

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>I. CONTEXTE</b> .....	<b>2</b>
I.1. Situation biogéographique .....	2
I.1.1. Description de la zone d'étude.....	2
I.1.2. Climat et écologie .....	3
I.1.3. Environnement physique du bassin .....	4
I.2. Etat des ressources en eau : vers une vision partagée .....	5
I.2.1. Etat des lieux.....	5
I.2.2. Le système hydrographique .....	5
I.2.3. Le développement coopératif du Bassin du Fleuve Niger .....	7
I.3. Les systèmes de production .....	7
I.3.1. La place de l'élevage.....	7
I.3.2. Classification des systèmes de production.....	8
I.3.3. Le concept de la productivité de l'eau en élevage .....	9
<b>II. MATERIELS ET METHODE</b> .....	<b>10</b>
II.1. La démarche d'analyse .....	10
II.2. Cartographie des systèmes de production : le découpage administratif.....	12
II.3. Typologie des systèmes de production .....	13
II.4. Les valeurs des productions et services .....	14
II.4.1. Valeur de la production de viande .....	14
II.4.2. Valeur de la production de lait .....	14
II.4.3. Valeur de la production de fumier Vf.....	15
II.4.4. Valeur des cuirs et des peaux Vcp.....	15
II.5. Valeur des quantités d'eau prélevées.....	15
II.5.1. Quantité d'eau prélevée par les fourrages naturels et cultivés (Qefn, Qefc).....	15
II.5.2. Quantité d'eau prélevée par les cultures : résidus de récolte (Qerr).....	15
II.5.3. Quantité d'eau prélevée pour la consommation du cheptel (Qecm) .....	16
<b>III.RESULTATS</b> .....	<b>17</b>
III.1. Valeurs des productions et des services de l'élevage.....	17
III.1.1. Estimation des effectifs du cheptel et du taux de croit.....	17
III.1.2. Estimation du poids moyen animal .....	17
III.1.3. Prix du kg de poids vif .....	18
III.1.4. Paramètres de lactation.....	19
III.1.5. Production de fumier .....	19
III.1.6. Valeur des cuirs et peaux .....	20
III.2. Quantité d'eau prélevée pour la production et les services .....	20
III.2.1. Quantité d'eau prélevée par les fourrages .....	20
III.2.2. Quantité d'eau prélevée pour la consommation du cheptel (Qecm) .....	23
III.3. Estimation de la productivité de l'eau en élevage.....	24
III.3.1. Estimation des productions en viande, lait, fumier et cuirs et peaux .....	24
III.3.2. Estimation de la productivité de l'eau.....	28
<b>IV.DISCUSSION</b> .....	<b>31</b>
1. Des stratégies pour améliorer la productivité de l'eau en élevage.....	31
2. Limites, intérêts et perspectives de l'approche méthodologique .....	32
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b> .....	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>35</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>38</b>

## INTRODUCTION

Dans le bassin du fleuve Niger (BFN), l'agriculture est confrontée à des défis majeurs, tels que l'accès à l'eau limité dans de grandes parties du bassin, la pauvreté généralisée et une population en croissance rapide. C'est une région où le paysage agricole est dominé par des systèmes de production animale et des systèmes cultureux. La forte dépendance des ménages avec l'élevage fait de celui-ci une source importante de revenus mais aussi un contributeur potentiel pour les problèmes de pénurie d'eau dans ces systèmes. (Doumbia A., 2008)

Pour réduire la pauvreté et satisfaire la demande d'aliments, une augmentation de la production alimentaire sera essentielle. Cela comprend la production de bétail, qui constitue une ressource primordiale pour la fourniture de biens et services essentiels aux petits agriculteurs pauvres et à leurs familles ainsi qu'aux communautés (Peden et al., 2007).

Peden et al. (2007) ont élaboré un schéma pour comprendre les interactions entre l'eau et le bétail du point de vue de l'évaluation de la productivité de l'eau en élevage (LWP), qui est défini comme le rapport entre la somme des bénéfices nets dérivés des produits animaux et des services à la quantité d'eau qui est utilisée pour produire ces biens et services (Annexe 2). L'élevage fournit de multiples avantages tels que la viande, le lait, les cuirs et peaux, la force de traction, un moyen privilégié de stocker des richesses et des valeurs culturelles. L'eau utilisée comprend l'évaporation, la transpiration, l'abreuvement. Les mesures de la productivité de l'eau dépendent de l'échelle, variant selon l'échelle géographique considérée.

Le schéma, qui reconnaît l'importance des utilisations concurrentes de l'eau, et qui se concentre sur les interactions élevage-eau, est un outil pratique pour l'organisation des interactions bétail-eau à l'échelle des bassins versants et des communautés. Il y a quatre stratégies de base qui peuvent être utilisées de manière intégrée pour accroître la productivité.

Ce sont: 1) l'approvisionnement en aliments à base de végétaux ayant une faible productivité de l'eau et qui sont adaptés à l'apport nutritionnel des animaux, 2) développer la production animale grâce à une meilleure nutrition, la génétique, les soins de santé 3) la conservation des ressources en eau grâce à une meilleure gestion des pâturages, des terres de culture à partir de laquelle les résidus de culture contribuent à l'alimentation des animaux, et la surveillance des sites où l'accès non contrôlé à l'eau conduit à la contamination et à la sédimentation, et 4) les stratégies d'approvisionnement en eau potable dans l'espace afin d'optimiser l'équilibre entre l'animal et les pâturages en évitant ainsi le surpâturage à certains endroits et sous-pâturage dans d'autres (Peden et al. 2007).

Identifier les meilleures options pour accroître la productivité de l'eau en élevage et le rôle du bétail présent, et une compréhension plus spatialement explicite de la demande en eau du bétail par rapport à la disponibilité en eau dans le bassin du Niger est un impératif. Il faut peut-être s'attendre à ce que ces informations soient limitées pour le bassin du Niger.

Par conséquent, les estimations de LWP sont essentiellement basées sur les hypothèses générales sur la consommation et les besoins en eau. L'objectif est d'estimer la demande en eau du bétail et la productivité dans le bassin du Niger à travers les analyses spatiales de la distribution du bétail, l'eau et la demande d'aliments, d'examiner le lien avec la disponibilité en eau et la comparer à des facteurs clés qui devraient déterminer ou influencer la LWP, fournissant ainsi des données de base pour l'identification des domaines où les interventions sont le plus nécessaires et sont surtout susceptibles d'avoir un impact.

# I. CONTEXTE

## I.1. Situation biogéographique

### I.1.1. Description de la zone d'étude

Le bassin actif du fleuve Niger est partagé par neuf pays, signataires de la Convention de l'Autorité du Bassin du Niger (ABN) de l'Afrique de l'Ouest et du Centre : le Bénin, le Burkina Faso, le Cameroun, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Tchad. Le tableau 1 précise la proportion de la superficie du bassin (représentée sur la Figure 1) dans les différents pays (figure 2). La partie non active du bassin versant intéresse essentiellement l'Algérie, le Mali et le Niger.

Le but de cette autorité est de promouvoir la coopération entre les pays membres et d'assurer un développement intégré du bassin dans tous les domaines par la mise en valeur de ses ressources, non seulement dans les domaines de l'élevage, mais aussi de la pêche, de la pisciculture, de la sylviculture, de l'exploitation forestière, des transports et communications, de l'industrie, etc.

Le Fleuve Niger joue un rôle crucial dans la région et dans les pays qu'il traverse. Il pourvoit aux besoins d'une population riveraine, notamment en productions alimentaires diverses (agricoles, halieutiques et pastorales). Les plaines d'inondation du fleuve sont généralement exploitées pour la culture du riz, du coton, et du blé, et de nombreuses cultures maraîchères (Whycos, 2006).

Le fleuve Niger prend sa source à environ 1000 m d'altitude sur les contreforts du Fouta Djallon en Guinée. Le Bassin du Niger forme un ensemble géographique et hydraulique très complexe soumis à un environnement naturel et climatique très varié (Andersen I., 2006).

Tableau 1 : Surface bassin du Fleuve Niger dans les pays et contribution moyenne au débit annuel (ABN)

PAYS	Surface dans le bassin actif du fleuve Niger (km <sup>2</sup> )	% surface totale	Contribution au débit (km <sup>3</sup> /an)	% débit total
Bénin	46 384	2	3	1,6
Burkina Faso	83 442	4	1	0,5
Cameroun	87 900	4	34	18,7
Cote d'Ivoire	23 770	1	4	2,2
Guinée	97 168	5	36	19,8
Mali	578 850	29	Inférieure aux pertes	0
Niger	427 323	21	Inférieure aux pertes	0
Nigeria	629 545	32	117	64,3
Tchad	20 020	1	1,6	0,9
<b>Total</b>	<b>1 994 402</b>	<b>100</b>	<b>182</b>	<b>100</b>

Figure 1 : Surface bassin actif du Fleuve Niger dans les pays (ABN)

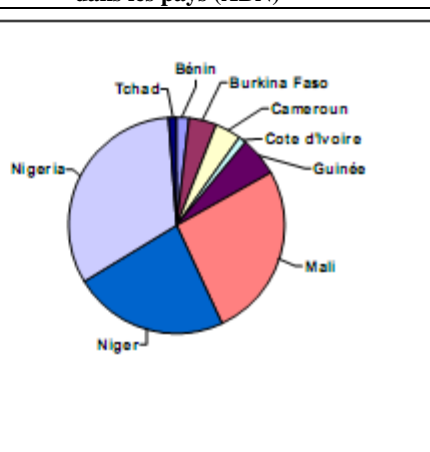




Figure 2 : Pays membres de l'ABN dans le bassin versant actif du fleuve Niger  
(Source : ABN)

### I.1.2. Climat et écologie

En l'absence de relief élevé (les plateaux du Fouta Djallon ont 800 m d'altitude), l'écologie du bassin est fortement déterminée par les facteurs climatiques et notamment la pluviométrie et la température.

Les précipitations sont très inégalement réparties sur le bassin comme le montre la carte des précipitations moyennes annuelles de 1951 à 1989 (Figure 3). Le haut bassin en Guinée est situé dans une zone dont la pluviométrie varie de 1 200 à 2 500 mm, sur la partie du bassin située au Nigeria elle varie de 1 000 à 4 000 mm, alors que le reste du bassin au Mali et au Niger est situé dans une zone où la pluviométrie est comprise entre 100 et 1 000 mm.

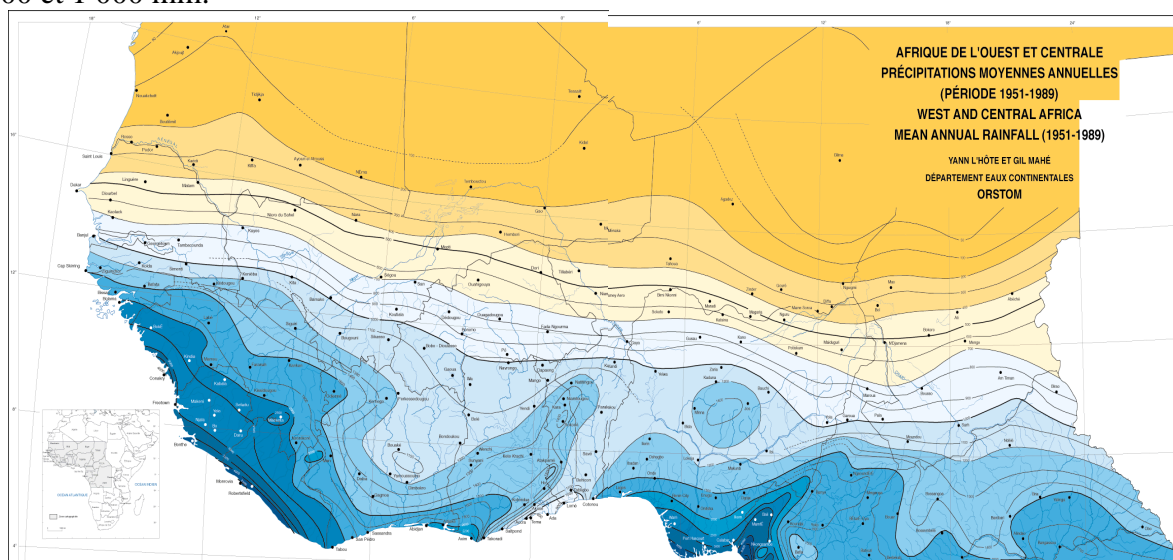


Figure 3 : Précipitations moyennes interannuelles en Afrique de l'Ouest et Centrale (1951-1989)  
Source : ABN

Ainsi les principales zones écologiques sont en bandes Est-ouest, parallèles aux isohyètes. L'on distingue quatre aires écologiques :

La Zone Guinéenne est située au bord du Golfe de Guinée (le Delta maritime du Niger), cette zone écologique est caractérisée par une pluviométrie annuelle élevée (2000 mm à 4000 mm). Le couvert végétal naturel comprend au sud du Delta des forêts marécageuses de palétuviers et au nord des forêts humides dont il reste peu de traces tant elles ont été défrichées pour les besoins de l'agriculture. C'est la zone d'exploitation forestière et de culture vivrières (cacao, café, palmier à huile).

La Zone Soudanienne se subdivise en deux sous-zones :

*La Sous-Zone Soudano-Guinéenne* qui est caractérisée par une pluviométrie annuelle comprise entre 1800 mm et 1000 mm et une saison sèche de moins de 5 mois. Les cultures traditionnelles dans la Sous-Zone sont le riz, le fonio et le maïs. Les forêts disparaissent progressivement sous l'action des feux de brousse et ne subsistent plus que sous la forme de forêts galeries le long des cours d'eau.

*La Sous-Zone Soudano-Sahélienne* couvre d'Est à l'Ouest : le nord du Nigeria en amont de Kaindji; la portion béninoise du bassin; le Sud-Ouest du Niger; le centre du Mali de l'aval de Bamako jusqu'à l'entrée dans le Delta Intérieur. Cette zone est caractérisée par une pluviométrie annuelle variant entre 1000 mm et 750 mm avec une saison sèche de 8 mois au moins. Le couvert végétal est composé de graminées et de taches de forêts d'arbustes rabougris résistants aux feux de brousse.

Les cultures vivrières les plus pratiquées sont le mil/sorgho, le maïs et l'igname. L'élevage est aussi une activité importante dans la sous-zone. (Whycos, 2006).

La Zone Sahélienne : Dans cette zone la pluviométrie annuelle varie de 750 mm au Sud à 200 mm au Nord. La saison sèche dure 8 à 9 mois et l'hivernage est fait d'averses violentes suivies de périodes sèches et d'intenses évaporations.

L'élevage bovin est l'activité principale bien que handicapé par la rareté des pâturages et des points d'eau. La Zone sahélienne couvre le centre du Niger, la portion burkinabé du bassin et la boucle du Niger au Mali.

La Zone Saharienne : Elle concerne toute la portion aride du bassin, où la pluviométrie annuelle, lorsqu'elle n'est pas nulle, ne dépasse jamais 200 mm. Cette zone comprend la portion du bassin située en Algérie, dans le Nord du Mali et du Niger au-delà de la boucle du fleuve.

La Zone spécifique de la vallée du fleuve Niger, notamment dans sa traversée des zones soudanaises et sahéliennes, constitue une zone écologique particulière en raison de la présence permanente de l'eau. Le Delta Intérieur du Niger est une succession de milieux humides spécifiques, servant de refuge à la faune, à la flore et à l'homme en période d'extrême sécheresse.

### **I.1.3. Environnement physique du bassin**

La vallée du fleuve Niger sert d'habitat à plus de 130 espèces aquatiques dont des poissons, des hippopotames et des crocodiles. En outre, une importante biomasse végétale créée par l'étendue des zones humides constitue un réservoir unique de biodiversité et une barrière contre l'avancée du désert.

Les zones du massif du Fouta Djallon, en amont du fleuve connaissent un essor dans les activités minières et l'exploitation forestière, ce qui crée des opportunités économiques mais en même temps accroît les dangers de pollution en aval et une sédimentation du lit du fleuve (ABN, 2002).

Le Delta Intérieur est considéré comme une des plus importantes zones d'inondation de par le monde, il constitue un biotope exceptionnel en zone sahélienne (ABN, 2002). L'environnement physique du bassin est marqué par 3 décennies de sécheresse et une forte croissance démographique dont les effets se sont conjugués pour accélérer la dégradation des terres et des eaux, multiplier et intensifier les pollutions de toute nature et fragiliser les écosystèmes aquatiques (Doumbia A., 2008).

Partout le long de la vallée et en particulier dans le Delta Intérieur, les conflits entre divers usagers se multiplient en raison du rétrécissement des espaces productifs et de la baisse de la productivité des plaines inondées.

La zone humide, le delta maritime ainsi que la zone côtière du Nigeria sont également dégradées en raison notamment de l'extension des cultures de rente, la pollution industrielle, la surexploitation des ressources souterraines et les changements morphologiques, dus en grande partie, à l'appauvrissement de la terre et à la baisse de la capacité de transport des sédiments fluviaux, entraînant l'ensablement des lits et la destruction de l'habitat. Tout le long du fleuve l'érosion hydrique, l'ensablement et le développement des plantes aquatiques envahissantes constituent de réels dangers pour l'environnement du Bassin (ABN, 2002).

## **I.2. Etat des ressources en eau : vers une vision partagée**

### **I.2.1. Etat des lieux**

Le Bassin du fleuve Niger couvre une superficie d'environ 2 200 000 km<sup>2</sup> englobant de larges parties des neuf Etats membres de l'ABN. Le bassin actif est de 1500 000 km<sup>2</sup> et couvre les neufs Etats.

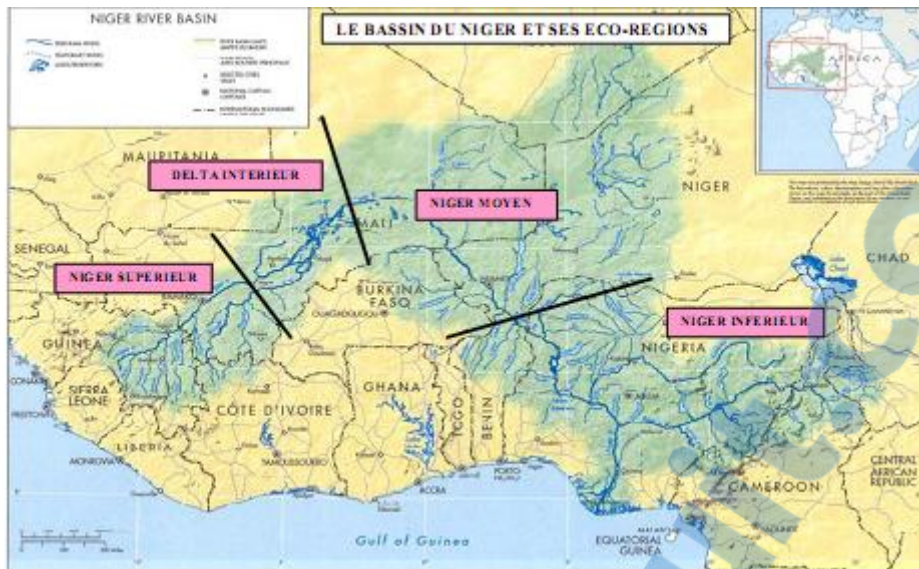
Le fleuve Niger, est plus que jamais concerné par la question de l'eau. Outre les enjeux environnementaux et économiques qui lui sont liés, le partage de cette ressource qui se raréfie est un facteur potentiel de conflits. Baisse de la pluviométrie, techniques de production agricole et d'élevage inappropriées, rejets de déchets et pollutions diverses menacent l'équilibre écologique du fleuve Niger et l'approvisionnement en eau des 100 millions de personnes que compte le bassin. Avec une population qui devrait doubler d'ici 20 ans et des aménagements hydrauliques très inégalement répartis entre les territoires, on peut craindre un regain de tensions entre usagers et entre Etats (Doumbia A., 2008).

Les pays membres de l'ABN ont signé à Niamey le 30 avril 2008, la charte de l'eau du bassin du Niger. Cet instrument juridique concerne l'ensemble des « activités consacrées à la connaissance, la gouvernance, la préservation, la protection, la mobilisation et l'utilisation des ressources en eau du bassin » et s'applique au fleuve Niger, à ses affluents, sous-affluents et défluent (ABN, 2002).

### **I.2.2. Le système hydrographique**

Le bassin dispose d'un potentiel hydroélectrique malgré les effets de la variabilité climatique. La moyenne interannuelle du volume écoulé sur la période de 1970 à nos jours est estimée à 160 milliards de m<sup>3</sup> (Doumbia A., 2008).

Le bassin du Niger se subdivise en quatre grands sous-ensembles homogènes (Brunet-Moret Y., 1986) tels que représentés en Figure 4.



**Figure 4 : Le Bassin du Niger et ses différentes zones (Source : ABN)**

*Le Niger Supérieur* : Il constitue le château d'eau du fleuve Niger et dispose d'un potentiel important pour la régularisation du débit du fleuve. Les zones en aval du massif connaissent actuellement une augmentation importante des activités minières et d'exploitation du bois, sources de revenus mais potentiellement dangereuses pour l'environnement (pollutions des eaux, transports de sédiments). Actuellement, la seule structure importante de contrôle hydraulique située sur le cours supérieur du fleuve est le barrage de Sélingué sur le Sankarani, un affluent du fleuve Niger.

*Le Delta Intérieur du fleuve Niger* : Située au Mali, c'est une vaste zone inondable en période de crue qui a connu un développement considérable. Cette région assure la majeure partie de la production de riz du pays. La production a été en partie augmentée après la mise en eau du barrage de Markala qui permet d'irriguer quelques 70 000 hectares.

En saison sèche, il sert de zone de pâturage et de source d'approvisionnement en eau pour plus d'un million de bovins et deux millions d'ovins et de caprins. Les trois millions d'animaux qui utilisent les pâturages du Delta Intérieur se déplacent entre le Mali, le Burkina Faso et la Mauritanie, conférant ainsi à la riche plaine du delta une importance régionale.

*Le Niger Moyen* : A son entrée au Niger, le flux moyen du fleuve a baissé de plus du tiers de ce qu'il était dans la partie supérieure du bassin. Il traverse une série de terrasses depuis Kandadji jusqu'à Gaya. Ces terrasses irriguées couvrent environ 15 000 hectares dont près de 10 000 sont consacrés à la production de riz. Le reste des fonds de vallées est utilisé comme pâturage par environ 800 000 têtes de bovins. Des parties limitées de la vallée ont un statut de zones protégées.

*Le Niger Inférieur* : En arrivant au Nigeria, le flux moyen annuel du fleuve s'est légèrement accru par rapport à l'entrée au Niger. Il augmente par la suite de plus de 450 % après la confluence avec deux importants affluents de rive gauche, dont la Bénoué qui descend du Cameroun. Cette région est caractérisée par la présence de barrages de grande capacité dédiés à la production hydroélectrique et par une production industrielle en forte croissance.

Les contraintes essentielles : la régulation insuffisante du Niger Supérieur et du Niger Moyen, la sous exploitation du potentiel hydroélectrique, l'inégale répartition des ressources en eau de surface par rapport aux zones de développement, la connaissance insuffisante des ressources en eau souterraines, la forte dépendance des zones humides du delta intérieur et du delta maritime et, la non maîtrise des besoins en eau des écosystèmes (Dolumbia A., 2008).

### **I.2.3. Le développement coopératif du Bassin du Fleuve Niger**

Une meilleure connaissance de la dynamique des ressources en eau du bassin est utile aux décideurs et aux gestionnaires de bassin. Il est généralement reconnu que la gestion d'un bassin hydrographique, considéré comme espace de planification et d'aménagement engendre un grand nombre d'avantages. Pour le fleuve Niger, cela pourrait se traduire par une augmentation et une amélioration de la qualité des ressources en eau disponibles et une amélioration des productions agricoles, énergétiques, etc. La gestion optimale d'un cours d'eau est difficile et complexe, en raison de la multitude et de la diversité des parties prenantes avec des intérêts parfois contradictoires

Des investissements conjoints réalisés, le renforcement de la confiance et la coopération entre pays et bien d'autres bénéfices indirects ou spécifiques sont des atouts clés pour la mise en valeur durable des ressources en eau. Les pays du Bassin du Niger ont déjà identifié les opportunités d'investissement spécifiques dans les secteurs de la production alimentaire et énergétique, des transports, de la gestion de l'environnement, de la gestion des crues et de la sécheresse à travers le programme d'investissement de l'ABN (Andersen I., 2006).

Le Sommet des chefs d'Etats du Bassin a lancé l'ABN sur une nouvelle voie grâce à leur engagement dans le processus de Vision Partagée et la préparation du Plan d'Action de Développement Durable (PADD). L'ABN pour devenir un acteur clé du développement régional, doit répondre (conjointement avec les acteurs du bassin et les bailleurs de fonds) à plusieurs critères de performance.

Au plan institutionnel, l'ABN démontre sa pertinence afin d'obtenir le soutien des Etats membres qu'elle représente.

Les chefs d'Etats et de gouvernements ont pris la décision de développer une vision claire et partagée faisant du bassin du fleuve Niger, un espace de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) pour améliorer les conditions de vie des populations. (Doumbia A., 2008) L'engagement des gouvernements et des autres acteurs clés est un élément crucial pour poursuivre et renforcer la gestion intégrée et participative des ressources en eau du Niger.

Le processus de Vision Partagée, visant à abandonner les actions unilatérales du passé et se tourner vers des actions conjointes mieux concertées, reflète l'engagement politique des Chefs d'Etat. La Vision Partagée guide la formulation du PADD qui identifie et définit les axes de développement et les investissements prioritaires. La Vision partagée et le PADD forment ainsi une plate-forme de mobilisation des ressources financières (des pays de l'ABN et des bailleurs de fonds).

La complexité du processus engagé laisse entrevoir encore un dur et long chemin à parcourir ; il existe toutefois des ingrédients clés à la réussite de ce défi :

Un leadership politique solide et permanent ; l'engagement d'individus « porte-drapeaux » résolus à mener à bien le processus de réforme dynamique de l'ABN et enfin la consolidation de cette institution pour qu'elle soit financièrement viable. (Doumbia A., 2008).

### **I.3. Les systèmes de production**

#### **I.3.1. La place de l'élevage**

Les activités d'élevage dans le bassin du Niger représentent un poids économique important pour les pays du bassin, en particulier au Burkina Faso, au Tchad, au Mali et au Niger. Sur le bassin, on dénombrait en 1989 environ 16 millions d'Unité Bétail Tropical (UBT) alors qu'on en dénombre en 2005 environ 28 millions.

L'élevage est essentiellement concentré dans la boucle du Niger, jusqu'à Kainji, sur les affluents en rive droite de la région du Liptako Gourma et en amont du bassin de la Bénoué.

L'élevage est la seconde activité de production dans le bassin supérieur du fleuve Niger.

Il est pratiqué le long du fleuve ce qui peut susciter certaines préoccupations dues à la charge organique du bétail



Les grands enjeux liés à ce sous-secteur économique sont (i) l'amélioration de la connaissance et de la maîtrise du développement en cours du secteur, (ii) la conciliation du développement de l'élevage avec les grands aménagements et développement de l'irrigation prévus dans le bassin et leurs impacts négatifs, notamment sur les ressources fourragères, (iii) l'amélioration des outils de diagnostic des impacts négatifs des aménagements sur l'élevage et (iv) la mise en place d'éventuelles mesures compensatoires pour les populations subissant les conséquences néfastes des aménagements.(ABN, 2007)

### **I.3.2. Classification des systèmes de production**

Selon les économistes ruraux, les systèmes de production peuvent avoir un contenu variable ; dans certains cas le système de production est relatif aux seules combinaisons des facteurs de production à savoir la terre, le capital, le travail.

Dans ce sens on considérera le système de production comme un simple élément du système agricole. Ainsi, Philippe Jouve définit le système de production agricole comme :

« L'ensemble structuré des moyens de production (force de travail, terre, équipement) combinés entre eux pour assurer une production végétale et / ou animale en vue de satisfaire les objectifs de l'exploitant ».

Reboul renchérit cette définition en considérant le système de production agricole comme un « un mode de combinaison entre terre, force et moyens de travail à des fins de production végétale et animale, commun à un ensemble d'exploitation. Il est caractérisé par la nature des productions, la force de travail (qualification), les moyens de travail mis en œuvre et par leurs proportions (Reboul C., 1976).

Ceci nous amène à la définition de systèmes agropastoral et pastoral.

Selon Swift en 1988 : « On définit agropastoral un système dans lequel au moins 50% du revenu brut (c'est-à-dire la valeur totale de la production commercialisée plus la valeur estimative de la production de subsistance consommée par les unités domestiques) provient d'activités liées à l'agriculture, et entre 10 et 50% d'activités d'élevage ; alors qu'on définit pastoral un système dans lequel au moins 50% du revenu brut des unités domestiques provient de l'élevage ou d'activités liées à l'élevage ». (Swift J., 1988 cité par Wane A, 2005).

Quant à Sere et Steinfeld (1996), ils considèrent le système pastoral beaucoup plus englobant, regroupant en son sein un système pastoral pur, un système pastoral mixte et un système pastoral industriel. Ainsi pour eux : on parle de système pastoral quand plus de 90% de la nourriture du bétail vient des parcours, le système mixte quand plus de 10% de la nourriture provient de l'exploitation c'est-à-dire des résidus de récolte et le système industriel quand plus de 10% de la nourriture est de fabrication ou de conditionnement industriel.

On distingue ainsi les types de systèmes d'élevage selon les systèmes d'affouragement distincts et qui font donc appel à des demandes en eau différentes pour la production fourragère et pour l'abreuvement du bétail. La classification des systèmes de production initiée par Sere et Steinfeld permet de visualiser les systèmes et sous-systèmes sur une échelle spatiale de grande envergure (Annexe 1)

**Tableau 2: Dénomination des systèmes et sous-systèmes selon Seré et Steinfléd**

	Arides	Semi-arides	Sub-humides	Tempérés et tropicaux d'altitude	
Systèmes pastoraux	LGA	LGS 1	LGH 1	LGT 1	Mobiles
		LGS 2	LGH 2	LGT 2	Sédentaires
		LGS 3	LGH 3	LGT 3	ranching
Systèmes agro-pastoraux irrigués	MIA	MIS	MIH	MIT	
Systèmes agropastoraux pluviaux	MRA	MRS	MRH	MRT	

LG : Systèmes à l'herbe ; MI : systèmes mixtes ; MR : systèmes pluviaux, A : aride, S : semi-arides, H : Sub-humides, T: Tempérés et tropicaux

(Source : Sere C., 1996)

### I.3.3. Le concept de la productivité de l'eau en élevage

La productivité est le rapport entre unité de produit et unité de facteur de production. Dans le contexte de cette étude, l'expression productivité de l'eau est employée exclusivement pour désigner la quantité ou la valeur du produit par rapport au volume ou à la valeur d'eau prélevée ou détournée.

La valeur du produit peut s'exprimer sous différentes formes (biomasse, céréales, argent). Elle se rapporte à l'eau utilisée, fournie (ou « puisée ») et l'eau récupérée pour obtenir différents produits animaux. (Kijne, J.W., 2003). C'est alors la quantité d'eau utilisée ou récupérée pour produire du bétail ou des produits animaux et des services, y compris de l'énergie.

Par exemple, la perspective « produire plus avec moins d'eau » est axée sur la quantité de produit obtenue par unité d'eau. Une autre perspective prend en considération les différences de valeur entre divers systèmes d'élevage. Il peut être alors judicieux de définir la productivité de l'eau pour l'élevage, au niveau du système.

Il est important, dès lors que les systèmes sont définis, de préciser ces critères (Renault D., 2000). En effet selon le système considéré, l'utilisation de l'eau peut énormément varier d'un système de production à l'autre. Il faudrait également définir comment les retombées sociales de la productivité de l'eau en élevage peuvent être exprimées. Il n'existe pas de définition unique de la productivité et la valeur considérée pour le numérateur peut dépendre de l'objectif envisagé et des données disponibles. La productivité de l'eau en kilogrammes par unité d'eau est tout de même un concept utile lorsqu'il faut comparer la productivité de l'eau dans les différentes parties d'un même système ou bassin fluvial, ou encore la productivité de l'eau en élevage avec d'autres utilisations possibles de l'eau.

La valeur de la productivité va dépendre de plusieurs paramètres environnementaux.

Il faut définir d'une part la transformation de l'eau en biomasse par une évaluation de la production végétale et d'autre part évaluer la valeur des produits et services animaux.

La production d'eau de la biomasse est régie par les précipitations. Le modèle sur la biomasse doit tenir compte dans son application, du schéma de répartition géographique de l'eau d'abreuvement du bétail et du calendrier de disponibilité (répartition spatiale et saisonnière des points d'eau), schéma qui fournit les clefs de l'utilisation de l'espace pastoral.

Le fonctionnement saisonnier des systèmes d'élevages et leur rapport à l'eau sont des modalités à ne pas négliger car c'est de là que dépend l'utilisation effective de l'eau à un temps donné.

Il n'y a pas non plus de réponse unique à une autre question, celle de savoir s'il faut considérer les pertes en eau par infiltration et percolation in situ comme de la consommation. Si cette eau ne sert à rien en aval ou qu'elle génère davantage de pollution, elle doit compter pour de la consommation. Si l'on considère l'ensemble des productions et services de l'élevage sur une zone donnée.

## II. MATERIELS ET METHODE

### II.1. La démarche d'analyse

Pour analyser la productivité de l'eau en élevage d'un système il faut tout d'abord axer la réflexion à un premier niveau sur le bilan d'eau au niveau spatial (arrivée d'eau, stockage de l'eau, pertes et transferts internes) et d'autre part au niveau de la production de l'animal (gains et pertes) et de l'élevage (abreuvement, eau pour produire l'aliment,...).

Pour passer d'un modèle général à une évaluation utilisable, il convient de situer la démarche au deuxième niveau d'analyse c'est-à-dire à l'échelle de la production.

L'échelle de travail est l'ensemble du bassin du fleuve Niger, toutefois l'étude s'est focalisée sur quelques zones représentatives à l'échelle pays et selon la disponibilité des données.

L'étude est essentiellement bibliographique et, à base de dires d'experts quand les données de base n'ont pas été trouvées dans la littérature. Pour chaque valeur de production animale, la productivité de l'eau a été calculée (en USD). Le zootechnicien est souvent contraint de passer ainsi par des valeurs économiques pour comparer des productions aussi différentes que le fumier, l'énergie, le lait ou la viande. Pour cela il faut établir un bilan des activités de l'élevage et avoir une estimation de la quantité d'eau et de surface requise pour l'activité

L'analyse a été faite par type de produit au sein de l'unité de production en considérant les animaux sur pieds et les produits et services de l'élevage.

Le travail a porté sur l'ensemble des systèmes d'élevage de la zone étudiée.

Pour estimer la productivité de l'eau par l'élevage dans le bassin du fleuve Niger, un modèle général de productivité a été utilisé en prenant en compte d'une part les valeurs des productions animales et des services de l'élevage (production de viande, lait, fumure, etc.) et d'autre part, les quantités d'eau prélevés pour ces productions et services.

### Calcul de la productivité en élevage de l'eau du Bassin du Fleuve Niger

$$\text{LWP } (\$/\text{m}^3) = \frac{\sum \text{valeurs des productions et des services}}{\sum \text{Quantités d'eau prélevées pour les productions et services}}$$

$$\text{LWP} = \frac{V_v + V_l + V_f + V_{cp}}{Q_{efn} + Q_{efc} + Q_{err} + Q_{ecm}}$$

Les productions animales en viande (v), lait (l), fumure (f), cuirs et peaux (cp) ont été calculées en fonction des effectifs des différentes espèces (bovins, petits ruminants essentiellement).

Les quantités d'eau nécessaire pour les productions,  $Q_e$  des fourrages naturels (fn), des fourrages cultivés (fc), des résidus de récolte (rr) et la consommation par le cheptel,  $Q_{ecm}$  ont été évaluées sur des données bibliographiques selon les différents systèmes de production et les zones écologiques.

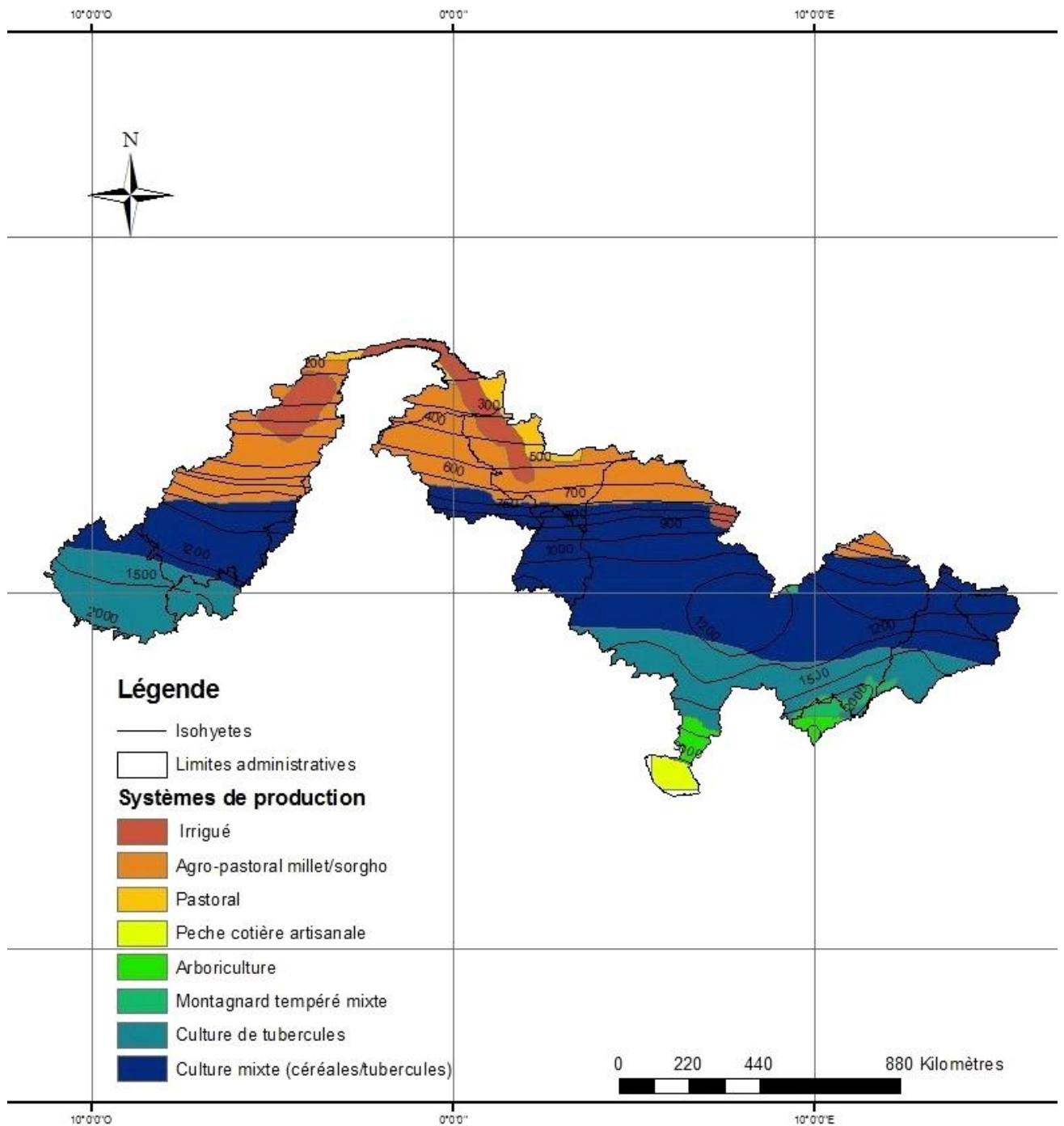
La consommation d'eau pour la transformation des cuirs et peaux ne sera pas prise en compte dans le calcul car plus de 90 % (FAO, 2005) des cuirs et peaux sont traités hors du système industriel sans que l'on puisse évaluer la consommation en eau.

Par ailleurs, les productions avicoles ne sont pas prises en compte dans ces calculs. La majorité de la production est en effet issue des systèmes traditionnels où la consommation d'eau est très réduite. Pour la production industrielle ou semi-industrielle, la grande diversité technique des systèmes de production, leur délocalisation « hors-sol » dans les zones urbaines ou périurbaines et le fait qu'elles utilisent des intrants agricoles importés ou transportés (céréales, tourteaux,...) justifient qu'elle soit exclue dans le bilan agricole de la productivité de l'eau.

La valeur de la production de travail n'a pas été prise en compte dans ce calcul car les effectifs de bovins de trait n'ont pas pu être disponibles sur la zone étudiée.

## II.2. Cartographie des systèmes de production : le découpage administratif

A partir des données FAO land stat, les cartes sur les systèmes de production, ont été croisés avec les domaines pluviométriques sur l'ensemble du BFN.



**Figure 5 : Répartition des systèmes de production et des domaines climatiques et pluviométriques**

### II.3. Typologie des systèmes de production

L'essentiel des caractéristiques d'un système d'élevage est lié à celles du système d'alimentation. Le diagnostic du système d'alimentation fournit ainsi les principaux indicateurs du niveau d'intensification du système d'élevage concerné. (CIRAD, 2009). On a ainsi distingué les types de systèmes d'élevage suivants qui correspondent à des systèmes d'affouragement distincts et donc à des demandes en eau différentes pour la production fourragère et pour l'abreuvement du bétail.

**Tableau 3 : Types de systèmes d'élevage retenus pour le bassin du Niger et régimes alimentaires moyen annuel**

Types fourrages	Fourrages naturels herbacées	Fourrages naturels ligneux	Fourrages cultivés %	Résidus de récolte %	Sous produits agricoles %
Systèmes d'élevage	%	%			
Pastoraux en zones arides (1) (LGA)*	80	20	0	0	0
Agropastoraux en zones sahélienne (MRA)	70	15	0	10	5
Agropastoraux en zone soudanienne(3) (MRH)	65	10	2	15	8
Agropastoraux en zones irriguées (MIA)(4)	40	5	5	40	10

\* : Equivalent classification des Systèmes d'Élevage FAO (Sere C., 1996)

(Sources : (1) Ickowicz A., 1995, (3) Ickowicz A., 2001, (4) Dieye P.N., nd.)

**NB : on peut éventuellement préciser ces régimes par espèces, (par saison) et tenir compte des niveaux d'ingestion différents selon les saisons**

Au niveau du Delta intérieur, au Mali, l'élevage est pratiqué dans la presque totalité des régions sous forme traditionnelle et extensive. Le pastoralisme reste la forme qui correspond à un mode de vie dans certaines régions comme le Delta. L'élevage intensif se pratique dans les banlieues des centres urbains. Quant à l'élevage sédentaire, il s'agit d'une forme intégrée agriculture-élevage qui se pratique dans toutes les zones agricoles. Le pastoralisme concerne les bovins, les ovins/caprins et les camélins.

Dans le cadre de l'étude, les systèmes de production considérés sont les systèmes pastoraux en zone aride (LGA) et les systèmes mixtes.

L'évolution du système agraire d'une fraction arabe, fixée sur les bords du fleuve Niger, a été analysée. Selon Baudoux, Trois systèmes de production ont été caractérisés. Les agropasteurs transhumants sédentarisés sur la frange fluviale. Ils cultivent du riz et du bourgou dans les plaines inondables et possèdent des petits cheptels de ruminants, insuffisants pour satisfaire l'ensemble des besoins de la famille. Les pasteurs nomades (74 p. 100) sont toujours spécialisés en élevage et ont conservé un mode de conduite pastoral reposant sur la mobilité des troupeaux et des familles pour mettre en valeur des parcours sahéliens. Enfin, des agropasteurs semi-nomades (6 p. 100) combinent la vie de sédentaires en saison sèche, sur le site de fixation au bord du fleuve, et le nomadisme en saison des pluies. (Baudoux, L., 2005).

A partir de cette estimation des régimes moyens annuels selon les systèmes d'élevage, la demande en eau nécessaire pour produire ces fourrages peut être estimée.

## II.4. Les valeurs des productions et services

Les données récentes sur les productions animales nationales par système de production, ont été utilisées pour les différents pays; si elles n'ont pas été disponibles, elles ont été calculées à partir des données FAO STAT ou généralisées à l'ensemble des systèmes d'élevage.

Pour calculer les effectifs par système de production dans le périmètre du bassin du fleuve Niger, les données ont été pondérées selon la surface de la région incluse dans ce périmètre. Dans le cas où on ne dispose pas de données récentes, une projection pour estimer les effectifs a été faite.

### II.4.1. Valeur de la production de viande

Vv exprime la valeur de la production de viande (bovins, ovins, caprins, camelins) à l'année par la relation :

**Effectifs du cheptel \* Taux de croît du cheptel \* poids moyen animal \* prix moyen kg de poids vif**

Selon la disponibilité des données, on a utilisé les effectifs à l'année de référence 2008 pondéré par le taux de croit

Ou le taux de croit est égal à :

$((\text{Effectif compté année 2} - \text{Effectif compté année 1}) / \text{Effectif compté année 1}) * 100$

Par exemple l'estimation de la production de bovins notée P2008, sachant que le nombre de bovins a été estimé à un niveau P0 au recensement du cheptel, est :

$$P2008 = P0 * (1 + (\text{Taux de croit})/100)$$

Compte tenu des fortes variations de poids selon les races et l'état physiologique des animaux, les poids moyens pour les bovins par exemple peuvent varier de 250 à 500 kg selon la race. Ces fortes variations de poids intra et inter-spécifique pour estimer le poids moyen des animaux ont été prises en compte.

Des poids vif moyen de 300 kg pour les bovins de race zébu et 200 kg pour les taurins ont été retenus. De même pour les petits ruminants avec des poids de 35 à 25 kg.

Le prix au kg de poids vif est exprimé à partir des données nationales référencées dans la base de données FAO Price

### II.4.2. Valeur de la production de lait

La production totale de lait produit par année a été estimée par le calcul suivant :

**Quantité de lait par lactation \* effectifs de femelles allaitantes par espèce par an\* prix au litre de lait**

Les prix au litre de lait étant exprimés à partir des données nationales sur les marchés disponibles.

### **II.4.3. Valeur de la production de fumier Vf**

Vf est la composante qui exprime la valeur de la fumure, elle se décompose en quantité moyenne produite par animal multiplié par le nombre d'UBT et le prix du kg de fumure.

### **II.4.4. Valeur des cuirs et des peaux Vcp**

La valeur Vcp des cuirs et des peaux est évaluée à partir des prix des cuirs et des peaux sur les marchés locaux, notamment au Niger. Ces prix sont pondérés par les effectifs animaux selon les espèces.

Ne possédant uniquement des valeurs que pour quelques systèmes de production, les valeurs de la production de fumier et des cuirs et peaux ont été généralisées à l'ensemble des systèmes.

### **II.5. Valeur des quantités d'eau prélevées**

Pour évaluer la quantité d'eau prélevée (exprimée en m<sup>3</sup>) par les productions animales, on tient compte du type de fourrage naturels (Qefn) ou cultivés (Qefc) ou issu de culture : résidus de récolte (Qerr) consommé par UBT, sachant que la biomasse moyenne consommée par UBT dépend des ressources disponibles, du système de production et que la quantité d'eau nécessaire pour produire 1kg de végétation varie avec la zone agro-écologique.

On distinguera donc pour ces estimations les systèmes de production pastoraux qui utilisent essentiellement des fourrages naturels et parfois des résidus de cultures et les systèmes agropastoraux qui utilisent fourrages naturels, cultivés, résidus de cultures et sous produits agricoles.

On distinguera les types de systèmes d'élevage suivant qui correspondent à des systèmes d'affouragement distincts et donc à des demandes en eau différentes pour la production fourragère et pour l'abreuvement du bétail (Voir tableau 3)

#### **II.5.1. Quantité d'eau prélevée par les fourrages naturels et cultivés (Qefn, Qefc)**

Pour les fourrages naturels ou cultivés, la quantité d'eau prélevée est égale à la quantité d'eau nécessaire pour produire 1 kg de biomasse consommée, soit :

**Qefn = biomasse moyenne consommée par UBT/an \* nombre d'animaux (UBT)\*quantité d'eau nécessaire pour produire 1kg de biomasse**

#### **II.5.2. Quantité d'eau prélevée par les cultures : résidus de récolte (Qerr)**

**Qerr = Superficie cultivée \* rendement de la culture \* quantité d'eau nécessaire pour produire 1 kg de culture \* ratio résidu de récolte/plante entière**



A partir des systèmes d'élevage retenus pour le BFN (tableau 3) la part relative d'eau qui revient aux pailles d'une part et aux grains d'autre part et la proportion de cultures utilisée par la production animale a été évaluée.

Pour une zone donnée, la production des résidus de récolte sera calculée en combinant pour le mil, le maïs et le sorgho, les superficies cultivées, les rendements grains moyens et les différents coefficients qui déterminent les rapports entre rendements résidus de récolte et rendements grains ; toutes ces données figurent dans les documents de statistiques agricoles des régions ou des pays.

### **II.5.3. Quantité d'eau prélevée pour la consommation du cheptel (Qecm)**

Pour évaluer la quantité d'eau prélevée par la consommation du cheptel (Qecm), on estime la quantité moyenne consommée par animal pondéré par les effectifs animaux pour le bétail transhumant et nomade.

$$\text{Qecm} = \text{Quantité moyenne consommée par animal} * \text{effectifs animaux}$$

### III.RESULTATS

#### III.1. Valeurs des productions et des services de l'élevage

Pour chaque paramètre, on considère les données bibliographiques par pays ou par région selon les systèmes de production et les zones agro-écologiques quand les données sont disponibles.

##### III.1.1. Estimation des effectifs du cheptel et du taux de croît

Les données sont issues des recensements généraux nationaux du cheptel. Un taux de croît est appliqué à l'effectif de chaque espèce pour estimer le cheptel en UBT à l'année de référence en appliquant les coefficients classiques suivants :

1 bovin de 250 kg de poids vif = 1 UBT, 1 caprin ou 1 ovin = 0.2 UBT, 1 asin = 0.3 UBT, 1 équin = 1.2 UBT, 1 camelin = 1.5 UBT.

Les taux de croît annuels estimés par espèce, présentés au tableau 4, sont les suivants au Niger (1) ; au Bénin (2) ; MAE/DEP/SSA janvier 1990 au Burkina (3)) .Il s'agit des taux de croît annuels si les paramètres restaient constants sur plusieurs années.

**Tableau 4 : Taux de croît des espèces animales**

Espèces animales	Taux de croît Niger (1)	Taux de croît Bénin (2)	Taux de croît Burkina Faso (3)
Bovins	+ 6 %	4.1 %	2%
Ovins	+ 3.5 %	3 %	3%
Caprins	+ 4 %	4.5 %	3%
Camelins	+1.3 %		2%
Asins	2 %		2%
Equins	1 %		1%

Source : Boureima, 2009, RGA pour le Bénin et le Burkina Faso

Un taux de croît de 5 % est appliqué à l'effectif de bovins et de 3 % pour les petits ruminants, afin d'estimer le cheptel à l'année de référence 2008. (Voir partie 2)

##### III.1.2. Estimation du poids moyen animal

Pour chacune de ces espèces la zone d'étude compte une gamme variée de races adaptées localement. Les bovins sont représentés par 2 espèces : les taurins, *Bos taurus* et les zébus, *Bos indicus*. Les taurins occupent les zones sud-soudanienne, soudano-guinéenne et guinéenne qui connaissent une pluviométrie supérieure à 1 200 mm.

Les Zébus occupent les zones sahéliennes et sahélo-soudanienne, soit des zones à pluviométrie annuelle de 200 mm à 800-900 mm. La zone nord-soudanienne correspond à une zone de transition entre zébus et taurins.

Les races Azawack et Mboro ont des poids moyen variant de 350 à 500 kg. La race Djelli généralement élevée en bordure du fleuve Niger ne dépasse pas les 300-350 kg tandis que la race Goudali peut atteindre 550 kg.

Pour les ovins, les races Djallonké, Oudah, Koundoum, Mossi, Bali-Bali et Ara-Ara sont les plus répandues avec des poids moyen de 25 à 50 kg. (Marichatou, 2005)

Les caprins sont de deux types, une race que l'on retrouve en zone sahélienne et une autre en zone soudanienne y compris la chèvre rousse de Maradi que l'on retrouve au Niger mais aussi au Nigéria. Les camelins nigériens les plus communément répandus sont les dromadaires Azawak et Azarghaf.

Le Tableau 5 reprend les estimations moyennes de poids selon les espèces et les races les plus communément retrouvées dans la zone d'étude selon les recensements généraux animaux pour les différents pays

**Tableau 5 : Poids moyen et utilisations des principales espèces selon les races dans différentes localités**

Race	Localité/pays	Poids vif adulte male	Principales utilisations
<b>Bovins</b>			
Taurin Baoulé	Bénin, Cote d'Ivoire	200	Lait, viande, portage
Taurin N'Dama	Dans tous les pays	250-300	Viande, travail, fumier
Zébu Azawack	Niger, Nigéria, Mali	350-500	Lait, viande
Zébu Borgou	Bénin	200	Lait, viande, travail,
Zébu M'Bororo	Bénin, Cameroun		
Zébu Peulh et Maure	Niger, Burkina	350-500	Lait, viande, transport
<b>Ovins</b>			
Mouton du Sahel	Zone sahélienne	35-50	Viande, laine
Mouton Peulh Oudah	Niger, pays frontaliers	50	Viande
Mouton Peulh Bali-Bali	Niger, Mali	30 à 50	Lait, viande
Mouton Djallonké	Zone soudanienne	20-30	Lait, viande
<b>Caprins</b>			
Chèvre du sahel	Zone sahelienne	25 à 35	Lait, viande
Chèvre Djallonké	Zone soudanienne	20	Lait
<b>Camelins</b>			
Dromadaires Azawak	Niger, Mali	450	Selle, course
Dromadaire Azarghaf	Niger	370	Selle, bat

### III.1.3. Prix du kg de poids vif

Le prix au kg de poids vif est exprimé à partir des données nationales sur les marchés à Bétail (SIMBétail). Le tableau 6 renseigne sur les prix moyen sur les marchés locaux régionaux au Mali, par tête de bétail. Ces chiffres sont à pondérer aux poids moyens selon les espèces dominantes.

**Tableau 6 : Prix moyen du kg de poids vif par espèce et par pays en USD**

	bovins	ovins	caprins
MALI	1,06	1,57	0,88
GUINEE	0,64	0,59	0,69
BURKINA	0,96	0,82	0,97
NIGER	1,08	1,47	1,18
NIGERIA	2,45	2,19	2,65
CAMEROUN	0,84	0,96	1,39

### III.1.4. Paramètres de lactation

Les pourcentages des femelles en lactation ont été évalués au cours d'une enquête réalisée au Mali en 2007. Les informations nécessaires au niveau national malien pour estimer la production de lait sont les suivantes :

**Tableau 7 : Paramètres utilisés pour l'estimation de la production laitière**

Espèces	Nbre femelles adultes (%)	Taux de fécondité (%)	Productions Journalières (litres)
Bovins	36	65	1,5
Ovins/caprins	75	90	0,5
Camelins	49	60	5

Source : OMBEVI, Rapport annuel 2008

Le prix du lait est estimé sur la base des prix courants pratiqués sur les marchés nationaux d'après la base de données FAO STAT. Le prix du litre de lait est en moyenne de 300 FCFA. La seule difficulté réside dans la différenciation entre lait produit par les pasteurs et lait produit par les autres types d'élevage. La valeur de la production de lait est plus englobante, puisqu'elle regroupe les bovins et les petits ruminants.

La durée moyenne de lactation a été estimée à 300 jours.

### III.1.5. Production de fumier

D'après les travaux d'Achard et Banoïn (2000), effectués dans les terroirs du sud-ouest du Niger, la production annuelle de fumier par le cheptel du terroir s'élève à 50% de la phytomasse ingérée (ce qui correspond à une digestibilité moyenne annuelle des rations ingérées de 50 %), valeur semblable à celle trouvée par Hiernaux et Ickowicz (2001) pour les agro-écosystèmes sahéliens et la zone soudanienne du Sénégal, respectivement.

Pour ces estimations, les systèmes pastoraux et agropastoraux ont été distingués :

Dans les systèmes pastoraux, les niveaux d'ingestion sont très variables selon la saison. En saison des pluies et début de saison sèche, les niveaux d'ingestion peuvent être considérés comme non limités par la biomasse disponible. Le chiffre de 6,25 kg de matière sèche ingérée/UBT.j durant cette période soit environ 3 kg MS fécale/UBT.j a été retenu. A partir du milieu de saison sèche, les ressources étant limitantes, le niveau d'ingestion moyen retenu sera de 4 kgMS soit environ 2 kg MS fécale/UBT.j

Cette fumure d'origine pastorale n'est valorisée sur les champs qu'en seconde partie de saison sèche. En saison des pluies et début de saison sèche, elle est à l'origine de transferts sur les parcours sans valorisation monétaire.

Au sein des Systèmes agro-pastoraux, en considérant la production moyenne de matière fécale par jour d'une unité de bétail tropical (UBT), le nombre d'UBT et le temps de séjour au parc, la quantité moyenne de fumier produite par an au niveau d'une exploitation pratiquant un élevage semi-intensif peut être estimée. Pour cette estimation, les chiffres de 2.5 kg de matière fécale par UBT/jour ont été retenus (Landais et al, 1990).

Le prix du kilogramme de fumure estimé sur un marché au Sénégal (Darha, : **40 kg = 2500 F cfa**) a été une approximation de la valeur monétaire.

Pour les autres systèmes de production présents en zone humide, les estimations de production de fumier sont basées sur les systèmes agro-pastoraux.

### III.1.6. Valeur des cuirs et peaux

Cette composante est évaluée à partir des prix moyens des cuirs et des peaux sur les marchés nigériens uniquement. Ces estimations sont généralisées à l'ensemble des systèmes de production de la zone d'étude.

**Tableau 8 : Prix moyen des cuirs et peaux par espèce sur les marchés locaux nigériens (en USD)**

Localisation	Bovins	Ovins	Caprins
Dosso	13.6	3.8	1.9
Maradi	14.4	5.5	2.9
Taouha	14.4	4.7	2.6
Tillabery	9.9	3.3	2.2

## III.2. Quantité d'eau prélevée pour la production et les services

Pour évaluer la quantité d'eau prélevée (exprimée en m<sup>3</sup>) par les productions animales, on tient compte du type de fourrage (naturels (Qefn) ou cultivés (Qefc) ou issu de culture : résidus de récolte (Qerr)) consommé par UBT, sachant que la biomasse moyenne consommée par UBT dépend des ressources disponibles, du système de production et que la quantité d'eau nécessaire pour produire 1kg de végétation varie avec la zone agro-écologique.

Les systèmes de production pastoraux qui utilisent essentiellement des fourrages naturels et parfois des résidus de cultures et les systèmes agropastoraux qui utilisent fourrages naturels, cultivés, résidus de cultures et sous produits agricoles ont été distingués pour calculer la quantité d'eau prélevée.

Les types de systèmes d'élevage ont été identifiés suivant qu'ils correspondent à des systèmes d'affouragement distincts et donc à des demandes en eau différentes pour la production fourragère et pour l'abreuvement du bétail (Voir partie 2).

### III.2.1. Quantité d'eau prélevée par les fourrages

#### III.2.1.1. Fourrages naturels et cultivés

Les travaux des agropastoralistes ont mis en évidence une relation quasi linéaire entre la production de matière sèche et les précipitations. Ainsi, la production de matière sèche herbacée par hectare et par an (MS/ha/an) variant selon les conditions environnementales, elle a été estimée par zone agro-écologique. (Voir tableau ci-dessous).

**Tableau 9: Modèles de productivité de la biomasse obtenus à partir de la pluviométrie pondérée par un coefficient d'efficacité de la pluviométrie (CEP)**

Auteur	Zone-agroécologique	Equation	Domaine de validité
Le Houérou et Hoste, 1977	Zone sahéliennes et soudanienne 100-1500 mm	Equation (1) $MSh (kg MS/ha/an) = 2.58 \times P (mm \text{ pluies/an})$ CEP = 2,58	Relation empirique valable entre 100 et 1500 mm de pluie par an
Achard, 1988	Zone soudanienne à savane ( ligneux et herbacées) Gampéla, Burkina Faso  Pluviométrie moyenne : 620 mm	Equation (2) $MSh(kg MS/ha/an) = CEP (kg MS/ha/an/mm) \times P (mm \text{ pluies/an})$  CEP= 4.6 à 7 avec graminées annuelles  CEP = 6.6 à 10 avec graminées vivaces	Agro-écologie moyenne de la zone soudanienne

On utilisera l'équation (1) pour le domaine sahélien où la pluviosité est inférieure à 600 mm et la végétation herbacée dominée par les annuelles

On utilisera l'équation (2), spécifiques pour les herbacées annuelles et pérennes, pour les domaines soudaniens où la pluviosité est supérieure à 600 mm.

La proportion de biomasse réellement consommée par le bétail (en kg MS/ha) est fonction de l'importance du disponible en fin de saison de croissance, l'accessibilité, la disponibilité en eau d'abreuvement ; les effectifs et les espèces d'animaux, les modes d'exploitation, l'importance des pertes (dégradation naturelle, feux de brousse, présence d'autres consommateurs), la nécessité de maintenir une couverture pour permettre au pâturage de se pérenniser d'une année sur l'autre

Pour toutes ces raisons et à partir d'études réalisées en Afrique de l'Ouest et du Centre () il est d'usage dans ces zones d'admettre que seul 6,25 kg de matière sèche est ingérée par UBT et par jour. Ce coefficient de consommation de la biomasse herbacée par le bétail correspond à une norme valable pour l'année entière, et non une saison, et pour une surface importante exploitée au cours de l'année.

L'analyse de la production de matière sèche sous forme ligneuse, se limite à la fraction de feuillages consommable par le bétail. Les valeurs mesurées par Cissé M. (1987) conduisent à l'estimation suivante : En dessous de 75 mm de pluies, la production de feuillage, MSf, en kilogrammes de matière par hectare et par an, est pratiquement nulle et au dessus de ce seuil, elle atteint 1.7 kg/ha/mm. En première estimation, l'efficacité du millimètre de précipitation est 2 fois plus faible pour la production de feuillage que pour celle de la végétation herbacée mais cette production dépend également de l'eau souterraine captée par le système racinaire et est de plus étalée sur toute l'année.

L'intérêt de cette fraction de la production primaire est qu'elle met à disposition une biomasse consommable disponible quand les animaux ont consommé la biomasse herbacée en fin de saison sèche.

### III.2.1.2. Résidus de récolte et grains

Tout d'abord la part relative d'eau qui revient aux pailles d'une part et aux grains d'autre part et la proportion de résidus de cultures utilisée par la production animale a été estimée.

Pour une zone donnée, la production des résidus de récolte est calculée en combinant pour chaque culture les superficies cultivées, les rendements grains moyens et les différents coefficients qui déterminent les rapports entre rendements résidus de récolte et rendements grains ; toutes ces données figurent dans les documents de statistiques agricoles des régions ou des pays.

Les dernières statistiques agricoles du recensement général agricole de la campagne 2005-2008 sont estimées par région et par type de cultures.

La base de données fournit les superficies et les rendements pour le mil le maïs et le sorgho culture et pour chaque région de la zone d'étude

Pour estimer la quantité d'eau nécessaire pour produire 1 kg de culture, on se base sur des études de bilan hydrique.

Les études de bilan hydrique en agroclimatologie initiées au Niger dans les années 1960 avec les travaux de recherche menés par l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT), poursuivies avec l'Institut National de Recherches Agronomiques du Niger (INRAN), le Centre Régional de Formation et d'Application en Agrométéorologie et Hydrologie Opérationnelle (AGRHYMET), ont identifiés plusieurs domaines d'utilisation du bilan hydrique, entre autres, les besoins en eau des cultures, les modèles d'évapotranspiration à différentes échelles.

Les premières études faites dans ce domaine l'ont été par TIRAT (1971) entre les années 1963 et 1970 au Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) à Maradi et à Tillabéry. Ces recherches ont permis de déterminer des évapotranspirations maximales (ETM) de plusieurs cultures dans des lysimètres et les coefficients culturaux ont été calculés à partir des relevés d'un bac Colorado.(Gandah M., 1991).

**Tableau 10 : Besoins en eau maximum et coefficients culturaux (Kc) des cultures de blé, maïs, mil, sorgho, coton, arachide, niébé au Niger (Source : Gandah, 1991)**

Cultures	ETM (mm)	Kc	Localité
Blé (Florence Aurore)	650		Maradi
Mil (P3 Kolo)	630	0.62	Tillabéry
Maïs	724		Maradi
Sorgho (137-62)	845	0.70	Tillabéry
Sorgho (137-62)	500	0.95	Maradi
Coton (Allen 333)	925	0.71	Tillabéry
Arachide (55-437)	580	0.56	Maradi
Niébé	980		Maradi

Dans le cercle de Koutiala, la production en fanes, pailles et tiges a été déterminée à partir des données sur la production de grains et des rapports pailles/grains obtenus dans la bibliographie. Les valeurs utilisées pour les céréales et les légumineuses et le coton, proviennent de Camara (1995).

Elles sont les suivantes pour les différentes cultures :

**Tableau 11 : Rapport pailles/grain pour les principales cultures**

Culture	Coefficient paille/grain
Fanes d'arachide	3
Fanes de niébé	3
Pailles de mil	4
Pailles de sorgho	3
Pailles de maïs	1.5
Tiges de coton	2

Ces chiffres permettent de calculer la production en résidus de récolte, connaissant le ratio paille /grain de chacune des cultures pratiquées. On obtient le ratio résidu / plante entière en résidus de récolte.

Soit :  $r * (1+r)$  où  $r$  = coefficient paille/ grain

Il faut ensuite calculer la proportion de résidus de cultures utilisée pour la production animale ; là aussi les chiffres varient beaucoup selon les plantes, les auteurs, les régions et les modes de consommation (pâturage ou distribution) ; compte tenu du degré de précision, il est plus simple de se baser sur les valeurs données dans le tableau 3.

### III.2.2. Quantité d'eau prélevée pour la consommation du cheptel (Qecm)

Pour évaluer la quantité d'eau prélevée par la consommation du cheptel (Qecm), on estime la quantité moyenne consommée par animal pondéré par les effectifs animaux en admettant un taux d'exploitation de 10%.

**Qecm= Quantité moyenne consommée par animal \* effectifs animaux**

La consommation d'eau dépend de plusieurs facteurs physiologiques et environnementaux : taille et type d'animal, état de gestation, lactation, croissance, niveau d'activité et qualité des fourrages, (liste non exhaustive).

D'après les chiffres publiés par Nicholson (1985), on peut estimer à 6 à 18 m<sup>3</sup> par UBT et par an, la consommation d'eau moyenne d'un animal élevé en zone aride ou semi-aride.

Selon les régions, les chiffres de Lhoste et al. (1993) ont été utilisés pour prévoir les besoins pastoraux (Tableau 12).



**Tableau 12 : Besoins en eau de divers animaux en diverses situations, en quantité et en fréquence (Source : Durand, J-M, 1999)**

Type d'animal	Situation	Consommation (en litres)	Fréquence d'abreuvement
Bovins (zébus ou taurins)	- en ranching	25	1 ou 2 fois / jour
	- élevage extensif	<b>30-40</b>	1 ou 2 fois / jour
	- avec pâturage nocturne	15-20	1 ou 2 fois / jour
	- en période de sécheresse	50-60	1 fois tous les 2 jours
Petits ruminants	Conditions normales (saison sèche)	<b>3.5- 4</b>	1 fois / jour
	-en ranching	5	
	-en lactation	5-5.5	
Chevaux		<b>20 -30</b>	1 ou 2 fois / jour
Anes		10-13	1 fois / jour
Chameaux	- après une forte déprivation	<b>60-80</b> 100	1 fois tous les 4 à 5 jours ingestion en 15 min

NB : En moyenne, il faut 50 litres d'eau /UBT/Jour

Dans le cas où on doit tenir compte d'un bétail transhumant, on peut grossièrement estimer les besoins en considérant qu'un animal ne peut s'abreuver à une réserve que s'il pâture à moins de 10 km du point d'eau soit une surface de 30000 hectares. En zone sahélienne la densité du bétail est de 1 UBT pour 5 hectares en moyenne, soit environ 6000 UBT à abreuver au maximum.

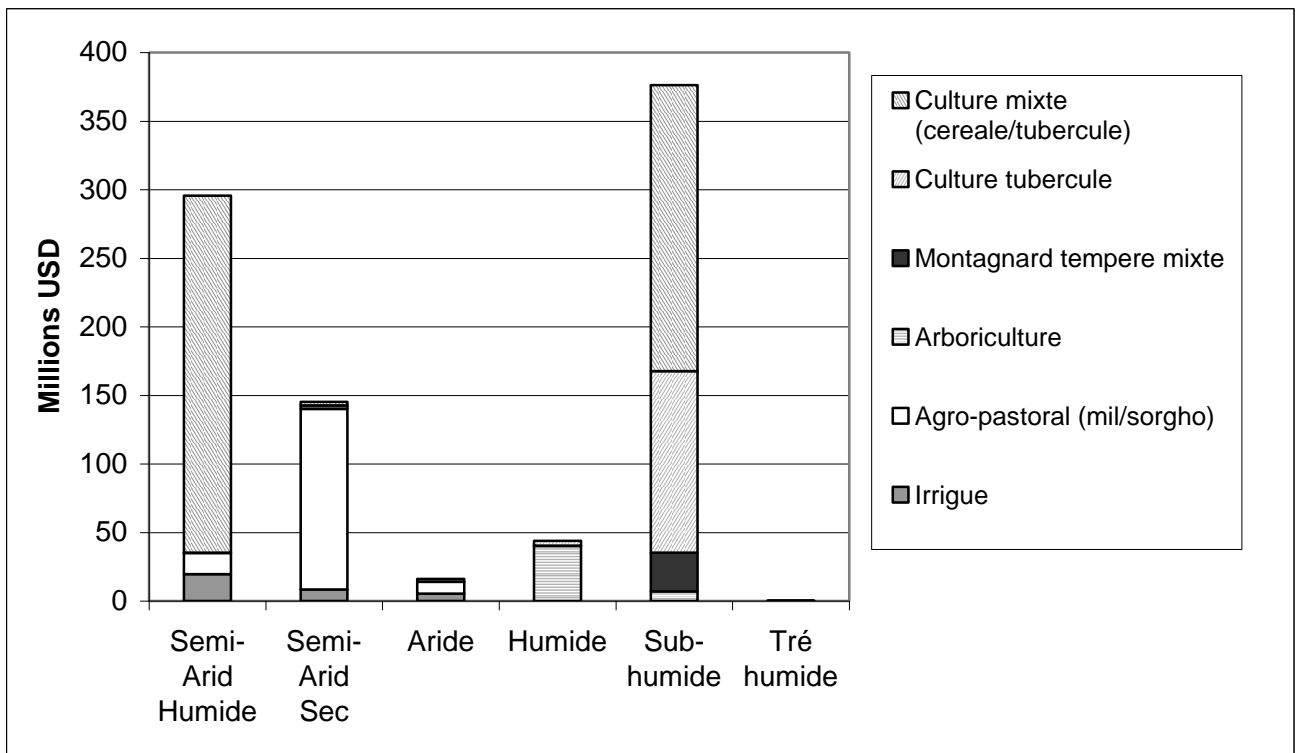
Tous ces chiffres sont à considérer avec prudence car on conçoit aisément qu'ils peuvent varier notablement selon les conditions géographiques du lieu d'implantation du point d'eau.

Des valeurs moyennes ont été utilisées pour chaque espèce, en prenant en compte le fait que les animaux s'abreuvent correctement au moins une fois par jour, toute l'année et sans tenir compte du coût éventuel que peut susciter cette eau d'abreuvement.

### III.3. Estimation de la productivité de l'eau en élevage

#### III.3.1. Estimation des productions en viande, lait, fumier et cuirs et peaux

Les valeurs des productions et services de l'élevage dans le BFN sont représentés dans les Figures 6 à 9.



**Figure 6 : Production de viande en Millions USD par système de production et zone agro-écologique**

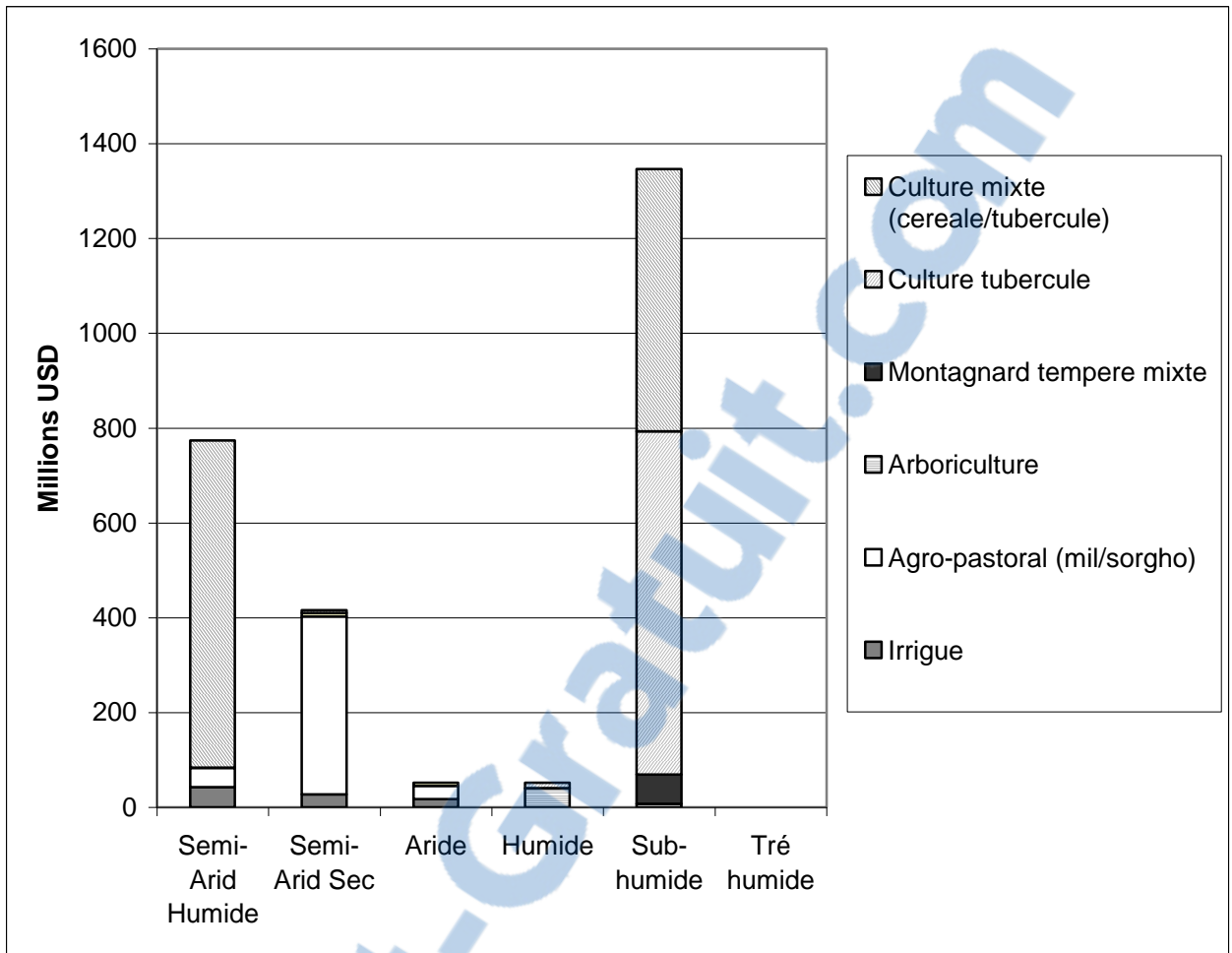
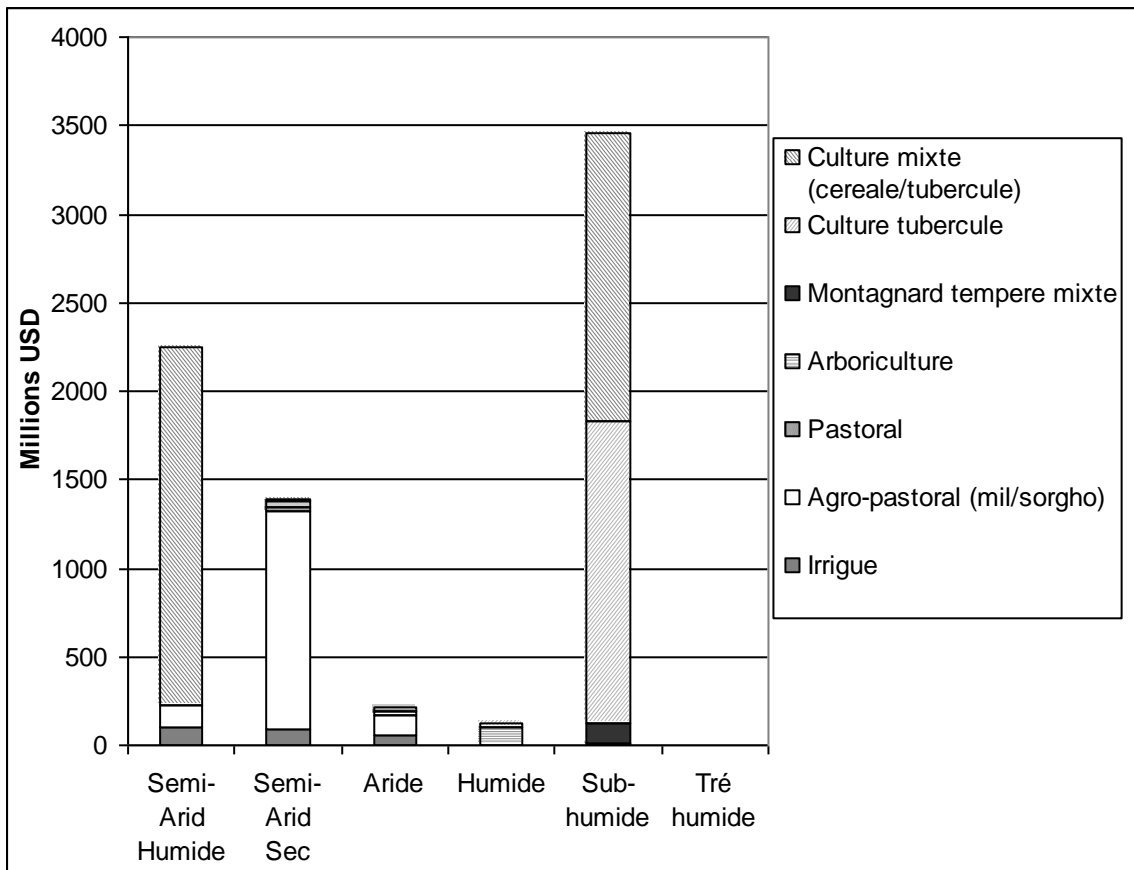
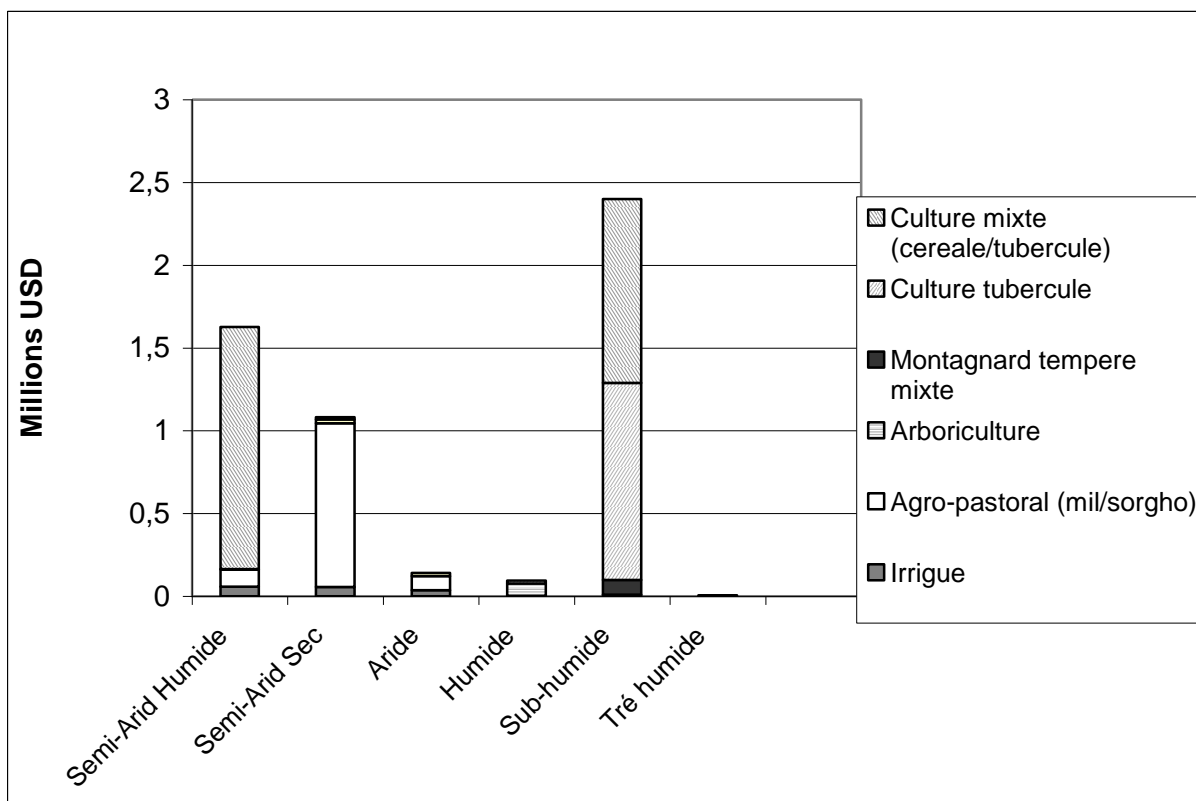


Figure 7 : Production de lait en Millions USD par système de production et zone agro-écologique



**Figure 8 : Production de fumier en Millions USD par système de production et zone agro-écologique**



**Figure 9 : Production de cuir et peaux en Millions USD par système de production et zone agro-écologique**

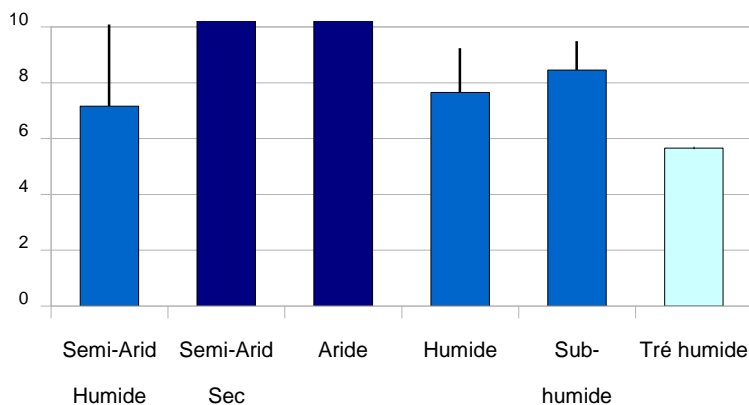
Les résultats des 4 figures ci-dessus montrent la dominance des systèmes pastoraux et agropastoraux en zone aride ou semi-aride et des systèmes cultivés en zones plus humides dans la zone étudiée.

Les valeurs des productions étant surestimées, notamment la production de fumier étant une valeur potentielle compte tenue de la consommation de matière sèche non régulière selon la saison. Quant à la production des cuirs et des peaux elle serait sous-estimée.

### III.3.2. Estimation de la productivité de l'eau

Les résultats synthétiques de la productivité de l'eau en élevage sont présentés dans la figure 10 et 12 d'une part par zone agro-écologique et d'autre part par système de production. En analysant les résultats par système de production et zone agro-écologique, on peut distinguer des tendances selon l'utilisation des ressources naturelles. Pour chaque variable du modèle, le calcul a été effectué via un tableur Exel 2003, par région administrative, par système de production et zone agro-écologique.

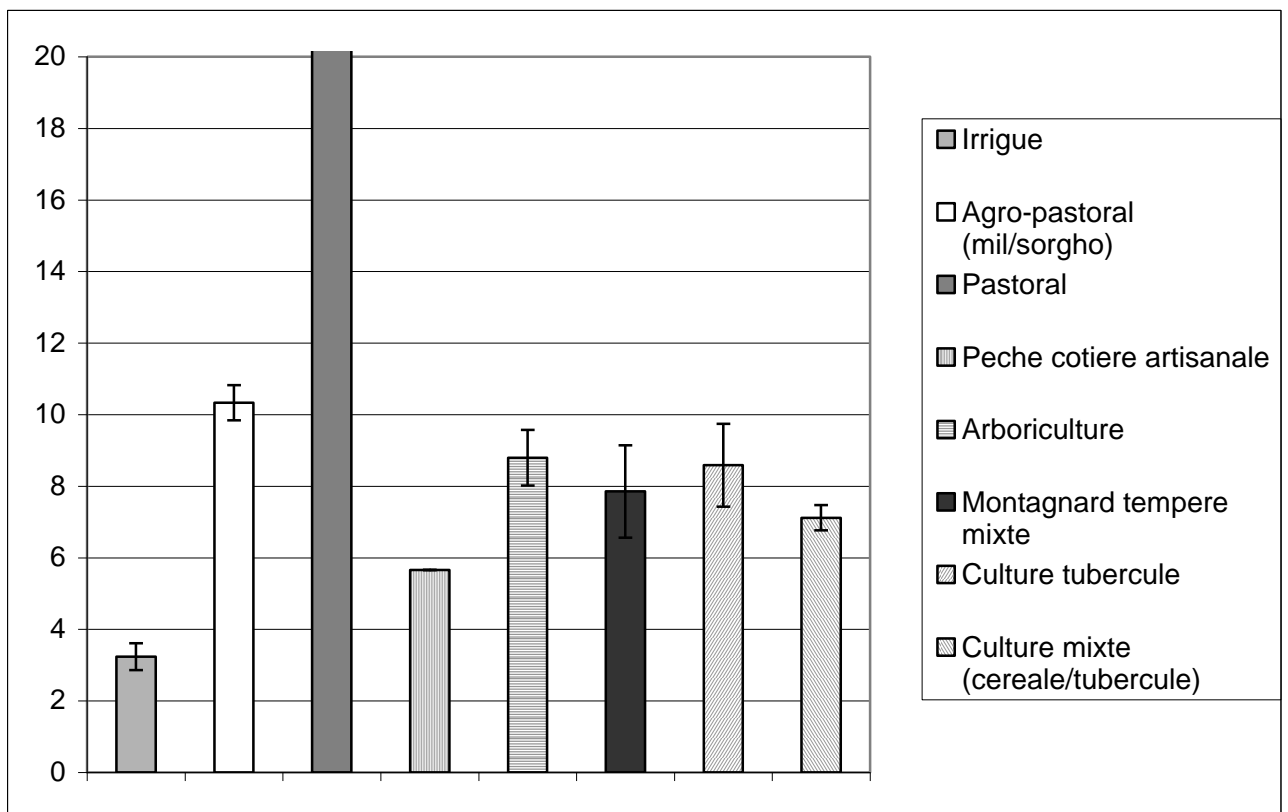
Les résultats obtenus sont présentés par les figures ci-dessous. La productivité de l'eau pour les systèmes pastoraux ont été volontairement omis car représentant des valeurs de 17 à 20 USD/m<sup>3</sup>.



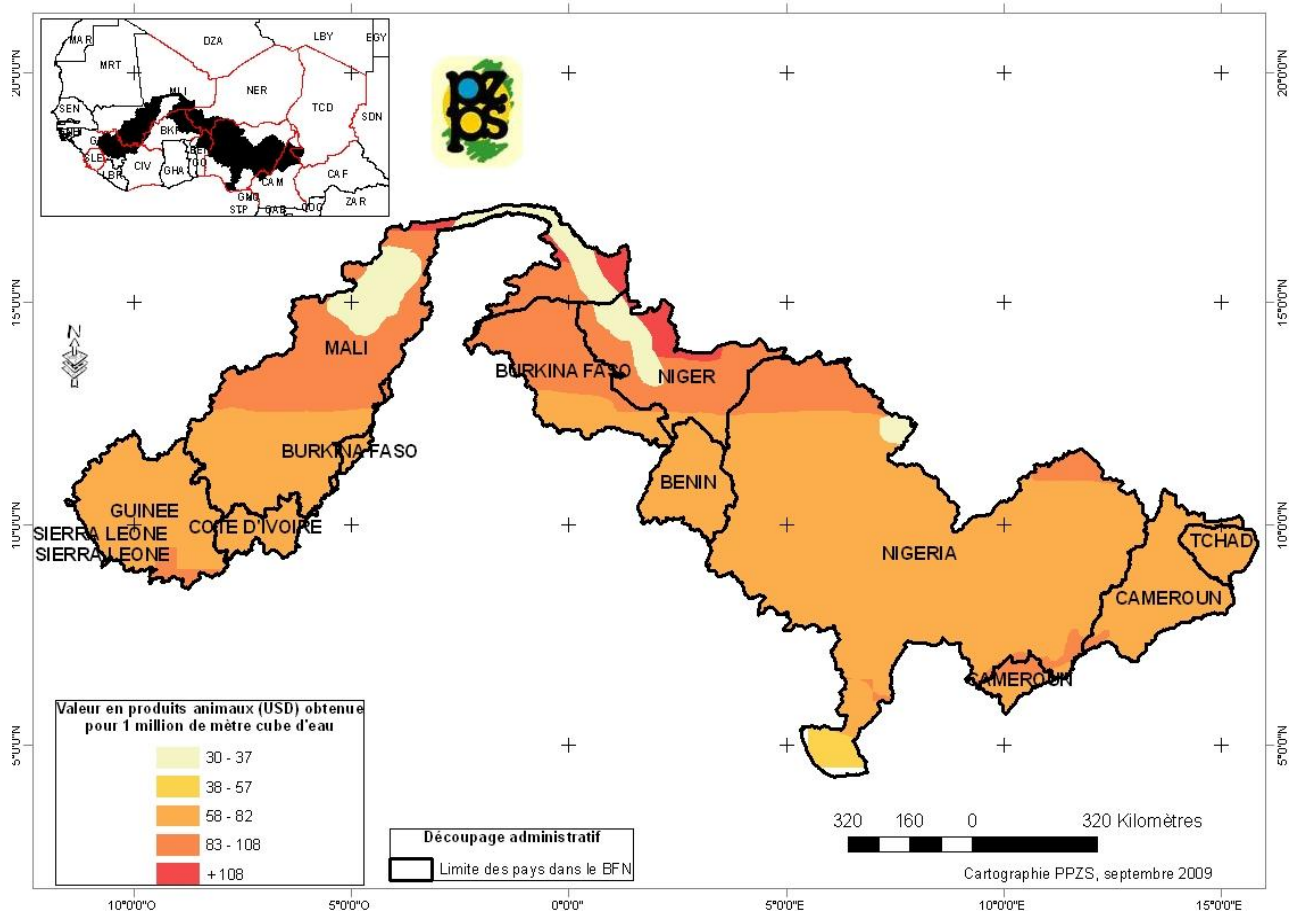
**Figure 10 : Productivité de l'eau moyenne par zones agro-écologiques**



**Figure 11 : Carte de la productivité de l'eau par zone agro-écologiques**



**Figure 12 : Productivité de l'eau moyenne par système de production**



**Figure 13 : Carte de la productivité de l'eau par système de production**

La tendance générale montre que trois grands systèmes de production se démarquent des autres à savoir les systèmes pastoraux et agro-pastoraux mil/sorgho. Les différences entre la productivité dans les systèmes pastoraux et les autres systèmes sont grandes, indiquant la faible proportion de consommation d'eau dans la production des produits et services pour les systèmes pastoraux. Ceci suggère l'importance relative du cheptel pour des fonctions autres que la production de viande et de lait.

## IV.DISCUSSION

### 1. Des stratégies pour améliorer la productivité de l'eau en élevage

Le bassin du Niger se distingue non seulement par ses potentiels biophysiques, mais aussi par la quantité et la diversité des intervenants dont notamment : *les populations* : Le bassin supporte une densité moyenne de population de 45 hab/km<sup>2</sup>. La distribution de ces populations est irrégulière avec de très fortes densités près du fleuve (4 à 5 fois la moyenne nationale de chaque Etat), car les terres riveraines possèdent un potentiel agricole très élevé. Au Mali, 70 % de la population est même concentrée dans le corridor du fleuve ; *les institutions sous-régionales* : le bassin hydrographique du Niger couvrant neuf pays, il confère à ce fleuve un caractère international. La compétition sur l'eau et les terres dans le bassin se constate non seulement au niveau des secteurs de l'hydroélectricité, de l'irrigation, de l'alimentation en eau potable, etc., mais aussi entre l'amont et l'aval, la rive droite et la rive gauche qui appartiennent à des pays différents.(Awaiss A., 2003).

De telles compétitions pour la ressource en eau se rencontrent dans les zones où la densité de population est très élevée et où il y a un faible potentiel d'activités agricoles. Les gains de productivité dépendent du type de résidus et de la façon dont ils sont utilisés. L'usage conventionnel pour le pâturage est un investissement moins coûteux mais il mène à des taux d'utilisation faibles dus au piétinement et à la détérioration. Le transport et le stockage des résidus de récolte sont d'autre part plus coûteux et requièrent des connaissances sur les techniques de stockage et de manutention. L'utilisation des sous-produits agroindustriels pourrait améliorer l'alimentation mais cela demande des infrastructures valables et des investissements pour assurer la demande du marché. (Owen E., 1989). D'autre part, la compétition sur les ressources naturelles, où la densité de population est très élevée, pourrait éventuellement pousser à des investissements nécessaires pour maintenir ou augmenter le nombre et la production des élevages. Par exemple, le delta du Niger et les systèmes irrigués autour du Bassin du Niger combinent un potentiel agricole élevé avec une forte densité de population et un accès convenable au marché.(PANA, 2007). Pourtant la viande et la production laitière sont élevées par rapport à d'autres parties du bassin, ce qui peut s'expliquer par l'utilisation intensive des sous-produits agroindustriels. L'utilisation d'eau supplémentaire nécessaire pour produire ces sous-produits, entraîne ainsi des valeurs de productivité de l'eau, plus faibles.

La productivité de l'eau en élevage dépend de l'accès et de l'utilisation des ressources naturelles, chaque système ayant des besoins en eau différents les uns des autres. D'autre part, la densité de population joue un rôle non négligeable sur cette productivité.

La productivité de l'eau dans les systèmes pastoraux et agropastoraux est affectée par l'accès et la dépendance des ressources naturelles, de l'eau et du bétail. D'une part, la dégradation des terres associée au piétinement affecte la disponibilité des pâturages, d'autre part, les distances parcourues pour l'accès à l'eau, principalement en saison sèche ne sont pas négligeables, et influencent de façon négative, voire réduisent la productivité de l'eau. (Owoyesigire B, nd). Par exemple, la faible production de lait moyenne par vache laitière en lactation dans les systèmes arides et hyper arides pastorales est probablement le résultat d'un compromis entre la production et l'adaptabilité à des conditions environnementales variables et non optimales. Dans ces systèmes, c'est donc l'amélioration de l'accès à l'eau d'abreuvement pour le bétail et ainsi la réduction de la mobilité qui pourra aider à accroître la productivité de l'eau cependant la pression sur le pâturage n'est pas négligeable.

Dans les systèmes où l'élevage est pourvoyeur d'énergie, il est étroitement associé à l'exploitation agricole. Les animaux fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement du système de production : le travail du sol par la traction attelée et surtout le fonctionnement du système d'irrigation (MIA). L'élevage est parfaitement adapté aux conditions de fertilisation dans les petites exploitations. Le fumier est souvent la forme la plus accessible de fumure dans les petites structures agricoles pratiquant la polyculture, lorsque les productions



de rente ne permettent pas de gros investissements. La productivité de l'eau des cultures (CWP) est donc ici déterminante dans la productivité de l'élevage. Les valeurs de la CWP sont faibles et très variables dans le temps et l'espace suggérant des possibilités considérables pour l'amélioration de CWP (Molden D., 2007).

Il est important de réaliser que des stratégies visant à améliorer la productivité en eau des cultures pourraient dans certains cas être en contradiction avec les efforts visant à accroître l'intégration agriculture élevage. Par exemple, CWP peut être amélioré en augmentant l'indice de récolte (Fraiture C., 2007). Pourtant dans un système intégré agriculture élevage, il suffit de prendre en compte que l'augmentation de l'indice de récolte influe sur la quantité et la qualité des résidus disponibles pour le bétail. Autre solution, optimiser l'utilisation de l'eau pour éviter tout gaspillage. De toute évidence l'optimisation de ces différentes utilisations courantes nécessite des connaissances sur le système et ses environs.

## **2. Limites, intérêts et perspectives de l'approche méthodologique**

Les résultats présentés ici sont le produit d'une étude de courte durée : moins de 1 an de travail effectif de recherche bibliographique sur la zone d'étude. Dans ces conditions logistiques, concernant les activités agropastorales et pastorales de la zone, il n'a pas été possible de quantifier certains éléments, notamment ceux qui concernent le peuplement animal au sein des différents systèmes de production. Malgré ces limites, la méthode utilisée a permis de repérer les différents systèmes de production agricole, d'expliquer les modes actuels de mise en valeur et de pointer les enjeux autour des usages de ressources clés. Cette démarche systémique a permis d'articuler de façon pertinente les informations qualitatives et quantitatives. Elle a consisté à repérer tout d'abord des types d'unités de production à partir de l'étude historique et des données qualitatives sur les activités et les pratiques mises en œuvre. Cette démarche a donc été très différente des méthodes d'étude de la diversité des unités de production à partir d'un ensemble de variables traitées au moyen d'analyses multivariées. Elle répondait mieux aux objectifs, notamment parce qu'elle s'appuyait sur une théorie du fonctionnement des systèmes analysés, comme cela a déjà été discuté par Landais (Landais E., 1996 cité par Baudoux L., 2005)

Les valeurs de certaines activités ont été très grossièrement estimées, faute de connaissances et d'études représentatives de l'ensemble des régions sur le sujet. Il faut également souligner que la valeur d'une variable est une donnée qui varie énormément d'une espèce, d'un système de production, d'une saison à l'autre, et ceci dans tous les domaines ce qui nous a amené à des approximations et des généralisations fréquentes de valeurs locales et ponctuelles. Les résultats dépendent aussi de la valorisation des productions (prix du marché) qui peut être fluctuante selon la saison ou évoluer à plus long terme. Parmi les différents produits de l'élevage, les cuirs et peaux occupent une place particulière, puisque ce sont des sous-produits d'abattage ayant la plus grande valeur. Leur commerce représente une activité considérable, dont l'importance est perçue par les différents partenaires sociaux que sont les éleveurs, les collecteurs et les utilisateurs. Dès l'instant où elle est séparée de la carcasse, la peau devient un produit dont le prix varie essentiellement en fonction de son origine et surtout de sa qualité. (Mahamat A., s.d.)

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En utilisant l'hypothèse généralisée sur l'utilisation en eau du bétail comparée à la productivité, celle-ci présente des conclusions potentiellement erronées sur le rôle et l'importance de l'élevage dans les sociétés rurales. Par exemple, la culture de grains pour les ressources alimentaires du bétail, qui nécessite relativement de grandes quantités d'eau, a été une raison pour les critiques de plaider pour la réduction des produits d'origine animale dans l'alimentation humaine. (Goodland R., 2000 ; Wallace J.S., 2000). Pourtant, étendre cette critique à tous les systèmes de production animale ne tient pas compte de la grande diversité de ces systèmes, qui n'ont pas les mêmes caractéristiques. Tel est le cas dans le bassin du Niger, où le large éventail d'utilisation en eau du bétail et la productivité ainsi que les différences dans les difficultés rencontrées par les éleveurs dans différentes parties du bassin, souligne la nécessité pour la région, de mettre en place les stratégies spécifiques selon les zones agroécologiques et les systèmes de production pour augmenter la productivité de l'eau.

L'un des principaux défis à relever dans le développement de stratégies spécifiques est que les données mondiales et régionales manquent souvent de précision et d'exactitude, alors que l'information locale est souvent difficile à trouver. Il en résulte des possibilités d'erreurs considérables dans les estimations de LWP et limite la capacité à développer une meilleure compréhension spatialement explicite des facteurs clés déterminant la LWP.

Le travail présenté ici a été une première contribution pour cartographier la LWP à l'échelle régionale pour le bassin du Niger. Bien que sujettes aux mêmes limitations en termes de données, l'intégration de modèles bien établis pour l'alimentation du bétail et les exigences en eau des cultures dans un modèle spatial ainsi que l'utilisation combinée de connaissances régionales de couches de données nous ont permis de cartographier l'utilisation en eau du bétail et la productivité. Les couches de données permettent d'offrir un aperçu des tendances régionales de l'utilisation de l'eau du bétail, la distribution et la façon dont ceux-ci sont liées à des facteurs clés qui influent LWP. Le cadre d'analyse sous-jacent pour la mesure et l'interprétation de la LWP, peuvent être relativement adapté à une utilisation avec des données à plus petite échelle, ce qui rend les comparaisons entre les échelles plus faciles. Cela facilitera l'intégration de l'analyse au niveau local et régional et permettra de lier les deux.

Les informations spatiales présentées dans cette étude, qui seront affinées dans les mois à venir, peuvent contribuer à la formulation et l'évaluation des stratégies de développement agricole et le ciblage des zones où ces stratégies sont les plus nécessaires et susceptibles d'avoir un succès.

En parallèle à cette approche des besoins en eau du cheptel actuel (cheptel estimé) pour évaluer la productivité de l'eau en élevage, une évaluation du potentiel en fonction des ressources disponibles (fourrages, eau) aurait été judicieuse à proposer à partir de la biomasse totale produite sur parcours et de la capacité de charge déduite, en tenant compte des points d'eau qui desservent ces pâturages mais aussi des pâturages encore inaccessibles faute de points d'eau. Cela aurait permis de discuter quelques scénarios basés sur des aménagements de points d'eau ouvrant de nouveaux pâturages mais aussi de scénarios de complémentation du bétail à partir de produits agricoles (résidus, sous-produits, etc.).

Cette deuxième approche permettrait de comparer une productivité de l'eau pour l'élevage définie par l'utilisation actuelle des ressources pour le cheptel à une utilisation potentielle marquée par des options de développement de l'élevage.

La question des services environnementaux (biodiversité, fixation du carbone, entretien des formations végétales, gaz à effet de serre, etc.) n'est pas traitée par cette méthode (entre autre raisons parce que les données manquent, les résultats sont controversés, etc.) mais devrait être prise en compte dans la fourniture de services par l'élevage.

La production animale a de fortes retombées sur les disponibilités en eau, car elle consomme plus de 8 pour cent des utilisations humaines d'eau à l'échelle mondiale, essentiellement destinée à l'irrigation des cultures fourragères. Les principaux agents polluants sont les déchets animaux, les antibiotiques et les hormones, les produits chimiques des tanneries, les engrais et les pesticides pulvérisés sur les cultures fourragères.

Notre étude permet une première approche d'un bilan d'utilisation de l'eau par l'élevage dans le bassin du Niger qui, après approfondissement des données et des méthodes, devrait permettre de faire émerger des pistes pertinentes d'amélioration de la productivité de l'eau par l'élevage dans cette région. Ceci sous réserve de pouvoir disposer de données fiables et représentatives, ce qui est encore un problème important dans la réalisation de ce type de travail dans les conditions actuelles d'éparpillement, de morcellement et de faible mise à jour des données. Ceci plaide également en faveur de systèmes d'information et d'observatoires régionaux coordonnés des activités d'élevage dans la sous-région qui seraient mis à disposition des décideurs politiques et des autres acteurs du secteur.

## BIBLIOGRAPHIE

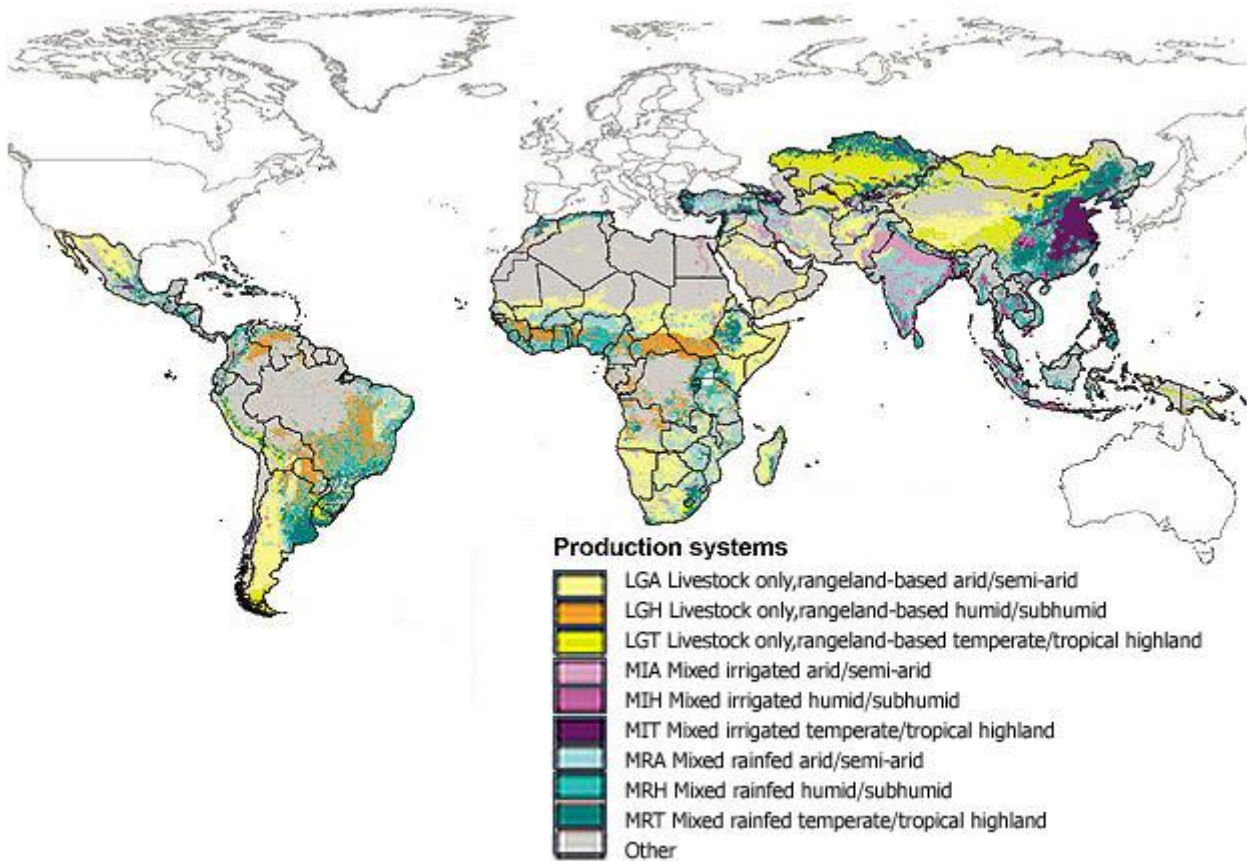
- ABN, 2002. Programme pluriannuel de développement de l'Autorité du Bassin du Niger
- ABN, 2007. Plan d'action de développement durable (PADD), synthèse du rapport
- ACHARD F., 1988. Phytomasse des savanes nord soudaniennes de Gampéla, région de Ouagadougou, Burkina Faso In L'aridité : une contrainte au développement : Caractérisation, réponses biologiques, stratégies des sociétés. ORSTOM. 597p.
- ACHARD F., BANOIN M., 2000. Production fourragère des jachères et transferts de fertilité par le bétail au Niger In La jachère en Afrique tropicale : Rôles, aménagements, alternatives. Actes du séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999, vol 1, p 546-554.
- ANDERSEN I., OLIVRY J.C., JAROSEWICH-HOLDER M., DIONE O., 2006. Le Bassin du fleuve Niger: Vers une vision de développement durable. 150 p.
- AWAIS A., 2003. L'initiative Bassin du Niger (IBN) : développement durable et gestion intégrée d'un grand fleuve in Afrique contemporaine, été 2003.
- BAUDOUX L., KAMIL H., MOULIN C. H., 2005. Développement de l'agropastoralisme chez une fraction nomade fixée sur les bords du fleuve Niger au Mali in Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux , vol. 58, n°1-2, pp. 103-110.
- BRUNET-MORET Y., CHAPERON P., LAMAGAT J. P. et MOLINIER M., 1986. Monographie hydrologique du fleuve Niger. Paris, France, Tome I : Niger Supérieur 396 p., Tome II: Cuvette Lacustre et Niger Moyen 506 p. (Coll. Monog. Hydrol. N°8).
- CAMARA O.S., 1995. Utilisation des résidus de récolte et du fumier dans la cercle de Koutiala : Bilan des éléments nutritifs et analyse économique, Rapport du projet Production Soudano-Sahélienne (PSS), N°18.
- CIRAD, 2007. Le diagnostic des systèmes d'alimentation. [on line].[2009/07/02].<URL : [http://greforec.cirad.fr/vie\\_scientifique/le\\_terroir\\_et\\_son\\_environnement/zootechnie/le\\_diagnostic\\_des\\_systemes\\_d\\_alimentation](http://greforec.cirad.fr/vie_scientifique/le_terroir_et_son_environnement/zootechnie/le_diagnostic_des_systemes_d_alimentation) >
- CISSE M., SACKO B., 1987. Etude statistique de la liaison de la biomasse foliaire et des paramètres physiques chez quelques espèces sahéliennes. Bamako, Mali, CIPEA/ILCA, 110 p.
- DIEYE P.N, GUEYE M. nd. Les systèmes agriculture-élevage au Sénégal : importance, caractéristiques et contraintes. [on line].[2009/06/15]<URL : <http://www.iita.org/cms/details/crop-livestock/arti17.pdf>>
- DOUMBIA A., 2008. Modèle hydraulique de gestion et d'allocation des ressources en eau du bassin du Niger, International Workshop on Hydrological Cycle Management and Sustainable Development, 20 et 21 novembre 2008, Las Palmas. 24p.
- DURAND J-M., ROYET P., MERIAUX P., 1999. Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatoriale. Technology & Engineering - 416 p.
- FRAITURE C., WICHELNS D., 2007. Looking ahead to 2050: scenarios of alternative investment approaches. In: Molden, D. (Ed), Water for food, water for life: comprehensive assessment of water management in agriculture. London: Earthscan and Colombo: International Water Management Institute.
- FAO-MRA, 2005. Etude sur l'Elaboration du Programme de Développement des filières Animales
- FAO 2008, FAOSTAT, PriceSTAT. [on line].[2009/05/02].<URL : <http://faostat.fao.org/default.aspx> >
- GANDAH M., 1991. Synthèse des études sur le bilan hydrique au Niger in Soil Water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Proceedings of the Niamey Workshop. IAHS Publ. No 199.

- GOODLAND R, PIMENTAL D., 2000. Environmental Sustainability and Integrity in the Agriculture Sector. In: Pimentel D., Westra L., Noss R.F. (eds). *Ecological Integrity: Integrating Environment, Conservation, and Health*. Washington, DC, USA, Island Press.
- p121-138
- ICKOWICZ A., 1995. Approche dynamique du bilan fourrager appliquée à des formations pastorales du Sahel Tchadien. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 482 p.
- ICKOWICZ A., MBAYE M., 2001. Forêts soudaniennes et alimentation des bovins au Sénégal : potentiel et limites. In *Bois et forêts des tropiques*. p 47-61.
- ILRI, 2005. Nile basin water productivity : developindg a shared vision for livestock production, [on line], [2009/07/24]. <URL:<http://www.ilri.org/data/livelihood/UgandaWorkshop2005/NileBasinWaterProductivity.htm>>.
- ISTE/HYDRAM, 2003. Cycles et bilan hydrologiques, [on line], [2009/05/25] <URL :<http://echo.epfl.ch/edrologie/chapitres/chapitre1/chapitre1.html>>
- KIJNE J.W., 2003. Déverrouiller le potentiel de l'eau. FAO, 64 p.
- LANDAIS E., LHOSTE P., MILLEVILLE P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. *Cah. Sci. Hum.* 23 (3-4), p 421-437.
- LE HOUEROU H.N., HOSTE C.H., 1977. Rangeland production and annual rainfall zone. *Journal of Range management*, (3), p 181-189.
- LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage, CIRAD, Paris : Ministère de la coopération, 288p.
- MAHAMAT A., s.d. Cuirs et peaux brutes des animaux domestiques dans la ville de Ndjamen. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'adjoints techniques d'élevage. Ecole Nationale des Techniques de l'Elevage (ENATE), Ndjamen, Tchad, 32 p.
- MOLDEN D., OWEIS T.Y., 2007. Pathways for increasing agricultural water productivity. In: Molden, D. (Ed), *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. London: Earthscan and Colombo: International Water Management Institute.
- OMBEVI., Statistiques du bétail et de la viande, Rapport annuel 2008.
- OWEN E., JAYASURIYA M.C.N., 1989. Use of crop residues as animal feeds in developing countries. *Research and Development in Agriculture*. 6 (3):p 129-138
- OWOYESIGIRE B., MPAIRWE D., MUTEIKA D., BASHASA B., KIWUWA G., PEDEN D., nd. Socioeconomic factors affecting livestock water productivity in rained pastoral production systems.
- PANA., DNM., 2007. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques
- PEDEN D., TADESSE G., MISRA A.K., 2007. Water and livestock for human development. In *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*, David Molden (ed), 485-514. London, Earthscan and Colombo: International Water Management Institute.
- REBOUL C., 1976. Mode de production et système de culture et d'élevage *in* : *Economie rurale* n° 112.
- RENAULT, D., WALLENDER, W.W. 2000. Nutritional water productivity and diets: from 'crop per drop' towards 'nutrition per drop'. *Ag. Wat. Man.*, 45: 275 - 296.
- SERE C., STEINFELD H., 1996. World livestock production systems: current status, issues and trends. FAO Animal Production and Health Paper 127. Rome, United Nations Food and Agricultural Organization.
- SIM Bétail Niger Semaine du 12 au 18 Février 2008, Bulletin d'information. [Online]. [2009/05/11]. <URL:<http://www.tradenet.biz/groups/home/?cat=233136&g=allfiles&gcmids=1010138&read=6204>>.

- STEINFELD H., GERBER P., WASSENAAR T., 2006. Livestock's Long Shadow.Environmental Issues and Options.FAO. 390 p.
- SWIFT J., 1988.Les grands thèmes du développement pastoral et le cas de quelques pays africains, Rome: FAO/ESH Working Papers on Pastoral and Agro-pastoral Societies, 83 p.
- WALLACE J.S., 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. Agriculture, Ecosystems & Environment. 82(1-3):105-119.
- WANE, A., 2005.Economie du pastoralisme : une analyse bibliographique Afrique de l'Ouest, L'Initiative Mondiale pour un Pastoralisme Durable (IMPD), IUCN EARO.
- WHYCOS, 2006.Système d'information hydrologique au service d'une gestion intégrée des ressources en eau pour le bassin du Niger, document du projet Niger-HYCOS

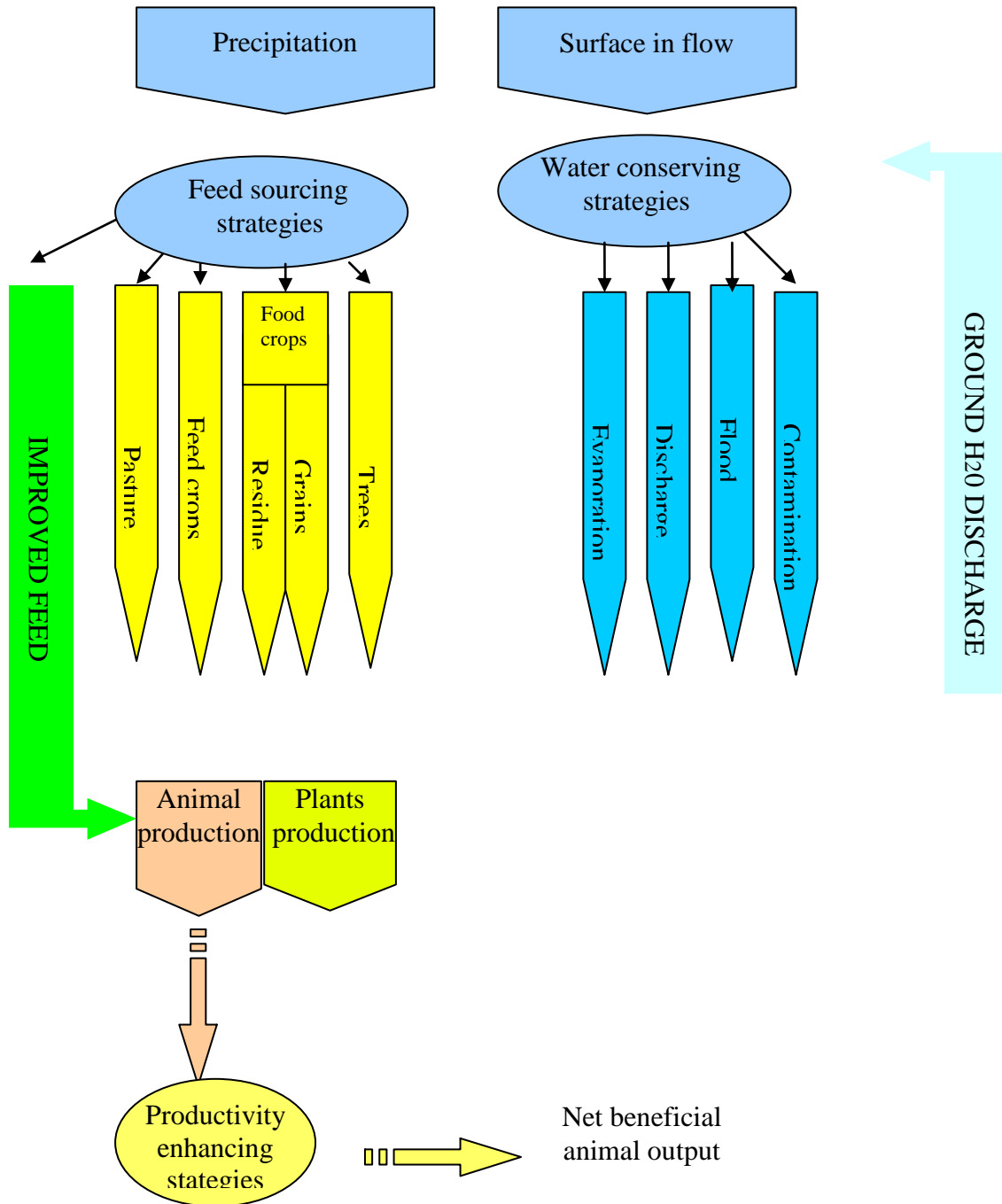
**ANNEXES**  
**Annexe 1**

**Map of Global Livestock Production Systems, Sere et Steinfeld (1996)**



## Annexe 2

Représentation schématique du modèle de la productivité de l'eau en élevage, Peden et al. (2007)



$$\frac{\sum \text{Beneficial outputs}}{\sum \text{Depleted water}}$$