

COMMENT QUANTIFIER ET RÉDUIRE LES IMPACTS DE LA RIZICULTURE IRRIGUÉE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?



AUTEUR : Caroline COULON (AFEID)

CONTRIBUTEUR : Wanndet DIM (AgroParis Tech)

RELECTEURS : Sami BOUARFA (IRSTEA), Martial BERNOUX (IRD),
Emmanuelle POIRIER-MAGONA (AFD division ARB),

Nicolas ROSSIN (AFD division Climat), Jean Yves JAMIN (CIRAD),
Stéphane BOULAKIA (CIRAD), Olivier GILARD (AFD, Agence Ventiane),
Alexia HOFMANN (AFD division ARB), Dominique ROLLIN (IRSTEA)



COSTEA
Pour une irrigation durable

Cette Note de Synthèse a été produite par le COSTEA –Comité Scientifique et Technique Eau Agricole, financé par l'AFD et animé par l'AFEID- dans le cadre du chantier Irrigation et Changement Climatique, engagé dans l'axe Performances Techniques et Environnementales du COSTEA. Elle reprend et complète les analyses et résultats obtenus lors du stage de master de Wannet DIM¹ (AgroParisTech) encadré par Martial BERNOUX (IRD) et Sami BOUARFA (IRSTEA). Cette Note a suivi un processus de relecture et de validation par un comité de membres du COSTEA et a pour but de partager un premier diagnostic sur les impacts de la riziculture irriguée sur le changement climatique et sur ses marges d'atténuation.

La Note présente d'abord la diversité des systèmes rizicoles à travers une typologie de référence mondiale. Elle explicite ensuite les mécanismes à l'œuvre des émissions rizicoles de méthane, gaz spécifiquement liée à la riziculture sous submersion, en laissant volontairement de côté les émissions d'autres gaz, inhérentes à toute activité agricole. Elle introduit ensuite l'outil EX-ACT, conçu pour évaluer des projets de développement rural au regard de leur bilan carbone. Elle présente ensuite une série de résultats de simulations par EX-ACT d'émissions de méthane, pour différentes formes de riziculture présentes dans le Sud Est Asiatique et sous différents scénarios de conduite de la riziculture qui introduisent notamment des changements de pratiques dans la gestion de l'eau ou vis à vis des apports en matière organique, deux leviers qui influencent les processus méthanogènes. Enfin, elle propose une discussion sur les marges de réduction des émissions de méthane par la riziculture et sur l'appréciation des impacts de la riziculture irriguée, dans une vision plus large intégrant d'autres externalités de cette production.

INTRODUCTION

Le riz est la première céréale consommée au monde, et est la base alimentaire de plus de la moitié de la population mondiale. Il occupe à l'échelle de la planète près de 165 millions d'ha, soit plus de 10 pour cent des surfaces mondiales cultivées. L'Asie du Sud Est concentre à elle seule 144 millions hectares de riziculture. Ce sont pour beaucoup des petites exploitations agricoles qui le produisent, la riziculture est source de revenus ou de produits vivriers pour 200 millions d'exploitants en Asie, installés sur moins de 1 hectare.

La riziculture est une activité multimillénaire : sa forme actuelle provient d'un processus de domestication daté de 5000 ans en Chine, puis s'est surtout développée en Asie, mais aussi en Afrique. La transformation des pratiques culturales, et notamment la maîtrise de l'eau, a été déterminante pour augmenter les rendements (jusqu'à 10-12 tonnes par ha), multiplier les campagnes à l'année (2 par an dans beaucoup de géographies, plus rarement 3) et étendre les zones de culture de cette plante. Bien que du point de vue intensité lumineuse, température, et humidité, les milieux tropicaux et subtropicaux sont originellement les plus favorables à la riziculture, elle s'est aujourd'hui adaptée à une large gamme de conditions topographiques et hydrologiques, résultant en une très grande diversité des systèmes rizicoles, du niveau zéro jusqu'à plus de 2700 mètres d'altitude (Himalaya) et de l'équateur jusqu'à plus de 53 degrés de latitude (Chine septentrionale).



Le fort potentiel de développement et d'amélioration de la production rizicole que procure la submersion de la riziculture a motivé de grands efforts publics ou communautaires, pour mobiliser des ressources en eau (terrasses, barrages sur grands fleuves, aménagements de polders....). L'irrigation du riz est au cœur des stratégies des pays du Sud et des bailleurs de fonds, dans des visions de sécurisation alimentaire nationale (Afrique de l'Ouest), ou d'exportation (Asie du Sud Est). La riziculture irriguée est aujourd'hui pratiquée sur 79 millions ha, autrement dit, c'est 55% en surface de la riziculture qui est irriguée, pour 75% de la production en volume. Dans certains pays, comme la Chine, la riziculture est très majoritairement irriguée, tandis que dans d'autres comme le Cambodge, la maîtrise de l'eau reste majoritairement partielle.

Pourtant, si la production de riz revêt sans conteste un enjeu pour la sécurité alimentaire et la lutte contre la faim, et qu'elle est donc amenée à poursuivre son développement, elle est aussi, dans un contexte de prise de conscience croissante des problématiques environnementales et du changement climatique, de plus en plus décriée. La riziculture est en effet responsable de 10 à 15% des émissions mondiales de méthane (gaz dont le pouvoir de réchauffement climatique à 100 ans - PRG100 - est considéré 25 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone²), et est ainsi la seconde activité agricole émettrice de ce gaz, juste derrière l'élevage de ruminants (26 à 28%).

Toutes les formes de riziculture n'ont cependant pas le même impact vis-à-vis des émissions de méthane car c'est la présence sur de longues durées d'une lame d'eau qui crée des conditions particulières et propices aux émissions de méthane. Les modalités de gestion de l'irrigation et du drainage et le degré de contrôle de l'eau semblent donc être des facteurs déterminants pour les émissions de méthane sur lesquels il convient de réfléchir. Mais les transformations de ces modalités et pratiques sont aussi sujettes à discussion. L'objet de cette note est de faire le point sur la manière d'appréhender l'évaluation de l'impact spécifique de l'irrigation du riz vis-à-vis du climat au moyen notamment d'un outil au service des développeurs de projets agricoles et ruraux (EX-ACT) et de discuter des marges en conditions réelles d'atténuation.

1 - Impacts de la riziculture d'Asie du Sud-Est sur le changement climatique: comparaison des méthodes d'évaluation, Wannet DIM. Stage qui a :

1/ conduit des simulations d'émissions de méthane sous différentes conditions de riziculture dans la gamme des paramètres usuels, dits TIER 1

2/ testé dans EXACT l'impact de l'introduction de paramètres plus locaux, dits de TIER 2 sur les résultats de simulations

3/ discuté des grands axes de changements de pratiques en vue de réduire les émissions de méthane de la riziculture.

2 - academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2015/01/06/10/55/21/635/rapport_methane_version_web.pdf

EN RIZICULTURE, IL EST ESSENTIEL DE COMPRENDRE LA GRANDE DIVERSITÉ DE SYSTÈMES DE PRODUCTION

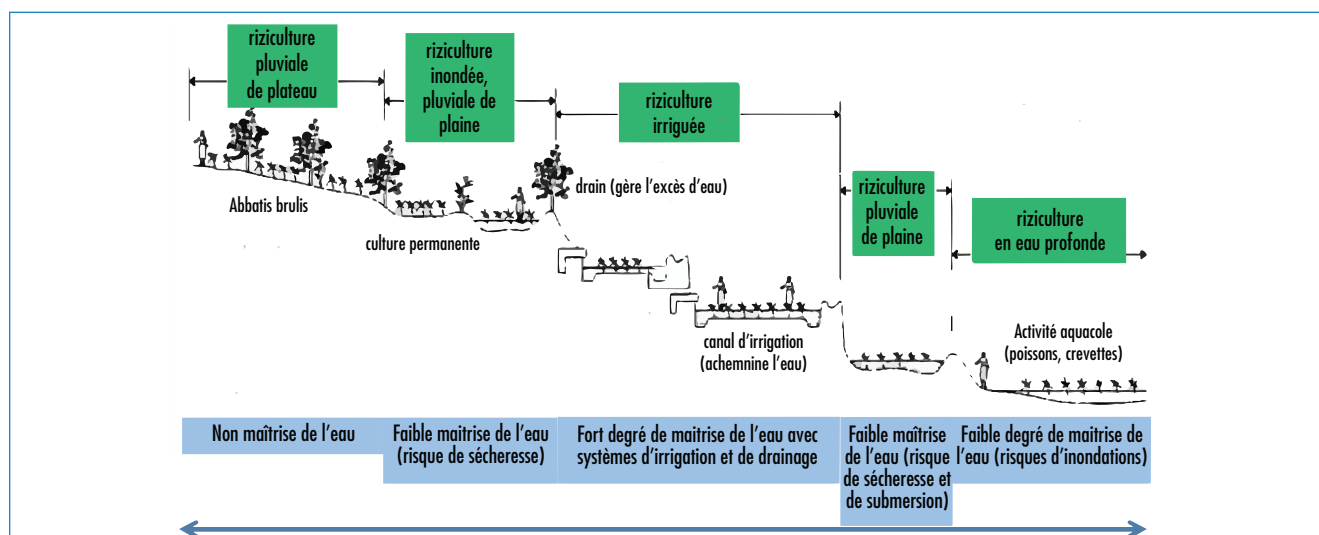
En 1984, l'IRRI³ constitue un comité de cinquante experts internationaux et formalise, sur la base de 23 typologies existantes à l'échelle internationale, une typologie des systèmes rizicoles faisant référence. Cette typologie décrit 18 types, différenciés sur des critères de hauteur de submersion, de durée de submersion, de type de sol et de climat, qui se regroupent sous 4 grands écosystèmes rizicoles caractérisant un type de dynamique de la lame d'eau dans la parcelle et une position dans la topographie :

- 1/la riziculture en eau profonde, de zones humides côtières ou flottante, qui se trouve dans les dépressions de deltas, les plaines alluviales, entre des cordons littoraux ou dans des estuaires tropicaux et les mangrives. Elle est durant une partie de son cycle cultural soumise à une submersion profonde et incontrôlée, parfois avec des eaux saumâtres ;
- 2/la riziculture inondée, pluviale de plaine⁴, avec une maîtrise très imparfaite de l'eau, durant un unique cycle en saison humide, dans des casiers endigués de taille généralement réduite et plus ou moins submergés sur une partie du cycle. Les aménagements sommaires de cette catégorie ne permettent pas de s'affranchir complètement des risques hydriques temporaires, sécheresses et inondations ;
- 3/la riziculture pluviale de plateau, sur des parcelles généralement non endiguées, sur sols plats de plateaux ondulés mais aussi sur des terres pentues plantées en riz de montagne, ou en abattis-brûlis en milieu forestier. Les sols sont bien drainés et aucune submersion ne se produit au cours du cycle cultural, seules les pluies stricto-sensu sont mobilisées pour l'évaporation du riz, c'est donc l'unique forme de riziculture non aquatique ;
- 4/la riziculture irriguée, avec des casiers cernés de diguettes. Cette catégorie recoupe à la fois l'irrigation de compléments pour palier aux périodes sèches de la saison humide grâce à des barrages d'élévation au fil de l'eau, mais aussi l'irrigation au moyen de barrages réservoirs ou de pompage dans la nappe phréatique, permettant des cycles culturaux en saison sèche totalement dépendants de l'irrigation.

Ces quatre grands écosystèmes recouvrent la diversité des situations de riziculture rencontrées à l'échelle du monde. Ils peuvent se retrouver successivement sur un même bassin versant, à différents étages dans le paysage, comme le montre le schéma suivant, typique du Cambodge sur le transect du Mékong. Les aménagements qui visent à contrôler les crues, à maîtriser le ruissellement des pluies dans les parcelles, à apporter de l'eau exogène au système ainsi que les investissements dans le pompage, élèvent le degré de maîtrise de l'eau et créent des passerelles entre ces catégories.

LA SUBMERSION CONTINUE DU RIZ EST RESPONSABLE DES ÉMISSIONS DE MÉTHANE

En riziculture irriguée, la présence d'une lame d'eau en continu, depuis le semis jusqu'à la récolte, et même parfois avant l'installation de la culture, instaure dans le sol un milieu anaérobie (dépourvu d'oxygène), comme dans les sols des zones humides naturelles, des marais, des lacs, etc. Dans ce milieu, des bactéries méthanogènes se développent et dégradent la matière organique du sol (C) en relâchant du méthane (CH₄). Le méthane est alors émis dans l'atmosphère à travers les plantes, ou par bullages puis diffusion depuis l'eau vers l'atmosphère. Une grande partie de ce méthane, voire la totalité, peut être neutralisée par des bactéries méthanotrophes qui se développent, elles, en conditions aérobiques, et sont présentes dans les zones aérées du sol (zone racinaire, interface eau/sol). Ces deux communautés de bactéries dont l'action est antagoniste et complémentaire sont présentes dans tous les sols dans des proportions similaires. C'est d'une part la quantité de matière organique du sol, et d'autre part, la présence continue ou non d'une lame d'eau, qui déterminent l'activité des bactéries productrices de méthane et celle des bactéries consommatrices. D'autres facteurs jouent un rôle plus secondaire sur l'activité bactérienne : la température, le type de sol, et les variétés de riz. Au niveau des pratiques agricoles au champ, les deux paramètres clés pour contrôler les émissions de méthane par les rizières sont donc l'apport de matière organique et la maîtrise de la lame d'eau.



Typologie simplifiée des systèmes rizicoles typiques d'un transect du Mékong

3 - International Rice Research Institute

4 - Pluvial est la traduction littérale de « Rainfed », mais en pratique, en plus des pluies, les écoulements de surfaces (crues-décrués) et les mouvements de nappes contribuent à la satisfaction des besoins en eau des plantes de cette classe de la typologie ; il s'agit de parcelles inondables, sans maîtrise de l'eau, avec submersion non contrôlée.

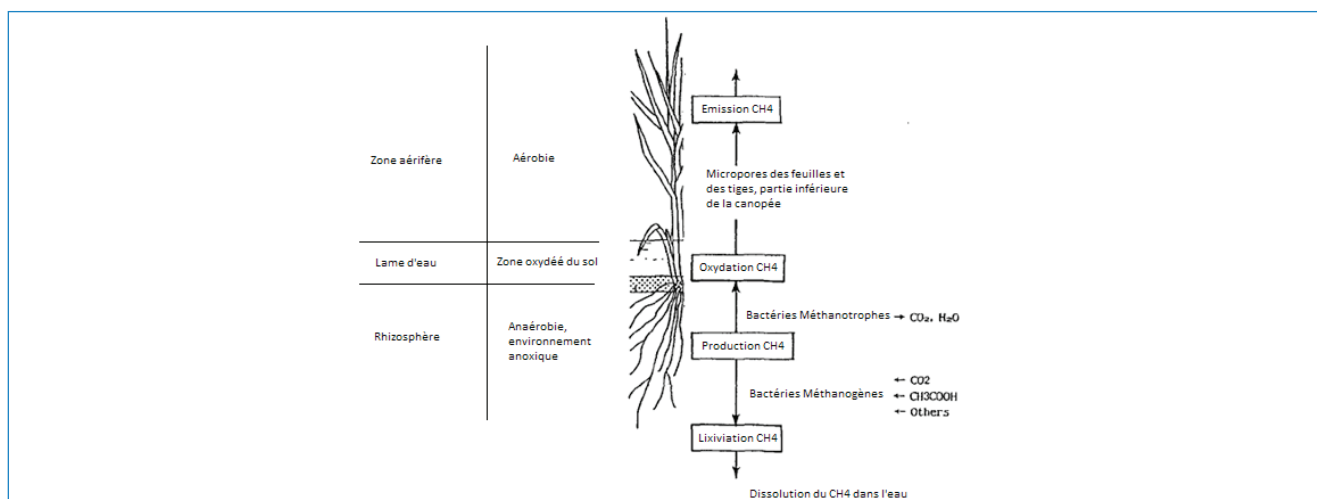


Schéma de production et d'émission du méthane par la riziculture irriguée

LA MAÎTRISE DE L'EAU POUR LA RIZICULTURE REMPLIT DE NOMBREUSES FONCTIONS

Le riz est originellement une plante tolérante à la submersion et la plupart des variétés actuelles ont été sélectionnées à partir d'espèces d'*Oryza* ayant pour habitat des zones humides. Si riziculture et gestion de l'eau sont historiquement très liées, c'est parce que la présence d'une lame d'eau permanente procure de nombreux avantages à la riziculture. Les besoins en eau du riz sont très élevés, et l'irrigation du riz est, comme pour les autres céréales, un important facteur d'intensification qui permet d'accroître les rendements et multiplier les cycles de production à l'année en faisant face aux déficits hydriques des saisons humides et sèches. Mais la reconstitution d'un écosystème aquatique dans des zones non sujettes à la submersion, tout au long du cycle ou par intermittence, remplit de nombreuses fonctions autres que la satisfaction des besoins en eau. Par exemple, pour les opérations culturales telles que la préparation du sol, le maintien d'une lame d'eau assure un contrôle non chimique et non mécanique des adventices et limite ainsi l'usage des herbicides et la quantité de travail manuel ou motorisé. Dans des zones de hautes altitudes, cette lame d'eau tamponne les amplitudes thermiques entre le jour et la nuit qui peuvent être rédhitratoires pour le développement du riz. Dans des régions littorales à fort risque de salinisation, l'introduction du riz irrigué dans une rotation draine les sels des sols et offre la possibilité d'un ou plusieurs cycles d'une autre culture. Le potentiel de développement du riz pour les décennies à venir se basera sur les systèmes avec maîtrise de l'eau que sont la riziculture inondée et la riziculture irriguée. L'amélioration de ces systèmes reposera sur une meilleure valorisation de l'eau, et sur des mesures de substitution pour toutes les fonctions remplies par les aménagements hydro-agricoles rizicoles, lourds ou légers.

EX-ACT, UN OUTIL DE QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES AU SERVICE DES DÉVELOPPEURS DE PROJETS AGRICOLES

Les travaux du GIEC ont résulté en 2006 en des lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effets de serre, dans lesquelles figure un facteur journalier moyen de base d'émission de méthane par une rizière EF_{cj} ($\text{kg CH}_4/\text{ha}/\text{j}$), estimé à 1,3. Cette estimation repose sur un traitement statistique de mesures en rizières asiatiques par Yan et al, en 2005, dans des conditions standards (pas de submersion

180j avant mise en culture, submersion continue ensuite, pas d'apports en matières organiques). Pour prendre en compte des caractéristiques locales d'un système rizicole (zones pédo-climatiques, opérations culturales...), le GIEC a proposé de corriger ce facteur d'émission moyen journalier par des facteurs d'échelles, estimés pour différentes conditions par Yan et al, qui prennent en compte l'alternance de périodes de submersion/non submersion avant (SF_p) et pendant la période de culture (SF_w), les apports en matières organiques (SF_o) (leurs types et doses d'application), le type de sols et la variété de riz ($SF_{s,r}$). Les émissions à l'échelle d'une rizière et à l'année sont finalement estimées en multipliant ce facteur EF_j , système rizicole par la taille de la rizière, la durée du cycle cultural, et en additionnant éventuellement plusieurs cycles à l'année.

DÉCOMPOSITION DU FACTEUR D'ÉMISSION JOURNALIER D'UN SYSTÈME RIZICOLE DONNÉ

$$EF_j, \text{ système rizicole } (p,w,o,s,r) \text{ (en kg CH}_4/\text{j/ha)} \\ = EF_{cj} * SF_p * SF_w * SF_o * SF_{s,r}$$

Devant l'importance du secteur 'Agriculture, Forêts et Autres Affectations des Terres' vis-à-vis du changement climatique mise en évidence par les travaux du GIEC, une équipe de la FAO a développé à partir de 2008 un outil sous la forme d'un tableur Excel® pour conduire des estimations ex-ante rapides des impacts de projets de développement agricoles ou forestiers sur les émissions de gaz à effets de serre. Cet outil, EX-ACT (pour EX-Ante C balance Tool), a été créé avec le support financier de la Banque Mondiale, le support technique de l'IRD, et est en phase d'être adopté par une large communauté de bailleurs de fonds, dont l'Agence Française de Développement, qui s'accordent à l'utiliser pour homogénéiser les évaluations environnementales (vis-à-vis du bilan carbone) de leurs projets respectifs. EX-ACT estime les variations de stocks de carbone et les émissions de méthane et d'oxyde nitreux, c'est-à-dire des émissions et séquestrations de GES exprimées en équivalents CO_2 par unité de surface du projet ou de production, et sur la durée du projet, pour comparer grâce à des scénarios « sans projet » et « avec projet », l'impact de ce dernier.

L'outil EX-ACT dispose d'une base de références constituée de valeurs de paramètres standards, dites de niveau TIER 1, extraites des travaux du GIEC explicités plus haut, mais est aussi capable de s'adapter à la connaissance du contexte et des caractéristiques locales du projet par l'utilisateur, en permettant des valeurs affinées, dites TIER 2.

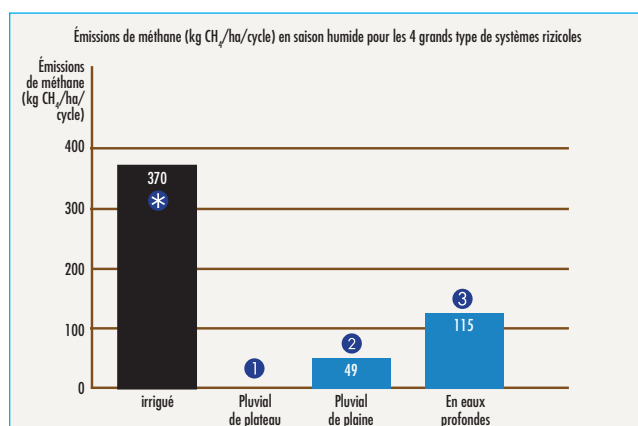
PREMIERS ENSEIGNEMENTS DE L'APPLICATION D'EX-ACT SUR DIFFÉRENTS TYPES DE RIZICULTURE

Le travail conduit dans le cadre du COSTEA a permis de (1) diagnostiquer ce que l'outil EX-ACT propose pour ce qui concerne les émissions de GES en riziculture de niveau TIER1, (2) tester l'intégration dans l'outil EX-ACT de paramètres TIER2 issus de la bibliographie disponible sur des systèmes rizicoles concrets et documentés, en Asie du Sud-Est, afin de (3) comparer des scénarios variés sur les 4 grands types de riziculture, et (4) émettre quelques conclusions sur l'intérêt, pour des meilleures évaluations, de mieux caractériser les différentes modalités d'irrigation et de drainage au premier plan, et de gestion de la fertilité/ gestion des résidus au second plan.

De riz pluvial à riz irrigué : un bilan en méthane très différent

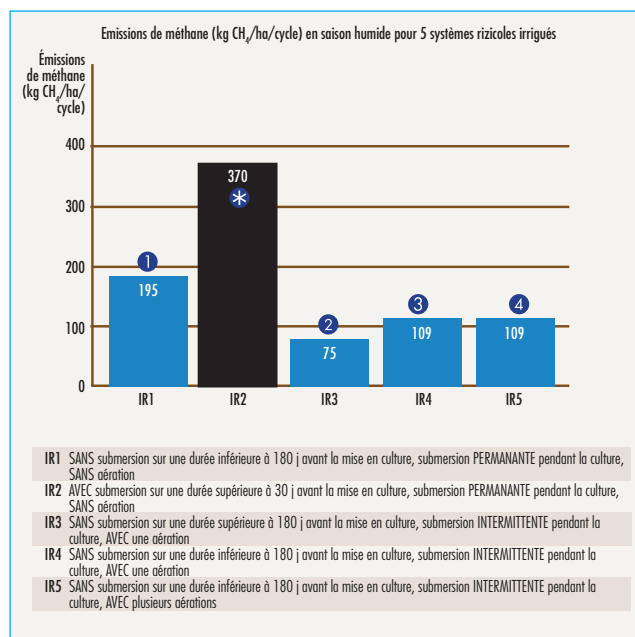
Le travail montre que l'outil EX-ACT permet bien, en première approche avec les paramètres proposés TIER1, d'appréhender les différents types de systèmes rizicoles et leurs impacts très différents en termes d'émissions de méthane : les surfaces de référence cultivées en riz irrigué émettent plus de méthane que les surfaces inondées qui sont cultivées en pluvial en plaine sans submersion avant la mise en culture et sujettes à la sécheresse en saison humide, de l'ordre d'un facteur 7, et plus aussi que celles des plateaux qui n'émettent pas du tout de méthane, ou que celles cultivées en eaux profondes, de l'ordre d'un facteur 3.

Dans l'ensemble des graphes, la situation dite de référence* figure en noir. Il s'agit d'une rizière irriguée, en saison humide, avec une submersion avant la culture sur plus de 30 jours et sans interruption pendant tout le cycle cultural, qui dure 150 jours. Les résidus de culture – la paille- ne sont pas enfouis, du compost est épandu. Le facteur d'émission journalier moyen de base utilisé est celui du GIEC, valant 1,3 kg CH₄/ha/j). Les émissions de cette rizière sont estimées à 370 kg CH₄/ha/cycle.



L'importance de la gestion de la lame d'eau pour contrôler les émissions de méthane

L'outil EX-ACT permet d'aller plus loin dans l'analyse avec des paramètres TIER1 et de simuler une très grande diversité de situations⁵ différentes au sein même de la catégorie la plus émettrice en méthane, le riz irrigué. Ainsi, par rapport à la rizière de référence*, si la parcelle n'est plus submergée avant la mise en culture¹ (comme en Thaïlande), alors les émissions à l'hectare sont réduites de moitié. Dès lors qu'une aération est faite au cours de la culture par retrait de la lame d'eau (pratiquée par exemple au Cambodge, Laos, Myanmar), alors les émissions chutent nettement, elles sont divisées par 5 si l'avant culture n'a pas été mis sous eau pendant plus de 180j³, ou divisées par 3,4⁴ si l'avant culture a été mis sous eau pendant plus de 180j. Ces chiffres montrent l'impact majeur de la gestion de la lame d'eau dans la rizière sur les émissions de méthane. Cela introduit une nuance capitale dans la réflexion : toutes les formes de riziculture irriguée ne contribuent pas au même niveau aux émissions de méthane.

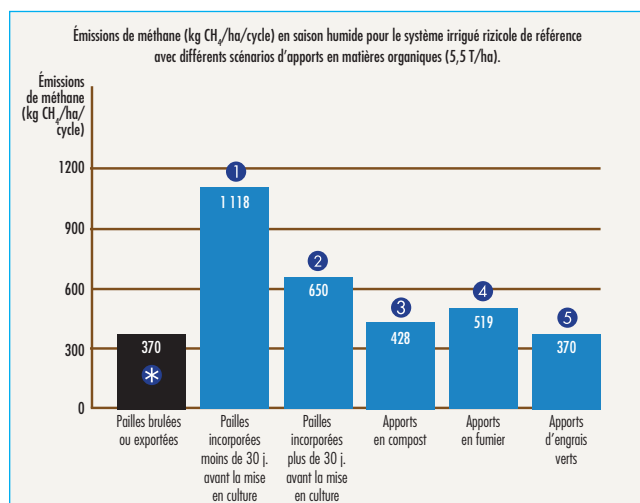


La gestion des résidus de pailles et des apports en matières organiques est aussi un facteur non négligeable

Des simulations sur les apports en matière organique dans le sol ont aussi été conduites, avec une approche TIER1. Par rapport à la situation de référence de rizière irriguée où les pailles sont exportées, on prenant l'hypothèse que 5.5T/ha de pailles sont récoltées, si les pailles sont enfouies moins de 30j avant la mise en culture, les émissions sont alors multipliées par 3¹. L'enfouissement des pailles a un impact moindre² si il intervient plus de 1 mois avant la mise en culture puisque la matière se sera alors pour beaucoup décomposée avant l'arrivée des bactéries méthanogènes. Le compost et le fumier, dans les mêmes proportions, fournissent aussi des substrats transformables par les bactéries, mais moindres que la paille

5 - Pas moins de 63 systèmes différents grâce à la combinaison de 9 régimes hydriques différents et de 7 modes de gestion des intrants organiques (pailles et autres).

puisque les émissions de méthane sont alors réduites de 40% par rapport à la paille enfouie de façon très précoce^{3,4}. Raisonner les apports en matières organiques, et notamment la gestion des résidus de récolte, modifie le substrat sur lequel se développent les bactéries et a donc un effet déterminant sur les émissions de méthane.

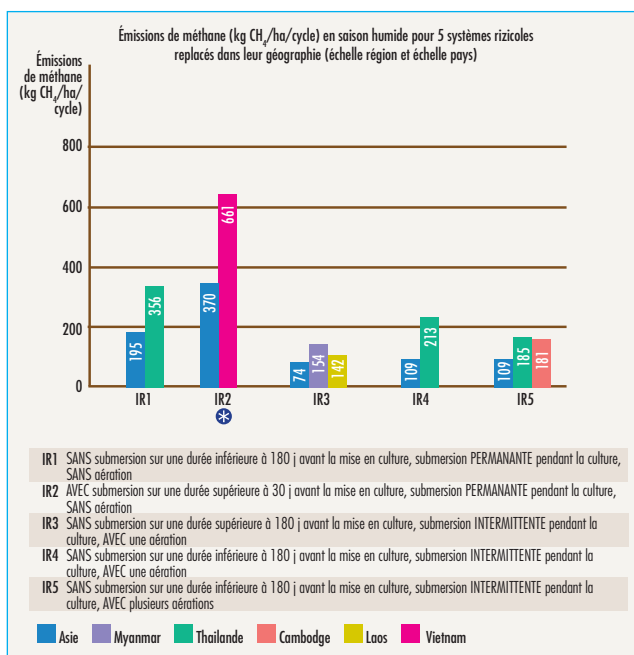


Affiner les paramètres du modèle pour mieux évaluer les émissions dans les rizières du Sud Est Asiatique

Les simulations précédentes mobilisaient des paramètres TIER1 d'EX-ACT, et notamment le facteur journalier moyen d'émission de méthane par une rizière 1,3 du GIEC. Or, ce facteur qui fait la synthèse de mesures à l'échelle de l'Asie par Yan et al (2005) est moitié moindre que les facteurs d'émissions relevés dans la sous région du Sud Est Asiatique. Les pays de Sud Est Asiatique forment trois zones aux facteurs d'émissions similaires : la zone Myanmar, la zone Thaïlande, zone Cambodge, Laos, Vietnam.

En recourant à ces valeurs régionales, et en appliquant des valeurs représentant mieux les pratiques locales aux facteurs d'échelles relatifs à la gestion de la lame d'eau (SFp, SFw), les émissions ont été affinées. Les résultats de ces simulations en TIER2 montrent qu'une utilisation experte de l'outil conduira des émissions qui évoluent quasiment du simple au double.

Ce fait souligne l'importance de poursuivre les travaux pour mieux qualifier les différentes composantes de l'équation d'émission et mieux révéler des situations réelles, et non plus une « situation moyenne » qui donne une vision simplifiée d'une réalité de pratiques bien plus diverses. Par ailleurs, les effets des précédents culturels (double à triple cultures annuelles de riz, alternance avec maraîchage) et d'autres éléments des itinéraires techniques ayant vraisemblablement des impacts sur les émissions de gaz à effets de serres de la riziculture ne sont pas non plus finement intégrés dans l'outil à ce stade.



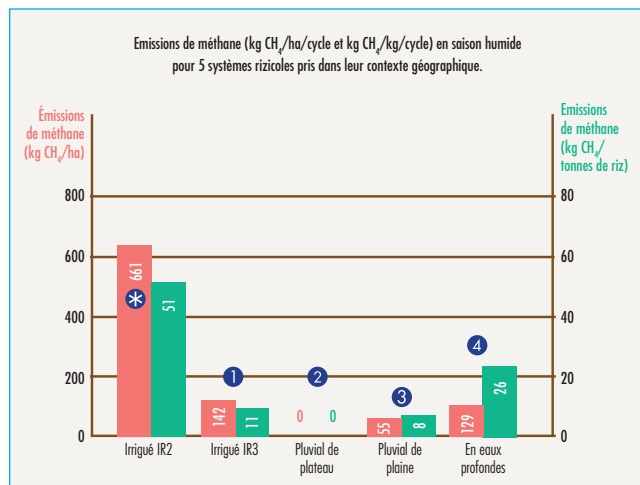
Cette étape réajuste donc la situation de référence^{3a} de la rizière de type Vietnamienne, en utilisant le facteur d'émission journalier moyen de base valable dans la zone Vietnam valant 2,3208, en lieu et place du 1,3 kg CH₄/ha/cycle, les émissions estimées sont donc de 661 kg CH₄/ha/cycle.

Choisir un autre angle de vue, de l'hectare au kilogramme

L'analyse des émissions de méthane par unité de surface telle que le propose EX-ACT est courante et procure l'avantage de cerner l'ampleur du sujet par rapport aux surfaces concernées, et de réfléchir aux impacts de changement d'occupation des sols sur les émissions globales. Pour autant, s'agissant d'activités dont le service premier est la quantité de produits agricoles obtenus, il est pertinent de raisonner aussi les émissions par unité de kilogramme de riz produit, afin de comparer l'impact climat des différents systèmes rizicoles relativement à leur capacité à produire, et ce, surtout dans le contexte actuel d'accroissement démographique qui place l'augmentation de la production alimentaire comme objectif prioritaire.

Avec une telle approche, en utilisant des paramètres TEIR2 et en prenant les rendements potentiels (IRRI, 1984) de chacun des systèmes afin de considérer des situations optimales (soit à l'hectare : 13 tonnes en irrigué, 7 tonnes pour le pluvial de plaine, 5 tonnes pour le riz en eaux profondes) au kilogramme de riz produit ; la rizière irriguée de référence au Vietnam^{3a} n'émet plus que deux fois plus que la rizière vietnamienne en eaux profondes⁴ (contre un facteur 5 en raisonnant à l'hectare), et plus que 6 fois plus que le riz inondé de plaine des pays voisins³ (alors que par l'hectare, il l'est 12 fois). La rizière irriguée au Laos ou Cambodge sans submersion pendant plus de 180j et avec une aération au cours du cycle³ devient, au kilogramme de riz potentiellement produit, à peine plus impactante que la rizière inondée en pluvial, de plaine³ (alors que à l'hectare, c'est près du triple) et près de moitié moins impactant que le riz en eaux profondes⁴ dans les mêmes pays.

Ainsi, si les émissions de méthane (ou de gaz à effets de serre, ou un indicateur simplifié d'impact sur le climat) devaient apparaître sur les emballages des paquets de riz, la distinction entre riz irrigué, inondé ou en eaux profondes ne serait pas systématiquement, et contrairement aux a-prioris, en défaveur du riz irrigué.



QUEL AVENIR POUR LA RIZICULTURE ?

Gérer les compromis : l'augmentation des rendements, l'amélioration des pratiques, l'atténuation du changement climatique

L'impératif d'atténuer le changement climatique justifie que chacun des acteurs qui participent et accompagnent le développement de la riziculture, décideurs, bailleurs, chercheurs, ingénieurs, agriculteurs..., prennent conscience de la contribution de la riziculture aux émissions de méthane, promeuvent et diffusent des systèmes qui tout en restant agronomiquement performants, productifs et acceptables du point de vue de l'agriculteur, le soit aussi sur le plan climatique et environnemental. Il s'agit aussi de trouver le bon équilibre entre responsabilisation des agriculteurs et engagement des pouvoirs publics et de la communauté internationale, pour accompagner le changement.

De nombreux systèmes sont à l'essai ou en phase de vulgarisation. Ils sont basés sur l'interruption de la submersion avant la mise en culture et une ou plusieurs fois pendant le cycle cultural. Des expériences dans des parcelles expérimentales de l'IRRI ont aussi vérifié qu'en drainant une parcelle à deux reprises au cours d'un cycle de culture, les émissions de méthane sont fortement réduites. Ce drainage intermittent présente aussi l'avantage pour les riziculteurs de pouvoir éventuellement contrôler certaines maladies et prédateurs du riz ainsi que, dans une certaine mesure, des vecteurs de pathologies humaines, qui se développent dans l'eau des rizières (moustiques, mollusques) et dans les canaux et les drains. Mais il requiert une maîtrise de l'eau que ne permettent pas beaucoup de systèmes existants. Ces assecs peuvent par ailleurs être défavorables pour les agriculteurs, du point de vue de la gestion des adventices, ou du coût du renouvellement de la lame d'eau.

Des marges de réduction des émissions par la riziculture peuvent aussi être trouvées dans la gestion des pailles, dont il

conviendrait de trouver des nouveaux débouchés de valorisation, économiquement attractifs et permettant aux agriculteurs de substituer leurs enfouissements par d'autres apports en matières organiques, dont l'accès devrait alors être facilité pour les exploitants les plus contraints économiquement. La gestion de la fertilité est aussi un point stratégique vis-à-vis des rendements, celle-ci devrait donc se raisonner du point de vue tout agronomique, impact sur l'activité méthanogène, analyse du cycle de vie des différents fertilisants, faisabilité à l'échelle du territoire de produire et acheminer des engrais verts, compostés ou d'origine animale.

D'autres pistes de réduction des émissions de méthane concernent aussi l'amélioration variétale du riz qui ces dernières décennies a concentré ses efforts sur des variétés à pailles courtes sous irrigation pour favoriser les rendements, alors que les assecs bénéfiques à la réduction des émissions de méthane seraient mieux supportés par des variétés plus rustiques, et à pailles longues (pour la compétition avec les adventices). De façon plus marginale, certaines variétés seraient aussi moins favorables au déclenchement des processus d'émissions de méthane.

Mais pour évaluer chacune de ces solutions, en conditions réelles, reste un défi énorme pour la recherche pour diminuer les incertitudes qui pèsent actuellement sur les connaissances des impacts des pratiques culturales, tant en termes de rendement, qu'en termes de quantité de travail des opérations culturales ou d'impact économique, qu'en termes d'impact écologique.

Partager une autre vision de la riziculture irriguée

S'il est incontournable de transformer les systèmes rizicoles irrigués pour réduire leurs émissions de méthane et préserver des ressources en eau sous contraintes, il convient tout de même aussi de reconnaître que :

- La submersion en rizière avec la présence sur de longues périodes d'une lame d'eau facilite la préparation du sol, le repiquage, et limite le développement des adventices, procurant un avantage comparatif pour le riziculteur. Supprimer cette lame d'eau pourrait avoir de forts impacts, notamment environnementaux (recours à davantage d'herbicides) ;
- Les rizières en submersion ne produisent pas que du riz : la rizi-pisciculture offre une source de protéines pour grand nombre de ménages ruraux en régions rizicoles dont on sait qu'elles concentrent les foyers de pauvreté ;
- la riziculture irriguée s'est développée pour grande partie dans des zones où d'autres productions végétales n'auraient pas été possibles, parce qu'elle ne nécessite pas de rotations et tolère les zones sujettes à la salinité (delta, mangroves) ;
- sous des climats à moussons, les aménagements en cascade des rizières et leur capacité de stockage de l'eau régulent les ruissellements et ralentissent les crues, elles fournissent aussi d'autres services tels que le contrôle de l'érosion, ou la recharge de nappe, dont bénéficient les populations à l'aval ;
- les zones humides naturelles, protégées par la convention de Ramsar de 1971 au titre de « leur ressource de grande valeur économique, culturelle, scientifique et récréative, dont la disparition serait irréparable », contribuent elles aussi fortement au bilan des flux de méthane : 174 millions de tonnes de CH₄/an^o par environ 5 millions de km² de zones

humides, c'est à dire en moyenne une émission de 283 kg $\text{CH}_4/\text{an}/\text{ha}$. Ce chiffre est à rapprocher de l'estimation par EX-ACT des 279 kg $\text{CH}_4/\text{an}/\text{ha}$ émis par le riz en eaux profondes⁷. Si ces deux sources d'émissions de méthane sont comparables en quantité méthane émis, les appréciations qu'en font société civile et décideurs sont elles bien différentes puisque les flux naturels (zones humides) ne sont eux pas pris en compte dans les inventaires nationaux, alors que ceux de la riziculture, oui. L'introduction de la culture de riz dans des zones humides - qui par ailleurs ne peuvent pas accueillir d'autres cultures - modifie très peu les émissions de méthane de la zone concernée⁸ et a donc un impact anthropique net très faible ; mais elle a en revanche un impact majeur sur les flux imputés au pays.

- des travaux⁹ tendent à démontrer que les rizières inondées, comme toute masse d'eau superficielle, ont un effet de rafraîchissement du climat local, contribuant ainsi à la maîtrise de la hausse des températures.

Ces constats appellent à un changement d'angle de vue pour être en mesure d'apprécier les impacts de la riziculture au regard de toutes ses fonctions remplies, la première d'entre elle étant la production d'une céréale consommée par plus de la moitié de la population mondiale d'aujourd'hui.

Le focus sur le méthane et donc sur la riziculture, un choix éminemment politique

Une multitude de gaz sont en cause dans le changement climatique, avec des impacts plus ou moins forts (Pouvoir de Réchauffement Global, PRG) et long dans le temps (temps de résidence). Les nombreuses actions qui doivent être entreprises pour réduire les émissions de ces gaz à effets de serre devront être priorisées en considérant : les quantités d'émissions évitées pour différents gaz et l'impact respectif de chacun de ces gaz sur le climat. Le choix d'une inflexion du changement climatique à court terme privilégiera des actions sur des gaz à courte durée de vie tel que le méthane, celle de plus long terme privilégiera des actions entreprises au plus vite sur des gaz à durée de vie plus longue, tel que le dioxyde de carbone. L'arbitrage entre ces options sera résolument politique, idéalement appuyé par des analyses coûts (des actions) bénéfiques (pour le climat).

La question de la sécurité alimentaire mondiale, pour laquelle la riziculture irriguée est une pierre angulaire, est quant à elle qualifiée d'urgente. L'atténuation du changement climatique doit-elle cibler le méthane des rizières, gaz à fort PRG mais courte résidence dans l'atmosphère¹⁰ ? Comment résoudre ces deux grands défis sans remettre en cause la riziculture et ni fragiliser les millions d'humains qui en dépendent ?

7 - Calcul suivant : $115 \text{ (kg } \text{CH}_4/\text{cycle}/\text{ha}) / 150 \text{ (j de cycle)} * / 365 \text{ (j)} = 279 \text{ kg } (\text{CH}_4/\text{an}/\text{ha})$

8 - Rapport de l'Académie des technologies en 2013 en préparation de la COP21 :

academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2015/01/06/10/55/21/635/rapport_methane_version_web.pdf

9 - "How much does 1 degree Celsius worth? - The economic value of paddy field Heat Sink Effect evaluate by the Contingent Valuation Method", Ya-Wen Chiueh, icid2015.sciencesconf.org/64098

10 - 9 ans pour le méthane contre 100 pour le dioxyde de carbone



REFERENCES

- www.ird.fr/la-mediatheque/fiches-d-actualite-scientifique/92-reduire-l-emission-de-methane-par-les-rizieres
- [books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=BKYjYV1zLk8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=rice+ecosystem+classification+\(IRRI+1984&ots=CBN6tixaT5&sig=LoDFYq9_LC-ErLeY9r_5lSh1Pyg#v=onepage&q=rice%20ecosystem%20classification%20\(IRRI%201984&f=false](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=BKYjYV1zLk8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=rice+ecosystem+classification+(IRRI+1984&ots=CBN6tixaT5&sig=LoDFYq9_LC-ErLeY9r_5lSh1Pyg#v=onepage&q=rice%20ecosystem%20classification%20(IRRI%201984&f=false)
- Académie de sciences : academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2015/01/06/10/55/21/635/rapport_methane_version_web.pdf