


Compte-rendu du l'Atelier VietSCO- MERIMEE

13-15 janvier 2025, à Tra Vinh, Vietnam



VIETSCO
SPACE CLIMATE
OBSERVATORY

MERIMEE PROJECT

The discussion
**“MEKONG-RICE METHANE
EMISSIONS”**

13 - 15 January, 2025 at Mylan Group

MERIMEE Project

The MERIMEE (Mekong Rice Methane Emission Experiment) project has been conducted since February 2024. The project is part of the SCO initiative (Climate Space Observatory of the French National Center for Space Studies), named VietSCO-2, after the VietSCO-1 project on monitoring and assessing the impacts of climate and human pressures on rice cultivation.

About this discussion

After the first year of the project, this workshop aims to present the first results to stakeholders, to collect their feedback in order to better define the way forward.

The workshop also aims to create an opportunity for fruitful exchanges between partners and with scientists from Vietnam, France and other countries.

Rédactrices : Thuy Le Toan, Linda Tomasini pour l'équipe GLOBEO-CESBIO : Stéphane Mermoz, Alexandre Bouvet, Juan Doblaz, Thierry Koleck, Thao Nguyễn

I. Contexte et objectif de l'atelier

Pour ralentir le réchauffement climatique, la réduction des émissions de méthane d'origine humaine est considérée comme la stratégie la plus efficace à court terme et la moins coûteuse. C'est la voie choisie par 155 pays qui, depuis 2021, se sont engagés à réduire leurs émissions de méthane de 30 % d'ici 2030.

Pour le Vietnam, un premier objectif repose sur la réduction des émissions de méthane des rizières. Dans les rizières inondées, la décomposition de la matière organique dans un environnement sans oxygène produit du méthane. Traditionnellement, les rizières sont inondées tout au long du cycle de la plante, cependant, il a été démontré que le drainage intermittent réduit considérablement les émissions de méthane (de 40 à 50 %) et le volume d'eau nécessaire (de 30 %) sans affecter le rendement du riz.

Pour estimer les émissions de méthane des rizières et pour planifier les actions ultérieures visant à réduire les émissions dans une grande région, des outils permettant de surveiller l'état d'inondation des rizières à chaque stade de croissance de la plante sont nécessaires.

À cet effet, le projet MERIMEE (Mekong Rice Methane Emission Experiment) est mené depuis février 2024. Le projet fait partie de l'initiative SCO (Observatoire Spatial pour le Climat du Centre National d'Études Spatiales français), baptisée VietSCO-2, d'après le projet VietSCO-1 sur le suivi et l'évaluation des impacts des pressions climatiques et humaines sur la riziculture.

L'objectif de MERIMEE est d'utiliser les données de télédétection pour étendre les connaissances acquises à partir de l'observation in situ et des mesures IoT à une grande région comme le delta du Mékong au Vietnam. Les produits finaux seront des cartes dynamiques des rizières à différents stades de croissance, de leur état d'inondation et des cartes des émissions saisonnières de méthane estimées sur le terrain. Les produits seront affichés sur la plateforme VietSCO qui peut être utilisée à des fins d'inventaire des émissions de méthane.

L'outil devrait être utile aux organisations gouvernementales, non gouvernementales, aux entreprises et aux organisations internationales qui fournissent des financements aux agriculteurs par le biais de crédits incitatifs à faible émission de carbone.

Objectifs de l'atelier

Après la première année du projet, ce premier atelier utilisateurs a été organisé pour présenter les premiers résultats aux parties prenantes, afin de recueillir leurs retours pour mieux affiner les phases ultérieures du projet.

L'atelier vise également à créer une opportunité d'échanges fructueux entre partenaires et avec des scientifiques du Vietnam et d'autres pays.

II. Lieu et participants

L'atelier utilisateurs du projet MERIMEE s'est tenu du 13 au 15 Janvier à Tra Vinh, ville située dans le delta du Mékong, dans les installations de Rynan Technologies, partenaire industriel du projet. Une cinquantaine de participants étaient présents. Outre les partenaires du projet, les participants comprenaient des experts, chercheurs dans le domaine de la télédétection et des technologies spatiales ; les représentants du Département de l'agriculture et du développement rural, du Département de la science et de la technologie, du Département des ressources naturelles et de l'environnement des provinces du delta du Mékong ; ainsi que les représentants d'une société privée internationale et d'une ONG.

Partenaires du projet

- Thuy Le Toan (CESBIO/GlobEO), Stephane Mermoz (GlobEO), Juan Doblaz (GlobEO), Alexandre Bouvet (CESBIO), Thierry Koleck (CNES/CESBIO), Linda Tomasini (CNES), Thao Nguyễn (CESBIO)
- Lam Dao Nguyen, Hoang Phi Phung, Pham thi Mai Thy (VNSC)
- Nguyen Thanh My, Hong Quoc Cuong, Le Thanh Trieu (Rynan Technologies)
- Pham Duy Tien (An Giang University)
- Ngo Duc Khanh (Bac Lieu University)

Invités scientifiques

- Nuntrikorn Kitratporn, et Champunut Chayawat, GISTDA, Thaïlande
- Lim Kim Hwa et Kumiawan Tjandra : CRISP, National University Singapore
- Le Viet Phu : Fullbright University, HCM City
- Nguyen van Hoang, Southern Institute of Hydrology, HCM City
- Lam Quoc Nam, Tra Vinh University

Société Privée

- M. Kurihara et M. Du, Sojitz Vietnam (qui s'intéresse au crédit carbone)

ONG

- Jo Mihyeon et Thai Thanh Hiep, Merry Year International (une ONG internationale qui soutient diverses activités, dont les initiatives de lutte contre le changement climatique)

Autorités locales

- Représentants du Département de l'Agriculture et du Développement rural, Tra Vinh, An Giang, Bac Lieu, Dong Thap
- Département des Sciences et Technologies, Tra Vinh
- Département des Ressources naturelles et de l'Environnement, Dong Thap
- Département de l'Information et de la Communication, Tra Vinh

III. Agenda et contenu des présentations et discussions

L'atelier s'est déroulé en trois sessions : la session d'ouverture le 13 janvier, et deux sessions techniques le 14 janvier et la visite sur le site expérimental le 15 janvier.

3.1 Session d'ouverture

13 JAN, 2025 Opening Session

14:00 - 17:00	14:00	Welcome Remarks by Dr. Le Toan Thuy, Dr. Lam Dao Nguyen, Dr. Nguyen Thanh My
	14:10	Overview of the CNES Space Climate Observatory by Dr. Linda Tomanishi
	14:20	The VietSCO project - Objectives and Methodology by Dr. Le Toan Thuy
	14:50	Presentation of the VietSCO Rice monitoring platform. Design of methane emissions mapping by Dr. Juan Doblas and Dr. Stephane Mermoz
	15:10	RYNAN AIoT (water level and methane emission measurement) by Mr. Hong Quoc Cuong
	15:30	Tea Break
	16:00	Feedback of Users and Stakeholders DARD, MARD, DONRE, MONRE, etc.
	17:00	End of the session.

La première session avait pour but de présenter un condensé du projet (contexte, objectif, méthodes, premiers résultats) aux utilisateurs potentiels, qui sont les représentants des autorités locales, provinciales et nationales, ainsi que les organismes non gouvernementaux et entreprises.

Après les remarques de bienvenue par les organisateurs, l'Observatoire Spatial pour le Climat a été présenté par Linda Tomasini pour situer le contexte du projet MERIMÉE. Elle a aussi mentionné les deux projets SCO précédents sur le Vietnam, Viet-Arro et Vimesco-Rice.

L'objectif de MERIMÉE, les phases du projet, les grandes lignes de la méthodologie et les premiers résultats obtenus ont été introduits par Thuy Le Toan.

La plateforme VietSCO, destinée aux utilisateurs, est présentée de façon interactive par Stéphane Mermoz. Le suivi de la culture du riz (surface du riz, stade de croissance, nombre de cultures par an) à l'aide de la plateforme a été montré. Les nouveaux résultats de MERIMÉE ont été ensuite présentés, il s'agit du suivi d'inondation des rizières, et les estimations des émissions de méthane. Le but était de susciter les avis des utilisateurs potentiels avant l'intégration de ces résultats sur la plateforme.

Le développement des appareils de mesure au sol (IoT Internet des Objets) a été présenté par Rynan Technologies. Parmi lesquels, le nouveau dispositif de mesures des émissions du méthane adapté aux rizières a été mis en avant par Nguyen Thanh My, président du conseil d'administration du groupe My Lan de Rynan technologies.

Les discussions à l'issue de la session ont porté sur plusieurs points :

- Le développement des appareils de mesure au sol, présente une avancée technologique qui permet de mieux comprendre les relations entre les pratiques d'irrigation et les émissions de méthane,
- La solution proposée par le projet par l'utilisation des données de télédétection paraît adaptée pour étendre les informations collectées à partir d'observations de terrain et d'appareils de mesure IoT sur une vaste zone telle que le delta du Mékong afin d'estimer les émissions de méthane par les rizières.

- Pour le représentant des utilisateurs, ces informations telles que présentées sur une plateforme accessible, ont le potentiel d’être utilisées à des fins de contrôle des émissions de méthane,
- Cependant, ces outils devraient faire l’objet de cours de formation et être testés par les utilisateurs avant leur utilisation effective.

3.2 Session Appliquée et Technique

14 JAN, 2025 Applied Session

09:00 - 10:30

Preparing for Operational Use of Satellite data in Rice Monitoring and Estimation of Methane Emissions

- 09:00 The VietSCO approach to use satellite data in rice monitoring and estimations of Methane emissions by [Dr. Le Toan Thuy](#)
- 09:30 VietSCO Operational Rice Monitoring by [Dr. Alexandre Bouvet](#)
- 09:50 Land Use and Rice Monitoring in the Vietnam Mekong Delta using Satellite Data by [Dr. Lam Dao Nguyen](#)
- 10:10 Discussions on Rice monitoring tools
- 10:30 Tea Break

11:00 - 16:30

Technical Session

Research & Development on Assessment of Methane Emission

- 11:00 In-situ data collection: field survey by [Dr. Hoang Phi Phung](#)
- 11:20 Methane emissions measurements by [Dr. Nguyen Thanh My](#)
- 11:50 Lunch break
- 14:00 Detection of rice inundation status by satellite data by [Dr. Stephane Mermoz](#)
- 14:20 Estimation of methane emissions using Activities data and Emission factors following IPCC good practices by [Dr. Le Toan Thuy](#)
- 14:40 Regional project: CH4Rice by [Dr. Lam Dao Nguyen](#)
- 15:00 Thailand Rice methane project by [Dr Nuntikorn Kitratporn](#)
- 15:20 Discussions on Technical issues
Discussions on Carbon credit
Way forward
- 16:30 End of day 2

Les deux sessions du 15 Janvier avaient pour but de présenter les détails techniques des étapes du projet. L’objectif est de susciter les échanges entre experts, chercheurs dans le domaine de la télédétection, et ingénieurs des organismes d’utilisateurs. La première session a porté sur les difficultés rencontrées et solutions à apporter pour rendre opérationnel un outil de suivi du riz. La deuxième session comprenait les avancées R&D sur la thématique des émissions de méthane par les rizières.

L’ensemble des approches utilisant les données de satellites pour le suivi du riz a été présenté par Thuy Le Toan, soulignant aussi le suivi des impacts climatiques sur la riziculture dans le delta du Mékong.

3.2.1 Suivi des rizières

Les méthodes de suivi des rizières dans le projet VietSCO ont été présentées par Alexandre Bouvet. Les algorithmes développés initialement dans le cadre du projet Vimesco-Rice pour la période de 2018 à 2020. Ils sont en cours de réactualisation pour prendre en compte des changements de pratiques agricoles. Le produit 'cropping density', (nombre de cultures par an) de 2018 à 2023 a été intégré dans la plateforme VietSCO. Les autres produits seront validés ou améliorés suite aux visites sur le terrain dans le delta du Mékong les 16-18 janvier, avant leur intégration sur la plateforme.

Lam Dao Nguyen, directeur du VN-SC-STAC a décrit les projets menés par son équipe sur l'utilisation des données radar pour la cartographie de l'occupation des sols et le suivi de la riziculture dans le Delta du Mékong.

- Sur les méthodes utilisées, celles de VietSCO sont plus automatiques dans la chaîne de traitement, et celles du VN-SC demandent plus de manipulation manuelle. La solution des méthodes automatisées pour la production des résultats au VN-SC a été discutée, ce qui demanderait plus de moyens matériels ad-hoc au Vietnam,
- La mise à jour des algorithmes face aux changements des pratiques agricoles (en particulier face aux changements climatiques), a été considérée nécessaire,
- Les besoins en suivi rizicole diffèrent suivant l'objectif des utilisateurs. A l'échelle du delta du Mékong ou du Vietnam, les produits cartographiques à accès libre sont bien adaptés. A l'échelle de la commune ou du district et pour les besoins spécifiques (concernant le type de culture, la résolution spatiale, la précision des produits), les méthodes à développer pourraient faire l'objet d'un service dédié.

3.2.2 Estimation des émissions de méthane

Pour estimer les émissions de méthane par une rizière, la méthode recommandée par le GIEC (dans IPCC good practices) consiste à utiliser les facteurs d'émission spécifiques pour les champs continuellement inondés, et ceux qui ont un ou plusieurs épisodes de drainage.

La détection de l'état d'inondation des rizières avec des données de satellites a été, jusqu'à maintenant, très limitée. Les capteurs optiques ou les radars à faible longueur d'ondes ne peuvent pas pénétrer un couvert dense et humide jusqu'à 1 m de hauteur. Parmi les capteurs existants, seul le radar bande L permet une pénétration jusqu'au niveau du sol ou de l'eau dans un couvert bien développé. Cependant, les données radar bande L (ALOS-PALSAR, SAOCOM) ne sont pas acquises systématiquement, et ne sont pas à accès libre (comme les Sentinel). Pour ce projet, nous avons pu bénéficier des données de ALOS-PALSAR, fournies par la JAXA dans le cadre de l'initiative CH4Rice (Cf. page 9), ainsi que des données de SAOCOM, acquises dans le cadre d'une demande à la CONAE pour la recherche par GlobEO. Il est à noter que dans le futur, la fourniture des données radar bande L sera assurée avec le satellite NISAR de la NASA (lancement prévu en Avril 2025), et avec le programme Rose-L de l'ESA.

La méthode de détection d'état d'inondation des rizières par les données radar bande L comprend une phase d'apprentissage avec la collecte des données de terrain (état d'inondation, stade de croissance) sur un échantillonnage de rizières. Les données collectées ont servi à développer des modèles basés sur l'IA/ML (machine learning), reliant l'état d'inondation aux observables radar, à la fois en intensité et polarimétriques. Le modèle retenu est utilisé pour l'extension spatiale sur toute la région observée

par le radar bande L. Parmi les données d'entrée, la carte des pixels de riz et et le stade de croissance correspondant sont issus de Sentinel-1. La méthode exploite ainsi la synergie de ces 2 capteurs.

Les premiers résultats de suivi d'inondation présentés par Juan Doblans ont paru très prometteurs et ont suscité beaucoup d'intérêt (Figure 1).

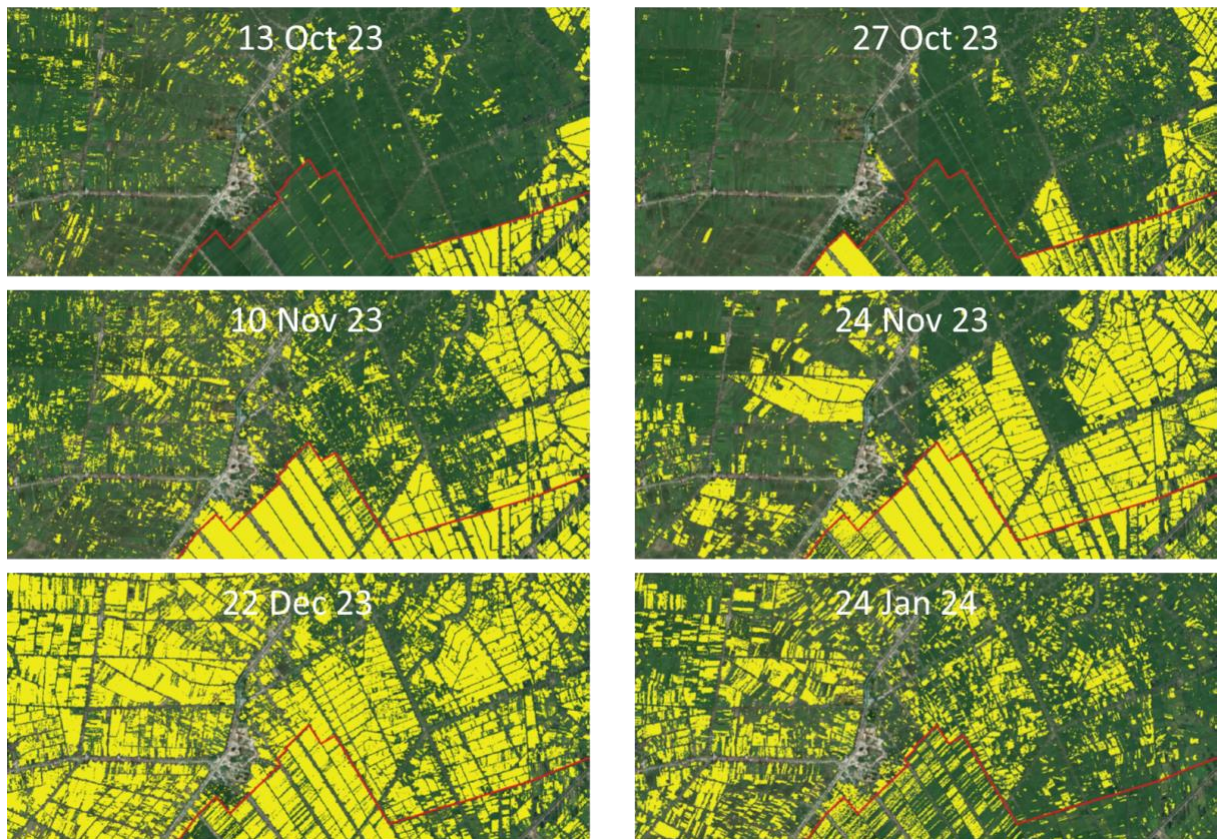


Figure 1 : Carte des champs de riz inondés (en jaune) ou non pendant la période de 13 Octobre 2023 à 24 Janvier 2024. © GlobEO

Le programme de collecte des données lors de passage du satellite ALOS a été présenté par Hoang Phi Phung, de VNESC-STAC. Il s'agit des observations sur le terrain sur 100 rizières distribuées dans les provinces de An Giang et de Bac Lieu, et commencées en Octobre 2023. Les informations principales à collecter sont la présence du riz, l'état d'inondation, la variété du riz et le stade de croissance. Les données, collectées par les Universités de An Giang et Bac Lieu, présentent une base de données conséquentes pour des approches statistiques.

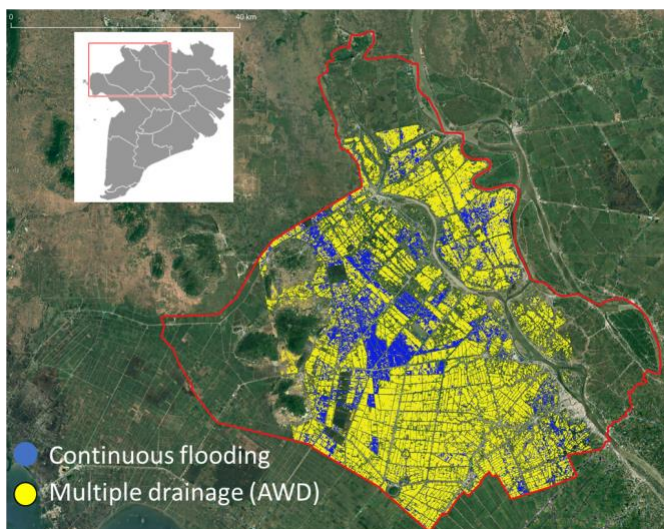
Les équipements de mesure au sol présentent une innovation par rapport à l'état de l'art. Le dispositif de mesure automatique de niveau d'eau permet de suivre de façon continue les variations de niveau d'eau dans les champs. La mesure de l'émission de méthane par les rizières permet de suivre les émissions en continu, pour avoir ainsi leurs variations diurnes, saisonnières, et annuelles. L'objectif de l'utilisation conjointe des 2 systèmes est de mieux comprendre les émissions en fonction des durées d'inondation et de drainage. Les capteurs de niveau d'eau devraient en outre fournir des mesures de référence pour l'entraînement et la validation des algorithmes de détection de l'inondation.

Hong Quoc Cuong, de Rynan technologies, a présenté les équipements développés. Le projet bénéficie de 30 capteurs de niveau d'eau (20 dans la province de An Giang et 10 dans la province de Bac Lieu). Après une période de mise au point (changement du capteur laser en capteur microondes), les systèmes sont récemment opérationnels, et les analyses sont en cours. Le projet bénéficie en outre des mesures du dispositif de mesures des émissions de méthane, dont les prototypes sont utilisés pour la saison de riz en cours.

- Les mesures obtenues par les dispositifs de mesure de niveau d'eau ont été analysées pour mettre en évidence et comprendre leurs variations diurnes et saisonnières, à prendre en compte dans le programme d'acquisition des données de satellites. Elles seront intégrées dans les étapes d'entraînement et de validation des algorithmes.
- L'analyse des mesures des émissions de méthane ont permis de revoir les recommandations du GIEC : les valeurs préconisées pour les émissions semblent inférieures aux mesures sur les sites de Tra Vinh, et la recommandation d'effectuer les mesures des émissions à 10 h du matin semble sous-estimer les importantes variations diurnes observées sur le terrain.

Les méthodes de calcul des émissions de méthane recommandées par le GIEC (pour Tier 1) ont été présentées par Thuy Le Toan. Il s'agit de multiplier les données d'activité (surface des rizières, nombre de cultures par an) par un facteur d'émission donné par le GIEC pour les rizières inondées, et un facteur de réduction pour les rizières à un seul drainage ou multiple drainage. Les premiers résultats ont été présentés par Stéphane Mermoz (le 14 Janvier), ainsi qu'une simulation sur un levier d'action pour susciter l'adoption du drainage intermittent (Figure 2).

Detection of Rice fields Continuous Flooding vs Multiple Drainage (AWD)



Methane emissions estimation

$$CH_4 \text{ Rice} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot A_{i,j,k} \cdot 10^{-6})$$

- EF** 20 mg CH₄ m⁻² hr⁻¹
SF Continuously flood = 1
 Intermittently = 0.52
T 2,160 hrs. (90 days)
A Inundated = 287,331,400 m²
 AWD = 1,086,125,500 m²

CH ₄ rice	
Inundated	12,412,716 Kg = 12.4 Gg
AWD	24,398,723 Kg = 24.4 Gg

Figure 2 : A gauche : Détection des rizières avec inondation continue (bleu) et multiple drainage (jaune) Province de An Giang. A droite : Les estimations d'émissions de méthane dans la zone imagée. © GlobEO

Actuellement, le thème scientifique de réduction des émissions de méthane fait l'objet de nombreux initiatives et programmes de recherche en Asie. Lam Dao Nguyen a présenté l'initiative CH4Rice par la JAXA qui coordonne les expériences de mesure de niveau d'eau et la détection de l'état d'inondation des rizières par ALOS PALSAR dans plusieurs pays : Japon, Vietnam, Thaïlande, Indonésie, Bangladesh. Nuntikorn Kitratporn a présenté la recherche menée à la Gistda en Thaïlande.

Les résultats concernant l'état d'inondation des rizières dans ces pays ont été limités dans la plupart des cas par les modèles paramétriques reliant les mesures radar aux mesures in situ. Ces dernières ont été obtenues seulement avec les dispositifs de mesures automatiques, en très faible nombre.

- Étant donné la complexité de l'interaction entre le signal radar et un couvert de riz inondé ou non à différents stades phénologiques, l'entraînement avec un nombre important de mesures de référence est nécessaire. De plus les modèles paramétriques, tels que la régression simple ou multiple, basée sur les connaissances physiques sont mal adaptés. Les modèles d'apprentissage automatique (machine learning), capables de révéler des modèles non linéaires complexes associés à un grand nombre de prédicteurs sont plus efficaces. C'est l'approche utilisée dans MERIMEE.
- Le potentiel des résultats présentés est reconnu pour contribuer à fournir des estimations des émissions de méthane, a) au rapport MRV par les autorités provinciales et nationales, b) à vérifier le changement de pratiques d'irrigation, et la réduction des émissions de méthane par les organisations qui pratiquent le crédit carbone. Les modalités pour y parvenir seront à étudier avec l'aide des utilisateurs.

Une visite sur le terrain où sont implémentés les instruments de mesure de niveau d'eau et des émissions de méthane a été organisée le 15 janvier. Les améliorations apportées par Rynan ont été bien expliquées.

L'atelier a été clôturé après cette visite.

IV. Visite post-atelier dans le delta du Mékong

Les jours qui ont suivi l'atelier, l'équipe VietSCO a effectué des visites de terrain dans deux provinces du Delta du Mékong, province de Bac Lieu le 16 Janvier et province de An Giang, le 17 Janvier. Ces visites nous ont permis de rencontrer des agriculteurs pour les questionner sur leurs pratiques agricoles, ainsi que les partenaires universitaires en charge de l'installation et de la maintenance des stations in situ. Des enseignements précieux pour le projet sur le calendrier des cultures, les liens entre pratiques agricoles et nature des sols ont été tirés.

- Pour ajuster les algorithmes de détection, des renseignements sur les pratiques agricoles en fonction du type de sol (ex : durées de mise en eau et de drainage différent suivant sol argileux ou sableux), et sur le changement de pratiques agricoles (nombre de cultures par an, calendrier agricole) pour s'adapter aux effets climatiques pourront être utilisés. Par ailleurs, ces informations (type de sol, zones soumises à l'intrusion saline) pourraient fournir des indicateurs supplémentaires dans une démarche de machine learning.

Une visite protocolaire à l'Université de Bac Lieu, partenaire du projet, a permis d'identifier des perspectives de sensibilisation des autorités locales du Comité populaire provincial sur les enjeux liés à la riziculture et à la réduction des émissions de méthane.

- Il est important d’impliquer les autorités locales, le Comité populaire provincial, comme utilisateurs potentiels, pour l’implémentation des mesures d’atténuation des réductions de méthane.

V. Résumé des acquis et travaux futurs

Point de vue utilisateurs

- Pour les utilisateurs, ces travaux ont le potentiel d’être utilisés à l’échelle nationale pour le MRV, et par les organisations qui pratiquent le crédit carbone pour la réduction des émissions de méthane. Les modalités pour y parvenir sont encore à définir.
- Les besoins en suivi rizicole diffèrent suivant l’objectif des utilisateurs. Pour le MRV à l’échelle du delta du Mékong ou du Vietnam, les produits cartographiques à accès libre sont bien adaptés. A l’échelle de la commune ou du district, pour les besoins spécifiques, les méthodes à affiner pourraient faire l’objet d’un service dédié.
- L’utilisation de la plateforme présentée paraît adaptée. Cependant, ces outils devraient faire l’objet **de cours de formation** et être **testés par les utilisateurs** avant leur utilisation effective.

Sur les techniques de télédétection

- La mise à jour des algorithmes de suivi des rizières face aux changements des pratiques agricoles a été considérée nécessaire,
- Pour la détection de l’inondation sous-jacente des couverts de riz, les modèles d’apprentissage automatique (machine learning) sont plus adaptés. La méthode développée utilisant les données radar bande L de ALOS-PALSAR, pourra être appliqué sur les données des futur satellites radar bande L (NISAR, Rose-L).

Sur les IoT

- Les mesures obtenues par les dispositifs de mesure de niveau d’eau ont permis de mettre en évidence et comprendre leurs variations diurnes, saisonnières et annuelles. Elles seront intégrées dans les étapes d’entraînement et de validation des algorithmes.
- L’analyse des mesures des émissions de méthane ont permis d’évaluer les recommandations GIEC. Les mesures obtenues seront testées pour l’approche Tier 2 de l’estimation des émissions de méthane

L’étape suivante du projet MERIMEE

- Généraliser les algorithmes de détection de l’état d’inondation des rizières,
- Évaluer les facteurs d’émission de méthane recommandés par le GIEC, en utilisant des mesures in situ des émissions de méthane,
- Mettre à jour la plateforme VietSCO, et intégrer des cartes d’émission de méthane basées sur des scénarios de pratiques agricoles.
- Préparer la formation des utilisateurs.

Galerie de photos

© CNES/L. Tomasini, T.Koleck

