



Riziculture irriguée et changement climatique
*Approfondissements méthodologiques pour la
finance climat et la contribution aux trajectoires
long terme AFOLU bas carbone et résiliente*

**Livrable 2.2 – Définition des scénarios « projet »
et « de référence » pour les bilans GES**



Juillet 2023



Sommaire

Acronymes.....	2
Liste des figures	3
Préambule	4
1. Objectif et méthode, pratiques d'autres bailleurs, projets analysés.....	4
1.1. Objectif et méthode	4
1.2. Pratiques d'autres bailleurs en matière de bilan GES	6
1.3. WAT4CAM - <i>Water resources management & agricultural transition for Cambodia</i> ...	8
1.4. PAIS - Projet d'appui à l'irrigation dans le Sud d'Haïti	9
2. WAT4CAM : bilan GES fait avec EXACT et bilan GES réévalué avec NEXT	10
2.1. WAT4CAM - Bilan GES EXACT et discussions sur hypothèses clefs	10
2.2. WAT4CAM - Bilan GES NEXT et discussions sur hypothèses clefs	12
3. PAIS : Bilan GES fait avec EXACT et bilan GES réévalué avec NEXT	15
3.1. PAIS - Bilan GES EXACT et discussions sur hypothèses clefs.....	15
3.2. PAIS - Bilan GES NEXT et discussions sur hypothèses clefs	16
4. Constats et recommandations concernant les scénarios sous NEXT.....	19
Bibliographie.....	23

Acronymes

AFD	Agence française de développement
AFEID	Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage
AFOLU	<i>Agriculture, Forest, and Other Land Uses</i> (Agriculture, forêt et autres utilisations des terres)
AHA	Aménagement hydroagricole
BAuD	Banque asiatique de développement
BEI	Banque européenne d'investissement
BM	Banque mondiale
CC	Changement climatique
CDN	Contributions déterminées au niveau national
CES/DRS	Conservation des eaux et sols / Défense et restauration des sols
COSTEA	Comité scientifique et technique pour l'eau agricole
EXACT	<i>Ex-Ante Carbon-balance Tool</i> (outil de bilan carbone ex-ante)
FIDA	Fonds international de développement agricole
FPP	Fiche de présentation de projet
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
HIMO	Haute intensité de main d'œuvre
IFI-TWG	<i>International Financial Institutions Technical Working Group on GHG Accounting</i> (Groupe de travail technique des institutions financières internationales sur la comptabilisation des GES)
M€	Million d'euros
NEXT	<i>Nationally Determined Contribution Expert Tool</i> (outil d'analyse des Contributions déterminées au niveau national)
PAIS	Projet d'appui à l'irrigation dans le Sud d'Haïti
PIV	Périmètre irrigué villageois
PMF	Périmètre maraicher féminin
PRG	Pouvoir de réchauffement global
SCV	Semis sous couvert végétal
SECAL	Projet sécurité alimentaire dans le Sud d'Haïti
SECAP	<i>Social, Environmental and Climate Assessment Procedures</i> (Procédures d'évaluation sociale, environnementale et climatique)
SIG	Système d'information géographique
SOC	<i>Soil Organic Carbon</i> (carbone organique du sol)
SRA	Système de riziculture améliorée
t _{eq} CO ₂	Tonne-équivalente CO ₂
WATF4CAM	<i>Water resources management and Agricultural Transition for Cambodia</i> (Gestion des ressources en eau et transition agricole au Cambodge)

Liste des figures

Figure 1 - « *Scopes* » pour l'estimation des émissions/absorptions de GES d'activités données (GHG Protocol) 5

Figure 2 - Eléments clefs de WAT4CAM – Cambodge (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 8

Figure 3 - Eléments clefs du PAIS - Haïti (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 9

Figure 4 - Scénarios projet vs référence EXACT de WAT4CAM (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 11

Figure 5 - Bilan GES EXACT de WAT4CAM (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 11

Figure 6 - Scénarios projet vs référence NEXT de WAT4CAM (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 14

Figure 7 - Scénarios projet vs de référence EXACT du PAIS (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 15

Figure 8 - Bilan GES EXACT du PAIS (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 16

Figure 9 - Scénarios projet vs de référence NEXT du PAIS (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 17

Figure 10 - Bilan NEXT de WAT4CAM : émissions nettes cumulées (haut) et émissions évitées par rapport au scénario sans projet (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD) 19

Préambule

La modélisation de l'impact carbone des projets de développement agricole, telle qu'elle est réalisée dans EXACT ou NEXT, poursuit un objectif d'aide à la décision plutôt que de représentation fidèle de « la réalité ».

En effet, la mise en œuvre des projets sur le terrain diffère souvent des plans initiaux, en particulier dans le cas des projets de développement rural qui interagissent avec des systèmes vivants soumis à des dynamiques propres et des facteurs extérieurs parfois imprévisibles et difficiles à contrôler (effet « boîte noire » avec des interactions/rétroactions nombreuses).

Il est donc primordial d'être conscient, lors de la modélisation, que ces outils ne doivent pas être perçus comme des outils scientifiques clefs en main, aptes à décrire précisément la réalité, mais plutôt comme des instruments de réflexion et d'aide à la prise de décision.

L'élaboration des hypothèses qui sous-tendent les scénarios de projet/référence et l'analyse de la sensibilité des paramètres modélisés sont donc largement aussi important, si ce n'est plus, que les résultats des bilans. Il est primordial de garder à l'esprit ces limites inhérentes à la modélisation.

1. Objectif et méthode, pratiques d'autres bailleurs, projets analysés

1.1. Objectif et méthode

D'après les termes de référence de l'étude, l'objet du présent livrable 2.2 est de présenter l'élaboration des scénarios « projet » et « de référence » de deux projets de riziculture irriguée, afin d'estimer leurs bilans de gaz à effet de serre (GES) avec *Nationally Determined Contribution Expert Tool* (NEXT).

La sélection des deux projets analysés (Cf. Partie 1.3) s'est faite en concertation avec le commanditaire, parmi les projets présentés dans le livrable 1.2 – Typologie des projets de riziculture financés par l'AFD.

La première version de NEXT a été mise en ligne en 2022 (FAO, 2022a)¹ et nous avons utilisé la dernière version en date du 25 mai 2023. NEXT est une évolution de *Ex-Ante Carbon-balance Tool* (EXACT) dont la première version a été mise en ligne en 2010 et dont la version actuelle est la v9.4 (FAO, 2022b)².

Parmi les nombreuses évolutions entre NEXT et EXACT, on doit notamment en souligner une d'importance pour le présent livrable, qui est relative au périmètre (« *scope* ») et à l'alignement avec l'Accord de Paris (NB : analyses tirées des manuels (FAO, 2022a) et (FAO, 2022b) et de discussions en juin 2023 avec Laure-Sophie SCHIETTECATTE, coordinatrice scientifique de NEXT).

En effet, NEXT permet d'estimer les émissions/absorptions de GES des secteurs « agriculture » et « utilisation des terres, changement d'utilisation des terres et forêt » (*Land Use, land Use Change and Forestry* – LULUCF) [NB : segmentation sectorielle utilisée dans les lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les inventaires de GES], selon l'approche « sources et puits » (développée par le GIEC dans ses lignes directrices et utilisée dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et de l'Accord de Paris).

L'équipe NEXT de la FAO prévoit de développer prochainement un onglet « énergie » permettant d'estimer les émissions de GES liées à l'utilisation d'énergie [NB : émissions qui pourront être classées dans d'autres secteurs des inventaires format GIEC : « énergie » (ex : utilisation d'électricité pour le pompage) ou « transport » (ex : utilisation de tracteurs pour le labour)]. Mais, dans tous les cas, les émissions du module « énergie » seront directement liées aux activités agricoles et le

¹ FAO, 2022a. *Technical guidance for the Nationally Determined Contribution Expert Tool (NEXT)*. 256p

² FAO, 2022b. *Ex-Ante Carbon-balance Tool | EX-ACT – Guidelines. Second edition – Tool version 9*. 200p

périmètre de NEXT restera donc dans les *scopes* 1 et 2 (au sens du GHG Protocol. Cf. Encadré ci-dessous) et aligné sur l'Accord de Paris et les Contributions déterminées au niveau national (CDN).

Scope 1 : Emissions/absorptions de GES directement générées par l'activité concernée. Le *scope* 1 correspond donc aux méthodes d'inventaires GIEC « sources et puits » utilisées au sein de la CCNUCC et pour le suivi de l'Accord de Paris. En d'autres termes, on estime et on comptabilise les émissions/absorptions de GES au moment et à l'endroit où elles ont lieu, ce qui est logique pour un système de comptabilisation intergouvernemental où on doit éviter les doubles-comptes ;

Scope 2 : Emissions/absorptions de GES directement générées par l'activité concernée, dues à des consommations d'énergie pour les besoins de l'activité ;

Scope 3 : Autres émissions/absorptions de GES indirectement générées, dues à des activités amont ou aval de transport, distribution, etc.

Figure 1 - « Scopes » pour l'estimation des émissions/absorptions de GES d'activités données (GHG Protocol³)

EXACT avait une logique différente, car il incluait des estimations d'émissions/absorptions de GES des niveaux *scopes* 1 et 2, mais aussi certaines émissions de GES « amont » de *scope* 3 via l'onglet « Inputs – Investments », telles par ex les émissions de GES dues à la synthèse d'engrais chimiques, dans une approche « cycle de vie ».

Une telle approche est incompatible avec les méthodes de comptabilisation utilisées dans l'Accord de Paris et dans les CDN, car elles reviendraient à imputer à un pays hôte (via le bilan GES d'un projet agricole mené sur son sol) des émissions de GES indirectement générées par ce projet dans un autre pays (par ex, pays où a lieu la production d'engrais), soit un double-compte.

Le même problème de double compte se pose avec EXACT Value Chain, qui est censé compléter les bilans GES faits par EXACT (ciblant l'amont du projet agricole et le projet agricole proprement dit) par un bilan GES ciblant l'aval du projet agricole (FAO, 2022c)⁴. Par ailleurs, « jumeler » des estimations de GES faites par NEXT (*scopes* 1 et 2) avec des estimations de GES faites par EXACT VC (*scope* 3, sur l'aval seul) aurait peu de sens, les approches (sources et puits vs cycle de vie) étant différentes (Comm. pers. Laure Sophie SCHIETTECATTE – FAO, juin 2023).

Enfin, et pour finir le tour d'horizon des réflexions concernant les estimations de GES de *scope* 3, on peut souligner ce qui suit :

- Les travaux du GHG Protocol sont suivis et déclinés au cas de projets de développement par le Groupe de travail technique des institutions financières internationales sur la comptabilité des GES (*International Financial Institutions Technical Working Group on Greenhouse Gas Accounting* - IFI-TWG), lequel s'est doté de lignes directrices de base (IFI-TWG, 2020)⁵.
- Mais, l'agriculture en général et la riziculture irriguée en particulier, ne sont pas encore dotées de méthodes de comptabilisation de niveau *scope* 3⁶. Un draft de document méthodologique sur le

³ <https://ghgprotocol.org/>

⁴ FAO, 2022c. *Ex-Ante Carbon-balance Tool for value-Chain | EX-ACT VC – Guidelines. Second edition.* 86p

⁵ IFI-TWG, 2020. *International Financial Institutions Guideline for a Harmonized Approach to Greenhouse Gas Accounting. V 02.0.* 16p

⁶ <https://unfccc.int/climate-action/sectoral-engagement/ifis-harmonization-of-standards-for-ghg-accounting/ifi-twg-list-of-methodologies>

sujet est en examen depuis près d'un an (GHG Protocol, 2022)⁷. Par conséquent, l'IFI-TWG n'a pas encore décliné de lignes directrices spécifiques aux projets agricoles.

En conséquence de ce qui précède, les analyses faites dans le présent livrable se concentrent sur les estimations d'émissions/absorptions des *scopes* 1 et 2 qui sont prises en compte dans NEXT.

NB : Il est également important de souligner ici que les versions d'EXACT sur lesquelles les projets ont été simulés sont anciennes et les PRG de référence sont différents de ceux pris en compte dans NEXT, notamment pour le CH₄ (PRG = 25 dans EXACT et PRG = 28 ou 34 dans NEXT, selon prise en compte ou non de climate-carbon feedback). Pour les études de cas, il faut donc garder à l'esprit que les bilans obtenus sont incomparables à double titre (*scopes* différents et PRG différents).

1.2. Pratiques d'autres bailleurs en matière de bilan GES

Dans le livrable 1.3, les pratiques d'autres bailleurs en matière d'élaboration de bilan GES, et notamment d'élaboration de scénarios, ont été analysées. Les points saillants sont rappelés ci-après :

FIDA (Fonds international pour le développement agricole). Au sein des procédures d'évaluation sociale, environnementale et climatique (*Social, Environmental and Climate Assessment Procedures – SECAP*) (IFAD, 2021b)⁸, les procédures en matière de bilan GES sont indicatives et peu prescriptives : « *Lorsqu'il existe un risque d'émissions significatives de GES, il convient de déterminer les sources potentielles et estimer les quantités afin d'élaborer un scénario de référence pour la réduction des émissions (si une estimation est techniquement et financièrement réalisable)* ». Une note de bas de page mentionne EX-ACT, sans pour autant exclure d'autres outils. Les bilans GES ne sont pas systématiquement faits (questions concernant les coûts de cette systématisation).

BEI (Banque européenne d'investissement). L'instruction des projets inclut la réalisation d'un bilan GES (avec ressources humaines internes de la BEI) selon des méthodes définies (EIB, 2023)⁹. Les modalités de fixation du scénario de référence sont décrites dans la partie 8.3 de ce document méthodologique : « *Le scénario de référence est défini comme l'alternative attendue pour atteindre la production attendue par le projet. Il doit être techniquement faisable et crédible en termes d'exigences économiques et réglementaires* ». Pour les projets agricoles, l'Annexe 4 présente brièvement EXACT et renvoie à la documentation générale sur cet outil.

BM (Banque mondiale). Des bilans GES sont quasi-systématiquement menés lors de l'instruction des projets. Pour les projets agricoles, notamment de riziculture irriguée, EXACT est utilisé. Les représentants de la BM indiquent par ailleurs que le scénario de référence est un scénario prospectif alternatif au projet, pas simplement la continuation de la situation actuelle sans projet.

BAuD (Banque asiatique de développement). Les chefs de projet de la BAuD peuvent utiliser l'outil de leur choix : l'usage d'EXACT est souvent privilégié, mais il n'y a pas d'obligation. Le scénario de référence peut être un scénario prospectif alternatif au projet ou la continuation de la situation actuelle sans projet. Ceci est analysé au cas par cas. La BAuD souhaite encourager l'usage d'un outil standard et une rencontre prochaine avec l'équipe EXACT devrait permettre d'échanger à ce sujet. Il faut noter

⁷ GHG Protocol, 2022. *Land Sector and Removals Guidance – Part 1: Accounting and Reporting Requirements and Guidance. Supplement to the GHG Protocol Corporate Standard and Scope 3 Standard – DRAFT FOR PILOT TESTING AND REVIEW (SEPTEMBER 2022)*. 274p

⁸ IFAD, 2021b. *Social, Environmental and Climate Assessment Procedures – Volume 2*. 356p

⁹ EIB, 2023. *EIB Project Carbon Footprint Methodologies - Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and emission variations - Version 11.3*. 66p

que la BAsD a développé des lignes directrices de comptabilisation des GES pour les secteurs de l'énergie (AsDB, 2017)¹⁰ (AsDB, 2017)¹¹ et des transports (AsDB, 2016)¹², mais pas pour l'agriculture.

Synthèse.

- Ces bailleurs, qu'ils aient systématisé (BAsD, BEI, BM) ou non (FIDA) les bilans GES, indiquent utiliser EXACT, de façon exclusive (BEI et BM) ou non (les représentants du FIDA indiquent utiliser également GLEAM pour les projets d'élevage ; les représentants de la BAsD indiquent aussi autoriser les analyses sommaires « à dire d'experts »).
- En termes de scénario de référence, la BEI et la BM privilégient un scénario prospectif alternatif au projet, pas simplement la continuation de la situation actuelle sans projet. La BAsD autorise les deux, scénario prospectif ou état initial, en laissant aux chefs de projet la liberté de choisir au cas par cas. Les représentants du FIDA n'avaient pas les éléments pour répondre à cette question.
- Si l'on se fie aux pratiques de la BEI et de la BM, dont la réflexion semble la plus avancée sur la question du scénario de référence, il semblerait pertinent de privilégier un scénario prospectif.
- Maintenant, il semblerait logique de retenir un scénario prospectif « réaliste », c'est-à-dire l'évolution probable des pratiques agricoles en l'absence de projet et non pas, comme le préconise la BEI « *l'alternative attendue pour atteindre la production attendue par le projet* ». Si ce raisonnement est compréhensible dans le cas de projets agricoles principalement menés dans des pays développés (cas du portefeuille BEI), il ne l'est plus dans le cas de projets agricoles principalement menés dans des pays en développement (cas du portefeuille AFD), pour lesquels il n'existe généralement pas d'alternative hors projet pour atteindre le même niveau de production.

¹⁰ AsDB, 2017. *Guidelines for Estimating GHG Emissions of AsDB Projects - Additional Guidance for Clean Energy Projects*. 44p

¹¹ AsDB, 2019. *GHG Emissions Accounting for AsDB Energy Project Economic Analysis - Guidance Note*. 36p

¹² AsDB, 2016. *Guidelines for Estimating GHG Emissions of AsDB Projects - Additional Guidance for Transport Projects*. 28p

1.3. WAT4CAM - Water resources management & agricultural transition for Cambodia

Localisation : Six Provinces autour du Tonlé Sap et dans le bas Mékong	Budget : 66,5 M€ (55 M€ prêt AFD + 11,5 M€ don AFD)	Période : 2018-2023
Objectif général (OG) / Composantes (C) / Budget par C (en % du total) OG : Réduire la pauvreté des populations rurales et réduire la vulnérabilité du pays au CC (i) en promouvant la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) à l'échelle nationale et (ii) en accompagnant la transition agroécologique et la mise en valeur des aménagements hydroagricoles (AHA). C1 (83%) Réhabilitation d'AHA sur 20 000 ha : (i) Réhabilitation de 10 périmètres de 300 à 3 000 ha ; (ii) Réhabilitation de 40 "preks" (canaux de colmatage, reliant le fleuve aux plaines de débordement) d'environ 150 ha chacun. C2 (6%) Appui à la mise en œuvre de la politique sectorielle d'irrigation : (i) Renforcement des capacités du Ministère des ressources en eau et de la météorologie, des associations d'usagers de l'eau (AUE) et de leur Fédération nationale ; (ii) Appui du Fonds de maintenance des AHA ; (iii) Appui au SIG national des AHA (CISIS). C3 (5%) Appui à la GIRE : (i) Mise en place d'un outil de cartographie hydrologique ; (ii) Mise en place d'un système d'alerte agrométéorologique (notamment risques d'inondation) ; (iii) Renforcement de l'Autorité nationale de bassin et de la GIRE sur le bassin du Tonlé Sap. C4 (6%) Appui à l'intensification agroécologique sur les AHA ciblés : (i) R&D sur parcelles tests (variétés, fertilisation, irrigation, travail du sol, SCV, etc.) ; (ii) Appui à la diversification (cultures, mais aussi rizi-pisciculture) ; (iii) Vulgarisation et conseil agricole aux paysans ; (iv) Renforcement des capacités du Ministère de l'agriculture sur les enjeux de l'intensification agroécologique.		
Cibles de production, notamment riz irrigué (hausse en rendement et/ou surface) Rendement : doubler le rendement actuel en riz (atteindre 5,2 t/ha. NB : moyenne de 2,6 t/ha au Cambodge, contre 3,8 t/ha dans la sous-région) Surfaces : réhabiliter 20 000 ha d'AHA et augmenter les surfaces irriguées en saison sèche (7% des terres actuellement) In fine : augmenter la production de +52 000 t/saison, soit +105 000 t/an		
Réhabilitation ☒ et/ou création d'AHA ☐ Appui aux cultures irriguées ☒ et/ou pluviales ☐		
  AHA réhabilités par WATFCAM (Cf. https://wat4cam-mowram.com/en/news/YFSayBMAACMAGLFA)		

Figure 2 - Eléments clefs de WAT4CAM – Cambodge (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

1.4. PAIS - Projet d'appui à l'irrigation dans le Sud d'Haïti

Localisation : Département du Sud, Plaines des Cayes et d'Aquin	Budget : 13 M€ (don AFD)	Période : 2020-2024
Objectif général (OG) / Composantes (C) / Budget par C (en % du total) OG : Accroître la production agricole afin d'assurer la sécurité alimentaire des ménages et augmenter les revenus des producteurs de six petits périmètres irrigués de la Plaine d'Aquin et de la Plaine des Cayes, en améliorant l'accès à la ressource en eau et l'efficacité de son usage agricole dans un contexte de CC. C1 (63%) Réhabilitation de six petits périmètres irrigués dans la plaine d'Aquin et la plaine des Cayes : (i) Réhabilitation des périmètres (prises, siphons, canaux tête morte, réseaux d'irrigation et de drainage) ; (ii) Construction de petits ouvrages de franchissement, d'abreuvoirs, lavoirs ou citernes ; (iii) Traitement des ravines en amont des périmètres à Aquin. C2 (12%) Appui à la gestion des infrastructures hydroagricoles : (i) Appui à la création d'associations d'irrigants ; (ii) Renforcement des compétences de ces associations et de la Direction départementale de l'agriculture pour la gestion et maintenance des périmètres. C3 (13%) Renforcement des capacités des producteurs pour la mise en valeur agricole : (i) Conseil agricole sur les cultures irriguées et, plus généralement, sur l'agroécologie et l'agroforesterie ; (ii) Facilitation de l'accès aux semences, aux produits phytosanitaires et au crédit ; (iii) Promotion de la transformation des productions ; (iv) Soutien du petit élevage. C4 (12%) Gestion du projet et appui institutionnel : (i) Fonctionnement de l'UGP ; (ii) Assistance technique ; (iii) Formation des cadres.		
Cibles de production, notamment riz irrigué (hausse en rendement et/ou surface) <u>Rendement</u> : sauf erreur, pas d'objectif quantifié, mais objectif d'intensifier la production irriguée appuyer dans le contexte haïtien : relief très montagneux et surface de plaine limitée (20 % de la surface agricole totale). <u>Surfaces</u> : cultures irriguées : réhabilitation de 6 petits périmètres irrigués, 2 dans la Plaine d'Aquin [Castra (227 ha) et Boisrond (57 ha)] et 4 dans la Plaine des Cayes [Picot-Madame Combe (293 ha), Charlette (235 ha), Guillaume Jacquet et Ambaletan (257 ha) et Périgny (403 ha)], soit 1 500 ha en tout. Cultures pluviales : surfaces non spécifiées.		
 		
Actions du projet SECAL : traitement de ravines (Cf. https://fr-fr.facebook.com/ProjetSECAL/) et culture irriguée d'épinard		
Réhabilitation ☒ et/ou création d'AHA ☐ Appui aux cultures irriguées ☒ et/ou pluviales ☒		

Figure 3 - Eléments clefs du PAIS - Haïti (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

2. WAT4CAM : bilan GES fait avec EXACT et bilan GES réévalué avec NEXT

2.1. WAT4CAM - Bilan GES EXACT et discussions sur hypothèses clefs

→ Méthodologie

Ce bilan GES EXACT compare :

- Les émissions/absorptions de GES suivantes, selon les lignes directrices du GIEC (IPCC, 2006)¹³ : émissions de CH₄ liés à la fermentation anaérobie en riziculture irriguée ; émissions de N₂O dues à la fermentation aérobie en riziculture irriguée ou à la nitrification/dénitrification des engrais azotés (chimiques ou organiques) ; absorptions de CO₂ par la biomasse ou les sols organiques (*Soil Organic Carbon* – SOC) par les cultures irriguées ou pluviales (et prairies et forêts dans certains cas) ; émissions de CO₂ dues aux énergies fossiles (pompage, travail du sol mécanisé, etc.) ;
- Dans un scénario avec projet vs de référence, ce dernier étant un scénario prospectif pour lequel on a considéré l'évolution la plus probable des pratiques agricoles en l'absence de projet ;
- Ceci sur une période de 20 ans (convention généralement prise dans les bilans EXACT, sachant que les lignes directrices 2006 du GIEC estiment que la durée de la transition entre deux états stables de niveau de SOC, après changement d'utilisation ou de gestion des terres, est de 20 ans).

Profil GES avec projet	Profil GES de référence	Bilan GES
1. Amélioration des pratiques (périodes de présaison, gestion de l'eau et des amendements) en riziculture inondée, sur parcelles existantes		
Amélioration des pratiques sur 11 600 ha de riz irrigué : raccourcissement de la présaison et la période de culture ; inondations intermittentes ; gestion plus fine des apports organiques.	Aucun changement pour les périodes de présaison et de culture, mais mêmes améliorations concernant la gestion de l'eau et des amendements.	Evitement de CH ₄ Delta : -32 404 t_{eq}CO₂/an
2. Amélioration des pratiques (gestion des résidus et des sols) sur les autres cultures irriguées - maïs et maraichage		
Amélioration des pratiques sur 7 200 ha de maïs et maraichage : travail léger du sol et pas d'exportation des résidus.	Aucun changement des pratiques.	Accroissement du SOC Delta : -7 387 t_{eq}CO₂/an
3. Développement de la riziculture inondée sur de nouvelles parcelles de terres, initialement dégradées		
Développement du riz irrigué sur 8 400 ha.	Développement du riz irrigué sur 7 500 ha.	Accroissement du SOC et absorption de CO ₂ par biomasse Delta : -1 790 t_{eq}CO₂/an
4. Suppression des engrais chimiques en valorisant les résidus de récolte et le fumier		

¹³ IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japan.*

Pas d'engrais chimique	Engrais chimiques utilisés sur 19 100 ha de riz irrigué (11 600 ha existants + 7 500 ha nouveaux)	Evitement de N ₂ O et de CO ₂ (orig. fossile) Delta : -1 906 t_{eq}CO₂/an
5. Pompage plus économe		
7 200 ha de maïs et maraichage en irrigué, 300 j/an d'irrigation (3 cycles/an), simple pompage (réservoir => champs).	7 200 ha de maïs et maraichage en irrigué, 200 j/an d'irrigation (2 cycles/an), double pompage (source => réservoir => champs).	Evitement de CO ₂ (orig. fossile) Delta : -2 419 t_{eq}CO₂/an

Figure 4 - Scénarios projet vs référence EXACT de WAT4CAM (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

→ Résultats

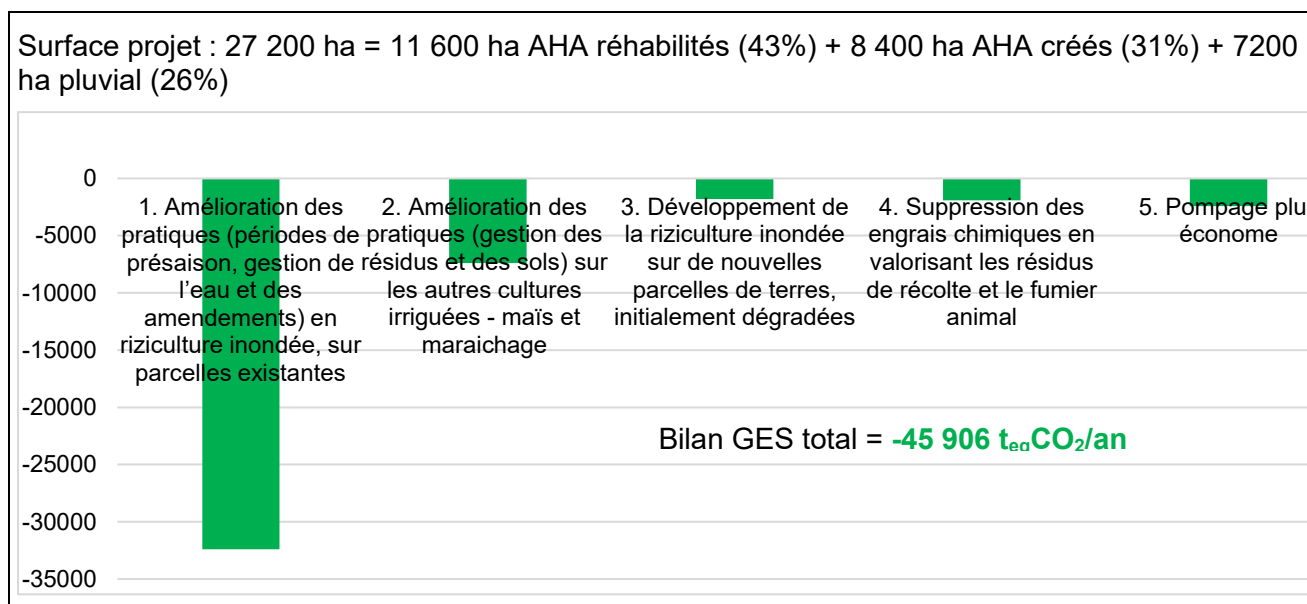


Figure 5 - Bilan GES EXACT de WAT4CAM (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

Les hypothèses sur l'évitement des émissions de CH₄ pèsent le plus dans ce bilan. En première approximation (Tier 1), ces émissions de CH₄ sont estimées en utilisant un *scoping factor*, compris entre 0 et 1 et qui multiplie une valeur par défaut de 20 g/m² d'émissions de CH₄.

Ainsi, les émissions de CH₄ en riziculture irriguée avec irrigation intermittente et simple aération peuvent être estimées, en moyenne, à 0,5 x 20 = 10 g/m² de CH₄, soit 2,8 t_{eq}CO₂/ha (PRG du CH₄ = 28), tandis que celles avec irrigation intermittente et aérations multiples peuvent être estimées à 1,1 t_{eq}CO₂/ha. Or, le bilan EXACT de WAT4CAM ayant été réalisé avec une version ancienne de EXACT qui ne différenciait pas ces pratiques (simple aération vs multiples aérations), les estimations en la matière méritent d'être affinées dans le bilan NEXT.

Par ailleurs, EXACT ne permet pas de modéliser finement le nombre de cycles de riziculture successifs sur une même parcelle et d'intégrer les différences de pratiques culturales entre des cycles (nombre d'assecs, durée des cycles, rendements et gestions des résidus, etc.). Par exemple, deux cycles de cultures successifs de 150 jours et 120 jours, produisant respectivement 2 t/ha et 3 t/ha seront transcrits par le nombre total de jour de culture (270 jours) et un rendement cumulé (5 t/an), sans possibilité de spécifier les modes de gestion de l'eau ou de la matière organique pour chacun.

NEXT permet cette précision et cela change fondamentalement le bilan des émissions, particulièrement pour le projet WAT4CAM qui propose une modification du nombre de cycles concomitamment à l'amélioration de la gestion de l'eau (cf. partie 2.2).

Le second poste le plus important dans le bilan est l'accroissement du SOC, dans l'hypothèse d'une amélioration des pratiques culturales sur les cultures annuelles (maïs/maraichage), via notamment une meilleure gestion des nutriments, de l'eau et du travail du sol. Dans NEXT, la gestion de l'eau n'est pas prise en compte pour les cultures annuelles.

En matière de gestion des cultures (travail du sol, résidus, fertilisation), les possibilités de paramétrage sont plus fines et plus transparentes dans NEXT que dans EXACT. Il faut souligner ici que le bilan EXACT ne reflète pas le narratif de projet (le bilan considère un export des résidus en scénario de projet, alors que le narratif spécifie qu'il n'y a pas d'export). L'ensemble de ces paramètres feront l'objet d'affinage dans le bilan NEXT.

Enfin, concernant les engrais et le pompage amélioré, NEXT étant uniquement centré sur les émissions de *scope 1* – donc hors énergie et émissions indirectes liées à la fabrication et au transport de fertilisants – seuls les engrais azotés sont pris en compte. Le bilan EXACT est basé sur l'hypothèse que plus aucun fertilisant de synthèse n'est utilisé dans le scénario de projet, contre une utilisation BAU hors projet. L'hypothèse sera adaptée dans NEXT, en respectant l'idée de départ du bilan EXACT, à savoir que les producteurs appliquent uniquement des fertilisants naturels en scénario de projet (on fera l'hypothèse que du fumier bovin est appliqué). Notons que l'usage de fertilisants naturels n'a pas été transcrit dans EXACT.

2.2. WAT4CAM - Bilan GES NEXT et discussions sur hypothèses clefs

Les types d'émissions/absorptions de GES prises en considération dans NEXT sont les mêmes que celles prises en considération dans EXACT, à l'exception des émissions de CO₂ dues aux énergies fossiles (pompage, travail du sol mécanisé, etc.). Les émissions évitées grâce au pompage plus économe ne sont pas comptabilisées dans ce bilan (donc -2 419 t_{eq}CO₂/an considérées comme hors *scope*). L'estimation est faite sur 30 ans, avec une présentation des données années par année.

NEXT permet une modélisation beaucoup plus fine des cycles de culture, avec notamment la possibilité de différencier la gestion des cultures d'un cycle à l'autre, et la possibilité de modéliser jusqu'à 4 cycles de culture sur une année.

Nous avons donc effectué une première simulation respectant le « grain » du bilan EXACT (maximum deux cycles modélisés, pas de spécification des modes de gestion), et une seconde en essayant d'affiner au maximum les paramètres sur la base des hypothèses posées dans les narratifs du bilan EXACT (cf. hypothèses de travail dans l'onglet « Calculations » du bilan EXACT) et des documents de projet.

Le bilan résumé ci-dessous présente le plus fin grain obtenu : il intègre la modélisation des différents cycles et affine certains éléments du scénario avec projet et du scénario de référence (Cf. éléments indiqués **en violet** dans la figure ci-dessous).

Profil GES avec projet	Profil GES de référence	Bilan GES
1. Amélioration des pratiques (périodes de présaison, gestion de l'eau et des amendements) en riziculture inondée, sur parcelles existantes		
Amélioration des pratiques sur 11 600 ha de riz irrigué : raccourcissement de la présaison et la période de culture ; inondations intermittentes ; gestion plus fine des apports organiques.	Aucun changement pour les périodes de présaison et de culture, mais mêmes améliorations concernant la gestion de l'eau et des amendements.	Evitement de CH ₄ Delta : - 33 104 t_{eq}CO₂/an

Modélisation plus fine de la gestion de l'eau (assecs multiples) Modélisation du nombre de cycles et affinage de la gestion culturale pendant les cycles – modalités de gestion/rendement/nombre de jour de culture par cycle	Affinage de la gestion des cycles culturaux - modalités de gestion/rendement/nombre de jour de culture par cycle	
2. Amélioration des pratiques (gestion des résidus et des sols) sur les autres cultures irriguées - maïs et maraichage		
Amélioration des pratiques sur 7 200 ha de maïs et maraichage : travail léger du sol et pas d'exportation des résidus. Affinage des pratiques de gestion – labour réduit, rétention des résidus sur la parcelle	Aucun changement des pratiques. Affinage des pratiques de gestion – labour, export des résidus	Accroissement du SOC Delta : - 5 580 t_{eq}CO₂/an
3. Développement de la riziculture inondée sur de nouvelles parcelles de terres, initialement dégradées		
Développement du riz irrigué sur 8 400 ha. Modélisation plus fine de la gestion de l'eau (assecs multiples). Affinage de la gestion des cycles culturaux - Hypothèse : 8 400 ha de terres dégradées sont convertis en rizières irriguées 5% (420 ha) à 2 cycles et 65% (5 460 ha) à 3 cycles. Affinage de la gestion culturale pendant les cycles – modalités de gestion/rendement/nombre de jour de culture par cycle	Développement du riz irrigué sur 7 500 ha. Affinage de la gestion des cycles culturaux - Hypothèse : 7 500 ha de terres dégradées converties en rizières irriguées, dont 750 ha à 3 cycle, 375 ha à 2 cycles. Affinage de la gestion culturale pendant les cycles – modalités de gestion/rendement/nombre de jour de culture par cycle.	Augmentation des émissions de CH₄ Delta : + 32 632 t_{eq}CO₂/an
4. Suppression des engrais chimiques en valorisant les résidus de récolte et le fumier		
Pas d'engrais chimique Apports de fumier bovin à hauteur de 7 tonnes/ha (en considérant 0,8% de N)¹⁴	Engrais chimiques utilisés sur 19 100 ha de riz irrigué (11 600 ha existants + 7 500 ha nouveaux)	Emissions de CH₄ / Évitement des émissions de N₂O Delta : + 2 814 t_{eq}CO₂/an

¹⁴ Sur la base des recommandations de l'IRRI (<http://www.knowledgebank.irri.org>).

	Répartition des apports d'engrais par culture au prorata des surfaces	
--	---	--

Figure 6 - Scénarios projet vs référence NEXT de WAT4CAM (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

➔ Résultats

Le bilan GES total est de **- 3 539 t_{eq}CO₂/an** sur 20 ans (NB : évolution différente sur un pas de temps plus important, notamment dû à l'évolution du SOC). Quelques éléments cruciaux sont à souligner :

- **La possibilité de modéliser un drainage multiple influe positivement sur le bilan**, le facteur d'émission par défaut (Tier 1) considéré est de 0,52 contre 0,6 en drainage simple. Cela représente, dans le cas présent, un delta de 10 126 t_{eq}CO₂/an, ce qui est important (trois fois le bilan total).
- **La modélisation plus fine du nombre de cycles de culture influe négativement sur le bilan** : en scénario de projet, de plus grandes surfaces sont cultivées en 3 cycles de riz irrigué successifs (5 460 ha contre 750 ha en scénario de référence) et 2 cycles de riz irrigué (4 000 ha en scénario de projet, 400 ha en scénario de référence), générant plus d'émissions de CH₄. Il est important de noter que la gestion de l'eau sur les différents cycles a une incidence forte sur le bilan, notamment en présaison. Pour cet exercice, la gestion de l'eau en présaison sur les cycles 2 et 3 a volontairement été laissée neutre en l'absence de données précises. Cependant, il faut noter que le bilan se dégrade rapidement si l'on simule une présaison inondée avant la mise en culture (facteur d'émission par défaut multiplié par deux par rapport à des situation sans inondation en présaison).
- **Les émissions dues à la multiplication du nombre de cycles de riz/augmentation des surfaces sont compensées par les pratiques culturales améliorées** (gestion de l'eau en présaison et pendant le cycle de culture, et gestion des résidus) dans le cas des parcelles rizicoles déjà existantes. Cependant, ce n'est pas le cas sur les périmètres nouvellement créés, pour lesquels l'hypothèse a été faite que les pratiques sont les mêmes en scénario de projet et en scénario de référence (hypothèse conservatrice, car si on projette que les pratiques en scénario de référence sont des pratiques traditionnelles, le bilan est plus « positif »).
- **L'apport de matière organique dans les rizières a un fort impact sur le bilan**. Le delta est de + 3 382 t_{eq}CO₂/an entre un scénario de projet sans aucun engrais et un scénario de projet avec apport de fumier à hauteur de 7 t/ha sur les parcelles de riz irrigué (hypothèses : au moins un assec ; à scénario de référence constant avec apport d'engrais de synthèse).

3. PAIS : Bilan GES fait avec EXACT et bilan GES réévalué avec NEXT

3.1. PAIS - Bilan GES EXACT et discussions sur hypothèses clefs

➔ Méthodologie

Ce bilan GES EXACT est fait avec les mêmes hypothèses que celles présentées pour WAT4CAM (Cf. Partie 2.1), à la différence que le scénario de référence considère qu'il n'y a pas de changements par rapport à la situation initiale.

Profil GES avec projet	Profil GES de référence	Bilan GES
1. Amélioration des pratiques (meilleure gestion de l'eau et des sols) en maïs irrigué, sur AHA réhabilités		
780 ha (186 ha pour Aquin et 594 ha pour Cayes) de maïs irrigué amélioré (meilleure gestion de l'eau et des sols) sur des AHA réhabilités.	Pas de changement des pratiques.	Accroissement du SOC Delta : -685 t_{eq}CO₂/an
2. Amélioration des pratiques (résidus laissés sur place ; meilleure gestion de l'eau) en riziculture inondée, avec AHA réhabilités		
594 ha (Cayes) de riziculture améliorée (gestion des résidus et de l'eau).	Pas de changement des pratiques.	Accroissement du SOC Evitement de CH ₄ Delta : -64 t_{eq}CO₂/an
3. Conversion de riz et jachères en maïs		
25 ha de riz (Cayes) et 19 ha de jachères (Aquin) convertis en maïs.	Pas de conversion.	Baisse du SOC et émission de CO ₂ de la biomasse (biologique) Delta : +202 t_{eq}CO₂/an
4. Promotion des engrais chimiques en riziculture irriguée		
Usage d'engrais en riziculture irriguée.	Pas d'usage d'engrais.	Emissions de N ₂ O et CO ₂ (orig. fossile) Delta : +426 t_{eq}CO₂/an
5. Drainage de terres hydromorphes dans la Plaine des Cayes (EN DISCUSSION)		
500 ha de terres hydromorphes drainées, avec émissions massives de CO ₂ (env. 90% du total des GES), mais aussi de CH ₄ et N ₂ O (env. 5% chacun).	Pas de drainage.	Emissions de CO ₂ , N ₂ O et CH ₄ Env. 52 t _{eq} /ha/an sur 20 ans. Delta : +26 106 t_{eq}CO₂/an

Figure 7 - Scénarios projet vs de référence EXACT du PAIS (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

→ Résultats

Surface projet : 1 488 ha = 114 ha agroforesterie à Aquin (8%) + 780 ha maïs irrigué à Aquin et aux Cayes (52%) + 594 ha riz irrigué aux Cayes (40%)

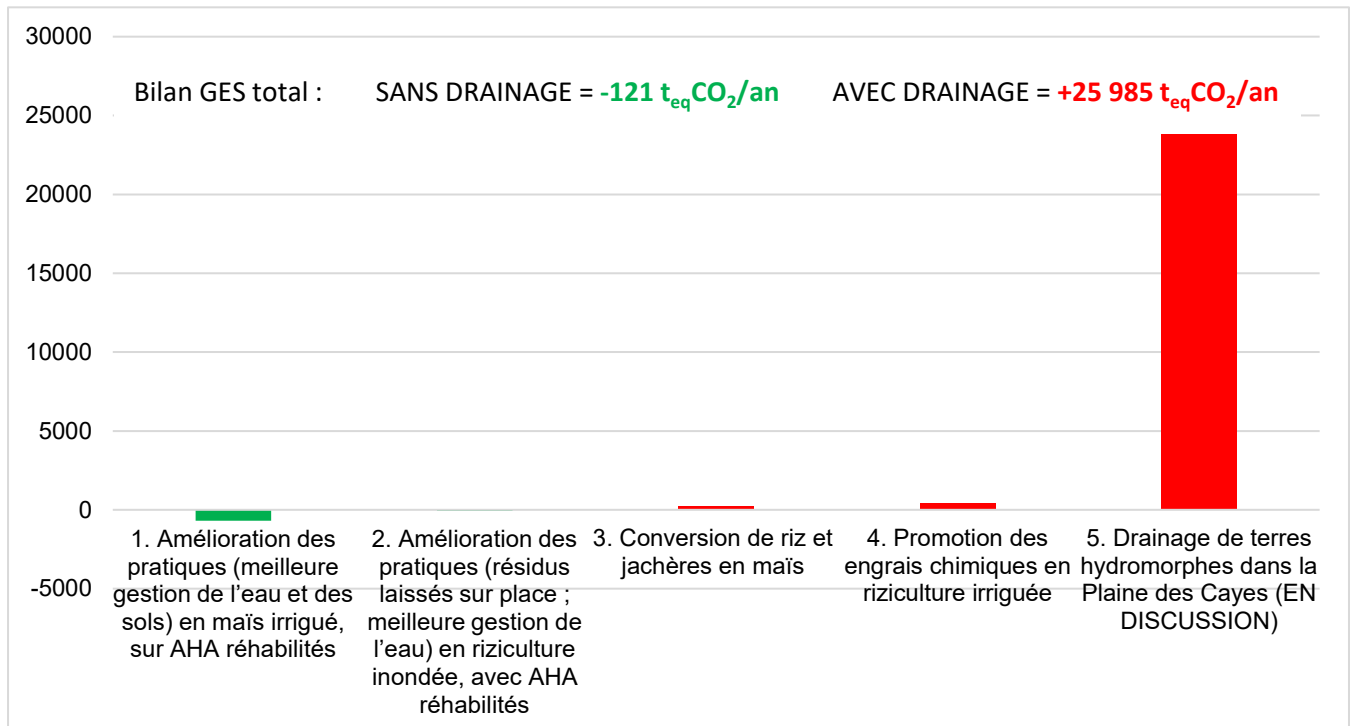


Figure 8 - Bilan GES EX-ACT du PAIS (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

Le drainage de zones hydromorphes est de loin l'action la plus négative, avec un surcroît d'émissions de +26 106 t_{eq}CO₂/an.

Composées essentiellement de matière organique végétale, elles sont considérées comme des puits de carbones en conditions normales (en eau), stockant de grandes quantités de carbone dans leur sol. Lorsqu'elles sont drainées, l'exposition à l'oxygène de l'air entraîne une augmentation de la décomposition de la matière organique présente dans le sol, et la libération du carbone stocké sous forme de CO₂ dans l'atmosphère.

Des dégagements de CH₄ et de N₂O ont également lieu, bien qu'en moindre quantité. EXACT ne permet pas de préciser l'usage initial des terres hydromorphes ou leur niveau de mise en eau. NEXT offre la possibilité d'affiner les hypothèses posées quant à la nature et à l'usage des terres hydromorphes, et permet d'ajuster le bilan des émissions issues du drainage.

Les autres postes d'émissions sont, au regard de l'impact du drainage, assez négligeables sur le bilan total. On peut toutefois évoquer l'utilisation de compost en scénario de projet, qui n'a pas été modélisée dans EXACT mais peut l'être sous NEXT, ainsi que les émissions dues à l'usage de phosphore et de potassium qui ne peuvent pas être retranscrites dans NEXT.

3.2. PAIS - Bilan GES NEXT et discussions sur hypothèses clefs

Les types d'émissions/absorptions de GES prises en considération dans NEXT sont les mêmes que celles prises en considération dans EXACT, à l'exception des émissions de CO₂ dues aux énergies fossiles (pompage, travail du sol mécanisé, etc.). Par ailleurs, l'estimation est également faite sur 20 ans. On a par contre revu quelques éléments du scénario avec projet et du scénario de référence (Cf. éléments indiqués **en violet** dans la figure ci-dessous).

Profil GES avec projet	Profil GES de référence	Bilan GES
1. Amélioration des pratiques (meilleure gestion de l'eau et des sols) en maïs irrigué, sur AHA réhabilités		
736 ha (167 ha pour Aquin et 569 ha pour Cayes) de maïs irrigué amélioré (meilleure gestion de l'eau et des sols) sur des AHA réhabilités.	Pas de changement des pratiques.	Accroissement du SOC Delta : -565 t_{eq}CO₂/an
2. Amélioration des pratiques (résidus laissés sur place ; meilleure gestion de l'eau) en riziculture inondée, avec AHA réhabilités		
594 ha (Cayes) de riziculture améliorée (gestion des résidus et de l'eau). Modélisation du nombre de cycles et affinage de la gestion culturale pendant les cycles – modalités de gestion/rendement/nombre de jour de culture par cycle	Pas de changement des pratiques. Modélisation du nombre de cycles et affinage de la gestion culturale pendant les cycles – modalités de gestion/rendement/nombre de jour de culture par cycle	Accroissement du SOC Evitement de CH ₄ Delta : + 256 t_{eq}CO₂/an
3. Conversion de riz et jachères en maïs et culture		
25 ha de riz (Cayes) et 19 ha de jachères (Aquin) convertis en maïs.	Pas de conversion.	Baisse du SOC et émission de CO ₂ de la biomasse (biologique) Delta : +121 t_{eq}CO₂/an
4. Promotion des engrais chimiques en riziculture irriguée		
Usage d'engrais en riz irrigué. Différenciation urée/NPK par type de culture Apport de compost (0,5% de N) à hauteur de 4 t/ha au moment de la préparation du sol¹⁵	Pas d'usage d'engrais. Différenciation urée/NPK par type de culture	Emissions de N ₂ O et CO ₂ Delta : +320 t_{eq}CO₂/an
5. Drainage de terres hydromorphes dans la Plaine des Cayes (EN DISCUSSION)		
500 ha de terres hydromorphes drainées, avec émissions massives de CO ₂ (env. 90% du total des GES), mais aussi de CH ₄ et N ₂ O (env. 5% chacun). Précision sur la nature des terres (nutriments), l'usage des terres en situation initiale et finale, gestion du niveau d'eau en situation initiale et finale.	Pas de drainage.	Emissions de CO ₂ , N ₂ O et CH ₄ Delta : +21 045 t_{eq}CO₂/an

Figure 9 - Scénarios projet vs de référence NEXT du PAIS (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

¹⁵ Sur la base des recommandations de l'IRRI (<http://www.knowledgebank.irri.org>).

Le bilan GES total obtenu sous NEXT est de **+ 21 178 t_{eq}CO₂/an** sur 20 ans (NB : on considère le cas où le drainage des terres hydromorphes est effectué en scénario de projet). Quelques éléments cruciaux sont à souligner :

- **Le drainage des terres hydromorphes à plus ou moins d'impact selon l'usage du sol fait avant et après drainage.** Par exemple, on peut comparer un scénario de référence unique tourbière intacte avant drainage et riz après drainage avec trois scénarios de projet où on a toujours tourbière intacte avant drainage mais respectivement après drainage (i) autres cultures annuelles ou (ii) prairies ou (iii) exploitation des tourbières pour l'énergie. Les scénarios de projet sont respectivement +35%, -3% et -71% différents du scénario de référence. NEXT peut donc, dans ce cas, s'avérer un outil d'aide à la conception de projet intéressant. Evidemment, la prise en compte des impacts au-delà des émissions (destruction de la biodiversité des zones humides si drainage, délocalisation de population si barrages importants, etc.) est absolument nécessaire pour réfléchir aux impacts du drainage de terres hydromorphes.
- **Selon le climat considéré, la nature des terres hydromorphes drainées aura aussi un impact sur le bilan final**, bien que cela n'entre pas en compte dans le présent cas d'étude.
- **Le facteur d'émission considéré sera également différent selon le mode de gestion du niveau d'eau au moment du drainage (drainage profond ou drainage superficiel), fortement dépendant du climat.** Cela n'est pas pris en considération ici, car les facteurs d'émissions restent inchangés en climat tropical humide.
- En l'absence de données très précises sur la gestion des cultures annuelles, qui représentent dans le projet présenté plus de la moitié de l'assolement, il est difficile d'affiner les hypothèses de travail. Cependant, il faut noter que **NEXT permet d'affiner la gestion des cultures sur différents paramètres (travail du sol, irrigation, gestion des résidus, etc.) pour l'usage initial et l'usage final**, ce qui peut grandement influencer sur le bilan général (brûlis des résidus par exemple).
- Pour la riziculture, la **possibilité de modéliser finement les cycles de culture et leur gestion** permet également d'affiner le bilan en matière d'émissions nettes et entre les scénarios (usage du compost en scénario de projet qui influe négativement sur le bilan).

4. Constats et recommandations concernant les scénarios sous NEXT

→ L'extrême importance des scénarios de référence et de projet reste valable dans NEXT

Comme dans EXACT, NEXT repose sur la comparaison d'un profil d'émissions de GES dans un scénario avec projet par rapport (i) à un autre profil dans un scénario sans projet (ii) et non pas par rapport à un scénario sans aucune émission de GES. Un projet peut être très émetteur en GES, son bilan NEXT sera positif si les émissions de GES sont moindres dans le scénario avec projet.

Le bilan global de WAT4CAM illustre bien ce propos, avec des émissions cumulées importantes mais un scénario de projet relativement moins émetteur que le scénario de référence :

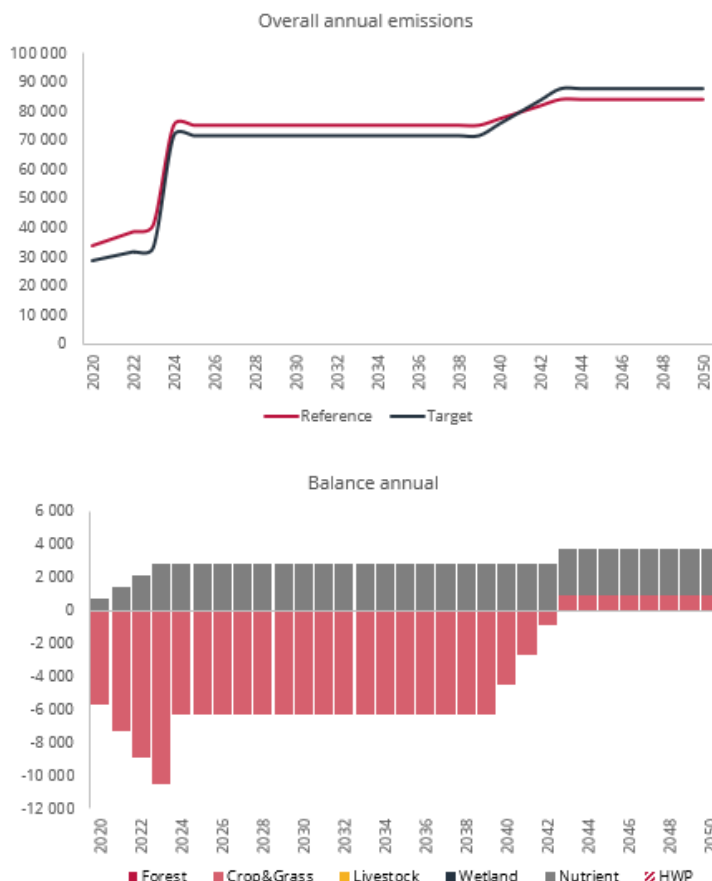


Figure 10 - Bilan NEXT de WAT4CAM : émissions nettes cumulées (haut) et émissions évitées par rapport au scénario sans projet (auteurs, 2023 ; sur base des données AFD)

Ceci amène à souligner l'extrême importance des scénarios : (i) être « optimiste » sur l'impact GES du scénario de projet et/ou « pessimiste » sur l'impact GES du scénario sans projet peut amener à surestimer le bilan NEXT d'un projet, (ii) ceci est d'autant plus vrai sur les actions qui ont l'impact GES le plus fort, notamment celles concernant la gestion de l'eau et de la matière organique, et qui déterminent le niveau d'émissions de CH₄. C'est un travers commun de tout exercice de prévision, comme par exemple sur les analyses financières et économiques ex-ante.

Une différence notable de NEXT par rapport à E-ACT est la possibilité de disposer des profils d'émissions nettes cumulées sur 30 ans, au même titre que ceux issus de la comparaison projet vs. référence, ce qui permet de prendre également en compte l'impact du projet/la trajectoire imaginée sans projet en émissions « absolues ». Porter une attention à ce bilan « absolu » permet de contrebalancer le bilan « relatif ».

➔ **La finesse du paramétrage sous NEXT permet des bilans finaux plus précis, mais nécessite une explicitation plus poussée des hypothèses de travail et de la source des données utilisées afin de pouvoir mener une analyse critique du bilan ex-ante lors de la mise en œuvre.**

Par rapport à EXACT, NEXT permet une transcription beaucoup plus fine des hypothèses de travail et donc in fine un bilan plus précis. Cela s'illustre par exemple dans la modélisation des cycles de cultures en riziculture, où il est possible de paramétrer différentes gestions selon les cycles sur la base de données Tier 2 (Cf. cas de WAT4CAM), ce qui influe fortement sur le bilan final.

Cela soulève cependant deux points d'attention :

- i) Dans le cas d'élaboration de bilans ex-ante de projets, il est rare que toutes les informations nécessaires pour renseigner NEXT soient disponibles avant la mise en œuvre, ce qui implique de se baser sur des hypothèses de travail et des données par défaut/prospectives qui augmentent les incertitudes sur le bilan et le risque de divergence entre les scénarios élaborés et la réalité (plus les hypothèses sont larges, plus elles englobent une diversité de cas de figures).
- ii) Certaines hypothèses sont structurantes et peuvent peser lourdement sur le bilan final. Dans les deux cas étudiés ci-dessus, on peut voir qu'en modifiant un paramètre (par exemple, le nombre d'assecs pour WAT4CAM ou l'usage final des terres drainées pour PAIS), le bilan varie fortement. Il convient donc d'effectuer des analyses de sensibilité (faire varier les paramètres pour comprendre leurs impacts sur le bilan final) avant de fixer les hypothèses, afin de refléter au mieux la réalité/choisir les actions à effectivement mettre en œuvre.

En ce sens, NEXT est plus transparent qu'EXACT sur les calculs et facteurs d'émission mobilisés pour obtenir les bilans finaux, et permet de croiser assez simplement les résultats obtenus avec des regards « experts » pour coller au plus près à la réalité.

➔ **Importance d'avoir des documents narratifs détaillés adossés aux bilans, qui relient le plus clairement possible les hypothèses et les émissions y afférent.**

Tous les bilans analysés sont certes documentés de la façon la plus transparente possible, avec affichage des hypothèses faites en termes de gestion de l'eau, de la matière organique, de durée des cycles, des surfaces, etc. (avec plus ou moins de lisibilité certes, suivant le niveau de complexité des projets), mais toutes ces hypothèses pourraient être discutées et éventuellement révisées, s'agissant d'hypothèses sur des actions futures et non pas d'observations sur des actions passées.

Ceci est particulièrement vrai pour les hypothèses concernant la gestion de l'eau lors du/des cycle/s annuel/s : la durée d'inondation avant repiquage ou semis et la fréquence et durée des assecs ont des impacts forts sur les émissions de CH₄ et donc sur le bilan GES dans son ensemble.

Cela étant dit, un autre angle de vue sur la question est de considérer que les outils d'estimation des GES, tels qu'EXACT ou NEXT, permettent de faciliter les échanges avec les partenaires locaux pour cadrer une politique publique, un programme d'investissements ou un projet, en permettant de simuler des scénarios alternatifs et leurs impacts.

Par ailleurs, les projets de riziculture irriguée ont lieu dans une large diversité des milieux et déploient une palette d'activités différentes, incluant aussi des cultures pérennes, de l'agroforesterie, etc. La complexité des interactions entre ces éléments rend possible un large éventail de profils d'émissions de GES. La comparaison des impacts GES des actions spécifiquement et directement liées à la riziculture irriguée suppose donc d'entrer dans le détail des tableurs NEXT et de ne pas s'arrêter aux bilans agrégés, et doit donc s'appuyer sur des narratifs clairs.

➔ **Les impacts forts de la création d'AHA, du nombre de cycles culturels et de la gestion de l'eau/matière organique sur les bilans NEXT des projets ciblant les AHA et cultures irriguées.**

Comme dans les bilans EXACT, la création d'AHA influe fortement sur les bilans GES relatifs sous NEXT, surtout dans le cas où le scénario de référence ne prévoit pas de cultures irriguées/drainage

(cas de PAIS) ou des surfaces irriguées moins importantes - probablement pour des raisons financières (cas de WAT4CAM, hypothèse sous-jacente non précisée).

Par ailleurs, la simulation fine de la succession des cycles culturels, de la gestion de l'eau et de la matière organique change parfois du tout au tout les bilans obtenus sous NEXT. C'est notamment le cas de WAT4CAM, pour lequel le bilan NEXT est beaucoup plus mitigé que le bilan EXACT (delta de plus de 40 000 t_{eq}CO₂/an entre bilans EXACT et NEXT, sans changement du scénario de référence...Ce que les seuls changements de lignes directrices GIEC et de PRG n'expliquent pas).

De ces constats sont tirées quatre recommandations principales :

Recommandation #1 : Encourager les porteurs de projet à adopter une posture scientifique pour l'établissement des bilans GES et prendre en compte les émissions de GES nettes au même titre que les bilans relatifs.

Il est essentiel d'encourager les porteurs de projet à adopter une posture scientifique rigoureuse lors de l'établissement des bilans GES, notamment en termes de transparence et de réalisme des hypothèses qui sous-tendent les scénarios de référence. Cela doit permettre d'éviter de privilégier des bilans faussement positifs du fait de scénario de référence hautement improbables au regard de la trajectoire de développement de la zone concernée.

L'étude des émissions nettes de GES (et leur évolution sur 30 ans) doit permettre de compléter et de nuancer le bilan GES relatif en obtenant une vision plus complète et équilibrée des impacts probables des projets, ce qui favorise une prise de décision plus éclairée en matière de lutte contre le changement climatique et permet de poser clairement les arbitrages à faire en matière de développement durable.

Recommandation #2 : Effectuer des analyses de sensibilité des différents paramètres des scénarios de référence et de projet afin d'affiner l'estimation du bilan GES et nourrir la conception du projet.

Etant donnée la complexité des modèles utilisés, il semble important d'effectuer une analyse de la sensibilité pour chacune des composantes principales du bilan, afin de bien comprendre leur impact sur le bilan total. Il serait de bonne pratique de partir d'un scénario « mère » intégrant les principaux changements d'usage des terres / évolution des pratiques de gestion et de le décliner en plusieurs versions itératives comportant une combinaison spécifique de paramètres.

Ces itérations permettent de tester différentes configurations de paramètres et évaluer l'impact des changements sur les résultats du bilan, tout en gardant le scénario global constant. L'objectif final étant de comparer les différentes simulations et de déterminer quels paramètres ou ajustements donnent les résultats les plus précis ou les plus représentatifs de la réalité (supposée).

Il est important de garder une documentation claire de chaque itération, en notant les changements apportés, les paramètres utilisés et les résultats obtenus pour comprendre l'évolution des résultats au fur et à mesure des itérations. Une fois les différents paramètres testés et leurs impacts sur le bilan global analysés, les estimations les plus conservatives (simulation avec le taux d'adoption le plus faible, les rendements les plus faibles, etc.) seront adoptés, conformément à un des x principes clefs du GIEC en termes d'inventaire de GES (« *conservativeness* »).

Ce processus doit également permettre aux porteurs de projet de prendre en compte l'impact des actions prévues en termes d'émissions GES et éventuellement aider à dimensionner le projet et arbitrer la mise en œuvre ou non de certaines activités.

Recommandation #3 : Intégrer le bilan GES en tant qu'outil de suivi-évaluation des projets.

Les bilans GES sont assez couramment utilisés ex-ante, plus rarement ex-post, dans le cadre de projets de développement agricole. Pourtant, les bilans GES peuvent se révéler de précieux outils de pilotage des projets, pour modéliser au fur et à mesure la mise en œuvre des activités et leurs impacts. NEXT est particulièrement adapté pour ce faire, notamment via ses outils de modélisation des changements d'usages des terres réellement observées (voir livrable L2.3 pour plus de détails).

Ainsi, dans l'idéal, le bilan initial devrait évoluer tout au long de la mise en œuvre du projet : i) révision du bilan initial sur la base des enquêtes de baseline avec ajustement des hypothèses qui sous-tendent le scénario de référence notamment, ii) plusieurs bilans durant la mise en œuvre du projet sur la base des évaluations intermédiaires/enquêtes de suivi pour rendre compte de la mise en œuvre et ajuster éventuellement les activités, iii) un bilan en fin de projet pour évaluer l'impact final.

Recommandation #4 : Accompagner les bilans GES d'un narratif qui établisse clairement les hypothèses/données utilisées pour effectuer les estimations.

La bonne compréhension et utilisation des bilans GES de projet par les différentes parties-prenantes (bailleurs, parties prenantes locales, équipe projet) repose sur une transparence totale des hypothèses, données et méthodologies qui sous-tendent ces bilans. Il est donc primordial d'accompagner les bilans GES de narratifs clairs, complets et détaillés qui expliquent les choix effectués et le cas échéant, les dynamiques qui n'ont pas pu être représentées dans la modélisation.

Des compléments d'information pourraient notamment être apportés sur les dimensions qui ne sont pas prises en compte dans NEXT, à savoir les économies d'énergies, la gestion des déchets, etc. Il paraît utile de proposer des formats de narratifs standardisés pour faciliter la comparaison entre les bilans de différents projets, ce qui est pour le moment difficile (cf. livrable L1.2).

Bibliographie

AsDB, 2016. *Guidelines for Estimating GHG Emissions of AsDB Projects - Additional Guidance for Transport Projects*. 28p

AsDB, 2017. *Guidelines for Estimating GHG Emissions of AsDB Projects - Additional Guidance for Clean Energy Projects*. 44p

AsDB, 2019. *GHG Emissions Accounting for AsDB Energy Project Economic Analysis - Guidance Note*. 36p

EIB, 2023. *EIB Project Carbon Footprint Methodologies - Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and emission variations - Version 11.3*. 66p

FAO, 2022a. *Technical guidance for the Nationally Determined Contribution Expert Tool (NEXT)*. 256p

FAO, 2022b. *Ex-Ante Carbon-balance Tool | EX-ACT – Guidelines. Second edition – Tool version 9*. 200p

FAO, 2022c. *Ex-Ante Carbon-balance Tool for value-Chain | EX-ACT VC – Guidelines. Second edition*. 86p

GHG Protocol, 2022. *Land Sector and Removals Guidance – Part 1: Accounting and Reporting Requirements and Guidance. Supplement to the GHG Protocol Corporate Standard and Scope 3 Standard – DRAFT FOR PILOT TESTING AND REVIEW (SEPTEMBER 2022)*. 274p

IFAD, 2021b. *Social, Environmental and Climate Assessment Procedures – Volume 2*. 356p

IFI-TWG, 2020. *International Financial Institutions Guideline for a Harmonized Approach to Greenhouse Gas Accounting*. V 02.0. 16p

IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japan*.

Sites internet visités :

<https://ghgprotocol.org/>

<https://unfccc.int/climate-action/sectoral-engagement/ifis-harmonization-of-standards-for-ghg-accounting/ifi-twg-list-of-methodologies>

<http://www.knowledgebank.irri.org>



Juillet 2023

SAS SalvaTerra

6 rue de Panama

75018 Paris | France

Tél : +33 (0)6 66 49 95 31

Email : info@salvaterra.fr

Web : www.salvaterra.fr

