

Optimisation du cycle du carbone sur sols pauvres du Centre Vietnam

Joseph E. DUFÉY¹, Tu PHAM KHANH², Ha PHAM QUANG³,
Philippe LEBAILLY⁴, Emmanuel HAUBRUGE⁴,
Henri MARAITE¹, Claude BRAGARD¹,
Claude N. CHIANG¹ & Bernard DELVAUX¹

1. INTRODUCTION

Le faible niveau de vie des familles paysannes du Centre Vietnam résulte d'un contexte particulièrement difficile tant sur le plan des conditions physiques (climat, relief, sols) que sur le plan géo-économique. Le Centre Vietnam ne bénéficie pas des conditions favorables de production agricole que l'on rencontre dans les deux grands deltas (Mékong et Fleuve Rouge) et son autosuffisance alimentaire n'est pas assurée. La pauvreté des sols sableux de la zone côtière où la population est la plus concentrée constitue l'une des principales contraintes au développement. Cet article présente un projet de coopération universitaire entre des institutions de formation et de recherche vietnamiennes (Université Agronomique et Forestière de Hué, UAFH, et Institut National des Sols et Fertilisants de Hanoi, INSF) et belges (Université Catholique de Louvain, UCL, et Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, FUSAGx). L'objectif global est d'augmenter la production vivrière sur ces sols en vue d'améliorer la situation économique et le bien-être des familles paysannes. L'ambition est d'impliquer les agriculteurs eux-mêmes dans la recherche de solutions adaptées.

¹ Université catholique de Louvain ; Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale ; Croix du Sud 2/10, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

² Hue University of Agriculture and Forestry, Phung Hung 24, Hue City, Vietnam.

³ National Institute for Soils and Fertilizers, Chem - Tu Liem, Hanoi, Vietnam.

⁴ Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique

Courriels: dufey@sols.ucl.ac.be ; vpduancn@dng.vnn.vn ; pqha-nisf@hn.vnn.vn ; lebailly.p@fsagx.ac.be ; haubruges.e@fsagx.ac.be ; maraite@fymy.ucl.ac.be ; bragard@fymy.ucl.ac.be ; chiang@mbla.ucl.ac.be ; delvaux@sols.ucl.ac.be

2. CONTEXTE PHYSIQUE, AGRICOLE ET SOCIO-ÉCONOMIQUE

Le projet est centré sur la province de Thua Thien Hue s'étendant sur 5.050 km² (Figure 1). La population s'élève à 1,1 millions d'habitants dont 70% sont occupés dans le secteur agricole. Cette proportion rurale est nettement plus élevée dans les districts côtiers ciblés par le projet, où elle est comprise entre 85 et 95% (Statistical Yearbook, 2003).

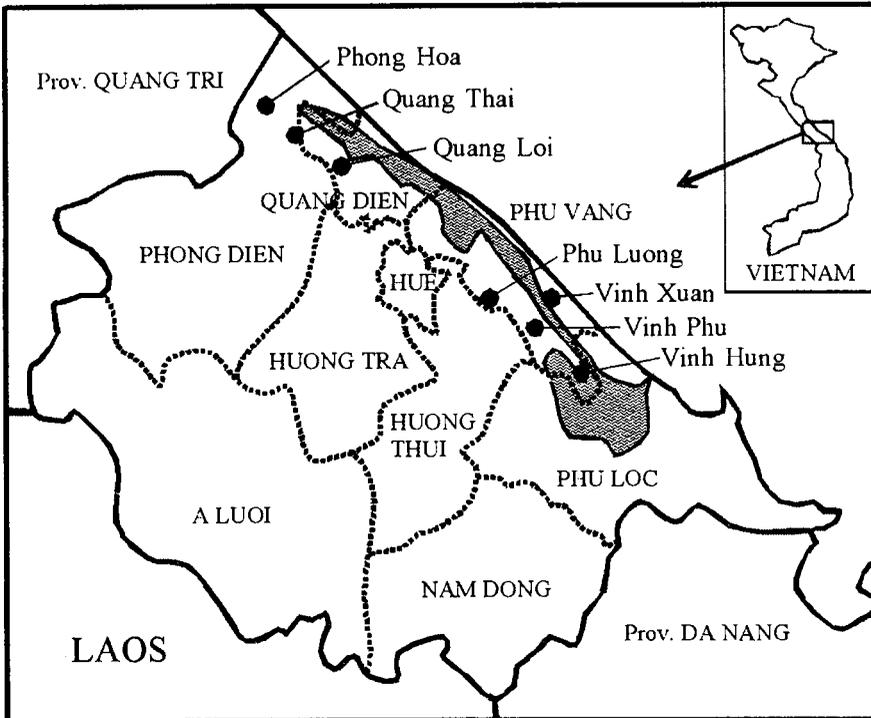


Figure 1. Carte de la province de Thua Thien Hue avec localisation des districts (en majuscules) et des 7 villages cibles du projet (en minuscules)

Cette province comporte deux zones topographiques contrastées parallèles à la côte, une zone accidentée à l'Ouest (Montagne de Truong Son) et une zone côtière plane où la majorité de la population est concentrée. La superficie de terres cultivées est de 84.000 ha dont 66.000 ha sont constitués de sols sableux (Vietnam Socio-economic Map, 2002). Sur le profil climatique de la figure 2, les précipitations annuelles indiquent une moyenne de 2.300 mm avec d'importants écarts interannuels. La saison des pluies, très marquée, s'étend de septembre à décembre. Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 21 et 30°C et l'humidité relative moyenne mensuelle varie de 72 à 90%.

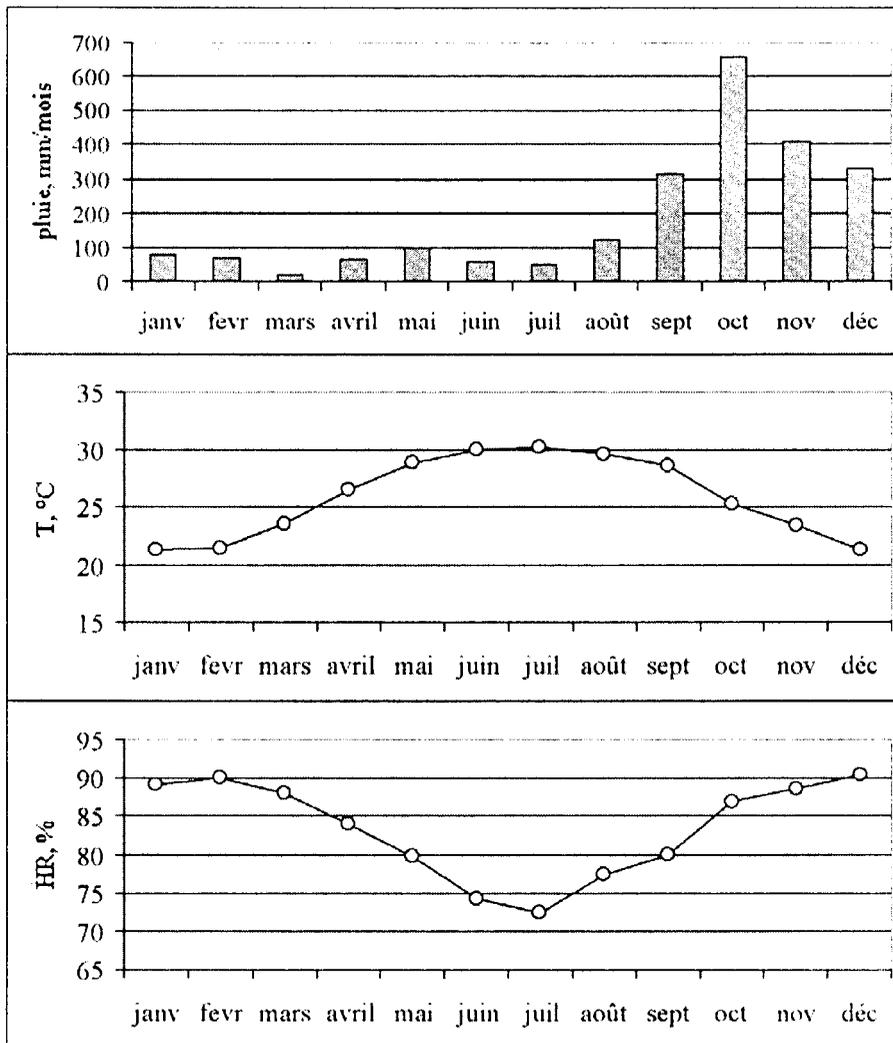


Figure 2. Données climatiques mensuelles moyennes de la région de Hué (période 1986-2004)

T : température; HR: humidité relative

Les systèmes d'exploitation dans la zone côtière sableuse sont basés sur la polyculture et l'élevage, avec une superficie moyenne par famille de l'ordre de 0,8 ha. Les familles se composent en moyenne de 7 à 9 personnes, incluant souvent trois, voire quatre générations. L'année culturale comporte une ou deux cultures successives, les productions principales étant le riz, le manioc, la patate douce, l'arachide, le maïs, le haricot et divers fruits et légumes. Les principaux animaux d'élevage sont les bovins (2-3 têtes par

famille), les porcs (4-5 têtes par famille), la volaille (une cinquantaine par famille) et les canards (une vingtaine par famille). À ces productions animales, il faut ajouter la pisciculture pratiquée, à une échelle importante, en bordure de la grande lagune (22.000 ha) s'étendant parallèlement à la côte (Cf. Figure 1). Les chiffres cités dans ce paragraphe sont tirés de l'enquête générale explicitée ci-après.

Le projet a comporté au départ une enquête détaillée auprès de 145 familles de sept villages cibles considérés comme représentatifs des quatre districts côtiers de la province, tant sur le plan socio-économique que sur le plan des systèmes d'exploitation. Une typologie des familles en trois catégories (pauvres, moyens, riches) a été établie sur la base des informations collectées auprès des chefs de village, les revenus estimés étant inférieurs à 140.000 dôngs (environ 7 euros) par personne et par mois pour les familles pauvres et supérieurs à 200.000 dôngs (environ 10 euros) par personne et par mois pour les familles riches. Le questionnaire portait sur les aspects suivants : composition de la famille, âges, niveau d'éducation, superficie de la ferme et occupation des terres, qualité des sols telle que perçue par les paysans, habitat (permanent, précaire, sans habitat...), équipement de la maison (téléviseur, frigidaire...), moyens de locomotion (mobylette), matériel agricole (charrue à boeuf, motoculteur, motopompe, barque, bateau à moteur...), cultures pratiquées (types, rotations, superficies, rendements, fertilisants minéraux et organiques), aspects phytosanitaires (maladies, ravageurs, pesticides), productions animales (types, nombre de têtes, âges), utilisation des résidus de récoltes (brûlage des pailles, combustible, couverture des cultures, fourrages, litières animales, champignonnières...), utilisation et traitement des déjections animales (fumiers, types, conditionnement, doses et modes d'application sur les cultures), structure des revenus des familles (productions végétales, productions animales, autres revenus), contraintes de production perçues par les paysans et solutions éventuelles envisagées ou attendues des autorités et des scientifiques. Les résultats de l'enquête font l'objet d'une analyse statistique détaillée en vue notamment d'établir les relations des différents paramètres avec la typologie des familles et avec les villages cibles.

Parallèlement à cette enquête, une campagne d'échantillonnage de sols (300 échantillons) et de matières organiques diverses (95 échantillons : résidus de culture, fumiers, matières organiques exogènes comme les plantes aquatiques) a été effectuée. Ces échantillons ont fait l'objet d'une analyse physico-chimique détaillée et ont été soumis à un test croisé de fiabilité des résultats obtenus à l'UAFH, à l'INSF et à l'UCL. Les résultats des analyses ont été inclus dans un système d'information géographique permettant une vision spatiale des résultats. Une analyse statistique approfondie est en cours notamment en vue d'établir les relations entre les caractéristiques des sols, les pratiques culturelles établies

empiriquement, la perception de la qualité des sols par les paysans, les revenus, etc. À titre d'exemples en valeurs moyennes par village, le pourcentage de sable varie de 70 à 90%, le pH (H₂O) varie de 4,7 à 5,2, le taux de carbone organique varie de 0,5 à 1,6%, la capacité d'échange des cations (CEC) varie de 1,6 à 3,1 cmolc.kg⁻¹ dans six villages, l'un d'entre eux se différenciant par une CEC moyenne de 8,6 cmolc.kg⁻¹. Le contexte de sols sableux acides à faible potentiel de rétention des nutriments cationiques est donc bien vérifié, avec les contraintes de production que cela suppose. Les analyses pratiquées sur les matières organiques montrent une très grande diversité de composition pour les fumiers, même d'origines similaires (fumiers de porcs, de bovins, de volaille) et, comme attendu, une moins grande diversité de composition des résidus végétaux pour une même espèce. Ces données permettront de quantifier les flux d'éléments au sein des fermes familiales et seront associées aux flux de carbone entre les divers compartiments présentés (Figure 3).

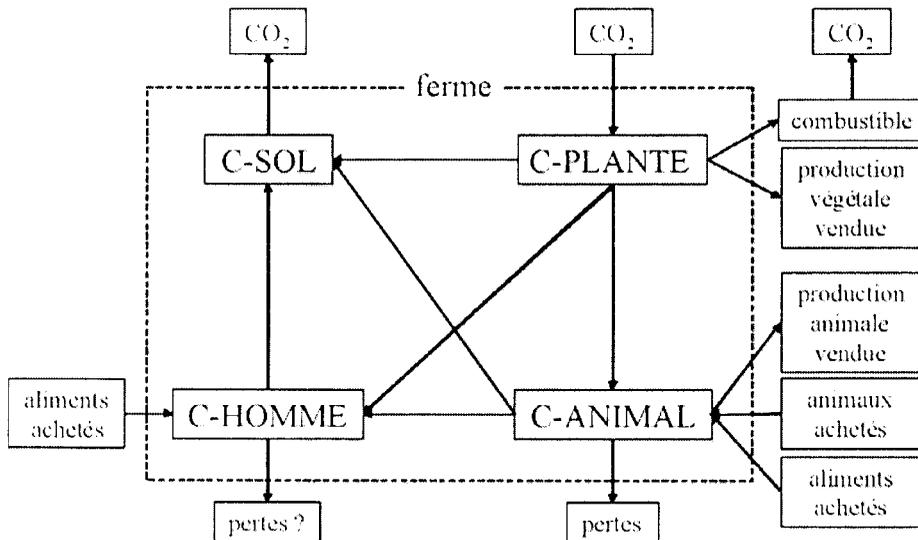


Figure 3. Schéma conceptuel du cycle du carbone au sein des fermes familiales

3. PISTES POUR L'OPTIMISATION DU CYCLE DU CARBONE AU SEIN DES FERMES FAMILIALES

Le caractère sableux des sols sur lesquels le projet est ciblé constitue une contrainte incontournable à la production vivrière. Ce type de sol est caractérisé par une faible rétention d'eau utile et une faible rétention potentielle d'éléments nutritifs essentiels comme le potassium et le magnésium. Ce problème est accentué par l'acidité réduisant encore la

CEC effectivement efficace pour le stockage de ces éléments, par exemple suite à l'apport de fertilisants. Les faibles valeurs de pH pourraient laisser craindre un risque de toxicité aluminique. Toutefois, les faibles teneurs en argile, source de solubilisation de l'aluminium, mitigent ce risque. Dans de telles conditions, il apparaît que la seule voie d'amélioration durable de la productivité de ces sols réside dans une optimisation de la gestion des matières organiques. Ces matières constituent une source essentielle de nutriments soit lors de leur décomposition directe, soit en tant que source nutritionnelle à plus long terme après humification. Un taux d'humus plus élevé permet aussi d'accroître la rétention d'eau utile et d'augmenter la CEC. Dans un contexte pédoclimatique donné, il convient toutefois de rappeler qu'une augmentation significative et durable du taux d'humus ne peut être atteinte que moyennant une augmentation soutenue des restitutions organiques durant de nombreuses années. Ceci suppose des changements notoires de systèmes d'exploitation. Il est plus réaliste d'envisager une amélioration des pratiques de restitution organique (types et conditionnement des matières organiques en fonction des cultures, modes et périodes d'application sur les sols...). Diverses pistes en ce sens sont explorées dans le projet. Elles sont schématisées par la figure 4.

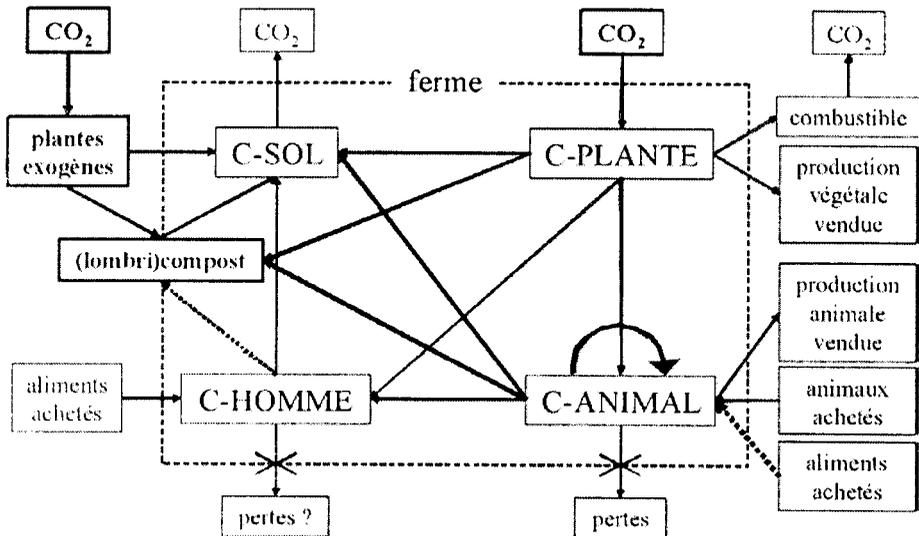


Figure 4. Schéma conceptuel des interventions possibles sur le cycle du carbone au sein des exploitations familiales

3.1. Importation de matières organiques exogènes

L'importation de matières organiques exogènes, c'est-à-dire provenant d'écosystèmes extérieurs à l'exploitation agricole, est déjà pratiquée par certains agriculteurs. La source principale est constituée de plantes

aquatiques récoltées dans la grande lagune de la province de Thua Thien Hue. La faible profondeur de la lagune, dépassant rarement un à deux mètres, permet un ancrage aisé des plantes et une activité photosynthétique élevée. L'enquête de début de projet, complétée par une autre plus ciblée, permettra d'évaluer quantitativement et qualitativement ces pratiques. Les espèces rencontrées et leur biomasse sont en cours d'évaluation en divers points de la lagune avec prélèvement d'échantillons d'eau démontrant une composition très variable dans l'espace notamment en fonction de la proximité des deux exutoires vers la mer. Une analyse détaillée de ces espèces est en cours en vue de définir leur potentiel fertilisant. Actuellement, ces matières organiques sont appliquées à l'état brut sur certaines cultures. Les recherches tenteront d'évaluer les meilleurs modes d'application avec pré-conditionnement éventuel. Une évaluation de l'impact des prélèvements de plantes aquatiques sur leur régénération et sur l'écosystème aquatique sera aussi effectuée. La même démarche de recherche sera réalisée sur les autres sources de plantes exogènes (mares, zones marécageuses, plantes flottantes sur les rivières...).

3.2. Compostage et lombri-compostage

Le compostage n'est pas pratiqué comme tel dans la province, la plupart des matières organiques étant restituées au sol à l'état brut, soit en tant que résidus végétaux, soit en tant que fumiers après une période de maturation variant avec les contraintes saisonnières. Le compostage présente cependant divers avantages parmi lesquels la stabilisation de l'azote inorganique dans des structures organiques et l'élimination d'organismes pathogènes par effet thermique durant la première phase de compostage. Il implique toutefois une perte de carbone par dégagement de CO₂, perte qui se produirait de toute façon lors de l'application des matières organiques brutes sur les sols (Magdoff & Weil, 2004).

Une originalité du projet est d'évaluer le potentiel d'optimisation du cycle du carbone et des éléments nutritifs par lombri-compostage. Cette technique a déjà fait l'objet de recherches et d'une certaine diffusion au Sud Vietnam et pourrait être préconisée, dans des conditions à identifier, comme conditionnement des résidus organiques préalablement à leur retour au sol. Les lombrics présentent en effet un potentiel remarquable de transformation physique et chimique des matières organiques, conduisant à une augmentation de l'assimilabilité rapide des éléments nutritifs par les plantes (Magdoff & Weil, 2004). Les recherches, déjà entamées, évalueront les sources potentielles de substrat pour le lombri-compostage et notamment les possibilités de combinaison entre matières organiques exogènes, résidus de cultures, fumiers et déjections animales, en vue d'atteindre des valeurs C/N de l'ordre de 20 considérées comme optimales pour cette pratique. Les substrats résiduels de la production de

champignons, pratique dans laquelle certains villages se sont spécialisés, seront aussi testés, ce qui constituerait une valeur ajoutée supplémentaire à cette spéculation. Par rapport au compostage, le lombri-compostage ne donne cependant pas lieu à une phase exothermique en début de procédé, phase essentielle à l'élimination des organismes pathogènes. La possibilité d'un conditionnement préalable par compostage classique sera évaluée.

Le lombri-compostage débouche sur un amendement de grande valeur mais envisageable sur une échelle spatiale limitée. Toutefois, étant donné les faibles superficies disponibles par famille, et la pratique systématique du jardinage, il est vraisemblable que le contexte local soit idéal pour l'adoption de cette pratique. Après des tests à l'échelle du laboratoire et de la ferme expérimentale, des unités pilotes seront installées chez des agriculteurs volontaires. L'infrastructure peut être conçue au départ de matériaux aisément disponibles sur place et peu coûteux (structures en bambou, bâches de fond et de toiture).

Outre sa production d'amendement pour les cultures horticoles, le lombri-compostage produit aussi une biomasse de lombrics valorisable en tant qu'aliment pour les animaux, notamment pour la volaille, avantage susceptible aussi de favoriser son adoption par les paysans locaux.

3.3. Amélioration des systèmes de production végétale et de production animale

Un examen ciblé de l'enquête de début de projet et une quantification des flux de matière selon les systèmes d'exploitation permettra de dégager les pratiques les plus performantes pour la valorisation des matières organiques en tant qu'amendement des cultures. Un examen des pratiques existant dans d'autres régions comparables permettra de dégager des voies possibles de transfert de technologies, tant au niveau des modes de restitutions organiques qu'au niveau du choix des espèces et variétés cultivées. Le Centre Vietnam est aussi caractérisé par une grande biodiversité végétale et leur valorisation agricole potentielle sera évaluée.

Parallèlement à des essais menés sur le terrain, le projet comporte des recherches ciblées en laboratoire visant à quantifier le pouvoir fertilisant des matières organiques, et plus spécialement leur capacité de minéralisation et de libération d'azote. Des tests de capacité de minéralisation de la matière organique du sol sont également en cours et on tentera d'en dégager les relations avec les diverses caractéristiques des sols et les pratiques culturales. La dynamique et le cycle du potassium feront aussi l'objet d'une attention particulière, les teneurs relevées lors de la campagne d'échantillonnage étant extrêmement faibles, de l'ordre de 0,01 à 0,05 cmolc.kg⁻¹ (0,4 à 2 mg/100 g) qui ne représente qu'environ

1% de la CEC. Ces faibles teneurs sont d'autant plus préoccupantes que plusieurs espèces à tubercule exigeantes en potassium sont largement cultivées dans la province.

Les pratiques de production animale feront l'objet d'un examen parallèle en vue d'identifier les modes de recyclage des matières organiques les plus efficaces, tant sur le plan de l'alimentation animale que sur le plan de la qualité des fumiers. Les éventuelles pertes de carbone dans le cycle lié aux modes d'élevage et leur impact sur les écosystèmes périphériques seront estimés. Une attention sera aussi portée aux performances du système intégré de production VAC (Vuon - Ao - Chuông ou Jardin - Étang - Étable) largement pratiqué dans diverses régions du Vietnam.

4. LUTTE CONTRE LES MALADIES ET LES RAVAGEURS

Le climat chaud et humide du Centre Vietnam est particulièrement favorable à la prolifération des maladies et des ravageurs des plantes. À cela s'ajoute une sensibilité particulière des plantes fragilisées par la mauvaise qualité des sols. L'enquête de début de projet permet déjà de faire un état des lieux assez précis de cette problématique. Des observations complémentaires durant la saison culturale hiver-printemps dans des parcelles sélectionnées ont démontré l'acuité du problème et les pertes de rendement que cela implique. Ces observations seront poursuivies durant les prochaines saisons. On tentera de relier les observations phytosanitaires aux caractéristiques édaphiques et aux pratiques culturales, l'objectif étant de dégager les pistes de lutte intégrée les plus économiques et les moins préjudiciables pour l'environnement.

Le projet vise aussi à établir une clinique des plantes à l'UAFH, sur le modèle de ce qui se pratique à l'UCL, à laquelle les paysans et cadres techniques pourront se référer pour l'identification des maladies et les conseils de lutte contre les parasites.

5. SUIVI SOCIO-ÉCONOMIQUE

Comme déjà mentionné, l'enquête de début de projet comportait un volet socio-économique détaillé qui fera l'objet d'une analyse approfondie en collaboration avec la FUSAGx et le College of Rural Economics de l'Université de Hué. Cette démarche s'appuiera aussi sur les statistiques officielles de la province disponibles chaque année.

Toutes les activités techniques de recherche-développement énoncées ci-dessus comportent un volet socio-économique, qui s'avérera essentiel pour l'adoption des meilleures pratiques actuelles ou d'éventuelles nouvelles technologies par les paysans.

6. CONCLUSION

Le projet présenté ici est basé sur une approche résolument pluridisciplinaire balisée par le schéma conceptuel du cycle du carbone. Ce fil conducteur devrait fédérer les activités des différents participants. Outre son intérêt pour la population locale, le projet contribuera aussi à la formation de jeunes chercheurs par une activité de recherche ciblée et concertée, et à leur ouverture sur la communauté scientifique internationale. Ceci renforcera les capacités d'enseignement et de recherche des institutions partenaires. L'organisation de formations à l'intention des cadres techniques fait aussi partie intégrante du projet. Par ailleurs, l'implication d'étudiants et de jeunes chercheurs belges dans le projet permettra aussi d'en retirer un large bénéfice réciproque.

7. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Commission Universitaire pour le Développement (CUD) responsable de l'orientation, du soutien financier et de la gestion des Programmes inter-universitaires ciblés (PIC) mis en oeuvre par les universités de la Communauté française de Belgique.

RÉFÉRENCES CITÉES

Magdoff F & Weil R Eds. (2004) *Soil organic matter in sustainable agriculture*. CRC Press.

Statistical yearbook 2003 (2004) *Thua Thien Hue statistical office*. Hue.

Vietnam Socio-economic Map (2002) - *ALAST - VIETNAM GIS*