets with distributional constraints. *Journal of Environmental Economics and Management* 70, 51–71. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2014.10.003>
- Boizot-Szantai, C., Hamza, O., Soler, L.-G., 2017. Organic consumption and diet choice: An analysis based on food purchase data in France. *Appetite* 117, 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.06.003>

- Bonnet, C., Bouamra-Mechemache, Z., Corre, T., 2016. An environmental tax towards more sustainable food consumption: empirical evidence of the French meat and marine food consumption (No. 16–639), TSE Working Paper. Toulouse School of Economics, Toulouse, France.
- Boucher, O., Bellassen, V., Benveniste, H., Ciais, P., Criqui, P., Guivarch, C., Le Treut, H., Mathy, S., Sférian, R., 2016. Opinion: In the wake of Paris Agreement, scientists must embrace new directions for climate change research. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113, 7287–7290. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607739113>
- Broch, A., Hoekman, S.K., Unnasch, S., 2013. A review of variability in indirect land use change assessment and modeling in biofuel policy. *Environmental Science & Policy* 29, 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.02.002>
- Caillavet, F., Fadhuile, A., Nichèle, V., 2016. Taxing animal-based foods for sustainability: environmental, nutritional and social perspectives in France. *European Review of Agricultural Economics* jbv041. <https://doi.org/10.1093/erae/jbv041>
- Chabé-Ferret, S., Subervie, J., 2013. How much green for the buck? Estimating additional and windfall effects of French agro-environmental schemes by DID-matching. *Journal of Environmental Economics and Management* 65, 12–27. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2012.09.003>
- Chakraborty, I., McAfee, R.P., 2014. Let the Punishment Fit the Crime: Enforcement with Error: Punishment Fit the Crime. *Journal of Public Economic Theory* 16, 274–292. <https://doi.org/10.1111/jpet.12060>
- Clark, M., Tilman, D., 2017. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environ. Res. Lett.* 12, 064016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>
- Cormier, A., Bellassen, V., 2013. The risks of CDM projects: How did only 30% of expected credits come through? *Energy Policy* 54, 173–183. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.11.016>
- Dasgupta, P., Hammond, P., Maskin, E., 1980. On Imperfect Information and Optimal Pollution Control. *The Review of Economic Studies* 47, 857–860. <https://doi.org/10.2307/2296917>
- De Cara, S., Henry, L., Jayet, P.-A., 2017. Optimal coverage of an emission tax in the presence of monitoring, reporting, and verification costs. Presented at the 4ème Conférence annuelle de la FAERE, Nancy, p. 37 p.
- De Cara, S., Vermont, B., 2011. Policy Considerations for Mandating Agriculture in a Greenhouse Gas Emissions Trading Scheme: A comment. *Applied Economic Perspectives and Policy* 33, 661–667. <https://doi.org/10.1093/aep/ppr027>
- Deheza, M., Bellassen, V., N’Goran, C., 2014. What incentives to climate change mitigation through harvested wood products in the current french policy framework? (Climate Report No. 47). CDC Climat Research, Paris, France.
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchian, M., Tittone, P., 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy* 34, 197–210. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.02.006>
- Doro, E., Réquillart, V., 2017. Sustainability of diets: Are nutritional objectives and low-carbon-emissions objectives compatible. A survey.
- Dubois de Labarre, M., 2005. *Le mangeur contemporain. Une sociologie de l’alimentation*. Université Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux, France.
- European Commission, 2016. Impact assessment accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and the Council on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry into the 2030 climate and energy framework (No. SWD(2016) 249 final). Brussels, Belgium.
- European Commission, 2015. Consultation on the integration of agriculture, forestry and other land use into the 2030 EU climate and energy policy framework. Brussels, Belgium.
- Fleischer, A., Rivlin, J., 2008. More or Better?: Quantity and Quality Issues in Tourism Consumption. *Journal of Travel Research* 47, 285–294. <https://doi.org/10.1177/0047287508321204>
- Foucherot, C., Bellassen, V., 2013. More than 800 agricultural and agri-food sites affected by the EU ETS (No. 39), Climate Report. CDC Climat Research, Paris, France.
- Foucherot, C., Bellassen, V., 2011. Carbon Offset Projects in the Agricultural Sector (Climate Report No. 31). CDC Climat Research, Paris.
- Foucherot, C., Soussana, J.F., Deheza, M., Bordier, C., Seguin, B., Gascuel-Oudou, C., Pellerin, S., Barnière, L., Pardon, L., Morel, R., Berghmans, N., Gloaguen, O., Alberola, E., Pouch, T., Pons, V., Bellassen, V., 2013. Club Climat Agriculture - Dossier n°1. CDC Climat Recherche, INRA, APCA, Paris, France.
- Fritsche, U., Hennenberg, K., Hünecke, K., 2010. Sustainability Standards for internationally traded Biomass The “iLUC Factor” as a Means to Hedge Risks of GHG Emissions from Indirect Land Use Change. Oki-Institut e.V., Darmstadt, Germany.
- Gac, A., Manneville, V., Raison, C., Charroin, T., Ferrand, M., 2010. L’empreinte carbone des élevages d’herbivores: présentation de la méthodologie d’évaluation appliquée à des élevages spécialisés lait et viande. *Renc. Rech. Rum.* 17, 335–342.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G., 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Giraud, G., Tebby, C., Amblard, C., 2012. Proximité géographique et connaissance des fromages AOC chez les consommateurs. Le cas du Saint-Nectaire. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires* 33–47. <https://doi.org/10.4000/economierurale.3426>
- Giraud-Héraud, E., Soler, L.-G., 2003. Quelle légitimité à des mécanismes de régulation de l’offre dans les Appellations d’origine protégée? *Économie rurale* 277, 123–134. <https://doi.org/10.3406/ecoru.2003.5441>

- Girod, B., de Haan, P., 2009. GHG reduction potential of changes in consumption patterns and higher quality levels: Evidence from Swiss household consumption survey. *Energy Policy* 37, 5650–5661. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.026>
- Grabs, J., 2015. The rebound effects of switching to vegetarianism. A microeconomic analysis of Swedish consumption behavior. *Ecological Economics* 116, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.04.030>
- Graham, J., 1999. Herding among investment newsletters : Theory and evidence. *Journal of Finance* 54, 237–286.
- Guigon, P., Bellassen, V., Ambrosi, P., 2009. Voluntary Carbon Markets: What the Standards Say... (Working Paper No. 2009–4). CDC Climat Research, Paris.
- Heller, M.C., Willits-Smith, A., Meyer, R., Keoleian, G.A., Rose, D., 2018. Greenhouse gas emissions and energy use associated with production of individual self-selected US diets. *Environmental Research Letters* 13, 044004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab0ac>
- Horowitz, J.K., Just, R.E., 2013. Economics of additionality for environmental services from agriculture. *Journal of Environmental Economics and Management* 66, 105–122. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.04.002>
- Hudiburg, T.W., Law, B.E., Wirth, C., Luyssaert, S., 2011. Regional carbon dioxide implications of forest bioenergy production. *Nature Climate Change* 1, 419–423. <https://doi.org/10.1038/nclimate1264>
- Irz, X., Leroy, P., Réquillart, V., Soler, L.-G., 2016. Welfare and sustainability effects of dietary recommendations. *Ecological Economics* 130, 139–155. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.025>
- Irz, X., Mazzocchi, M., Réquillart, V., Soler, L.-G., 2015. Research in Food Economics: past trends and new challenges. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement* 96, 187–237.
- Kosoy, A., Guigon, P., 2012. State and trends of the carbon market 2012. The World Bank, Washington, D.C.
- Kuchler, F., 2011. Is it Food Quality or Quantity that Responds to Changing Income? *Applied Economic Perspectives and Policy* 33, 205–221. <https://doi.org/10.1093/aep/33.2.205>
- Lacour, C., Seconda, L., Allès, B., Hercberg, S., Langevin, B., Pointereau, P., Lairon, D., Baudry, J., Kesse-Guyot, E., 2018. Environmental Impacts of Plant-Based Diets: How Does Organic Food Consumption Contribute to Environmental Sustainability? *Front. Nutr.* 5. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00008>
- Laroche Dupraz, C., Awono, C., Vermersch, D., 2008. Application de la théorie de Lancaster à la consommation de poulet de chair au Cameroun. *Review of Agricultural and Environmental Studies - Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement (RAEStud)* Volume 86.
- Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS). European Commission, Joint Research Centre.
- Lesschen, J.P., van den Berg, M., Westhoek, H.J., Witzke, H.P., Oenema, O., 2011. Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology* 166–167, 16–28. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.058>
- London Economics, 2008. Evaluation of the CAP policy on protected designations of origin (PDO) and protected geographical indications (PGI).
- Lusk, J.L., Norwood, F.B., 2016. Some vegetarians spend less money on food, others don't. *Ecological Economics* 130, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.07.005>
- Luyssaert, S., Abril, G., Andres, R., Bastviken, D., Bellassen, V., Bergamaschi, P., Bousquet, P., Chevallier, F., Ciais, P., Corazza, M., Dechow, R., Erb, K.-H., Etiope, G., Fortems-Cheiney, A., Grassi, G., Hartmann, J., Jung, M., Lathière, J., Lohila, A., Mayorga, E., Moosdorf, N., Njakou, D.S., Otto, J., Papale, D., Peters, W., Peylin, P., Raymond, P., Rödenbeck, C., Saarnio, S., Schulze, E.-D., Szopa, S., Thompson, R., Verkerk, P.J., Vuichard, N., Wang, R., Wattenbach, M., Zaehle, S., 2012. The European land and inland water CO₂, CO, CH₄ and N₂O balance between 2001 and 2005. *Biogeosciences* 9, 3357–3380. <https://doi.org/10.5194/bg-9-3357-2012>
- Malézieux, E., 2012. Designing cropping systems from nature. *Agron. Sustain. Dev.* 32, 15–29. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0027-z>
- Mason, C.F., Plantinga, A.J., 2013. The additionality problem with offsets: Optimal contracts for carbon sequestration in forests. *Journal of Environmental Economics and Management* 66, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.02.003>
- Meier, M.S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., Stolze, M., 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149, 193–208. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.006>
- Meynard, J.-M., Jeuffroy, M.-H., Le Bail, M., Lefevre, A., Magrini, M.-B., Michon, C., 2016. Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. *Agricultural Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.08.002>
- Mondelaers, K., Aertsens, J., Van Huylenbroeck, G., 2009. A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal* 111, 1098–1119. <https://doi.org/10.1108/00070700910992925>
- Montero, J.-P., 2005. Pollution Markets with Imperfectly Observed Emissions. *RAND Journal of Economics* 36, 645–660.
- Motamed, M., McPhail, L., Williams, R., 2016. Corn Area Response to Local Ethanol Markets in the United States: A Grid Cell Level Analysis. *American Journal of Agricultural Economics* 98, 726–743. <https://doi.org/10.1093/ajae/aav095>
- Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., Niggli, U., 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications* 8, 1290. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>

- Mussa, M., Rosen, S., 1978. Monopoly and product quality. *Journal of Economic Theory* 18, 301–317. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(78\)90085-6](https://doi.org/10.1016/0022-0531(78)90085-6)
- Nijdam, D., Rood, T., Westhoek, H., 2012. The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *Food Policy* 37, 760–770. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.08.002>
- Njakou Djomo, S., Ceulemans, R., 2012. A comparative analysis of the carbon intensity of biofuels caused by land use changes. *GCB Bioenergy* 4, 392–407. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2012.01176.x>
- Pacala, S., Breidenich, C., Brewer, P.G., Fung, I., Gunson, M.R., Heddle, G., Law, B., Marland, G., Paustian, K., Prather, K., 2010. Verifying Greenhouse Gas Emissions: Methods to Support International Climate Agreements Committee on Methods for Estimating Greenhouse Gas Emissions, National Research Council Report. National Academy of Sciences, USA 110 p.
- Pellerin, S., Bamière, L., Angers, D., Béline, F., Benoît, M., Butault, J.-P., Chenu, C., Colnenne-David, 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., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques, Synthèse du rapport d'étude. INRA, France.
- Pérez Dominguez, I., Fellmann, T., Weiss, F., Witzke, P., Barreiro-Hurlé, J., Himics, M., Jansson, T., Sapultra, G., Leip, A., 2016. An economic assessment of GHG mitigation policy options for EU agriculture (EcAMPA 2) (No. EUR 27973 EN, 10.2791/843461), JRC Science for Policy Report. European Commission Joint Research Center, Ispra, Italy.
- Perignon, M., Masset, G., Ferrari, G., Barré, T., Vieux, F., Maillot, M., Amiot, M.-J., Darmon, N., 2016. How low can dietary greenhouse gas emissions be reduced without impairing nutritional adequacy, affordability and acceptability of the diet? A modelling study to guide sustainable food choices. *Public Health Nutrition* 19, 2662–2674. <https://doi.org/10.1017/S1368980016000653>
- Plevin, R.J., Jones, A.D., Torn, M.S., Gibbs, H.K., 2010. Greenhouse Gas Emissions from Biofuels' Indirect Land Use Change Are Uncertain but May Be Much Greater than Previously Estimated. *Environmental Science & Technology* 44, 8015–8021. <https://doi.org/10.1021/es101946t>
- Roux, A., Dhôte, J.-F., Achat, D., Bastick, C., Colin, A., Bailly, A., Bastien, J.-C., Berthelot, A., Bréda, N., Caurla, S., Carnus, J.-M., Gardiner, B., Jactel, H., Leban, J.-M., Lobianco, A., Loustau, D., Meredieu, C., Marcais, B., Moisy, C., Schmitt, B., 2017. Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20800.12805>
- Schaphoff, S., Williams, M., Quegan, S., Shvidenko, A., Schepaschenko, D., Maniatis, D., Malhi, Y., Ciais, P., Bellassen, V., Peylin, P., Woodward, I., Ryan, C., Grace, J., Lucht, W., 2009. Biomass report - A contribution to the scientific case for the P-Band BIOMASS Mission Proposal.
- Segerson, K., 1988. Uncertainty and incentives for nonpoint pollution control. *Journal of Environmental Economics and Management* 15, 87–98.
- Shishlov, I., Bellassen, V., 2015. Review of the experience with monitoring uncertainty requirements in the Clean Development Mechanism. *Climate Policy* 0, 1–29. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1046414>
- Shishlov, I., Bellassen, V., 2012. 10 lessons from 10 years of the CDM (No. 37), *Climate Report*. CDC Climat Research, Paris.
- Shishlov, I., Morel, R., Bellassen, V., 2016. Compliance of the Parties to the Kyoto Protocol in the first commitment period. *Climate Policy* 1–15. <https://doi.org/10.1080/14693062.2016.1164658>
- Tuomisto, H.L., Hodge, I.D., Riordan, P., Macdonald, D.W., 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112, 309–320. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.018>
- Valade, A., Bellassen, V., Luysaert, S., Vallet, P., Njakou Djomo, S., 2017a. Bilan carbone de la ressource forestiere francaise - Projections du puits de carbone de la filière forêt-bois française et incertitude sur ses déterminants, Rapport final du projet BiCaFF (ADEME/1260C0056). ADEME, Paris, France.
- Valade, A., Bellassen, V., Magand, C., Luysaert, S., 2017b. Sustaining the sequestration efficiency of the European forest sector. *Forest Ecology and Management* 405, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.009>
- van Benthem, A., Kerr, S., 2013. Scale and transfers in international emissions offset programs. *Journal of Public Economics* 107, 31–46. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2013.08.004>
- Vilén, T., Gunia, K., Verkerk, P.J., Seidl, R., Schelhaas, M.J., Lindner, M., Bellassen, V., 2012. Reconstructed forest age structure in Europe 1950-2010. *Forest Ecology and Management* 286, 203–228.
- Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlík, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., van Vuuren, D.P., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B.O., Wassmann, R., Sommer, R., Amonette, J.E., Faluccci, A., Herrero, M., Opio, C., Roman-Cuesta, R.M., Stehfest, E., Westhoek, H., Ortiz-Monasterio, I., Sapkota, T., Rufino, M.C., Thornton, P.K., Verchot, L., West, P.C., Soussana, J.-F., Baedeker, T., Sadler, M., Vermeulen, S., Campbell, B.M., 2016. Reducing emissions from agriculture to meet the 2 °C target. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.13340>
- WWF, 2017. Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable. WWF et ECO2 Initiative.