0. Introduction générale

0.1. Problématique

Plusieurs travaux scientifiques indiquent que le monde est de plus en plus confronté aux changements climatiques (IPCC, 2001; BONKOUNGOU, 1996). Des études météorologiques réalisées en Afrique de l'Ouest montrent que depuis les années 1970 les précipitations sont sujettes à des fluctuations aussi bien temporelles, spatiales que quantitatives (JANICOT, 2003; IPCC, 2001).

Ces perturbations climatiques sont attribuées au réchauffement de la terre causé par les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (IPCC, 2000a) dont celles du CO_2 (60%) sont les plus importantes (IPCC, 1997). Alors que dans les pays industrialisés les émissions du carbone proviennent principalement de l'utilisation massive d'énergies fossiles, dans les pays tropicaux elles sont particulièrement dues à la déforestation, combustion de la biomasse et à la mise en exploitation agricole des formations naturelles (LAL, 1996 ; THENKABAIL *et al*. 2002). En Afrique où les forêts représentent 17 % des surfaces forestières mondiales, le taux de déforestation annuel moyen entre 1980 et 1990 y était de 0.8% alors qu'au niveau mondial il n'était que de 0.2% (FAO, 2001). Entre 1990 et 2000, le taux annuel de déforestation a légèrement diminué (0,7%) mais reste le plus élevé (FAO/FOP, 2005). Ces moyennes ne reflètent cependant pas des disparités qui existent, d'une part entre les pays et d'autre part à l'intérieur d'un même pays. C'est ainsi que le taux annuel de déforestation au Bénin se situe autour de 1,2% (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1999) alors qu'il est d'environ 2% dans le bassin versant de l'Ouémé supérieur (vers le Nord du Bénin).

NYE & GREENLAND (1960) ont démontré que la conversion des formations naturelles en superficies agricoles occasionne une perte de carbone organique de 37.6 t ha^{-1} dans les 25 premiers cm du sol endéans une période de 10 ans. Les feux de brousse ainsi que le brûlage des résidus de récolte constituent également une des principales sources d'émission du carbone dans les régions tropicales (MAKUNDI, 1998; MULINDABIGWI & JANSSENS, 2002). BROWN & GASTON (2001) ont également démontré que la diminution de la phytomasse totale est

fonction de la densité démographique. En 1980, la biomasse totale de l'Ouémé supérieur était déjà estimée entre 50 et 100 t ha^{-1} alors que la biomasse potentielle oscille entre 100 et 200 t ha^{-1}. Cette diminution correspondait déjà en 1980 à une émission de carbone d'environ 45-90 t ha^{-1} dans l'Ouémé supérieur.

Selon le directeur général de la FAO, la croissance démographique, l'absence de stratégies de développement économique régionale et nationale ainsi que le manque de législation foncière effective sont à la base de cette déforestation toujours croissante. Au niveau du bassin versant de l'Ouémé supérieur au Bénin, le taux d'accroissement de la population atteint dans certaines communes 4,9% dont environ 1,9% serait dû à la migration des personnes. La politique d'intensification agricole qui contribue positivement à la séquestration du carbone (LAL, 2002), directement par l'accroissement de la productivité en biomasse et indirectement par la réduction de l'extension des superficies agricoles (LAL, 2002 ; CANADELL, 2002) n'a jamais atteint ses objectifs. Les systèmes de production agricoles y restent traditionnels et surtout dominés par l'agriculture itinérante.

0.2. Objectifs et approche méthodologique

Pour garantir la sécurité alimentaire de la population toujours croissante, les agriculteurs du bassin versant de l'Ouémé supérieur recourent à l'extension des superficies agricoles. Cette extension se fait au détriment des ressources naturelles limitées et de la séquestration du carbone dans les écosystèmes terrestres. Il en résulte une forte dégradation environnementale et des émissions importantes du carbone. La présente recherche avait cinq principaux objectifs:

1. Description des systèmes de production agricole et de leur impact sur l'utilisation des terroirs;
2. Quantification de la séquestration et des émissions du carbone dans les différents systèmes d'utilisation du terroir;
3. Evaluation quantitative de la contribution des systèmes de production agricole actuels sur les changements climatiques ;
4. Analyse de la situation alimentaire dans un contexte de pression démographique et de variabilité saisonnière des pluies;
5. Etude des paramètres écologiques eu égard leur importance dans l'analyse de la dégradation des écosystèmes

De ces objectifs découlent les principales hypothèses suivantes:

1. Les systèmes de productions agricoles actuels au niveau du bassin versant de l'Ouémé supérieur ne sont pas dotés de technologies susceptibles d'induire de meilleures productivités agricoles durables et sont par conséquent la principale cause à la détérioration des ressources naturelles.
2. Suite aux feux de brousses devenus très fréquents, la différence entre les différents écosystèmes eu égard leur séquestration totale[3] du carbone est plutôt déterminée par le carbone stocké dans la phytomasse que par celui stocké dans le sol.
3. L'agriculture sur brûlis et les feux de brousse dans le bassin versant de l'Ouémé supérieur entraînent de fortes émissions du carbone et contribuent ainsi au réchauffement global de la terre.
4. Même en cas de variabilité saisonnière des précipitations, l'intensification agricole soutenue par un développement rural intégré serait à mesure de garantir la sécurité alimentaire de la population toujours croissante.
5. La dégradation des écosystèmes ne peut pas être clairement analysée sur base de la surface de l'indice foliaire ni sur celle de la production primaire nette mais en utilisant plutôt la surface terrière, la biomasse totale ou l'éco-volume.

Afin d'atteindre ces objectifs, une enquête exploratoire a été conduite (septembre - novembre 2000 et avril 2001) dans treize villages répartis dans l'Ouémé supérieur et l'Ouémé moyen (Fig. 4). Les objectifs de cette enquête étaient particulièrement la collecte des informations sur les cultures, les différentes associations et rotations des cultures, les calendriers culturaux, la répartition des superficies, les systèmes de labour, la régularité des précipitations etc.. A l'issu du même enquête, deux villages ont été retenus pour la collecte ultérieure des données (de juillet 2001 à décembre 2002) :

Le village de Dogué représentant les villages ayant encore les possibilités d'extension des superficies agricoles en défrichant les formations naturelles et celui de Sérou qui représente ceux ayant épuisé ces possibilités.

[3] Séquestration totale du carbone d'un écosystème terrestre est la quantité totale de carbone stocké dans la biomasse, la litière et le sol

Les systèmes d'utilisation du terroir ont été regroupés en quatre classes :

Formations naturelles (Forêt dense semi-décidue; Forêt claire, Savanes), Jachères ; Plantations d'anacardiers ; Superficies emblavées sous autres cultures

Les plantations d'anacardier (*Anacardium occidentale*) ont constitué une classe à part à cause surtout de leur importance croissante en terme de superficies et d'alternative au reboisement. Au niveau de chaque système d'utilisation du terroir, des données concernant la séquestration (biomasse, litière, carbone du sol) et l'émission (feux, respiration du sol) du carbone, la sécurité alimentaire (production agricole par système de culture, superficie agricole par exploitation agricole, nombre de personnes par exploitation agricole) ont été collectées. Les données ont été analysées grâce au logiciel STATGRAPHICS Plus 5.1 et utilisées dans un modèle d'impact (Fig. 1) de la croissance démographique, des systèmes de production et des précipitations sur la durabilité des écosystèmes.

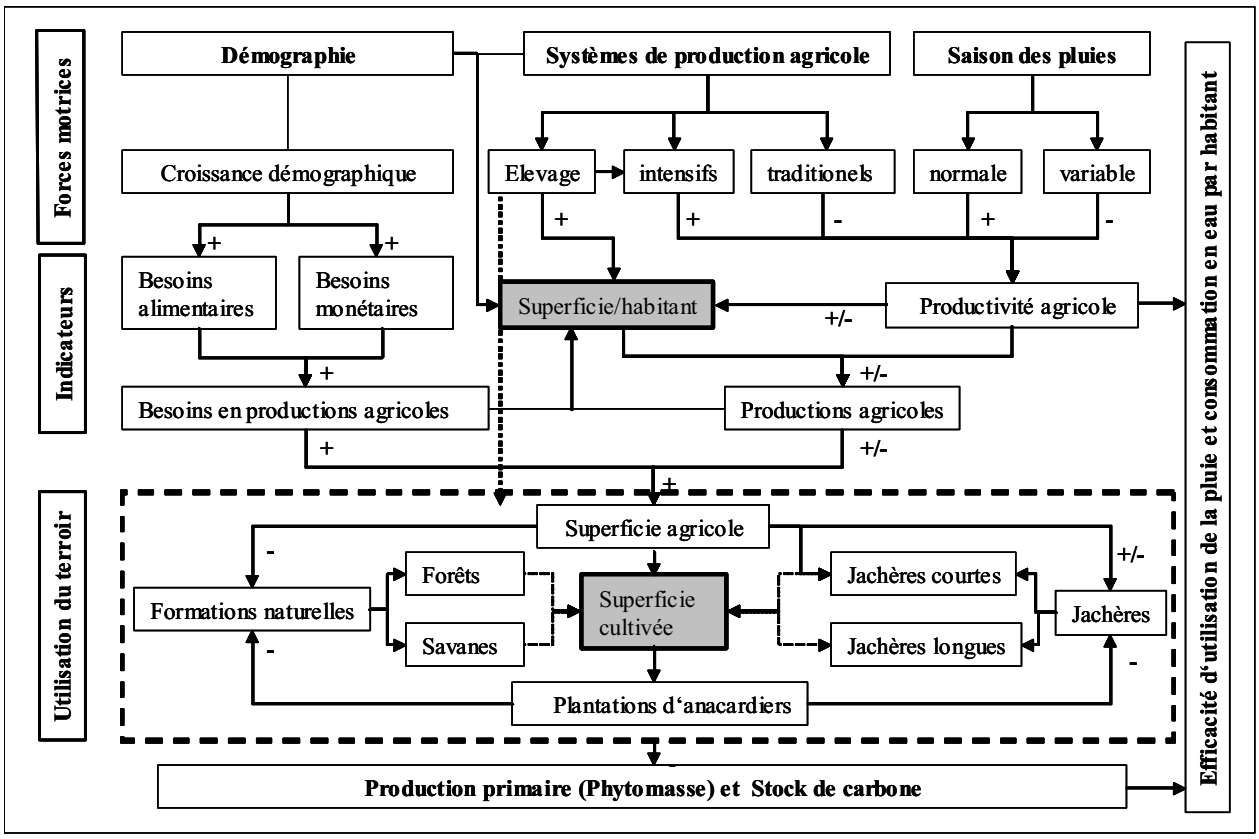

Fig. 1: Modèle d'impact de la croissance démographique, des systèmes de production agricole et de la variabilité saisonnière des pluies sur l'utilisation du terroir, la sécurité alimentaire et la séquestration du carbone

0.3. Cadre de la recherche

Le présent travail fait partie d'un ensemble de travaux de recherches réalisés au sein du projet de recherche interdisciplinaire IMPETUS où l'eau constitue l'axe pivot de tous ces travaux (Fig. 2). La contribution du présent travail est de faciliter la compréhension des systèmes de production agricoles qui jouent un rôle moteur dans les changements des systèmes d'utilisation de l'ensemble du terroir de l'Ouémé supérieur. Ces changements contribuent à leur tour aux fluctuations climatiques. Ce travail apporte des indications qualitatives et quantitatives de la dégradation des écosystèmes et de la sécurité alimentaire accompagnant les changements d'utilisation du terroir.

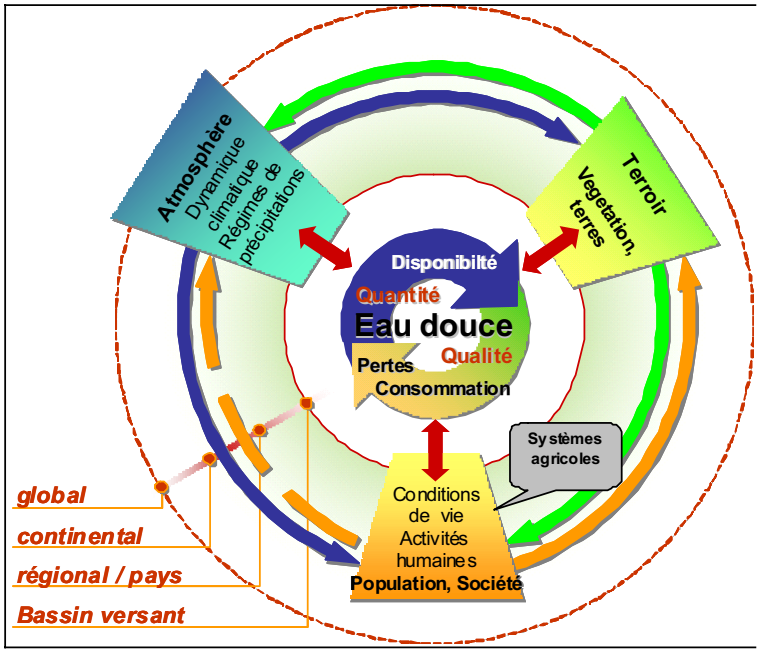

Fig. 2: Position de l'étude dans l'interdisciplinarité du projet IMPETUS (modifié et traduit en Français à partir du diagramme d'interdisciplinarité du projet IMPETUS)

0.4. Structure du travail

Le présent travail comprend huit chapitres : (1) Revue de la littérature et caractéristiques du milieu; (2) Méthodologie générale; (3) Description des systèmes de production agricole; (4) Evaluation des écosystèmes : dynamique et dégradation; (5) Prédiction de l'extension des superficies agricoles; (6) Systèmes agricoles et variabilité saisonnière des pluies; (7) Situation alimentaire et perspectives d'avenir;

(8) Conclusions et recommandations générales. La succession et l'interdépendance de ces chapitres sont présentées dans la Fig. 3.

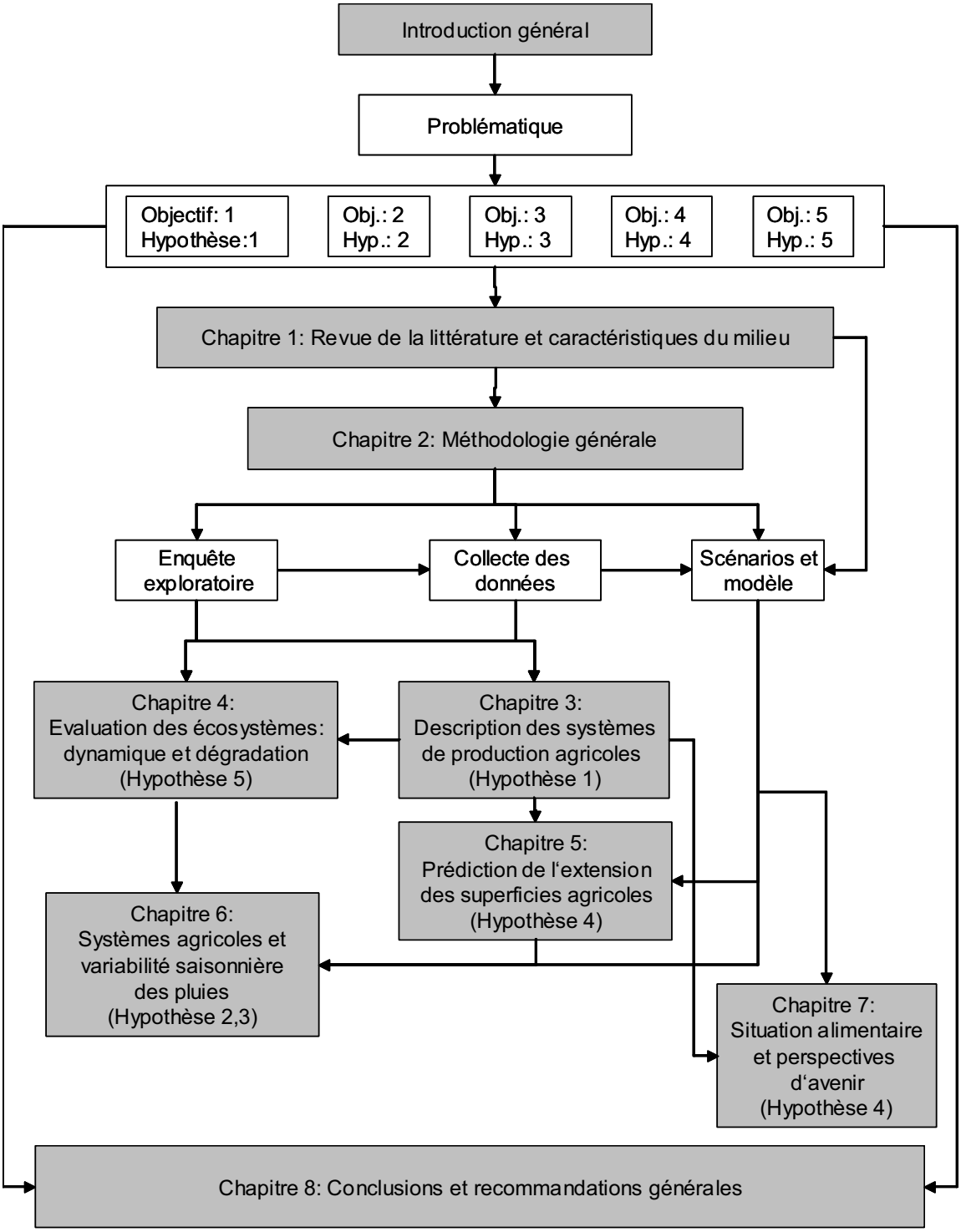

Fig. 3: Structure du présent travail

1. Revue de la littérature et caractéristiques du milieu

1.1. Revue de la littérature

1.1.1. Systèmes de production agricoles

1.1.1.1. Définition

CHOMBART DE LAUWE (1963) définit un système de production agricole comme étant une combinaison des productions et des facteurs de production dans une exploitation agricole. Il définit cette dernière comme une unité économique dans laquelle l'agriculteur pratique un système de production en vue d'augmenter son profit. Pour RUTHENBERG (1980), l'exploitation agricole est à la fois un écosystème et une unité indépendante d'activités économiques, les deux constituant à la fois un important système du monde rural. FRESCO (1985) cité par BEETS (1990) rapporte que les systèmes de production agricole sont principalement déterminés par les facteurs naturelles et socio-économiques (Tab. 1).

Tab. 1: Facteurs déterminants des systèmes de production agricoles

Naturels		**Socio-économiques**	
Physiques	Biologiques	Endogènes	Exogènes
Climat	Plante	Composition familiale	Population
Topographie	Elevage	Santé et nutrution	Droit foncier
Sols	Ravageurs	Education	Opportunités en dehors de l'exploitation
Structure physique	Maladies	Préférences alimentaires	Infrastructures sociales
		Risques	Crédit
		Attitudes/objectifs	Marché
		Genre	Prix
			Technologie
			Approvisionnement en intrants
			Vulgarisation
			Epargnes

Source : FRESCO (1985) cité par BEETS (1990)

1.1.1.2. Typologies et évolution des systèmes de production agricole

Avec la croissance démographique et la pression démographique sur les terres, les agriculteurs adoptent différents systèmes de production agricoles (NETTING, 1968). RUTHENBERG (1980) spécifie que les systèmes de production agricole évoluent

des systèmes de cultures itinérants aux systèmes de cultures permanents en passant par les systèmes de production à jachères. Pour GREENLAND (1974) cette évolution des systèmes de production agricoles comprend plutôt quatre principales phases à savoir : Culture itinérante simple, Cultures récurrentes, Cultures récurrentes avec parcelles cultivées en continu, Cultures en continu (Tab. 2). FAO (1991) cité par OKIGBO BEDE, (1997) donne sept systèmes de production agricoles (Culture itinérante, Peu traditionnel, Modérément traditionnel, Traditionnel amélioré, Technologie modérée, Haute technologie, Technologie spécialisée) dont le classement est essentiellement basé sur le niveau technologique (Tab. 3).

En se basant sur le nombre d'années qu'une parcelle est sous cultures et le nombre d'années qu'elle reste en jachère, RUTHENBERG (1980) a définit l'indice d'intensité agricole qui se calcule de la manière suivante : $R = 100 * \frac{N_c}{N_c + N_b}$

N_c : nombre d'années qu'une parcelle est sous cultures

N_b : nombre d'années qu'une parcelle est en jachère

Pour GREENLAND (1974), l'agriculture itinérante a connu deux principaux stades d'évolution: le stade où les maisons et champs étaient abandonnés après un ou deux ans d'exploitation, et le stade où l'exploitation agricole pouvait durer parfois dix ans ou plus. OKIGBO BEDE & GREENLAND (1977) cités par FAO (1985) en utilisant le facteur d'utilisation des terres (Land Use Factor) de ALLAN (1965) ont introduit une autre classification des systèmes de productions agricoles.

Tab. 2: Systèmes de productions agricoles (OKIGBO BEDE & GREENLAND, 1977)

Systèmes traditionnels et transitionnels	**L**	**Systèmes modernes et leur adaptation locale**
1. a) Nomadisme b) Agriculture itinérante	10	1. Associations de l'agriculture 2. Elevage dans des ranches
2. Jachères préforestières	5-10	3. Intensification des productions animales
3. Agriculture sédentaire rudimentaire	2-4	4. Grandes exploitations et plantations
4. Agriculture de subsistance intensive sur des exploitations délimitées	2	a) grande partie des superficies vivrières utilise uniquement l'eau des pluies naturelles
5. a) Agriculture sur terraces	1-2	b) Projets d'irrigation dans la production agricole
b) Agriculture inondée	1	c) Plantations arboricoles importantes
L= (C+F)/C où C: nombre d'années de cultures et F, nombre d'années de jachère		5. Spécialisation de l'horticulture a) Jardins pour le marché b) Plantations fruitières c) Commercialisation des fruits et légumes pour la transformation

Source: FAO (1985)

Même si le système de classification de Ruthenberg reste toujours largement utilisé, il présente des lacunes notamment le manque de distinction entre les systèmes de production à régime de pluies unimodale et bimodale ou le manque de considération de l'élevage dans la dégradation vs. l'amélioration de la fertilité des sols.

Une autre classification de DIXON *et al*. (2001) basée plutôt sur les principales activités agricoles et pastorales donne plusieurs typologies de systèmes de production agricole en Afrique subsaharienne (Irrigué, Axé sur la forêt, Riz-arboriculture, Cultures pérennes des hauts plateaux, Mixte tempéré des hauts plateaux, Mixte axé sur les céréales et les tubercules, Mixte axé sur le maïs, Associations de grandes exploitations commerciales et petits exploitants, Agropastoral axé sur le mil/sorgho, Pastoral, Dispersé (aride), Pêche côtière artisanale, Urbain). Cette classification livre des informations pertinentes sur les aptitudes de viabilité et d'adaptabilité économiques et environnementales de chaque système.