

Offre de thèse financée :

Equilibre entre offre globale et demande locale de riz en Asie et en Afrique de l'Ouest dans un contexte de changement climatique

Laboratoire de rattachement : Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (Nogent sur Marne / Montpellier)

Candidatures (CV, lettre) à envoyer avant le 31 juillet à dumas@centre-cired.fr, tamara.ben-ari@inra.fr

Début de la thèse souhaité en Septembre 2019.

Contexte

Le riz est une denrée de base et une céréale majeure pour l'alimentation humaine dans de nombreuses régions du monde, notamment en Asie du sud, du sud-est et en Afrique de l'Ouest. Le sous-continent Indien et l'Asie du sud-est sont de grands exportateurs (environ 10 et 16 millions de tonnes en 2016 respectivement¹) tandis que l'Afrique de l'Ouest, dont la demande en riz a été multipliée par 2.6 depuis les années 1990, est un importateur majeur de riz (environ 7 million de tonnes en 2016¹), notamment en provenance d'Inde et de Thaïlande (2.7 et 3.1 million de tonnes respectivement en moyenne en 2015-2016²). La crise des prix de 2008 a par ailleurs réactualisé, pour plusieurs pays de la CEDEAO, une volonté d'atteindre l'autosuffisance en riz à l'horizon 2050³.

La variabilité interannuelle de la quantité et la qualité du riz produite dans ces régions est largement dépendante des conditions climatiques et est ainsi susceptible d'être impactée par le changement climatique au cours des prochaines décennies. En Asie comme en Afrique de l'ouest les impacts attendus diffèrent selon les systèmes de culture (i.e., bas-fonds, bas-fonds pluviaux et hautes terres), les variétés⁴, et les scénarios d'adaptation considérés⁵. Une synthèse récente d'un grand nombre d'études expérimentales et de simulations de modèles indiquent que le rendement du riz pourrait diminuer de 8.3% pour chaque degré supplémentaire⁶. Les scénarios tendanciels (e.g., RCP 6 ou 8.5) indiquent des changements de températures de l'ordre de 2°C à l'horizon 2050 sur l'Asie du sud, du sud-est⁷ et l'Afrique de l'Ouest⁸ ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de la durée de vagues de chaleur⁹. Les patterns saisonniers de précipitation pourraient aussi être impactés, notamment en Asie du Sud Est, avec un effet important sur les systèmes pluviaux⁷. La qualité du riz pourrait également souffrir de l'augmentation des températures ; le taux de grains de riz « crayeux » (chalky rice) augmente en effet en cas de fortes températures¹⁰. Les changements de précipitations sur l'Afrique de l'Ouest, liés à l'évolution de la mousson sahélienne, sont encore entachés de fortes incertitudes^{8,11}, avec des différences saisonnières et régionales importantes¹¹. Les précipitations sur l'Asie du sud tendent à se renforcer au cours du 21ème siècle, avec également une augmentation de la fréquence et de l'intensité des pluies extrêmes⁸. La culture du riz dépend aussi des apports régulés des fleuves, même si, en Afrique de l'Ouest, l'irrigation joue un rôle nettement moins important que dans les autres régions¹².

Le changement climatique et l'augmentation de la demande d'eau pour les usages domestiques pourraient diminuer la ressource en eau allouée à la culture du riz.

Par ailleurs, la demande en riz en Asie et en Afrique est, susceptible d'évoluer sensiblement au cours des prochaines décennies. En Afrique de l'Ouest, le riz représente de 10 à 40 % de la ration de calorie quotidienne¹. Une pression accrue y est attendue du fait du doublement probable de la population à l'horizon 2050¹³. En Afrique de l'Ouest, les filières locales et d'import sont assez différentes, ce qui se traduit par une segmentation des marchés et de la demande¹⁴, et il est difficile de savoir si cette situation va perdurer. L'Asie est caractérisée par deux tendances contradictoires ; la première, par exemple en Chine et au Japon, tend à montrer une diminution de la demande en riz vers 2050 et la deuxième, par exemple en Inde, dans laquelle les augmentations de populations pourraient mettre en péril l'autosuffisance actuellement acquise³.

La situation des principales régions productrices et consommatrices de riz est donc contrastée. Leur évolution future est incertaine sous l'effet conjoint du changement climatique, de la démographie et des évolutions des filières. Dans ce contexte, il nous semble utile d'identifier des scénarios vraisemblables sur l'équilibre futur entre offre et demande de riz à l'horizon 2050 et une analyse de leurs conséquences pour la sécurité alimentaire, en particulier en Afrique de l'ouest.

Résumé du travail proposé

L'objectif de la thèse est double, avec d'une part, une évaluation de l'évolution de la filière riz et ses implications sur la sécurité alimentaire de l'Afrique de l'Ouest à l'horizon 2050, et, d'autre part, un volet méthodologique centré sur l'intégration d'échelles et de processus. Il s'agit de développer et de tester un cadre méthodologique qui combine des connaissances agronomiques globales, une analyse des échanges commerciaux à grande échelle, et une analyse hydro-économique à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest.

Les objectifs du volet agronomique de la thèse visent à caractériser les impacts possibles du changement climatique sur la quantité ainsi que la qualité de riz produite en Asie (Inde et Asie du sud-est) et en Afrique de l'Ouest par une approche de synthèse quantitative de données, et enfin d'analyser un ensemble de scénarios agronomiques dans ces deux zones.

Une analyse de l'évolution de la production de riz irrigué à l'échelle de l'Afrique de l'ouest, sous contrainte de disponibilité en eau, sera réalisée en parallèle. Il s'agira de simuler dans un contexte de changement climatique les arbitrages d'utilisation de l'eau entre irrigation du riz, celle des autres cultures, et usage domestique. L'objectif de ce volet, est d'évaluer une autosuffisance en riz pour la région à l'horizon 2050 selon différentes hypothèses en particulier issues de l'analyse agronomique. Étant donné la prévalence des autres mode de culture du riz, bas-fonds, bas-fonds pluviaux et hautes terres et les difficultés de rentabilisation des investissement de l'irrigation, il sera également possible de s'intéresser à l'évolution de ces systèmes, en particulier en lien avec l'évolution des systèmes irrigués. Étant donné le risque que l'autosuffisance en riz ne soit pas atteinte à cet horizon temporel dans tous les scénarios, il est également important d'évaluer dans quelle mesure l'offre mondiale pourrait la compenser.

La troisième partie de la thèse sera dédiée à l'estimation des surplus de riz, en particulier asiatique, pouvant être exportés vers l'Afrique de l'ouest. Ces estimations seront basées sur des bilans mondiaux et des scénarios prospectifs.

Plus spécifiquement, les questions suivantes seront abordées pendant la thèse :

- Le changement climatique conduira-t-il à des pertes majeures de rendement et de qualité de riz en Asie et dans l'Afrique de l'Ouest ?
- L'impact du changement climatique et de l'augmentation de l'usage domestique de l'eau sur la ressource en eau disponible dans les systèmes irrigués met-elle en péril les objectifs d'autosuffisance en riz en Afrique de l'Ouest ?
- Les évolutions de la production, en particulier liées au changement climatique et à l'évolution de la demande en Asie permettront-ils de dégager un excédent suffisant pour compléter les besoins de l'Afrique de l'Ouest ?

Méthodologie et sources de données

De nombreuses sources de données sont mobilisables. Pour la partie production agricole : (i) statistiques publiques aux échelles nationales et internationales, (ii) données d'enquêtes nationales, (iii) résultats d'expérimentations, (iv) simulations de modèles de culture. Pour la partie hydro-climatique : (i) produits de ré-analyse de données climatiques existantes (e.g., CRU, GSWP), (ii) simulations climatiques (i.e., CMIP6), (iii) un modèle hydroéconomique générique existant appliqué sur la zone Afrique de l'ouest (i.e., ODDYCCEIA). Enfin, un modèle de flux global existant sera utilisé pour la partie scénarisation (i.e., GlobAgri)¹⁵. Les scénarios d'évolution de la demande utilisés seront, dans un premier temps, ceux développés dans Agrimonde-Terra. La disponibilité de données fiables sur la zone ouest Africaine pourra constituer un obstacle pratique important, en particulier sur les systèmes de production de riz non irrigués. Cependant, la combinaison de sources diversifiées d'informations devrait nous permettre de limiter les risques.

La thèse mobilisera des méthodes statistiques d'analyse de données (analyse de séries temporelles, méta-analyses etc.), de la modélisation hydrologique et économique, et des scénarios prospectifs.

Modalités d'encadrement

Nous proposons un encadrement interdisciplinaire impliquant des chercheurs en agronomie globale, en économie et en (hydro) climatologie.

Patrice Dumas sera l'encadrant officiel du doctorant (HDR, CIRAD) avec Tamara Ben-Ari (INRA). David Makowski, Julien Boé et Thierry Brunelle feront partie de l'équipe d'encadrement. Le doctorant sera localisé à Montpellier ou à Paris. Il effectuera un ou plusieurs séjours de plusieurs mois au Centre de Suivi Ecologique de Dakar (localisation de Tamara Ben-Ari en 2018-2020). Pendant son doctorat, le candidat fera aussi des séjours de relativement courte durée en Asie (à définir) ainsi qu'au CERFACS de Toulouse pour les biens de la collaboration.

Composition prévisionnelle du comité de thèse

Frédéric Lançon (CIRAD)

Bruno Barbier (CIRAD)

Patricio Mendez del Villar (CIRAD)

Benjamin Sultan (IRD)

Guillaume Soullier (CIRAD)

Candidat Recherché

Le candidat devra être titulaire d'un master en Environnement/Économie/Agronomie/Hydrologie/Géographie et avoir une forte appétence pour les enjeux globaux (en particulier le changement climatique et la sécurité alimentaire) ainsi que pour la recherche interdisciplinaire. Une compétence en programmation sera appréciée mais pas essentielle, cette compétence pouvant être acquise pendant la thèse. Le ou la candidat (e) devra avoir un niveau suffisant en anglais et en rédaction scientifique. Le candidat doit avoir d'importantes capacités d'adaptation et de dialogue. Un entretien sera réalisé avec les membres de l'équipe d'encadrement.

Références

1. FAO. FAOSTAT Database on Agriculture. (2017). Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Accessed: 2nd January 2017)
2. Chatham House. Resourcetrade.earth. (2018). Available at: <http://resourcetrade.earth/>.
3. Le Mouël, C., Dumas, P., Manceron, S., Forslund, A., & Marajo-Petitzon, E. in *Land Use and Food Security in 2050: a Narrow Road* 28 (2018).
4. Shrestha, S., Chapagain, R. & Babel, M. S. Quantifying the impact of climate change on crop yield and water footprint of rice in the Nam Oon Irrigation Project, Thailand. *Sci. Total Environ.* **599**, 689–699 (2017).
5. Boonwichai, S., Shrestha, S., Babel, M. S., Weesakul, S. & Datta, A. Evaluation of climate change impacts and adaptation strategies on rainfed rice production in Songkhram River Basin, Thailand. *Sci. Total Environ.* **652**, 189–201 (2019).
6. Zhao, C. *et al.* Plausible rice yield losses under future climate warming. *Nat. Plants* **3**, 16202 (2016).
7. Boonwichai, S., Shrestha, S., Babel, M. S., Weesakul, S. & Datta, A. Climate change impacts on irrigation water requirement, crop water productivity and rice yield in the Songkhram River Basin, Thailand. *J. Clean. Prod.* **198**, 1157–1164 (2018).
8. Christensen, J. H., Kanikicharla, K. K., Marshall, G. & Turner, J. in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ed. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)) [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. B. and P. M. M. (eds.).] (Cambridge University Press, 2013).

9. Seneviratne, S. I. *et al.* in *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. (ed. [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P. M. M. (eds.)]) 109–230 (2012).
10. Nevame, A. Y. M. *et al.* Relationship between High Temperature and Formation of Chalkiness and Their Effects on Quality of Rice. *Biomed Res. Int.* **2018**, 1–18 (2018).
11. Monerie, P.-A., Sanchez-Gomez, E. & Boé, J. On the range of future Sahel precipitation projections and the selection of a sub-sample of CMIP5 models for impact studies. *Clim. Dyn.* **48**, 2751–2770 (2017).
12. GRiSP (Global Rice Science Partnership). *Rice almanac: Source book for the most important economic activity on earth*. (Int. Rice Res. Inst., 2013). doi:books.irri.org/9789712203008_content.pdf
13. United Nations Department of Economic Division Social Affairs Population. World Population Prospects. (2017). Available at: <https://population.un.org/wpp/>.
14. del Villar, P. M. & Lançon, F. West African rice development: Beyond protectionism versus liberalization? *Glob. Food Sec.* **5**, 56–61 (2015).
15. Le Mouél, C., Lattre-Gasquet, D. & Mora, O. *Land use and food security in 2050: a narrow road*. (Ed. Quae, 2018).