

FICHE TECHNIQUE

Simulation et Analyse scientifique-technique des scénarii de développement CaSSE sur le bassin versant de la Mékrou



Bénin



Burkina Faso



Niger

« L'eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la Mékrou »

La Composante Scientifique

Actualisation du 21 Juillet 2017



This publication is a Technical report by the Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service. It aims to provide evidence-based scientific support to the European policymaking process. The scientific output expressed does not imply a policy position of the European Commission. Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use that might be made of this publication.

Contact information

César Carmona Moreno
Address: Joint Research Centre, Ispra, Italy
E-mail: cesar.carmona-moreno@ec.europa.eu
Tel.: +39 0332 78 9654

JRC Science Hub
<https://ec.europa.eu/jrc>

All images © European Union 2017

Ispra: European Commission, 2017
© European Union, 2017

The reuse of the document is authorised, provided the source is acknowledged and the original meaning or message of the texts are not distorted. The European Commission shall not be held liable for any consequences stemming from the reuse.

Résumé

Ce rapport technique présente les simulations et analyses du scénario appelé « de base – préférentiel » proposé dans le rapport provisoire « LE CADRE STRATEGIQUE POUR LA SECURITE EN EAU (CaSSE) DE LA ZONE D'INFLUENCE DU BASSIN DE LA MEKROU. Le scénario proposé a été testé avec les outils de modélisation hydrologique, variabilité climatologique et agricole développés dans le cadre des activités scientifiques et techniques du projet Mékrou. Les modèles à l'origine de ces simulations et analyses ont été discutés et validés avec les partenaires régionaux et nationaux du projet (représentants scientifiques régionaux et locaux ainsi que des représentants des services hydrologiques et météorologiques du Bénin, Burkina Faso et Niger et les services techniques de l'Observatoire du Niger) lors de l'atelier de validation scientifique et technique de Février 2017 à Niamey.

Le travail sous-jacent a été fait avec AGRHYMET et les partenaires scientifiques du Bénin, Niger et Burkina Faso.

Table des Matières

AVANT-PROPOS	4
PARTIE 1 : OPTIONS CaSSE soumises au Dialogue national dans les 3 pays de la Mékrou (fin avril 2017)	5
I-CONCLUSIONS GENERALES.....	5
II-FICHE TECHNIQUE.....	8
III- Simulation du scénario de base (scénario préférentiel).....	9
1. Evaluation annuelle et variabilité de l'eau disponible (Bassin Mékrou).....	9
2. Indices de pénurie hydrique	10
2.1 Indice Falkenmark.....	10
2.2 Demande versus disponibilité de l'eau selon le scénario de base.....	11
3. Scénario de base-préférentiel à l'horizon 2025.....	12
3.1. Estimation de la demande par rapport aux objectifs de 2025	12
3.2 Distribution de l'eau disponible temporelle et spatiale	13
3.3 Augmentation de l'élevage en considérant des deux hypothèses de croissance du CaSSE... 14	
3.4 Conclusions	18
IV-Option de développement de la micro-irrigation et irrigation de complément (de l'alternative 3)19	
1. Situation actuelle et hypothèses de Simulation	19
2. Scénario avec augmentation de +20% des périmètres irrigués.....	20
2.1 Demande moyenne en eau.....	20
2.2 Planifier l'irrigation durant le cycle végétatif.....	21
2.3 Conclusions	22
PARTIE 2 : SCÉNARIO RÉGIONAL CONSOLIDÉ de la Mékrou.....	23
1. Objectifs de sécurité alimentaire.....	23
1.1. Estimer la demande alimentaire pour 2016 et 2025	23
1.2. Estimer la production alimentaire en 2016 et besoin de production pour 2025	24
Références	27

AVANT-PROPOS

Ce rapport technique présente les simulations et analyses du scénario appelé « de base – préférentiel » proposé dans le rapport provisoire « LE CADRE STRATEGIQUE POUR LA SECURITE EN EAU (CaSSE) DE LA ZONE D'INFLUENCE DU BASSIN DE LA MEKROU (nommé rapport CaSSE ci-après). Le scénario proposé a été testé avec les outils de modélisation hydrologique, variabilité climatologique et agricole développés dans le cadre des activités scientifiques et techniques du projet Mékrou. Les modèles à l'origine de ces simulations et analyses ont été discutés et validés avec les partenaires régionaux et nationaux du projet (représentants scientifiques régionaux et locaux ainsi que des représentants des services hydrologiques et météorologiques du Benin, Burkina Faso et Niger et les services techniques de l'Observatoire du Niger) lors de l'atelier de validation scientifique et technique de Février 2017 à Niamey.

Ce rapport ne prétend pas décider ni se substituer aux décideurs politiques du bassin ; son seul objectif est de fournir des éléments scientifiques-techniques à l'échelle du bassin de la Mékrou basés sur les connaissances mises à disposition par les partenaires du projet. L'objectif du rapport est donc d'alimenter les discussions que les décideurs politiques nationaux du Benin, Burkina Faso et Niger auront considérées opportunes pour le développement de ce bassin transfrontalier. Les résultats de ces simulations permettent de fournir une connaissance solide et fiable autant que possible (à partir des données disponibles) des phénomènes biophysiques et socio-économiques du bassin versant de la rivière Mékrou.

Le rapport est divisé en deux parties.

Dans la première partie, les conclusions générales des simulations et analyses sur les scénarii défini dans le rapport CaSSE comme soumis au dialogue national au Benin, Burkina Faso, et Niger en avril 2017 (Rapport CaSSE d'avril 2017). Elle inclue les détails et méthodes techniques/ scientifiques utilisées qui ont permis d'arriver et de justifier les conclusions. Cette structure présente l'avantage de permettre aux décideurs d'accéder directement aux conclusions et aller lire, si nécessaire, les détails des analyses techniques et scientifiques effectuées. Des concepts liés à la variabilité climatique (horizon temporel de 3-25 ans) ont été ajoutés dans les simulations afin de permettre une planification sur le court-moyen-long terme.

La Deuxième partie, regroupe les méthodologies et compléments par rapport aux résultats des calculs et sorties de modélisation EPIC (modèle agricole)

Les scénarii de changement climatique (horizon temporel de 50-100 ans), qui sont en cours de développement par AGRHYMET dans le cadre du projet, seront intégrés postérieurement dans ces simulations une fois disponibles.

PARTIE 1 : OPTIONS CaSSE soumises au Dialogue national dans les 3 pays de la Mékrou (fin avril 2017)

I-CONCLUSIONS GENERALES

D'après les données mises à disposition du projet MEKROU et les simulations réalisées indiquent que :

- La quantité d'eau annuelle disponible sur la rivière de la Mékrou est de 760 Mm³. Il est donc à noter que celle-ci est donc inférieure (de l'ordre du 16%) à celle référencée dans le rapport CaSSE (900 Mm³).
- Il est à noter que la **variabilité interannuelle** de la quantité d'eau disponible est **très importante (déficits supérieurs à 30%)** avec une récurrence des années plus sèches (la **période de retour des déficits est de l'ordre de 3-4 ans**). Ceci implique que la moyenne de la disponibilité d'eau annuelle n'est pas suffisamment représentative et, en conséquence, cette forte variabilité doit être prise en compte dans les scénarios de développement.
- Les quantités d'eau de surface (par an) dans **les bassins aux alentours du bassin** de la Mékrou **sont bien plus faibles** (Figure 1) que dans le bassin de la Mékrou lui-même, à l'exception de la rivière Alibori (+5%). Cela appuie l'option proposée par les consultants de considérer seulement les ressources en eaux du bassin versant de la Mékrou (Option 2 du rapport CaSSE).

SCÉNARIO DE BASE – PREFERENTIEL

- En 2025, la **valeur de l'indice de stress hydrique** (Falkenmark Index-FI) indique des conditions de pénurie en eau sur le bassin, proche de la **pénurie absolue et systématique** (la disponibilité en eau considérée est la même qu'aujourd'hui, soit 760 Mm³).
- En 2025, **l'analyse de la demande versus la disponibilité en eau de la rivière Mékrou indique que les ressources en eau sont peu exploitées (correspondant à 18% du total disponible)** ; cependant :
 - la **demande en eau est sous-estimée** car **tous les secteurs n'ont pas pu être pris en compte** dans les calculs de la demande en eau (balance hydrologique), par **manque de données disponibles** : le secteur de la pêche au Niger, l'énergie, les besoins pour l'activité industrielle et artisanale, ... -
 - Le **débit environnemental proposé** par les consultants dans le CaSSE est **négligeable (<0.001% de QE)** comparé aux besoins réels. Un minimum de **20% de la disponibilité en eau devrait être réservé pour l'environnement et la biodiversité**, soit donc environ 152 Mm³, d'autant plus que le Parc W, qui en serait directement affecté, est un atout naturel et économique important pour la sous-région.
 - La **variabilité inter-annuelle forte n'a pas été prise en compte**. Dans le cas d'une année de déficit de 40% par rapport à la moyenne, la demande en eau représenterait approximativement 29% de l'eau disponible.

- **L'augmentation du bétail** (3.2% par an en moyenne – rapport CaSSE) est un **élément clef pour la production agricole et la sécurisation alimentaire en viande** de la population.
 - **CAS 1** : Selon un **taux de croissance de 3.2% par an en moyenne**, le surplus de fertilisant organique produit par cette augmentation d'animaux permettrait, **sans étendre les surfaces agricoles, l'augmentation de la production de céréales** (maïs, sorgho, millet, riz) d'environ 9.1% au Bénin et 5% au Niger et Burkina Faso ; ou de **la production de coton** d'environ 9.4% au Bénin et 4% in Niger et Burkina Faso ; ou de **la production de légumes** d'environ 10.5% in Bénin and 3.2% au Niger et Burkina Faso. La **demande en 2025 de fourrage** suite à l'accroissement du cheptel **est estimée à environ 2.9 MT/an. Environ 5250 km² seraient donc nécessaires ce qui reviendrait à utiliser pratiquement toute la superficie classifiée comme prairie/pâturage** du bassin pour produite cette quantité de fourrage.
 - **CAS 2** : Si l'on considère **les objectifs d'augmentation du cheptel à l'horizon 2025** du scénario base-préférentiel, soient 1 274 005 UBT pour le Bénin, 2 385 643 UBT pour le Burkina Faso, et 1 728 114 UBT pour le Niger, **ceux-ci supposent une croissance très importante** (supérieure au taux de croissance moyen de 3.2% par an du cas 1). Il est à tenir en compte que l'augmentation du bétail impacte également le besoin de fourrage, ce qui est d'autant plus crucial pendant la période sèche, et donc particulièrement sensible aux déficits récurrents. **La demande en 2025 de fourrage** suite à l'accroissement du cheptel est **estimée à environ 12.3 MT/an. Une partie des besoins de fourrage (environ 7% maximum) pourrait être assurée, en particulier en saison sèche, par les résidus de cultures** estimés approximativement à **0.3 M tonnes sur le bassin** stricto sensu et **0.8 M tonnes sur la zone d'influence (ZI)**. Si l'on considérait la possibilité de subvenir aux besoins de fourrage avec seulement les surfaces disponibles sur le bassin, il est à noter également que l'augmentation du cheptel à l'horizon 2025 demanderait **une surface pour le fourrage d'environ 25 000km²** ; alors que le bassin versant de la Mékrou a une superficie totale autour de 10 600km² et la zone d'influence de **20620 km²**.
- **Ces objectifs en matière d'élevage devraient donc être étudiés plus en détails** et, éventuellement, considérer une combinaison de politiques nationales (voire transnationales) complémentaires plus larges, tel que l'achat de fourrage provenant d'autres régions, **afin de trouver une solution pérenne** et d'atteindre ces objectifs en 2025.

OPTION avec progression de l'irrigation (+20%)

- Actuellement, les **surfaces irriguées** dans le bassin de la Mékrou sont **très faibles**. Il est possible de simuler une augmentation de celle-ci, la production agricole et la demande en eau supplémentaire nécessaire et quand celle-ci devrait être apportée à la/les cultures choisies. Sur une hypothèse de **croissance de 20% des surfaces irriguées, la demande en eau supplémentaire moyenne est raisonnable**.
- La **productivité agricole** est **maximisée** avec une **combinaison irrigation et fertilisation**. Avec une irrigation de +20%, la production de riz, culture la plus gourmande en eau, augmenterait d'environ 15% nécessitant un apport en eau supplémentaire de 41.4 Mm³. En combinaison avec une fertilisation optimale, la productivité du riz pourrait être augmentée jusqu'à +110% de sa productivité (jusqu'à 7 tonnes/ha).
- Il est essentiel de considérer **la source d'approvisionnement et la planification de l'apport en eau** : de avril à juin, le débit dans la Mékrou peut être insuffisant, d'où la nécessité de

recourir à une source alternative (eau souterraine ou réservoir) et de disposer d'infrastructures fonctionnelles. Il serait à considérer des techniques de micro-irrigation pour la région.

II-FICHE TECHNIQUE

Dans le rapport CaSSE, il est suggéré de considérer uniquement les ressources en eau du bassin de la Mékrou. Un scénario de base (parfois nommé préférentiel) et 4 scénarios alternatifs ont été définis même s'il est à noter que seulement le scénario de base a été quantifié.

Comme signalé dans le rapport CaSSE, la *Zone d'Influence de la Mékrou* (ZI) va au-delà du bassin versant de la Mékrou, ce qui inclut des affluents du fleuve Niger (Figure 1). Dans ces bassins respectifs, comme relevé dans le rapport CaSSE, puisque chaque affluent forme un ensemble cohérent, il est probable qu'une planification et gestion des ressources en eau soit déjà mise en place. De plus, il est à noter que globalement **les quantités d'eau de surface (par an) dans ces bassins versants sont bien plus faibles que dans le bassin de la Mékrou**, à l'exception de la rivière Alibori (+5%). Cela appuie l'option de considérer seulement les ressources en eau du bassin versant de la Mékrou.

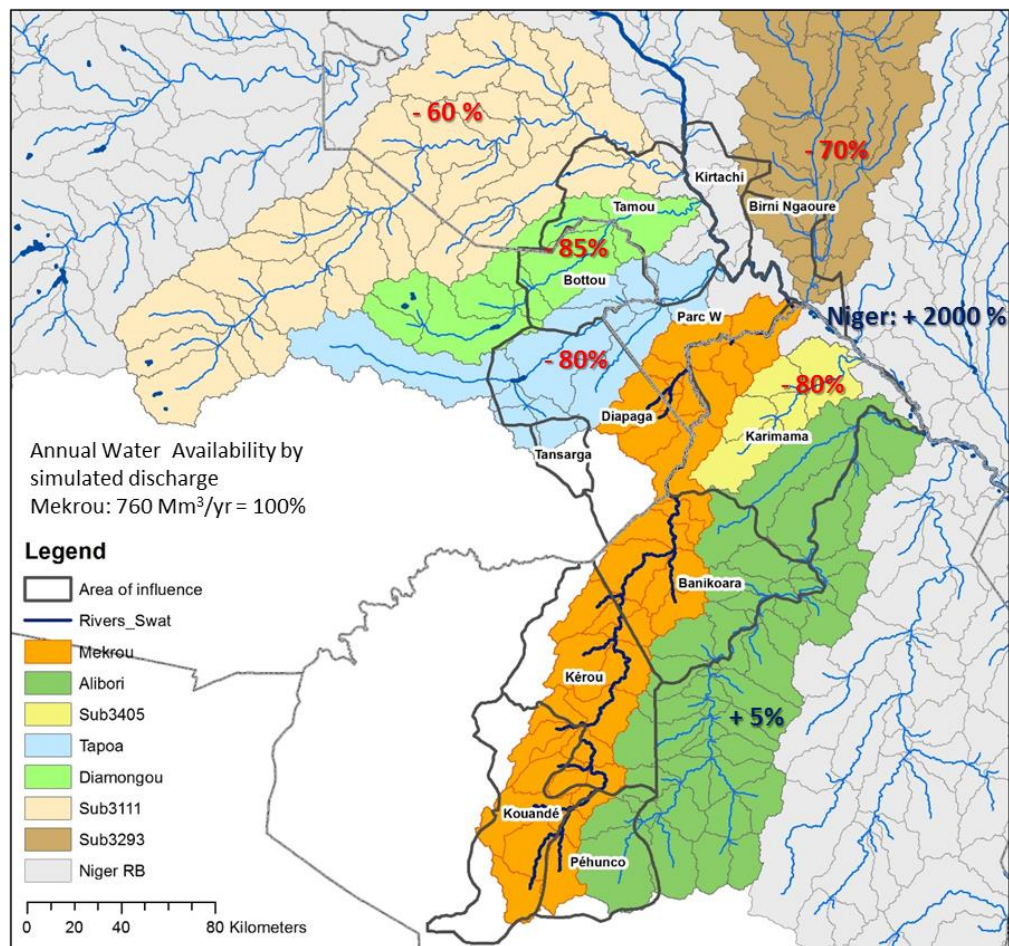


FIGURE 1. QUANTITE D'EAU DISPONIBLE PAR AN DANS LE BASSIN DE LA MEKROU (MODEL: 760 MM³) ET COMPARAISON AVEC LES QUANTITES DISPONIBLES DANS LES AUTRES AFFLUENTS DU NIGER.

III- Simulation du scénario de base (scénario préférentiel)

La section suivante analyse les estimations proposées à l'horizon 2025 selon l'option « seules les ressources en eau du bassin hydrologique de la Mékrou sont considérées », et non les quantités d'eau disponibles dans les bassins qui sont inclus dans la ZI.

1. Evaluation annuelle et variabilité de l'eau disponible (Bassin Mékrou)

Il peut être observé que **la variabilité interannuelle est importante**. Il faudra en tenir compte dans la définition des scénarios. En effet, le débit moyen journalier est en dessous de la moyenne 11 années sur 18 modélisé (soit plus de 6 années sur 10), avec des années consécutives comme 2000-2002, ou 2004-2007. Aussi, **5 années présentent un débit moyen journalier de moins de 15m³/s** soit une disponibilité annuelle de 470 Mm³ **équivalent à 40% de moins que la moyenne**. Ceci signifie que la disponibilité d'eau **moyenne annuelle n'est pas significative** et que toute estimation ou planification devra tenir compte de la forte variabilité interannuelle.

Le débit moyen journalier est de **24m³/sec/jour soit 760Mm³ par an** avec un minimum de 190 à un maximum de 1400 Mm³ par an. Le modèle Hype calcule un débit similaire (pour la même période) avec **26m³/sec/jour¹**.

La quantité d'eau annuelle est donc un peu plus faible que celle référencée dans le rapport CaSSE (900 Mm³).

Les débits issus du modèle hydrologique SWAT permettent d'analyser une période temporelle étendue (1995-2012) nécessaire afin d'évaluer la variabilité climatique Celle-ci inclue les données observées disponibles à la station de Barou (données discontinues pour la période de 90-2000).

¹ <http://hypeweb.smhi.se/nigerhype/time-series/>

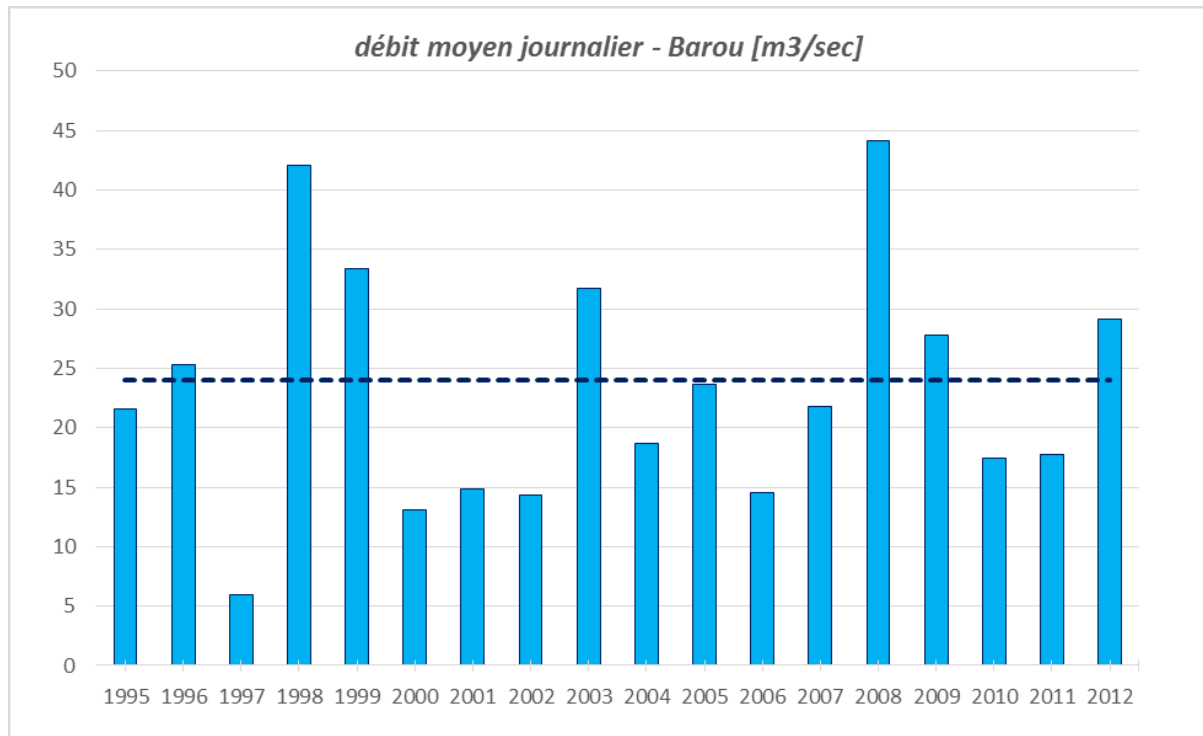


FIGURE 2. DEBIT MOYEN JOURNALIER A LA STATION DE BAROU (MODELISATION SWAT) ENTRE 1995-2012. LA LIGNE POINTILLEE MARQUE LE DEBIT MOYEN. ON CONSTATE ALORS QUE CETTE MOYENNE N'EST PAS REPRESENTATIVE CAR LA VARIABILITE INTERANNUELLE EST TRES IMPORTANTE.

2. Indices de pénurie hydrique

Il s'agit d'estimer la pression sur les ressources en eau disponible dans le bassin de la Mékrou (sur la base de la moyenne de 760 Mm³par an).

2.1 Indice Falkenmark

Le calcul de l'indice de pénurie hydrique, l'**indicateur Falkenmark FI** (Falkenmark et al., 1989) est une des mesures les plus utilisées pour estimer ce stress hydrique (Ruess, n.d.; Schyns et al., 2015; White, 2012). Cet indicateur mesure la pénurie d'eau à partir du total des ressources disponibles en fonction de la population sur une région donnée :

$$FI (m^3/capita /an) = \frac{\text{Débit d'eau}}{\text{Population}}$$

La Table 1 détaille les paramètres de calcul et indique :

- Le **FI (population et débit d'eau de 2016) est autour de 750 ce qui correspond à un niveau qualifié de « pénurie »** (où les classes sont les suivantes : > 1700 pas de stress ; 1000-1700 stress; 500-1000 pénurie; <500 pénurie absolue). Si l'on considère la variabilité interannuelle de la ressource en eau, l'index FI est de **pénurie absolue 6 années sur 10**.
- Ces valeurs seraient encore plus faibles dans le cas **d'un calcul pour 2025**, en raison de la croissance de la population (4% de croissance par an en moyenne). En 2025, **la valeur de FI serait autour de 530, proche du niveau de pénurie absolue et systématique** (la disponibilité en eau considérée est la même qu'aujourd'hui -760Mm³, car l'analyse préliminaire de l'évolution temporelle à l'horizon 2025 ne préjuge d'aucune tendance/changement prévisible).

Il faut tout de même noter que **cet index est un indicateur simple** qui ne prend pas en compte : 1) distribution spatiale fine de la population sur l'espace considéré; et, 2) les autres sources d'eau potentiellement exploitables, autres que les eaux de surface.

Paramètres	Situation courante 2016	Scénario base 2025
population	1 006 337 habitants, dont 681 033 au Bénin, 173 353 au Burkina Faso et 151 764 au Niger	4% de croissance en moyenne par an
Débit d'eau annuel	760 Mm ³	760 Mm ³
Indice Falkenmark	750	530

TABLE 1: INDICE FALKENMARK SITUATION COURANTE 2016 ET PROJECTION DE 2025.

2.2 Demande versus disponibilité de l'eau selon le scénario de base

Une alternative est de définir la pénurie hydrique en considérant le ratio entre la demande en eau et la quantité d'eau disponible (Exemples dans : Alcamo et al., 2000; Rijsberman, 2006; Shiklomanov, 1991).

Une région peut être considérée sous pénurie quand la demande annuelle en eau (Prélèvements) se situe entre 20-40% du Débit Annuel d'Eau par an (QE), sous pénurie sévère quand ceux-ci dépassent 40% de ce total.

Cet indicateur se calcule de la manière suivante :

$$IDH \text{ (Indice de Stress Hydrique) } = \frac{\text{Demandes en Eau (Prélèvements)}}{\text{Débit annuel d'Eau (QE) (-DE)}}$$

Selon plusieurs auteurs, le Débit d'eau Environnemental (DE) doit être inclus dans le calcul, car non disponible pour la consommation humaine, afin de satisfaire les besoins de l'environnement. **Entre 20% et 30 % de QE doit être prévue pour l'environnement** (assurer une quantité minimale pour la consommation environnementale : faune, plantes, ...) (Smakhtin et al., 2004). Dans le rapport CaSSE, cette **demande pour l'environnement prévue est négligeable**, en dépit la présence du Parc National W qui représente une ressource importante aussi bien d'un point de vue environnementale qu'économique.

3. Scénario de base-préférentiel à l’horizon 2025

3.1. Estimation de la demande par rapport aux objectifs de 2025

Demande en eau totale en 2025= 135Mm³

avec :

- 58% pour le cheptel selon une hypothèse de croissance
- 26% pour irrigation selon une hypothèse de statu quo (bas-fonds, périmètre maraichers et rizières)
- 12% pour l’AEP selon une hypothèse de croissance
- 10% pour la pêche selon une hypothèse de statu quo

SECTEURS NON CONSIDÉRÉS : le secteur de la pêche au Niger, les besoins pour l’activité industrielle et artisanale, et le besoin pour l’environnement (objectif trop faible).

Selon les hypothèses du scénario base 2025, **l’indice de stress hydrique sera en 2025 de 18% soit des ressources en eau peu exploitées**. Cependant, la **demande en eau est sous-estimée** et il convient de considérer que :

- toutes les demandes en eau n’ont pas pu être incluses dans ces calculs ;
- les quantités d’eau peuvent correspondre à des prélèvements plus importants en raison de l’efficacité plus ou moins forte du système de collecte et distribution des eaux;
- la variabilité interannuelle de l’eau disponible peut devenir une problématique importante en particulier durant les années sèches (il faut donc tenir compte de la variabilité climatique) où la quantité disponible ne peut pas satisfaire tous ces besoins (Figure 2).
- aucune sécurité d’approvisionnement n’a été appliquée pour assurer de l’approvisionnement de l’environnement (il est conseillé dans la littérature qu’il faut consacrer au moins 20% de réserve sur le total disponible - Smakhtin et al., 2004). Cela peut devenir un problème environnemental et économique au regard de l’importance du parc national W dans la sous-région.

Paramètres	Hypothèse	Situation courante 2016	Scénario base 2025
Population	croissance	1 006 337 habitants, dont 681 033 au Bénin, 173 353 au Burkina Faso et 151 764 au Niger	4% de croissance par an
Demande Eau cheptel	croissance	885355 UBT (Baseline Report) et 2.1 MT fourrage sec soit totale d’eau pastorale = 13 Mm ³	Objectifs 2025: 5 387 762 UBT et 12.28 MT de fourrage sec soit au total 78 Mm ³
Demande Eau irrigation	statu quo	29 331 ha irrigués soit au total 35 Mm ³	29 331 ha irrigués soit au total 35 Mm ³
Demande Eau AEP	croissance	Demande population 20l/jour/ha soit 7.8 Mm ³	Objectif AEP soit 16.6 Mm ³
Demande EAU pêche	Status quo		13.5 Mm ³
Demande pour			<0.001% of QE

l'environnement (DE)			
Demande non prises en compte – pas de données			Secteur de la pêche dans la partie nigérienne, énergie, industries et artisanat
Total demande			135 Mm³
Ressources en Eau disponibles QE	constant	760 Mm ³	760 Mm ³
IDH			18% (avec DE négligeable)

TABLE 2: DEMANDE VERSUS DISPONIBILITE DE L'EAU DANS LA SITUATION COURANTE ET SELON LE SCENARIO DE BASE 2025

3.2 Distribution de l'eau disponible temporelle et spatiale

La distribution spatiale et temporelle de l'eau est également à apprécier sur les différents scénarios.

En analysant le débit à l'exutoire du bassin de la Mékrou, **le débit disponible** se situe principalement entre **Juillet à Novembre**, avec les plus gros volumes sur les mois de **Août, Septembre et Octobre** (Figure 3). De même, **cette disponibilité** est également répartie **différemment sur le bassin versant de la Mékrou** (Figure 4).

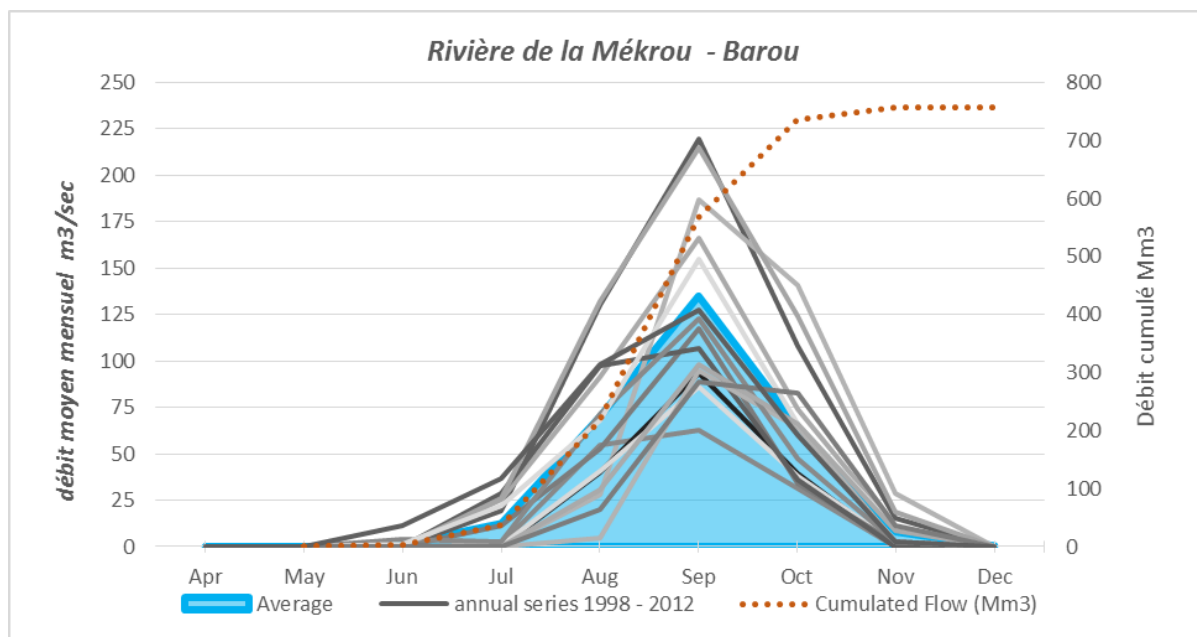


FIGURE 3. DEBIT MOYEN MENSUEL A LA STATION DE BAROU, POUR LA PERIODE DE 1998-2012 (MODELISATION SWAT). LA LIGNE BLEUE CORRESPOND A LA MOYENNE ET LA LIGNE ROUGE ET EN POINTILLEE AU CUMUL DES DEBITS EN MM³.

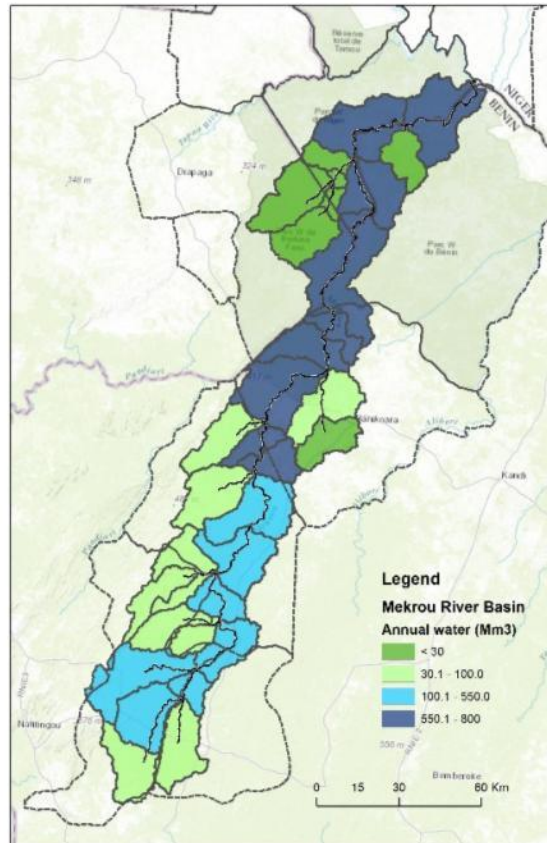


FIGURE 4. DEBIT ANNUEL (Mm³) DANS LES DIFFERENTS SOUS BASIN DE LA MEKROU, OU LE BLEU FONCE INDIQUE LA PLUS GRANDE DISPONIBILITE ANNUELLE.

Cette distribution spatiale différenciée et la fréquence importante des évènements de sécheresses ont été également indiquées dans l'enquête des ménages (Février 2016 à Avril 2016). La perception de la population indique un changement dans la distribution des précipitations qui impactent la disponibilité de l'eau durant l'année. Cette variabilité devra également être considérée à la lumière du changement climatique. **Les scénarios climatiques sont en cours d'implémentation par AGRHYMET pour le bassin de la Mékrou.** Ces scénarios seront intégrés dans les modèles dès que disponibles.

Face à cette distribution différenciée sur l'année de l'eau disponible, la demande en AEP et du cheptel est uniforme sur l'année. La demande en irrigation va donc se concentrer sur les mois secs et de croissance des cultures, cependant dans ce scénario de base, l'agriculture reste principalement pluviale. Seul, le scénario alternatif 3 suggère le développement de la micro-irrigation et irrigation de complément à travers un programme commun transfrontalier.

3.3 Augmentation de l'élevage en considérant des deux hypothèses de croissance du CaSSE.

Le scénario de base prévoit **des hypothèses de croissance du bétail** d'environ 3.2% UBT par an en moyenne sur le bassin (4.7% pour le Bénin, 2.46% pour le Burkina Faso et 2.5% pour le Niger par an). Il est à noter que ces hypothèses de croissance ne sont pas cohérentes avec les objectifs 2025. Effectivement, l'objectif pour 2025 est de 1 274 005 UBT pour le Bénin, 2 385 643 UBT pour le

Burkina Faso, et 1 728 114 UBT pour le Niger. Soit un total de 5 387 762 UBT sur l'ensemble du bassin en 2025. En partant d'un nombre total de **885 355 UBT en 2014** et un taux de **croissance de 3.2% par an**, le chiffre total UBT en **2025 serait de 1 251 971 UBT** et non de 5 387 762 UBT tel que prévu dans les objectifs 2025 du rapport CaSSE. Ce dernier objectif se correspondrait plutôt avec un **taux de croissance de 18% par an**.

Nous allons considérer alors ces deux hypothèses de croissance : a) Une croissance de 3.2% jusqu'à 2015 ; et, b) un objectif 2025 de 5 387 762 UBT.

3.3.1 Cas 1 où l'Augmentation de l'élevage prévoit un taux de croissance de 3.2% par an en moyenne d'après les hypothèses CaSSE.

Une croissance de la densité du cheptel dans le bassin peut être considérée comme **un élément clef** pour le développement car il permettrait, d'une part un **meilleur rendement des cultures** (grâce à l'apport supplémentaire de fertilisants organiques) et, d'autre part, de **satisfaire les besoins en viande** de la population (en lien avec la croissance de la population et le changement des habitudes alimentaires).

a. Impacts sur la production agricole

L'Azote (N) dans les fertilisants organiques types fumier/lisier etc... représente un entrant essentiel pour les cultures car il maintient et/ou restaure la fertilité des sols. Dans bien des cas, il représente la seule source disponible de nutriments. Une estimation de la quantité d'Azote disponible peut être dérivée à partir du nombre d'animaux par commune (statistiques de 2014, Rapport de l'état des lieux Mekrou) et d'un coefficient de référence excréta par catégorie d'animal. L'Azote organique se calcule de la manière suivante:

$$N \text{ organique} = n. \text{ de bovins} * 6.6 \text{ (kg N/an)} + n. \text{ de chèvres} * 0.7 \text{ (kg N/an)} \\ + n. \text{ de moutons} * 0.7 \text{ (kg N/an)} + n. \text{ de porcs} * 2.9 \text{ (kg N/an)} \\ + n. \text{ de poulets} * 0.7 \text{ (kg N/an)}$$

La simulation à l'horizon 2025 est basée sur le nombre de bétail actuellement disponible à l'échelle communale (statistiques 2014) à laquelle a été appliqué les taux de croissance prévue dans le rapport CaSSE (Table 3).

En 2025, en raison de cette augmentation du bétail, l'azote organique disponible augmentera de **75% au Bénin et 35% au Burkina Faso et Niger**.

Commune	N (kg per ha agr.) actuel*	Cheptel (taux de croissance par an)	N (kg per ha agr.) 2025	Fertil org disponibilité diff.	N (kg per ha agr.) 2025
			annual growth rate (current livestock)		UBT du rapport CaSSE
Banikoara	7.5	4.7%	13	74%	17
Karimama	11.5	4.7%	20	74%	17
Kerou	5.8	4.7%	10	74%	17
Kouande	7.8	4.7%	14	74%	17
Pehunco	8.1	4.7%	14	74%	17
Bottou	4.2	2.5%	6	34%	62

<i>Diapaga</i>	3.5	2.5%	5	34%	62
<i>Tansarga</i>	2.9	2.5%	4	34%	62
<i>Kirtachi</i>	4.5	2.5%	6	34%	25
<i>Tamou</i>	4.0	2.5%	5	34%	25
<i>Birni Ngaoure</i>	2.9	2.5%	4	34%	25
<i>Parc W</i>	2.8	2.5%	4	34%	25

TABLE 3. AZOTE ORGANIQUE DISPONIBLE PAR HA DE TERRE AGRICOLE DANS LES CONDITIONS ACTUELLES ET A L'HORIZON 2025.

Dans les **conditions actuelles**, la disponibilité d'azote organique est limitée allant **de 3 à 12 kg N par ha et par an**. En 2025, il est prévu **une croissance importante de cette disponibilité**, surtout au **Bénin**, avec **des valeurs autour de 10-12 kg N /ha**. Même si ces quantités restent limitées, il serait possible, par l'adoption d'une gestion raisonnée de la fertilisation, de la centrer sur les zones ou cultures prioritaires au lieu de considérer un épandage homogène sur l'ensemble des surfaces cultivées.

Ce surplus d'azote organique permettrait d'augmenter :

- la production de céréales (maïs, sorgho, millet, riz) d'environ 9.1% au Bénin et 5% au Niger et Burkina Faso, sans étendre les surfaces agricoles;
- la production de coton d'environ 9.4% au Bénin et 4% in Niger et Burkina Faso;
- la production de légumes d'environ 10.5% in Bénin and 3.2% au Niger et Burkina Faso.

Le surplus de fertilisation pourrait être concentrée sur une culture spécifique, par exemple celle(s) prévue pour la vente, afin d'augmenter encore leur productivité.

b. Impacts sur la demande de fourrage

La croissance du cheptel a des impacts positifs sur la production agricole mais également un impact sur l'usage des terres agricoles et le besoin en fourrage. **La demande en 2025 de fourrage** suite à l'accroissement du cheptel est **estimée à environ 2.9 MT/an**, sur la base de 2,281 Tonnes /an/UBT (référence rapport CaSSE) (Table 5.1).

Des données de rendements spécifiques de plantes fourragères (cultivées ou naturelles) pour la région de la Mékrou et les 3 pays sont disponibles (FAO, 2017a) (FAO, 2017b) (FAO, 2017c). Ces données de rendements sont assez variables avec un minimum de 1.9 à un maximum de 12.4 tonnes/ha/an. Il est estimé sur la base d'un rendement moyen de 7T/ha/an pour le Bénin et Burkina Faso (Ahouangan et al., 2010) et 3T/ha/an pour le Niger la surface de pâturage potentielle pour produire le fourrage sec nécessaire pour l'alimentation du cheptel en 2025 (Table 5.2).

Environ 5250 km² seraient donc nécessaires soit **une surface importante** en comparaison avec la superficie totale du bassin de la Mékrou (autour de 10 600 km²) soit pratiquement 50% de sa superficie ou de la zone d'influence (autour de 360 000 km²). La surface totale de prairie/pâturage est approximativement de 6000 km² (données Globeland30-Atlas thématique Mékrou) pour le bassin de la Mékrou et de 20 620 km² pour la zone d'influence. Ce qui reviendrait à **utiliser pratiquement toute la superficie classifiée comme prairie/pâturage du bassin pour faire du fourrage**.

PAYS	UBT (unité de bétail Tropical)	FOURRAGE sec (MTonnes)	Demande par UBT	Productivité Fourrage (tonnes/ha)	Aire nécessaire (ha)
BENIN	771,136	1.8	2.281	7.2	244,300
BURKINA FASO	195,342	0.4	2.281	7	63,654
NIGER	285,492	0.7	2.281	3	217,069

TABLE 4.1 DEMANDE DE FOURRAGE PAR PAYS POUR LE SCENARIO DE CROISSANCE DE 3.2% PAR AN.

3.3.1 Cas 2 où l'Augmentation de l'élevage doit atteindre les Objectifs 2025 du scénario de base-préférentiel du CaSSE soit de 5 387 762 UBT

Tel qu'indiqué dans la section précédente, les objectifs de croissance du cheptel en 2025 indiqués dans le rapport CaSSE sont plus élevés que le nombre de têtes calculés en fonction des hypothèses de croissance ci-dessus.

a. Impacts sur la production agricole

Si l'on considère ces objectifs 2025, la disponibilité d'azote organique serait encore bien plus importante avec une croissance de +120% au Bénin, +1600% au Burkina Faso et +600% au Niger.

Dans cette perspective, l'azote organique disponible supplémentaire, si ces objectifs étaient atteints en 2025, permettrait une progression de la production agricole suivante :

- D'augmenter la production de céréales (maïs, sorgho, millet, riz) d'environ 11.1% au Bénin, 66% au Niger et +105% au Burkina Faso (où N passerai de 5 à 62 kg/ha);
- D'augmenter la production de coton d'environ 10% au Bénin, 77% au Niger et 62% au Burkina Faso;
- D'augmenter la production de légumes d'environ 11.5% au Bénin, 54% au Niger et 96% in Burkina Faso;

b. Impacts sur la demande de fourrage

La demande en 2025 de fourrage suite à l'accroissement du cheptel est estimée à environ 12.3 MT/an, sur la base de 2,281 Tonnes /an/UBT (référence rapport CaSSE) (Table 5.2).

Sur la base d'un rendement moyen de 7T/ha/an pour le Bénin et Burkina Faso et 3T/ha/an pour le Niger environ 25 000 km² seraient donc nécessaires soit une surface très importante en comparaison avec la superficie totale du bassin de la Mékrou (autour de 10 600 km²) ou de la zone d'influence (autour de 360 000 km²). La surface totale de prairie/pâturage est approximativement de 6000 km² (données Globeland30-Atlas thématique Mékrou) pour le bassin de la Mékrou et de 20 620 km² pour la zone d'influence.

PAYS	UBT (unité de bétail Tropical)	FOURRAGE sec (MTonnes)	Demande par UBT	Productivité Fourrage (tonnes/ha)	Aire nécessaire (ha)
BENIN	1,274,005	2.9	2.281	7.2	402,778
BURKINA FASO	2,385,643	5.44	2.281	7	777,143
NIGER	1,728,114	3.94	2.281	3	1,313,333

TABLE 5.2 DEMANDE DE FOURRAGE PAR PAYS POUR LE SCENARIO DE BASE-PREFERENTIEL 2025 SOIT DE 5 387 762 UBT

Il faut également prendre en compte qu'une partie (de l'ordre de 7 %) de ce **besoin en fourrage peut être assuré en utilisant les résidus de cultures du bassin versant** (Djenonti et al., 2007), en particulier après la période des récoltes et la période sèche quand les pâturages sont peu ou pas productifs.

Avec une production de résidus de culture estimée autour de 1,5 tonnes /ha (sur la base de chiffres sur le Burkina Faso- à consolider), la **production totale de résidus** seraient de manière **approximative de 0.3 M tonnes sur le bassin stricto sensu et 0.8 M tonnes sur la zone d'influence (ZI) par an.**

Légende	Code Grid	Mekrou (ha)	ZI (ha)
Terres cultivées/Cultivated land	10	199 807	556 824
Foret/Forest	20	81 427	150 835
Prairie/Grassland	30	600 147	2 061 808
Prairie arbustive/Shrublands	40	177 146	416 157
Zone humide/Wetlands	50	546	7 454
Eau libre/Water Bodies	60	183	6 457
Surface artificialisée/Artificial Surface	80	1 047	2 188
Terre nue/Barren land	90	3	136

TABLE 6. OCCUPATION DES SOLS – GLOBELAND30 (HA) (BASSIN MEKROU ET ZONE D'INFLUENCE-ZI)

3.4 Conclusions

- En 2025, la **valeur de l'indice de stress hydrique** (Falkenmark Index-FI) indique des conditions de pénurie en eau sur le bassin, proche de la **pénurie absolue et systématique** (la disponibilité en eau considérée est la même qu'aujourd'hui, soit 760 Mm³).
- En 2025, **l'analyse de la demande versus la disponibilité en eau de la rivière Mékrou indique que les ressources en eau sont peu exploitées** (correspondant à 18% du total disponible) ; cependant :
 - la **demande en eau est sous-estimée** car **tous les secteurs n'ont pas pu être pris en compte** dans les calculs de la demande en eau (balance hydrologique), par **manque de données disponibles** : le secteur de la pêche au Niger, l'énergie, les besoins pour l'activité industrielle et artisanale, ... -
 - Le **débit environnemental proposé** par les consultants dans le CaSSE **est négligeable (<0.001% de QE)** comparé aux besoins réels. Un minimum de **20% de la disponibilité en eau devrait être réservé pour l'environnement et la biodiversité** (Smakhtin et al., 2004), soit donc environ 152 Mm³, d'autant plus que le Parc W, qui en serait directement affecté, est un atout naturel et économique important pour la sous-région.

- La **variabilité inter-annuelle forte n'a pas été prise en compte**. Dans le cas d'une année de déficit de 40% par rapport à la moyenne, la demande en eau représenterait approximativement 29% de l'eau disponible.
- **L'augmentation du bétail est un élément clef pour la production agricole et la sécurisation alimentaire en viande** de la population.

CAS 1 : Selon un **taux de croissance de 3.2% par an en moyenne**, le surplus de fertilisant organique produit par cette augmentation d'animaux permettrait, **sans étendre les surfaces agricoles, l'augmentation de la production de céréales** (maïs, sorgho, millet, riz) d'environ 9.1% au Bénin et 5% au Niger et Burkina Faso ; ou de **la production de coton** d'environ 9.4% au Bénin et 4% in Niger et Burkina Faso ; ou de **la production de légumes** d'environ 10.5% in Bénin and 3.2% au Niger et Burkina Faso. **La demande en 2025 de fourrage** suite à l'accroissement du cheptel est **estimée à environ 2.9 MT/an**. **Environ 5250 km² seraient donc nécessaires** ce qui reviendrait à **utiliser pratiquement toute la superficie classifiée comme prairie/pâturage** du bassin pour produire cette quantité de fourrage.

CAS 2 : Si l'on considère **les objectifs d'augmentation du cheptel à l'horizon 2025** du scénario base-préférentiel, soient 1 274 005 UBT pour le Bénin, 2 385 643 UBT pour le Burkina Faso, et 1 728 114 UBT pour le Niger, **ceux-ci supposent une croissance très importante** (supérieure au cas 1). **La demande en 2025 de fourrage** suite à l'accroissement du cheptel est **estimée à environ 12.3 MT/an**. **Une partie des besoins de fourrage (environ 7% maximum) pourrait être assurée, en particulier en saison sèche, par les résidus de cultures** estimés approximativement à **0.3 M tonnes sur le bassin stricto sensu et 0.8 M tonnes sur la zone d'influence (ZI)**. Si l'on considérait la possibilité de subvenir aux besoins de fourrage avec seulement les surfaces disponibles sur le bassin, il est à noter également que l'augmentation du cheptel à l'horizon 2025 demanderait **une surface pour le fourrage d'environ 25 000km²** ; alors que le bassin versant de la Mékrou a une superficie totale autour de 10 600km² et la zone d'influence de **20620 km²**.

IV-Option de développement de la micro-irrigation et irrigation de complément (de l'alternative 3)

Sur les 4 alternatives, le scénario 3 considère une option relative à l'irrigation afin de pallier les déficits des périodes sèches ou sécheresses dues à la variabilité climatique (6 années sur 10). Il prévoit en effet la mise en place d'un *«Programme commun d'appui à la promotion de l'irrigation de complément et de la micro irrigation dans les communes du bassin stricto sensu de la Mékrou (télé irrigation...)»*.

Comme aucune quantification n'a été encore définie dans le CaSSE, nous avons considéré dans le cadre des simulations une hypothèse d'**augmentation de 20 % des surfaces irriguées** (par rapport à la situation actuelle). La demande en eau d'irrigation est dépendante de la consommation de chaque culture et il est possible de calculer l'augmentation de production agricole liée à cette sécurisation de l'apport en eau.

1. Situation actuelle et hypothèses de Simulation

La situation de l'irrigation dans le bassin versant de la Mékrou est faible avec 2500 ha au Bénin, et 80ha au Burkina Faso (rapport CaSSE).

<i>Situation actuelle</i>	Surface aménagée	Demande en Eau
	ha	Mm ³
Basfonds aménagés (riz, et autres cultures)	2500	20
Cultures Maraîchères	80	0.64
Total	2580	20.6

TABLE 7. SITUATION ACTUELLE : TERRES IRRIGUEES DANS LE BASSIN DE LA MEKROU.

- La culture du riz est la plus gourmande en eau.
- La culture du riz et maraichères sont les cultures (même si les surfaces considérées sont très faibles) qui bénéficieraient le plus d'un apport d'eau. Des céréales peuvent également potentiellement bénéficier d'une augmentation de l'irrigation comme par exemple le maïs qui est une des cultures dominantes de la région occupant 20% des terres agricoles.
- Selon le modèle agricole développé sur e-WATER, la production de riz (principalement au Bénin) est aux alentours de 3.3 tonnes/ha en moyenne, 3.9 tonnes/ha dans la commune de Karimama. La mise en place d'irrigation permettrait potentiellement une augmentation de 15% de la productivité sur cette région. Dans le cas où cette irrigation s'accompagnerait d'une fertilisation plus intensive (grâce à l'incrémentation du bétail, par exemple), la productivité du riz pourrait être augmentée jusqu'à 7 tonnes/ha (correspondant à une augmentation de +110% de sa productivité).
- La même logique s'applique pour les cultures maraichères où la productivité moyenne pourrait être améliorée de 10% avec l'irrigation et 130% avec une combinaison optimale de gestion (irrigation + fertilisation).
- Les céréales ne sont généralement pas irriguées, cependant il est possible d'estimer un gain de productivité d'environ 9% pour la culture du maïs. Cette progression pourrait attendre +220% en cas de gestion optimale (irrigation + fertilisation).

2. Scénario avec augmentation de +20% des périmètres irrigués

2.1 Demande moyenne en eau

Dans ce scénario, il est considéré une augmentation de 20% des surfaces irriguées et spécifiquement pour une culture, ce qui résulterait en une progression de :

- la production de riz autour de 15% nécessitant un apport en eau supplémentaire de 41.4 Mm³ ;
- la production de légumes autour de 10% nécessitant un apport en eau supplémentaire de 10.4 Mm³ ;
- la production de céréales autour de 9% nécessitant un apport en eau supplémentaire de 4.2 Mm³ ;

L'option qui consiste à utiliser cette surface irriguée supplémentaire pour la culture du riz est celle qui exige le plus de quantité d'eau pour atteindre 62 Mm³ pour l'ensemble de la culture du riz (en ajoutant les 21 Mm³ des cultures de riz actuelles). **Cette demande reste raisonnable** car elle correspondrait à 8% du total moyen d'eau disponible 760 Mm³.

SCENARIO +20% Surfaces aménagées	Productivité moyenne actuelle	Productivité irriguée	Max Surface aménagé	Production totale (sur l'ensemble de la surface irriguée)	Demande en Eau supplémentaire
	tonnes / ha	tonnes / ha	ha	1000 tonnes / an	Mm ³
Culture Maraîchères	6.1	6.8	3100	21,080	10.4
Riz (périmètre)	3.9	4.7	3100	14,570	41.4
Céréales (Maïs, millet,..)	1.3	1.4	3100	4,340	4.2

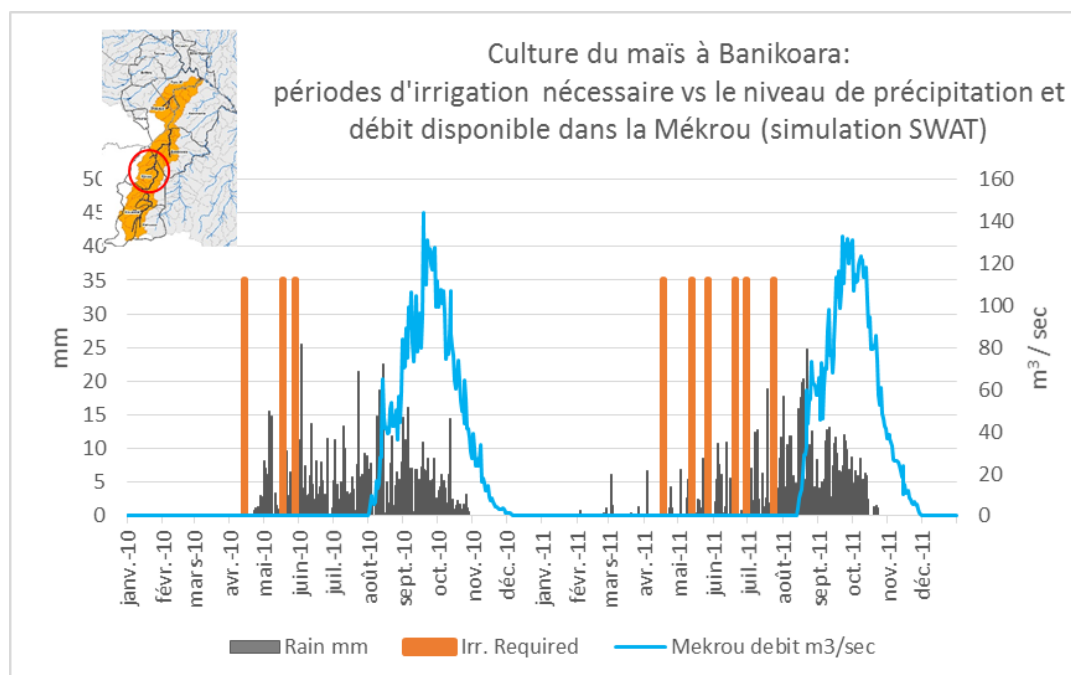
TABLE 8. DEMANDES EN EAU SUPPLEMENTAIRES SELON LE SCENARIO D'AUGMENTATION DE 20% DES SURFACES IRRIGUEES.

2.2 Planifier l'irrigation durant le cycle végétatif

Satisfaire la demande moyenne en eau des cultures irriguées ne suffit pas pour assurer la faisabilité de ce scénario. Il est également important d'analyser QUAND cette irrigation est nécessaire en fonction de la croissance de la plante et du cycle des précipitations. En effet, il s'agit de vérifier si la rivière peut permettre ce prélèvement. Dans le cas où celle-ci ne le permet pas, comme par exemple en début de saison des pluies, l'approvisionnement en eau dépendra alors de l'existence d'une source alternative comme un réservoir ou un puit (eaux souterraines).

Comme exemple, il a été calculé l'apport en eau requise par irrigation des cultures de maïs pour la commune Banikoara et de coton pour la commune Kérou (Figure 5):

- L'irrigation potentielle serait plutôt requise en Mai et en Juin quand le débit dans la rivière est peu important, ce qui implique une source d'approvisionnement alternative comme l'eau souterraine ou réservoir. Cela implique le développement d'une infrastructure ad-hoc.
- En Novembre, l'irrigation serait nécessaire en raison de la fin de la saison des pluies (dans exemple du coton). L'eau est encore disponible dans la rivière (malgré les débits décroissants) mais devra certainement être en combinée avec d'autres sources d'eau.



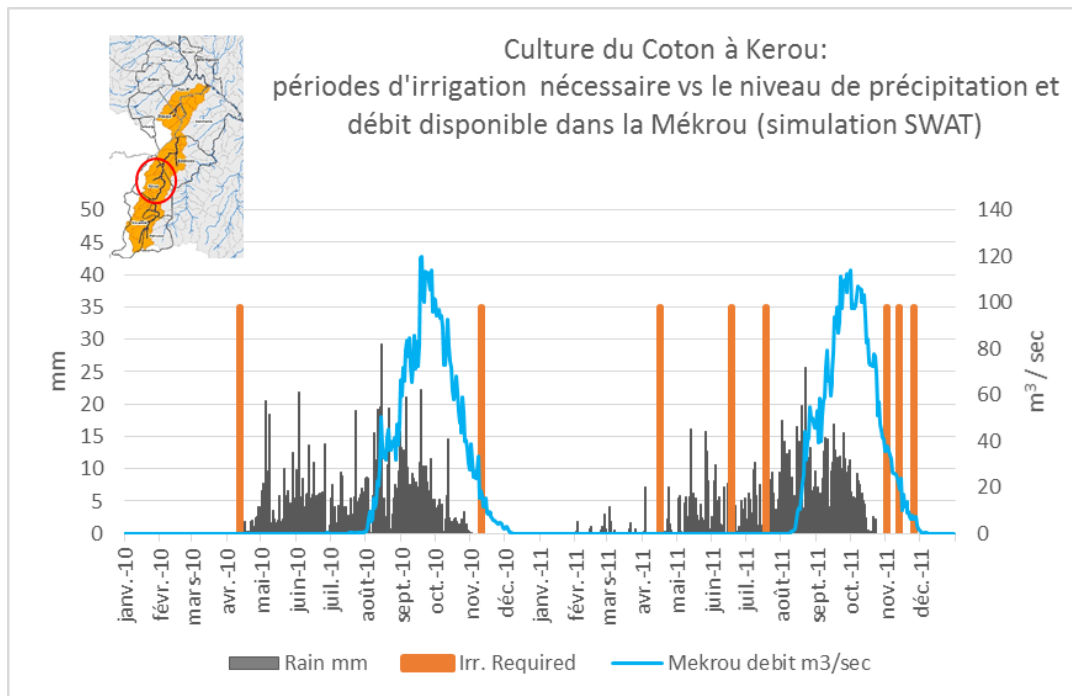


FIGURE 5. EXEMPLES DE SIMULATION DE LA QUANTITE D'EAU NECESSAIRE POUR L'IRRIGATION DES CULTURES DE MAÏS A BANIKOARA ET DU COTON A KEROU VERSUS LA DISTRIBUTION DES PRECIPITATIONS (HISTOGRAMME EN GRIS) ET LES DEBITS DANS LA MEKROU (LIGNE BLEUE).

2.3 Conclusions

- Actuellement, les **surfaces irriguées** dans le bassin de la Mékrou sont **très faibles**. Il est possible de simuler une augmentation de celle-ci, la production agricole et la demande en eau supplémentaire nécessaire et quand celle-ci devrait être apportée à la/les cultures choisies. Sur une hypothèse de **croissance de 20% des surfaces irriguées**, la **demande en eau supplémentaire moyenne est raisonnable**.
- La **productivité agricole** est **maximisée** avec une **combinaison irrigation et fertilisation**. Avec une irrigation de +20%, la production de riz, culture la plus gourmande en eau, augmenterait d'environ 15% nécessitant un apport en eau supplémentaire de 41.4 Mm³. En combinaison avec une fertilisation optimale, la productivité du riz pourrait être augmentée jusqu'à +110% de sa productivité (jusqu'à 7 tonnes/ha).
- Il est essentiel de considérer **la source d'approvisionnement et la planification de l'apport en eau** : de avril à juin, le débit dans la Mékrou peut être insuffisant, d'où la nécessité de recourir à une source alternative (eau souterraine ou réservoir) et de disposer d'infrastructures fonctionnelles. Il serait à considérer des techniques de micro-irrigation pour la région.

PARTIE 2 : SCÉNARIO RÉGIONAL CONSOLIDÉ de la Mékrou

Cette section se réfère au rapport reçu du scénario régional consolidé par le consultant à la suite de la réunion du comité consultatif du 15-16 Juin 2017 et de la grille d'objectifs quantitatifs proposés du 17 juillet 2017. Celle-ci cherche à donner des estimations chiffrées en termes de besoins d'accès à l'eau potable et l'assainissement et de sécurité alimentaire à l'horizon 2025.

1. Objectifs de sécurité alimentaire

Il s'agit ici d'estimer la demande alimentaire 2016 et la production des principaux produits alimentaire pour 2016 afin d'estimer le besoin nourriture supplémentaire à obtenir afin d'assurer la sécurité alimentaire de la population du bassin de la Mékrou.

1.1. Estimer la demande alimentaire pour 2016 et 2025

La demande a été calculée avec les taux de consommation suivants (chiffres en noirs dans Table 10) afin d'estimer la demande de ces produits alimentaires, de manière identiques en 2016 et 2025.

Pays	Demande (T) en céréales population en 2016 (1)	Demande (T) en légumes population en 2016 (1)	Demande (T) (m3) en lait population en 2016 (1)	Demande en viande (T) population en 2016 (1)	Demande en poisson (T) population en 2016 (1)
Bénin	95,345	21,112	10,897	4,767	1,362
Burkina Faso	35,191	3,467	3,120	2,080	347
Niger	35,057	6,678	5,312	2,276	152

TABLE 9: DEMANDE ALIMENTAIRE DE LA POPULATION MEKROU EN 2016 SELON LE RAPPORT EXPERT

Grâce à l'enquête des ménages, section nutrition, il a été possible d'estimer la diète de la population de la Mékrou, dont la Table 10 (chiffres en rouge) résume les niveaux estimés de consommation par personne et par an. La FAO a mis comme objectif de prise alimentaire de 2400 kcal/j/personne, qui peut-être considérée comme la ration journalière nécessaire pour être en bonne santé (niveau souhaitable). Cet objectif a été appliqué et transposé à la diète locale (chiffres en vert dans la Table 10). Ces taux de consommation pourraient être également utilisés pour calculer les objectifs de demande en 2025 pour estimer l'apport alimentaire nécessaire pour atteindre le niveau souhaitable pour la santé des populations de la Mékrou.

Pays	Demande (Kg.an.pers) en céréales population			Demande (Kg.an.pers) en légumes population			Demande (L.an.pers) en lait population			Demande en viande (Kg.an.pers) population			Demande en poisson (Kg.an.pers) population		
	OBJ	ENQ	FAO	OBJ	ENQ	FAO	OBJ	ENQ	FAO	OBJ	ENQ	FAO	OBJ	ENQ	FAO
Bénin	140	110	148	31	30	42	16	8.3	12	7	10	15	2	11	16
Burkina Faso	203	160	227	20	17	23	18	6.1	1	12	4.2	14	2	4.6	7
Niger	231	250	278	44	50	55	35	1	7	15	10.3	5	1	9.7	11

TABLE 10: RATIO EN KG/PERS/AN, EN NOIR CORRESPONDANT A CEUX FOURNIS DANS LA GRILLE ORIGINAL, EN ROUGE CEUX ESTIMES PAR L'ENQUETE DES MENAGES ET EN VERT, CEUX DE L'OBJECTIF 2400 DE LA FAO.

NOTE: Il s'agit de choisir sur la base de l'expertise locale, les taux de consommation les plus appropriés = diète. Il est également possible de sélectionner 2 diètes et ses valeurs de consommation correspondante afin de permettre d'établir un intervalle [min, max] réaliste de cette demande.

1.2. Estimer la production alimentaire en 2016 et besoin de production pour 2025

Les paragraphes suivants détaillent le calcul et les résultats par type de production.

Production de céréales et légumes (sur la base de la distribution actuelle des cultures sur le bassin de la Mékrou)

Le niveau de production 2016 des céréales et des légumes sont des sorties du modèle EPIC. Seules les estimations pour la partie Béninoise ont été validées par les statistiques nationales (2014-2015). La production nécessaire de céréales et légumes supplémentaires pour 2025 correspond à la différence entre la demande 2025 et la production 2016. La perte d'une partie de la récolte annuelle, due au mauvais stockage, manque de transport pour être acheminée au marché ou autre, n'as pas été prise en compte dans la grille quantitative proposée. Un pourcentage de perte (selon les standards de la FAO per la Sécurité Alimentaire) a été appliqué sur la production 2016 soit 20% pour les céréales et 30% pour les légumes (Table 11).

	Niveau de production céréales (T) en 2016 (EPIC BASELINE)	Niveau de production légumes (T) en 2016 (EPIC BASELINE)	Niveau de production céréales (T) en 2016*	Niveau de production légumes (T) en 2016*
<i>Benin</i>	233,230	6,316	186,584	4,820
<i>Burkina Faso</i>	79,800	6,550	63,840	4,999
<i>Niger</i>	181,580	32,778	145,264	25,015

TABLE 11: PRODUCTION 2016 (MODELE EPIC) DE CEREALES ET LEGUMES DANS LE BASSIN DE LA MEKROU

*Application d'un taux de perte de 20% sur les céréales et 30% sur les légumes

NOTE: Les détails des surfaces cultivées en céréales et légumes sont consignés dans le fichier excel : ESTIMATION-SECURITE ALIMENTAIRE-besoins_2025_CCR.xls ONGLET ProductionBaselineBEPIC
Les autres types de cultures n'ont pas été pris en compte. A signaler que le modèle EPIC permet d'estimer les rendements des tubercules, pois, oléagineuses.

Production de Lait et Viande (Table 13)

La production de lait 2016 a été calculée grâce aux coefficients de productivité des animaux de la FAO considérant un pourcentage du cheptel 2016 utilisé pour la production du lait (fichier excel : ESTIMATION-SECURITE ALIMENTAIRE-besoins_2025_CCR.xls ONGLET Production_lait). La production de viande 2026 a été calculée grâce aux coefficients de productivité des animaux de la FAO considérant un taux d'abattage par an pour la production de viande (fichier excel : ESTIMATION-SECURITE ALIMENTAIRE-besoins_2025_CCR.xls ONGLET Production_viande).

Commune	Cheptel 2016 (Dérivé des statistiques de 2014 avec un taux annuelle de 4.7% pour le Bénin, 2.5% pour le Burkina Faso et pour le Niger)				
	Bovin	Mouton	Chèvre	Porc	Poulet
Banikoara	199,386	70,003	56,765	2,700	278,027
Karimama	46,722	25,223	41,051	549	58,253
Kerou	102,891	23,744	28,493	9,498	64,901
Kouande	79,781	36,092	22,478	3,957	55,325
Pehunco	60,944	21,528	7,281	317	39,574
Bottou	36,772	49,800	72,703	9,981	115,569
Diapaga	24,322	28,577	39,188	11,137	86,151
Tansarga	10,927	14,919	20,277	5,358	47,278
Kollo-Kirtachi	18,386	14,814	16,390	0	725
Say-Tamou	65,664	53,792	61,777	15	2,627
Boboye-Birni Ngaoure	75,960	85,101	97,393	252	131,328
Parc W	1,082	630	904	0	40

TABLE 12: ESTIMATION DU CHEPTEL DANS LE BASSIN DE LA MEKROU

La progression du cheptel 2016 est calculée sur la base des taux de croissance annuels du scénario de soit d'environ 3.2% UBT par an en moyenne sur le bassin : 4.7% par an pour le Bénin, 2.5% pour le Burkina Faso et le Niger (Table 12, Figure 6). La demande en eau et en fourrage correspondante a été estimée (voir p 15 section 3.3.1).

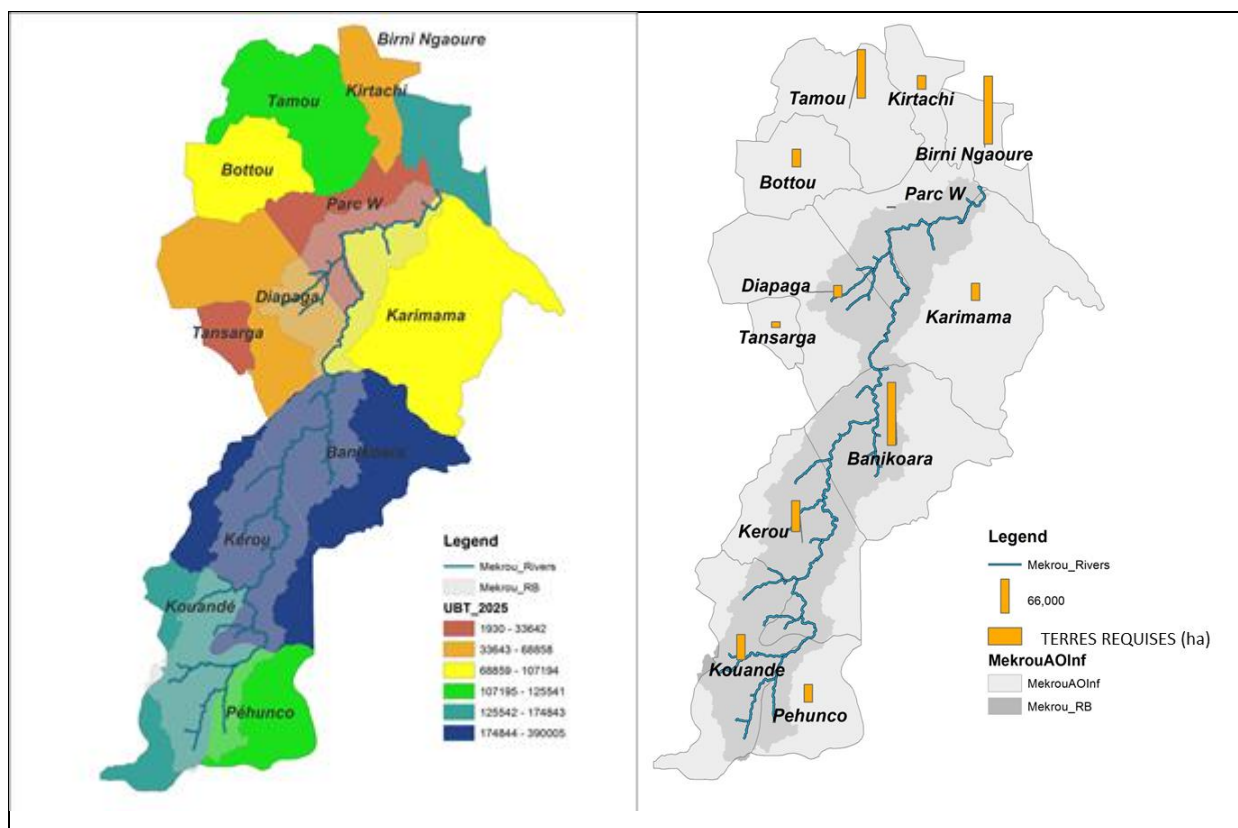


FIGURE 6: ESTIMATION DU CHEPTEL (UBT) EN 2025 PAR COMMUNES (A GAUCHE) ET ESTIMATION DES TERRES REQUISES POUR LE FOURRAGE NECESSAIRE (A DROITE)

*MekrouAOInf signifie Aire d'Interet et Mekrou_RB signifie Bassin versant de la Mekrou

Pays	Niveau de production lait (m3) en 2016ii	Niveau de production viande (T) en 2016iii	Niveau de production poisson (T) en 2016
<i>Bénin</i>	9,416	8,972	n.r.
<i>Burkina Faso</i>	2,992	2,299	n.r.
<i>Niger</i>	13,338	1,382	n.r.

TABLE 13: ESTIMATION DE LA PRODUCTION 2016 DE LAIT DE VIANDE DANS LE BASSIN DE LA MEKROU

NOTE : Il est important de noter que cette augmentation de cheptel doit également s'accompagner de l'organisation des parcours des animaux pour éviter les conflits avec les agriculteurs. Une gestion des fumiers et excréments permettra également une fertilisation des cultures (qui est actuellement faible).

Production de Poissons

La production de poissons n'est pas estimable faute de données quantitatives sur cette activité (Rapport de l'Etat des Lieux 2016). En effet, les résultats de l'enquête des ménages nous permettent d'appréhender que **cette activité est réduite dans le bassin de la Mékrou**, avec seulement 13% des ménages qui la pratique, essentiellement de manière traditionnelle. Dans la partie Burkinabé, celle-ci est quasi inexistante (<3%), les Béninois sont 12% à la pratiquer alors que dans la partie Nigérienne, 23% des ménages interrogés déclarent pêcher dans la Mékrou (Table 14).

La première raison de cette faible pratique est le manque d'eau dans la rivière, pour 60% des béninois, 98% des Burkinabés et 57% des Nigériens. La seconde raison est qu'il n'y « pas de raison spécifique » pour 20% des habitants de la Mékrou, ce qui suggère un manque d'intérêt pour cette activité.

	Bénin		Burkina Faso		Niger		Bassin Mékrou	
	<i>nb</i>	%	<i>nb</i>	%	<i>nb</i>	%	<i>nb</i>	%
OUI	38	11.69%	4	2.70%	41	22.78%	83	12.71%
NON	287	88.31%	144	97.30%	139	77.22%	570	87.29%
Total	325		148		180		653	
De ceux qui déclarent la pratiquer:								
Industrielle	2	5.13%	2	50.00%	1	2.63%	5	6.17%
Traditionnelle	37	94.87%	2	50.00%	37	97.37%	76	93.83%

TABLE 14: PRATIQUE DE LA PECHE DANS LE BASSIN DE LA MEKROU

Références

- Ahouangan, B., Houinato, M., Ahamide, B., Agbossou, E., Sinsin, B., 2010. Etude comparative de la productivité de repousses et de la capacité de charge des hémicryptophytes soumises aux feux de végétation dans les parcelles irriguée et non irriguées dans la Réserve Transfrontalière de Biosphère (RTB) du W - Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4. doi:10.4314/ijbcs.v4i2.58157
- Alcamo, J., Henrichs, T., Rösch, T., 2000. World Water in 2025 Global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century [WWW Document]. *Cent. Environ. Syst. Res. Univ. Kassel*. URL [http://www.env-edu.gr/Documents/World Water in 2025.pdf](http://www.env-edu.gr/Documents/World%20Water%20in%202025.pdf) (accessed 4.10.17).
- Djenonti, J.A., Moutaharou, A., Al., E., 2007. Diagnostic sur la gestion du troupeau : gestion des ressources pastorales dans l'Alibori et le Borgou [WWW Document]. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00139178/document>
- Falkenmark, M., Lundqvist, J., Widstrand, C., 1989. Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches. *Nat. Resour. Forum* 13, 258–267. doi:10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x
- FAO, 2017a. FAO - Pasture/Forage Resource Profiles - BENIN [WWW Document]. URL <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/benin/Benin.htm#5pasture> (accessed 7.20.03).
- FAO, 2017b. FAO - Pasture/Forage Resource Profiles - BURKINA FASO [WWW Document]. URL [http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF files/Burkina-English.pdf](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF_files/Burkina-English.pdf) (accessed 7.20.03).
- FAO, 2017c. FAO - Pasture/Forage Resource Profiles - NIGER [WWW Document]. URL <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/niger/niger.htm#5> (accessed 7.20.03).
- Rijsberman, F.R., 2006. Water scarcity: Fact or fiction? *Agric. Water Manag.* 80, 5–22. doi:10.1016/j.agwat.2005.07.001
- Ruess, P., n.d. CE 394K Term Paper Mapping of Water Stress Indicators.
- Schyns, J.F., Hoekstra, A.Y., Booij, M.J., 2015. Review and classification of indicators of green water availability and scarcity. *Hydrol. Earth Syst. Sci* 19, 4581–4608. doi:10.5194/hess-19-4581-2015
- Shiklomanov, I.A., 1991. The world's water resources 93–126.
- Smakhtin, V., Revenga, C., Döll, P., 2004. Taking into Account Environmental Water Requirements in Global-scale Water Resources Assessments.
- White, C., 2012. Understanding water scarcity: Definitions and measurements.

***Europe Direct is a service to help you find answers
to your questions about the European Union.***

Freephone number (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) The information given is free, as are most calls (though some operators, phone boxes or hotels may charge you).

More information on the European Union is available on the internet (<http://europa.eu>).

HOW TO OBTAIN EU PUBLICATIONS

Free publications:

- one copy:
via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- more than one copy or posters/maps:
from the European Union's representations (http://ec.europa.eu/represent_en.htm);
from the delegations in non-EU countries (http://eeas.europa.eu/delegations/index_en.htm);
by contacting the Europe Direct service (http://europa.eu/europedirect/index_en.htm) or
calling 00 800 6 7 8 9 10 11 (freephone number from anywhere in the EU) (*).

(*) The information given is free, as are most calls (though some operators, phone boxes or hotels may charge you).

Priced publications:

- via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).



JRC Mission

As the science and knowledge service of the European Commission, the Joint Research Centre's mission is to support EU policies with independent evidence throughout the whole policy cycle.



EU Science Hub

ec.europa.eu/jrc



@EU_ScienceHub



EU Science Hub - Joint Research Centre



Joint Research Centre



EU Science Hub