

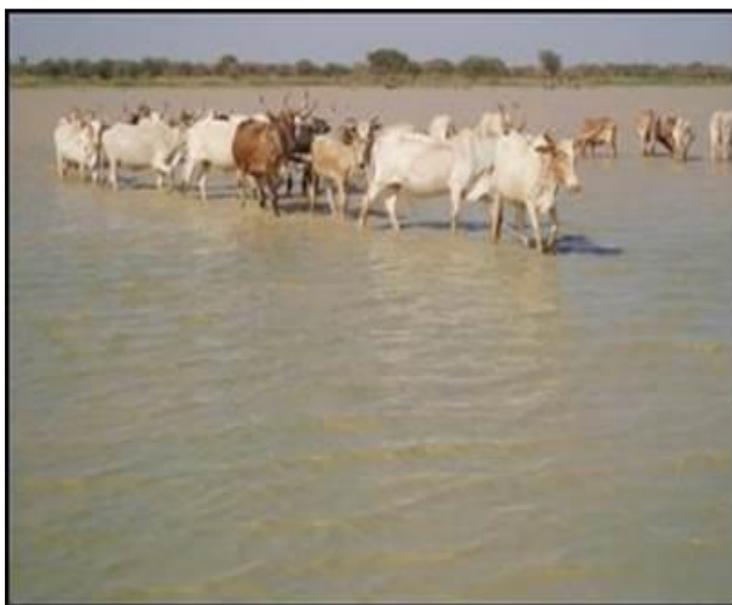
AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE ET DE LA GESTION DES EAUX AU BURKINA FASO

P162723

ANNEXE 2 :

EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU ET DES
DEMANDES SECTORIELLES

BILAN BESOINS-RESSOURCES



SEPTEMBRE 2017

SERGE A. PIEYNS

AVEC LA COLLABORATION DE MM. FRANÇOIS N. OUEDRAOGO, ZEPHIRIN KAGAMBEGA ET EDMOND KABORE

Contact Information

This paper is available online at <http://www.worldbank.org/water>. Authors may also be contacted through the Water Help Desk at whelpdesk@worldbank.org.

Disclaimer – World Bank

© 2016 The World Bank

1818 H Street NW

Washington DC 20433

Telephone: 202-473-1000

Internet: www.worldbank.org

his work was made possible by the financial contribution of the Water Partnership Program (WPP) - <http://water.worldbank.org/water/wpp> - and by the Water and sanitation Program (WSP) - <http://water.worldbank.org/water/wsp>

This work is a product of The World Bank with external contributions. The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of The World Bank, its Board of Executive Directors or the governments they represent.

The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of The World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Rights and Permissions

The material in this work is subject to copyright. Because The World Bank encourages dissemination of its knowledge, this work may be reproduced, in whole or in part, for noncommercial purposes as long as full attribution to this work is given.

Any queries on rights and licenses, including subsidiary rights, should be addressed to the Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2422; e-mail: pubrights@worldbank.org.

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
2	SITUATION GEOGRAPHIQUE DU BURKINA	4
3	LE CLIMAT	5
3.1	LES ZONES CLIMATIQUES	6
3.2	RESEAUX D'OBSERVATION METEOROLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES	7
3.3	PRECIPITATIONS	9
3.4	TEMPERATURES	13
3.5	HUMIDITE SOUS ABRI	13
3.6	EVAPORATION	14
3.7	VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	15
4	CONTEXTE HUMAIN	17
4.1	POPULATION	17
4.2	DEVELOPPEMENT HUMAIN ET ALIMENTATION	20
4.3	ECONOMIE	21
4.4	CATASTROPHES ET RISQUE NATURELS	22
5	CONTEXTE PHYSIQUE	23
5.1	HYDROLOGIE	23
5.1.1	<i>Réseau Hydrographique et bassins</i>	24
5.1.2	<i>Débits des cours d'eau par bassin</i>	27
5.1.3	<i>Volumes stockés</i>	28
5.1.4	<i>Volumes stockés par bassin, estimation 2017</i>	29
5.2	RELIEF	33
5.3	GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	34
5.3.1	<i>Généralités</i>	34
5.3.2	<i>Le réseau piézométrique</i>	35
5.4	OCCUPATION DU SOL, DEGRADATION DU SOL	37
6	PRINCIPAUX SECTEURS ECONOMIQUES UTILISATEURS D'EAU	40
6.1	AGRICULTURE	40
6.2	L'ELEVAGE	41
6.3	LA PECHE CONTINENTALE	41

6.4	LE SECTEUR MINIER	42
6.5	SECTEUR HYDROELECTRIQUE	43
6.6	LE SECTEUR INDUSTRIEL.....	43
7	RESSOURCES EN EAU	46
7.1	EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE	46
7.1.1	<i>Historique des évaluations réalisées</i>	<i>46</i>
7.1.2	<i>Evolution de la ressource (2001 à 2015).....</i>	<i>48</i>
7.1.3	<i>Conclusion sur l'évolution de la ressource en eau superficielle</i>	<i>54</i>
7.2	EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES	56
7.2.1	<i>Généralités</i>	<i>56</i>
7.2.2	<i>Synthèse des estimations pour les eaux souterraines</i>	<i>57</i>
7.3	EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU DU BURKINA FASO	58
8	EVALUATION DES BESOINS EN EAU	64
8.1	EVALUATION GIRE 2001.....	64
8.2	EVALUATION PNAH 2017	64
8.2.1	<i>Demande domestique 2016</i>	<i>64</i>
8.2.2	<i>Autres demandes (évaluation 2015)</i>	<i>65</i>
8.3	ANALYSE DE LA SITUATION DE LA DEMANDE.....	65
8.3.1	<i>Estimations antérieures.....</i>	<i>65</i>
8.3.2	<i>Estimations 2017 et projections 2030 Banque Mondiale</i>	<i>66</i>
8.4	SYNTHESE DE L'ESTIMATION DE LA DEMANDE ACTUELLE ET PROJECTION ECHEANCE 2030	74
8.5	ADEQUATION DE LA DEMANDE A LA RESSOURCE DISPONIBLE	78
9	QUALITE	82
9.1	RESEAUX	82
9.1.1	<i>Les réseaux des EC-AE</i>	<i>82</i>
9.1.2	<i>Le réseau de la DGRE.....</i>	<i>82</i>
9.1.3	<i>Contrôle de la qualité des eaux par l'ONEA.....</i>	<i>82</i>
9.2	QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES	83
9.3	QUALITE DES EAUX DE SURFACE	83
9.4	TYPES DE POLLUTION OBSERVEE	84
	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	86
10	BIBLIOGRAPHIE	88

10.1 EAUX SOUTERRAINES	88
10.2 EAUX DE SURFACE	93

Sigles et Abréviations

2iE	Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement
ABN	Autorité du Bassin du Niger
ABV	Autorité du Bassin de la Volta
AMVS	Autorité de Mise en Valeur du Sourou
ANAM	Agence Nationale Météorologique
CEDEAO	Communauté Economique Des Etats de l'Afrique de l'Ouest)
DEIE	Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau
DGH	Direction Générale de l'Hydraulique
DGI	Direction Générale de l'Industrie
DGPSA	Direction Générale des Prévisions et des Statistiques Agricoles
DGRE	Direction Générale des Ressources en Eau
DREA	Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement
DSA	Direction des Statistiques Agricoles
EC-Mouhoun	Espace de compétence de l'agence de l'eau du Mouhoun
FAO	Organisation pour l'Alimentation et L'Agriculture
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
IDH	Indice de Développement Humain
IGB	Institut Géographique du Burkina
INOH	Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques
INSD	Institut National des Statistiques et de la Démographie
MEA	Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
ONEA	Office National de l'EAU et de l'Assainissement
PAGIRE	Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PEA	Poste d'Eau Autonome
PIB	Produit Intérieur Brut
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SNIEau	Système National d'Information sur l'Eau
SOSUCO	Société Sucrière de la Comoé
SP/PAGIRE	Secrétariat Permanent du PAGIRE
UCDIE	Unité de Collecte de Données et d'Informations sur l'Eau
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour la science et la culture

Liste des Tableaux

Tableau 1: Les zones climatiques (2001).....	6
Tableau 2 : Précipitations journalières en fonction des précipitations annuelles.....	9
Tableau 3: Températures moyennes mensuelles en °C.....	13
Tableau 4 : Humidité relative moyenne mensuelle en %.....	13
Tableau 5 : Evaporation moyenne mensuelle et annuelle sur bac en mm.....	14
Tableau 6 : Distribution de la population résidente par sexe et régions administratives.....	18
Tableau 7 : Valeur ajoutée par grands secteurs d'activité.....	21
Tableau 8 : Modules et apports moyens annuels pour les bassins du Burkina.....	27
Tableau 9 : nombre de retenues par type et par région.....	28
Tableau 10 : Répartition par tranche de capacité.....	29
Tableau 11 : Capacités de stockage et volumes interannuels stockés estimés.....	30
Tableau 12 : Indicateurs agricoles.....	40
Tableau 13 : Evolution de l'élevage au Burkina.....	41
Tableau 14 : Ressources renouvelables en eau de surface.....	46
Tableau 15 : Actualisation des ressources en eau de surface.....	47
Tableau 16 : Comparaison des évaluations successives.....	47
Tableau 17 : Données de la FAO (AQUASTAT).....	48
Tableau 18 : Périodes et pourcentage lacune des données hydrométriques.....	49
Tableau 19 : Date d'actualisation des courbes de tarage aux stations de référence.....	49
Tableau 20 : Comparaison entre les modules de la période de référence et ceux de la période 2001 à 2015....	53
Tableau 21: Comparaison des estimations des ressources GIRE (2001) et PNAH (2017).....	54
Tableau 22 : Eaux souterraines renouvelables en 10 ⁶ m ³ /an.....	57
Tableau 23 : Volumes réellement utilisables en eaux de surface en 10 ⁹ m ³ (évaluation GIRE 2001).....	59
Tableau 24 : Volumes réellement utilisables en eaux de surface en 10 ⁹ m ³ (évaluation PNAH 2017).....	60
Tableau 25 : Ressources renouvelables totales utilisables (eaux de surface +eaux souterraines) en milliards de m ³ /an.....	61
Tableau 26 : Demande annuelle en eau, évaluation pour l'année 2000 en 10 ⁶ m ³	64
Tableau 27: Volumes AEP.....	64
Tableau 28 : Demandes agriculture, élevage et industrie.....	65

Tableau 29 : Estimations demandes en eau.....	65
Tableau 30 : Accroissement des superficies irriguées.....	67
Tableau 31 : Demande irrigation 2017 et projection 2030	68
Tableau 32 : Projection de la population jusqu'en 2030.....	69
Tableau 33 : Normes d'accès à l'eau potable au Burkina Faso	69
Tableau 34 : Demande domestique 2016 en 10^3 m^3	70
Tableau 35 ; Projection demande domestique échéance 2030 en 10^3 m^3	70
Tableau 36 : D'après l'inventaire national de 2015 demande en million de m^3	71
Tableau 37 : Estimation des besoins en eau d'abreuvement du cheptel (en milliers de m^3) par bassin.....	71
Tableau 38 : Estimation des besoins en eau des industries (en milliers de m^3) par bassin	72
Tableau 39 : Estimation des besoins en eau des mines (en milliers de m^3) par bassin	72
Tableau 40 : Besoins en eau de la Sonabel	73
Tableau 41 : Demandes en eau 2016 en 10^3 m^3	74
Tableau 42 : projections échéance 2030 en 10^3 m^3	74
Tableau 43 : Pourcentage des prélèvements dans les eaux superficielles par type d'usage (actuel et projections 2030).....	76
Tableau 44 : Demandes actuelles eaux de surface en $10^3 \text{ m}^3/\text{an}$	76
Tableau 45 : demandes 2030 eaux superficielles en $10^3 \text{ m}^3/\text{an}$	77
Tableau 46 : demandes actuelles eaux souterraines en $10^3 \text{ m}^3/\text{an}$	77
Tableau 47 : demandes 2030 eaux souterraines en $10^3 \text{ m}^3/\text{an}$	77
Tableau 48 : Ressources totales utilisables renouvelables et demande consommatrice 2030 en $10^9 \text{ m}^3/\text{an}$	78
Tableau 49 : Adéquation demande consommatrice 2030 - ressources de surface en 10^9 m^3	79
Tableau 50 : Adéquation demande consommatrice 2030 - ressource souterraine en 10^9 m^3	79
Tableau 51 : Réseaux qualité des eaux des EC-AE.....	82
Tableau 52 : Suivi des stations de qualité d'eau de surface dans l'EC-AEN	83

Liste des Figures

Figure 1 : Espace économique et monétaire de l'UEMOA	4
Figure 2 Isohyètes interannuelles au Sahel	5
Figure 3 : Les zones climatiques du Burkina	7
Figure 4: Carte réseaux météorologiques et climatologiques de la DGM	8
Figure 5: Stations automatiques et conventionnelles de la DGM	8
Figure 6: Zones de précipitation (valeurs interannuelles)	10
Figure 7 : Migration des isohyètes vers le sud	11
Figure 8 : Précipitations annuelles en mm (période 1986 à 2015)	12
Figure 9: Distribution mensuelle des précipitations en mm (1986-2015)	12
Figure 10: Variations mensuelles des températures	13
Figure 11 : Variations mensuelles de l'humidité sous abri	14
Figure 12: Variations mensuelles de l'évaporation sur bac	14
Figure 13: Régions administratives	17
Figure 14 : Densité de la population	18
Figure 15 : Villes principales et population	19
Figure 16 : Pyramide des âges	20
Figure 17: Distribution spatiale des risques	22
Figure 18 : Le réseau hydrographique du Burkina	24
Figure 19 : Les 4 bassins nationaux du Burkina	26
Figure 20 : Réseau hydrométrique modernisé	26
Figure 21 : Bassin du Niger	27
Figure 22 : Localisation des principaux ouvrages	29
Figure 23: Barrage Sampieri Bassin du Mouhoum en septembre 2016	31
Figure 24 : implantation des principales retenues d'eau de surface	32
Figure 25: Le relief du Burkina	33
Figure 26: Géologie simplifiée du Burkina Faso	35
Figure 27: Le réseau piézométrique du Burkina	36
Figure 28 : Evolution de l'occupation des sols	37
Figure 29: relation entre densité de population et extension des cultures	38

Figure 30 : Images LANDSAT de l'évolution de l'occupation des sols	39
Figure 31: Répartition des mines d'or	43
Figure 32 : Répartition des entreprises selon la localisation (DGI-MICA, 2011)	44
Figure 33 : Répartition des entreprises selon la branche d'activité	44
Figure 34: Stations retenues pour l'actualisation	51
Figure 35 : Position des isohyètes 600 et 900 mm (moyenne sur la période 2001 à 2015)	51
Figure 36: Evolution des précipitations interannuelles (2001 à 2015)	52
Figure 37: Variations mensuelles des précipitations (2001 à 2015)	52
Figure 38 : Evolution des débits moyens interannuels aux stations de référence sélectionnées	53
Figure 39 : Ressources souterraines utilisables par bassin en $10^9 \text{ m}^3/\text{an}$	62
Figure 40 : Ressources de surface utilisables en année normale en 10^9 m^3 (évaluation GIRE)	63
Figure 41 : Ressources de surface utilisables en année normale en 10^9 m^3 (évaluation PNAH)	
Figure 42 : Ressources totales utilisables en année normale en 10^9 m^3 (évaluation GIRE)	63
Figure 43 : Ressources totales utilisables en année normale en 10^9 m^3 (évaluation PNAH)	
Figure 44 : Demande en eau 2016 en % du total	75
Figure 45 : Projection échéance 2030 en % du total	75
Figure 46 : Comparaison demande 2030 /ressource superficielle pour les bassins nationaux en $10^9 \text{ m}^3/\text{an}$	81
Figure 47 : Comparaison demande 2030 /ressource souterraine pour les bassins nationaux en $10^9 \text{ m}^3/\text{an}$	81
Figure 48: Industries et mines	85
Figure 49: Réseau qualité des eaux	85

1 INTRODUCTION

Comme l'ensemble des pays sahéliens, le Burkina Faso affronte des conditions climatiques extrêmes et une grande variabilité de ces conditions, ce qui l'expose fortement aux phénomènes de **crue et de sécheresse et il est prévisible que les changements climatiques rendront ces évènements plus fréquents et plus sévères.**

La plupart des rivières ne sont pas pérennes à l'exception du bassin du Mouhoun et les **ressources en eaux souterraines sont peu connues.** Le pays, qui se trouve en tête de bassin, dépend essentiellement des précipitations pour à peu près tous ses besoins en eau, incluant l'agriculture. Lorsque les points d'eau s'assèchent, les populations, surtout sur le Plateau Central, migrent vers l'est pour rechercher de meilleures conditions de vie. Ces migrations conduisent à un surpeuplement et à une dégradation environnementale des zones d'accueil. Le déficit en eau permanent est la cause de graves pénuries, d'une faible productivité agricole, de famines, désertification et décimation des troupeaux et des espèces sauvages.

Entre 1980 et 2014, le pays a souffert de nombreux épisodes de sécheresse, avec plus de 2,5 millions de personnes affectées en 1991 et un million en 2001 avec un déficit céréalier d'environ 500.000 tonnes¹. Les sécheresses récurrentes ont également conduit à des migrations de populations importantes du nord vers le sud, et à une intensification de l'exploitation des zones basses inondables pour l'agriculture, et particulièrement pour la culture du riz.

Déjà confronté à ces conditions défavorables, le Burkina Faso doit en outre faire face à un taux très élevé d'augmentation de sa population (de l'ordre 3%/an au cours de la dernière décennie²), **ce qui conduit à une pression croissante sur les ressources limitées en eau et en terre arables.**

Par ailleurs, le développement des exploitations minières, en particulier, des mines d'or, introduit une menace particulière sur les ressources en eau de surface et souterraines en termes de pollution mais également de consommation difficilement contrôlable actuellement.

Enfin, pays enclavé, le Burkina Faso doit prendre en compte le fait que la plupart de ses cours d'eau de surface ont des bassins versants soumis aux accords internationaux.

Plus de 3,5 millions de personnes, à peu près 20% de la population sont dans l'insécurité alimentaire et environ 50% des ruraux ne produisent pas suffisamment de denrées alimentaires pour garantir leur apport calorique quotidien.

Du fait de cette fragilité, le Burkina Faso a un Index de Développement Humain très bas : suivant les critères des Nations unies, il est classé 185^{ème} sur 186 pays³, avec 46% de sa population sous le seuil de pauvreté.

Depuis la Conférence de Mar del Plata en Argentine en 1977, l'évaluation quantitative et qualitative de l'eau disponible est un prérequis essentiel pour le développement et la gestion de la ressource en eau, pour l'alimentation de la population, l'agriculture, l'industrie ou la production d'énergie⁴.

¹ Conasur, 2002

² Source INSD.

³ UNDP, 2015. Human Development Report

L'évaluation et la gestion des ressources en eau est une responsabilité nationale dans un contexte régional et international.

L'importance de la *Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)*, comme voie de résolution de ces problèmes liés à l'eau fait l'objet d'un consensus au niveau de la communauté internationale et la question principale est la suivante : *comment mettre en œuvre la GIRE ?*

Cette préoccupation majeure a fait l'objet d'une invite en septembre 2002 du sommet mondial sur le développement durable de Johannesburg à l'endroit de tous les pays du monde pour l'élaboration et la mise en œuvre de « *plan d'action de gestion intégrée des ressources en eau* » à l'horizon 2005. **L'élaboration et l'adoption du présent Plan d'Action dès début 2003 place le Burkina Faso dans le peloton de tête des pays dans ce domaine.**

Une approche intégrée de la gestion des ressources en eau permet de mieux répondre aux enjeux et constitue un pas important vers le développement durable. La mise en œuvre d'une telle **Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)** est indissociable d'une **gouvernance moderne**, d'un cadre juridique et institutionnel adapté qui permettent de relever les défis.⁵

Comment satisfaire durablement les besoins en eau, en quantité et en qualité, pour une population croissante et une économie en développement, dans un contexte environnemental peu propice à la reconstitution et à la mobilisation de la ressource ?⁶

Comme l'on ne peut bien gérer que ce que l'on connaît bien, toute gestion intégrée des ressources en eau est prioritairement basée sur **l'évaluation et le suivi de ces ressources en termes de quantité et de qualité.**

Le présent rapport répond donc à la demande introduite par le Gouvernement du Burkina Faso auprès de la Banque Mondiale pour améliorer la connaissance et la gestion des ressources en eau sur son territoire afin de répondre aux besoins croissants de sa population et de son économie, tout en protégeant les besoins en eau de l'environnement et de ses populations les plus vulnérables par la mise à jour de l'évaluation des ressources en eau du pays et de la préparation d'un plan d'action pour opérationnaliser le PAGIRE, notamment le Système National d'Information sur l'EAU (SNIEau) afin de permettre une gestion intégrée de la ressource.

⁴ WMO, UNESCO, 1997, Water Resources Assessment. Handbook for review of national capabilities

⁵ OIE

⁶ MEE, DANIDA, 2000, note de présentation du programme GIRE et de son projet pilote NAKAMBE

Ce premier rapport couvre la partie évaluation.

Il est structuré en 3 parties :

- Une présentation du milieu du climat, du contexte physique et humain
- Une estimation des ressources en eau de surface et souterraines
- Une estimation des demandes et de l'adéquation de ces demandes aux ressources à l'horizon 2030 pour chacun des 4 grands bassins nationaux.

2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU BURKINA

Le Burkina Faso est un pays sahélien et continental au cœur de l'Afrique occidentale. Situé à l'intérieur de la boucle du Niger entre 10° et 15° de latitude Nord et 2° de longitude Est et 5°30' de longitude ouest, le pays couvre une superficie de 274 000 Km². Il est encadré (i) au Nord et à l'Ouest par le Mali, à l'Est par le Niger, pays également continentaux, (ii) au Sud par la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo, et le Bénin, pays dont les ports constituent ses principales entrées maritimes et à partir desquels, les relations avec l'hinterland sont assurées par des moyens de transport principalement terrestres et aériens dans une moindre mesure.



Figure 1 : Espace économique et monétaire de l'UEMOA

Source : MEF/DGAT - Rapport SNAT Burkina Faso, 2008

3 LE CLIMAT

Pour les hydrologues qui se basent sur les types d'écoulements rencontrés, le sahel correspond à la bande orientée est-ouest comprise entre les isohyètes 300 au nord et 750 mm au sud.⁷ En termes de superficie, cela correspond donc environ au tiers nord du pays.

Quoiqu'il en soit, la carte ci-dessous montre bien qu'en général, les précipitations annuelles croissent du Nord vers le Sud et que les isohyètes suivent très vaguement les parallèles, légèrement orientées vers le sud de l'Ouest à l'Est.

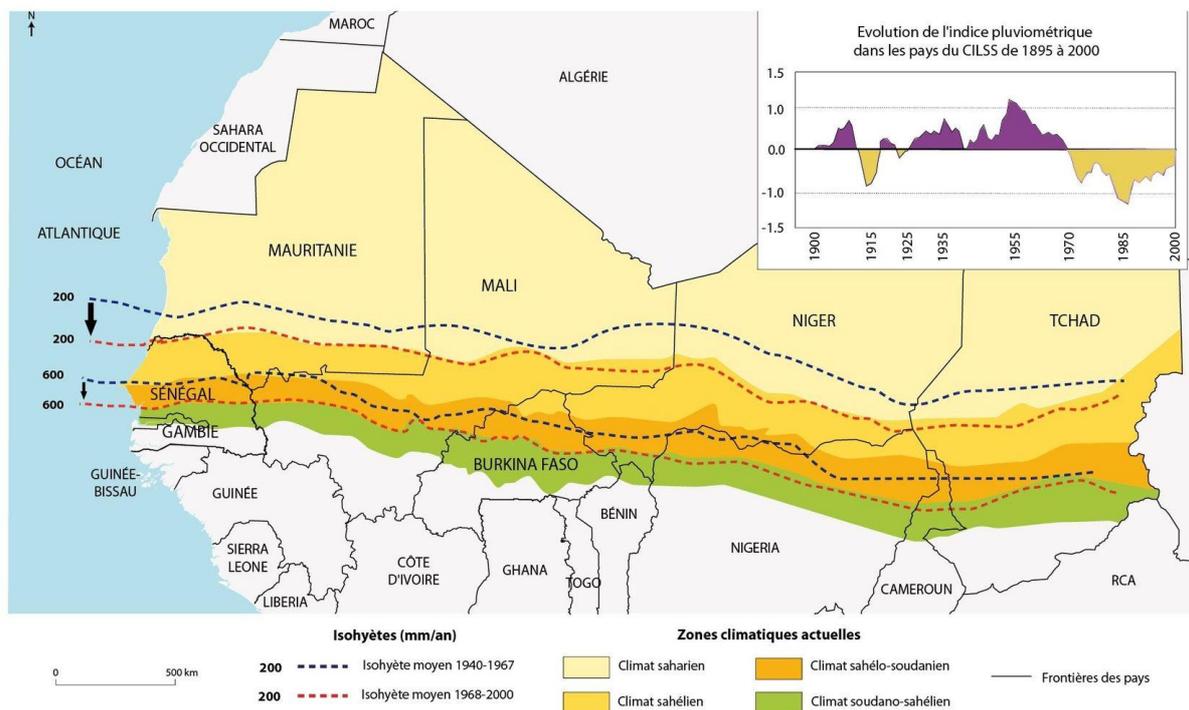
Ceci est le résultat de l'affrontement entre deux masses d'air : l'air tropical continental, **l'harmattan** et **l'air équatorial maritime, la mousson**.

En hiver, l'anticyclone saharien occupe une position méridionale, il est centré sur le 30° parallèle et l'Harmattan souffle en permanence du Nord-Est ou du Nord ;

En été cet anticyclone fait place à la dépression saharienne et l'anticyclone de Sainte-Hélène particulièrement puissant est remonté vers le Nord. L'air maritime équatorial, la mousson, envahit les régions tropicales.

Le résultat de cette confrontation est l'apparition de deux saisons : la saison sèche et la saison des pluies, d'autant plus longue et intense que la mousson remonte plus au nord.

Figure 2 Isohyètes interannuelles au Sahel



Par Philipp Heinrigs et Christophe Perret (CSAO/OCDE)

⁷ Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'ouest du Congo, Jean Rodier, ORSTOM, Paris 1964

3.1 Les zones climatiques

On distingue au Burkina trois zones climatiques :

- La zone sud-soudanienne : elle a une pluviométrie annuelle moyenne supérieure à 900 mm et est située au sud du parallèle 12°N ;
- La zone nord-soudanienne : elle a une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 600 et 900 mm et est située entre les parallèles 11° et 14°N ;
- La zone sahélienne : elle est au-dessus du parallèle 13°N et a une pluviométrie annuelle moyenne inférieure à 600 mm.

Près de 65 % du pays est situé entre les isohyètes 500 et 800 mm et l'essentiel des ressources en eau du Burkina Faso provient des pluies, puisque le pays, situé essentiellement en tête de bassin, ne reçoit que très peu de ressources en eau des pays en amont. Sur la base d'une pluviométrie moyenne de 750 mm pour l'ensemble du Burkina, les pluies apportent chaque année près de **205 milliards** de m³ d'eau⁸. Conséquence : le Burkina Faso, contrairement à d'autres autres pays à faible pluviométrie de la sous-région ne bénéficie pas des apports des grands fleuves qui prennent leurs sources dans les zones humides (Il s'agit d'une contrainte naturelle importante pour la gestion des ressources en eau du Burkina Faso).

La saison des pluies s'étale sur trois à sept mois selon les zones climatiques : dans la zone sahélienne, les précipitations durent environ 3 mois. Elles durent 4 à 5 mois dans la zone nord- soudanienne et 6 à 7 mois dans la zone sud-soudanienne. Avec les changements climatiques, **ces durées ont tendance à se réduire.**

Tableau 1: Les zones climatiques (2001)

Type de climat	Pm (mm)	Jours Pluie	ETP (mm)	Ev/bac (mm)	A	T°C
Sahélien	< 600	< 45/110	2 200 à 2 500	3 200 à 3 500		29
Nord soudanien	600 – 900	50 à 70/150	1900 à 2100	2 600 à 2 900		28
Sud soudanien	> 900	85 à 100/180 à 200	1 500 à 1 700	1 800 à 2 000		27

Source : DGM - Pm : Pluie moyenne annuelle ; Ev : Evaporation potentielle ; T°C : Température moyenne

⁸ GIRE Etat des lieux, 2001

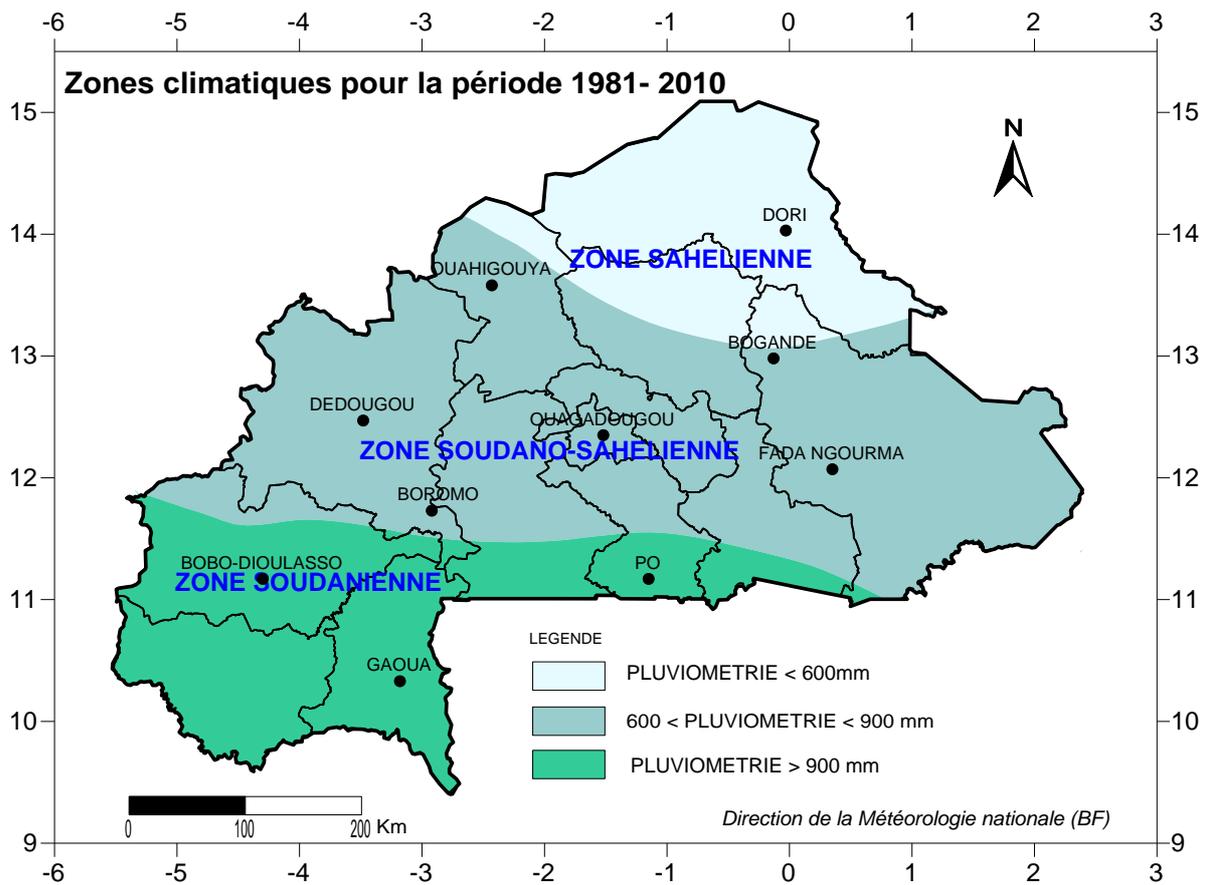


Figure 3 : Les zones climatiques du Burkina

3.2 Réseaux d'observation météorologiques et climatologiques

La Direction Générale de la Météorologie (DGM) créée en 1972 a pour missions d'élaborer, de diffuser les produits et informations météorologiques et climatologiques fiables aux utilisateurs, tant public que privé, venant de secteurs socio-économiques les plus variés. A l'heure actuelle le réseau d'observation comporte 10 stations synoptiques, 2 radars dont un est en panne (Ouagadougou et Bobo Dioulasso), 60 stations agro-météorologiques, 100 postes d'observation automatiques avec capteurs de température et d'humidité à transmission GPRS. Deux systèmes de réception d'images satellitaires sont en cours de livraison par le projet MESA.

La densité du réseau est très bonne. Le plus grand défi reste la maintenance (préventive et curative) par une mise à jour et le remplacement de certains capteurs voire l'ajout d'autres capteurs aux stations PTH (Pluie, Température Humidité). Ce qui nécessiterait du matériel roulant et des capteurs de réserve.

Faisant suite à une délibération du Conseil des Ministres en date du 3 août 2016 et le décret No 2016-1157/PRES/PM/MTMUSR/MINEFID portant création, attribution, organisation et fonctionnement d'une Agence Nationale de la Météorologie (ANAM) du 22 décembre 2016, la DGM est devenue une Agence (ANAM) avec autonomie administrative et financière.

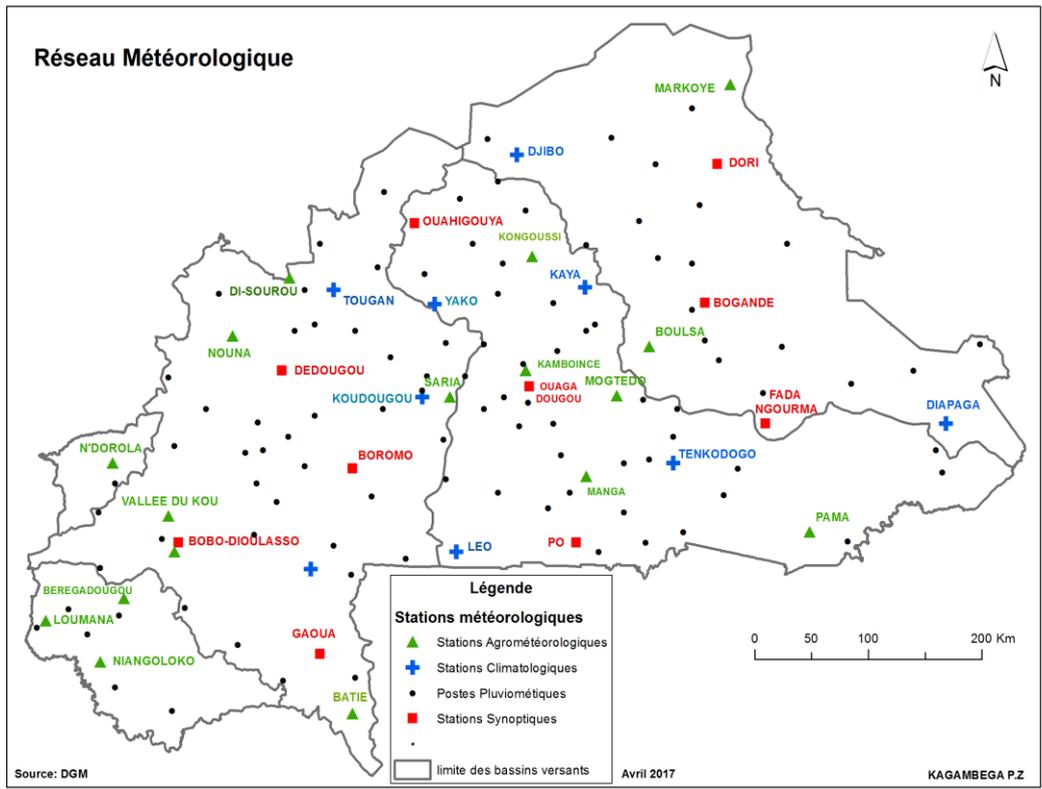


Figure 4: Carte réseaux météorologiques et climatologiques de la DGM

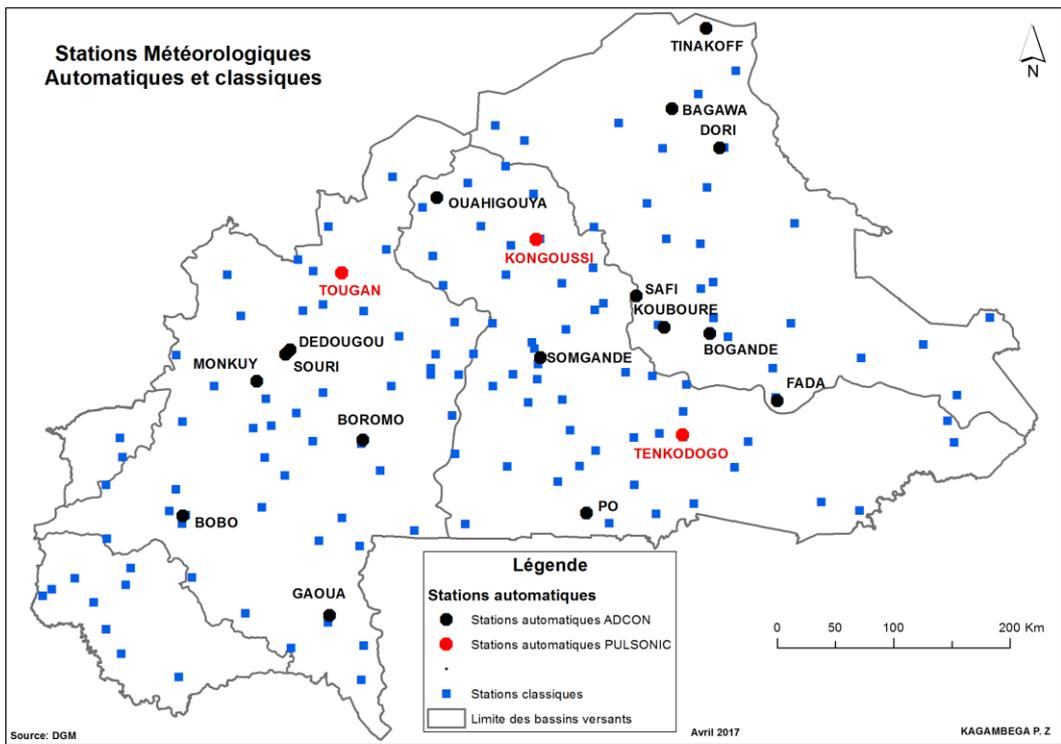


Figure 5: Stations automatiques et conventionnelles de la DGM

3.3 Précipitations

Les évènements pluvieux se présentent généralement sous formes d'averses ou tornades de courtes durées, avec une période préliminaire d'intensité moyenne de 10 à 30mm/h suivie du corps de la tornade d'une durée de 5 à 10 minutes, avec des intensités moyennes de 40 à 80 mm/h, pouvant atteindre dans des situations exceptionnelles les 150 à 200 mm/h. Enfin l'épisode pluvieux se termine par une traîne de 20 mn à 2 heures avec des intensités qui décroissent rapidement pour atteindre 1 mm/h.

Le tableau 2 montre les précipitations journalières que l'on peut attendre en fonction de différentes périodes de retour.

Tableau 2 : Précipitations journalières en fonction des précipitations annuelles

Précipitation annuelle en mm	Fréquence 50%	Fréquence 30%	Fréquence 10%
300 à 500	6-7,5 mm	12-15 mm	25-31 mm
500 à 750	6-7,5 mm	13-16 mm	29-34 mm

Pour ce qui concerne les précipitations décennales en 24 heures elles peuvent atteindre et même dépasser 120 mm

L'irrégularité interannuelle, le rapport année décennale sèche sur année décennale humide est de l'ordre de 2,5 à 3, tandis qu'une variation de plus de 30% dans la durée de la saison humide peu souvent être observée comme dans toute la zone sahéenne.

Contre toute attente, ce sont les événements de grande extension spatiale qui présentent les plus faibles distances de décorrélation. L'intermittence spatiale est donc une des principales caractéristiques des pluies au Sahel et donc dans le tiers nord du Burkina et doit être prise en compte même pour des échelles de temps aussi grandes que le mois ou la saison. Ceci exclut d'avoir recours aveuglément aux modèles qui présupposent la continuité et la stationnarité pour régionaliser les champs de précipitations.⁹ **Le résultat pratique de cette constatation est qu'il est difficile de se livrer à des extensions régionales des précipitations sur la seule base d'un réseau de mesure peu dense même si récemment des progrès ont été accomplis dans la couverture du pays.**

⁹ La pluie au Sahel : une variable rebelle à la régionalisation, T. LEBEL', A. AMANI*, J.D. TAUPIN, A Xème journées hydrologiques - Orstom - Septembre 1994

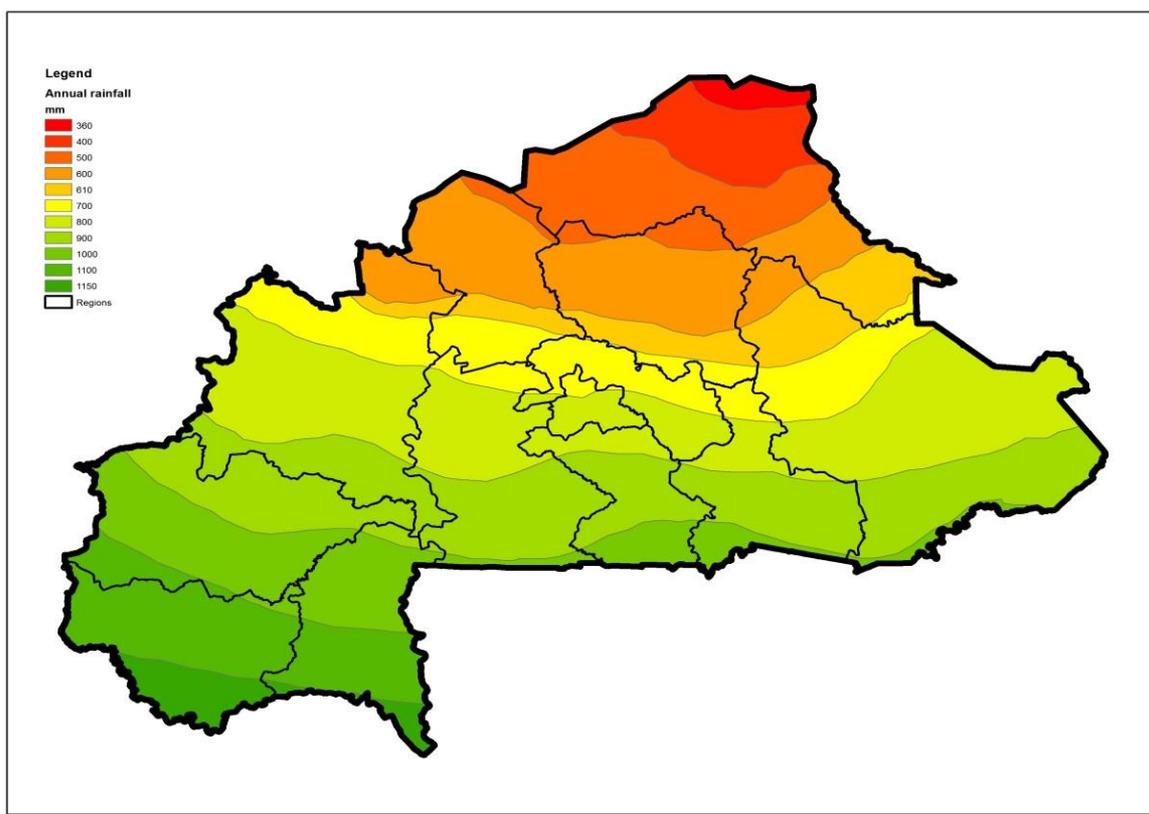


Figure 6: Zones de précipitation (valeurs interannuelles)

Le Sahel a connu vers la fin des années 60 jusque vers 1980 une période sèche prolongée, les isohyètes annuels se déplaçant de près de 200 km vers le Nord avec plusieurs épisodes de sécheresse. **Depuis le début des années 2000 on observe une nouvelle tendance avec une tendance mal établie avec une succession d'années sèches et d'années humides.** Ainsi les isohyètes 600 mm à 900 mm ont migré vers le sud (cf. Figure 8).

Les régimes pluviométriques ont considérablement changé depuis le début des années 70. En Afrique de l'Ouest, les précipitations ont diminuées de manière significative (Servat et al., 1998) et les températures de subsurface, spécialement les basses températures ont augmentées les 50 dernières années (IPCC, 2013).

Cependant l'intensité de la sécheresse a été largement atténuée depuis 2000 mais persiste dans l'ouest de la région (Nicholson, 2005; De Wit and Stankiewicz, 2006; Ali and Lebel, 2009) amenant une très nette diminution des débits de la plupart des rivières (Mahé et al., 2013): **dans la zone tropical humide d'Afrique de l'Ouest, les débits des rivières ont diminués de manière significative du fait d'un abaissement du niveau des nappes phréatiques pendant deux décades successives (1970-1990).** Cette situation semble perdurer au Burkina Faso (cf. Thèse Dokouré 2006) sans que l'on ne puisse écarter l'hypothèse de surexploitations locales des aquifères et/ou un effet retard des périodes sèches passées.

Par ailleurs on a observé une augmentation des débits dans les rivières sahéliennes (Mahé et al. (2005) and Descroix et al. (2009) attribuée à un changement dans les coefficients d'écoulement résultant à la fois du développement des zones cultivées et des effets non réversibles de la sécheresse. (Gardelle et al., 2010). **Des études conduites sur le Nakanbé à Wayen confirme ce fait.**

La carte ci-dessous montre bien le mouvement des précipitations moyennes interannuelles du nord vers le sud avec une certaine stabilisation de la situation dans les périodes plus récentes.

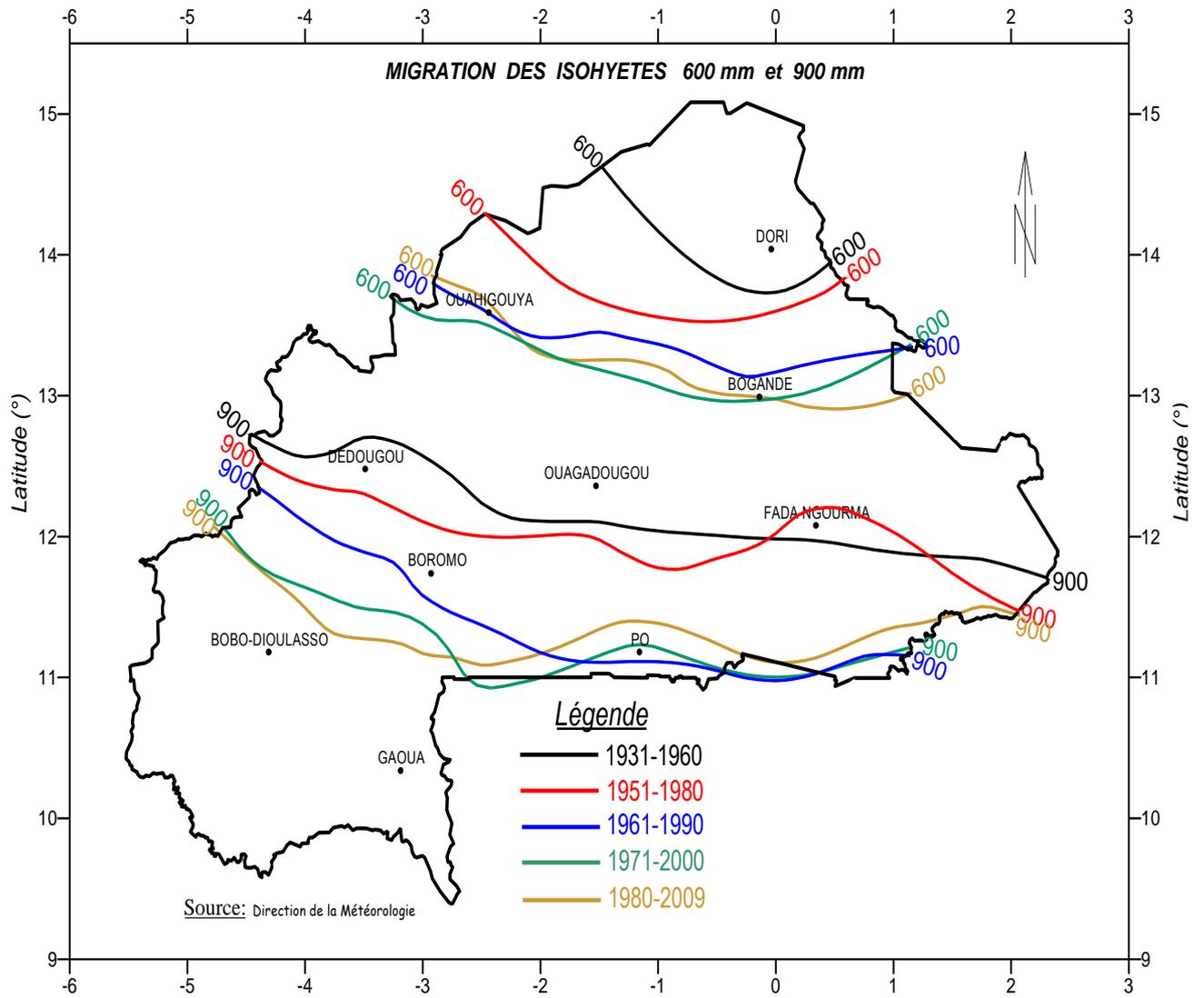


Figure 7 : Migration des isohyètes vers le sud

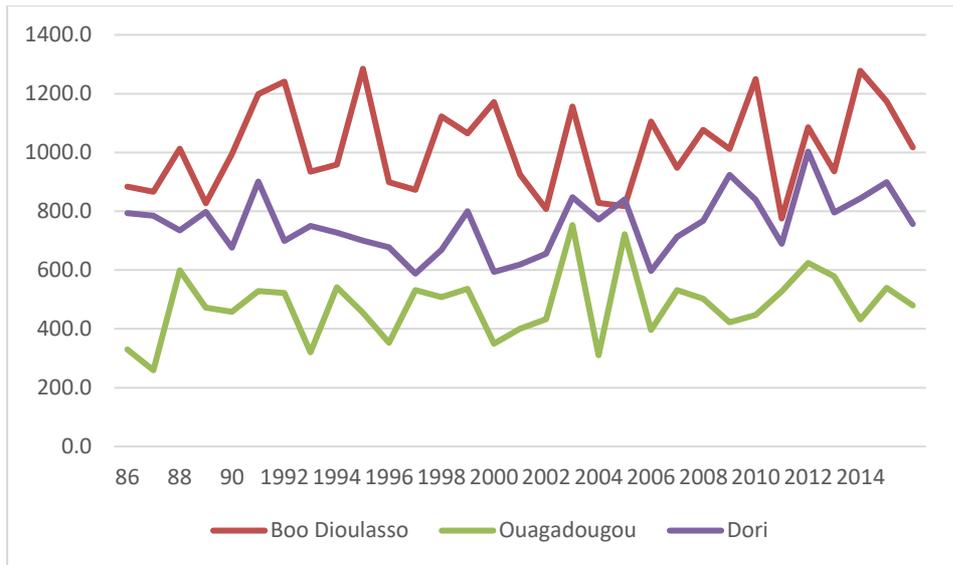


Figure 8 : Précipitations annuelles en mm (période 1986 à 2015)

Les précipitations interannuelles (modules annuels) sont pour la période 1986-2015 pour ces trois stations :
 Dori 480 mm Ouagadougou 757 mm Bobo Dioulasso 1017 mm

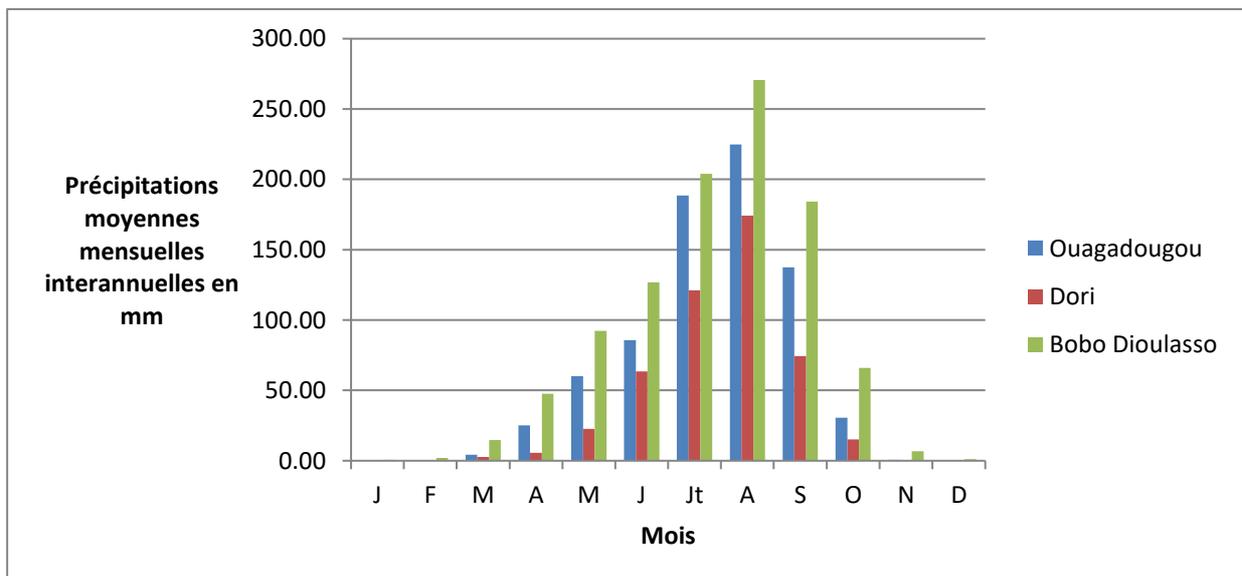


Figure 9: Distribution mensuelle des précipitations en mm (1986-2015)

3.4 Températures

Le tableau suivant rassemble les valeurs moyennes mensuelles des températures sur la période d'observation à trois stations synoptiques de référence du nord vers le sud : Dori, Ouagadougou et Bobo Dioulasso sur la période 1986 - 2015

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ouaga	25,0	28,1	31,5	33,5	32,6	30,1	27,9	27,0	27,9	29,8	28,3	25,6
Dori	24,0	27,1	31,1	34,4	35,3	33,1	30,4	29,0	30,4	31,8	28,4	24,8
Bobo	26,0	28,8	31,1	31,1	29,6	27,5	26,1	25,5	26,0	27,6	28,0	26,3

Tableau 3: Températures moyennes mensuelles en °C

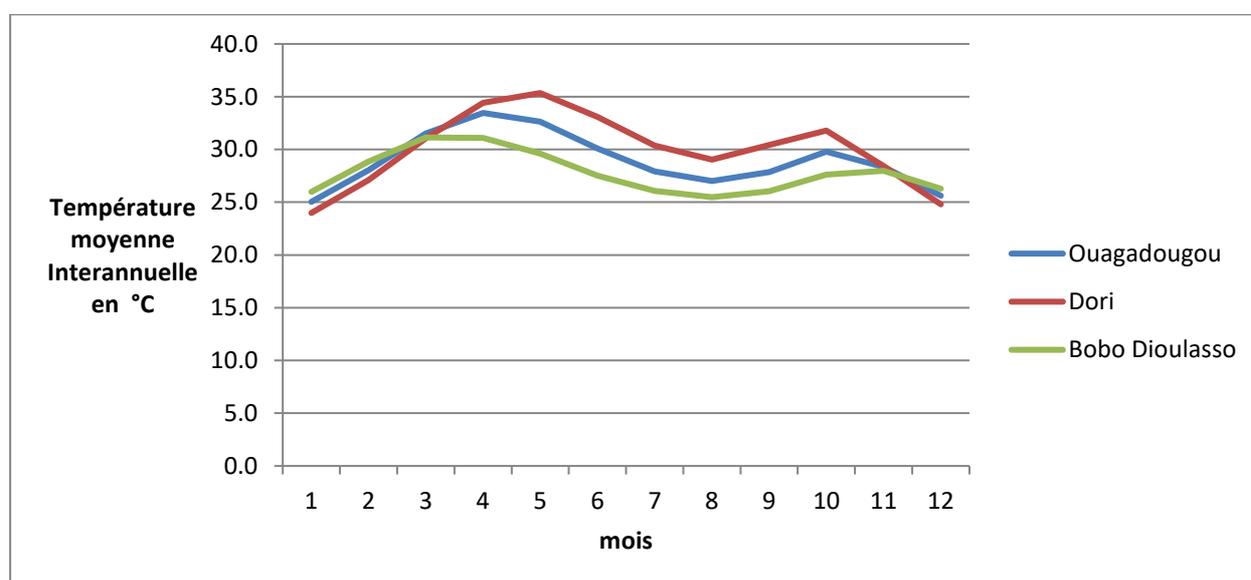


Figure 10: Variations mensuelles des températures

3.5 Humidité sous abri

Le tableau suivant rassemble les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité de l'air mesurée sous abri sur la période d'observation à trois stations synoptiques de référence du nord vers le sud : Dori, Ouagadougou et Bobo Dioulasso.

Tableau 4 : Humidité relative moyenne mensuelle en %

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ouaga	28	24	26	39	52	63	72	77	74	60	41	32
Dori	29	25	23	28	39	52	63	71	65	48	35	32
Bobo	24	22	32	51	63	73	79	82	79	69	46	29

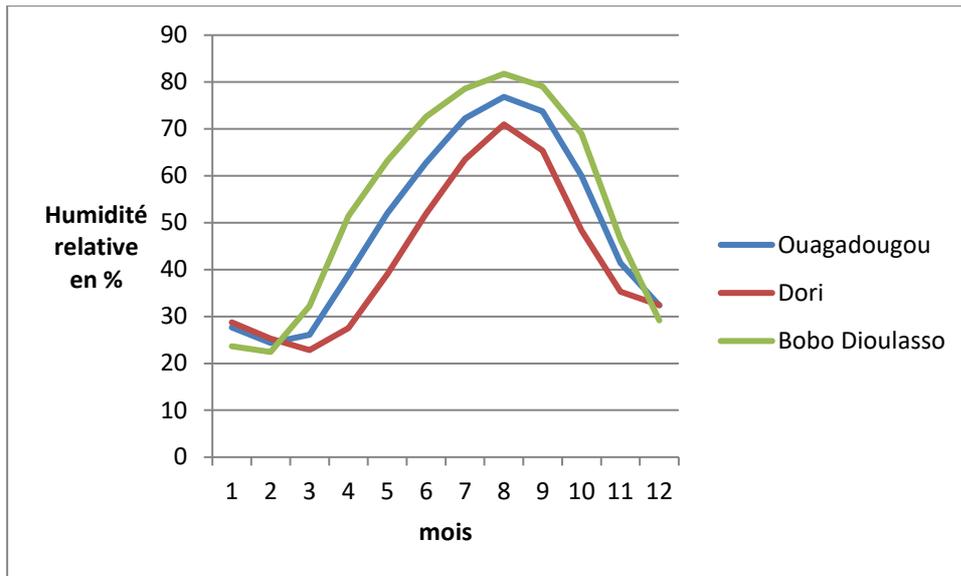


Figure 11 : Variations mensuelles de l'humidité sous abri

3.6 Evaporation

Le tableau suivant rassemble les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de l'évaporation sur bac sur la période d'observation à trois stations synoptiques de référence du nord vers le sud : Dori, Ouagadougou et Bobo Dioulasso.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Ouaga	258,6	276,9	341,6	327,3	311,8	251,2	201,0	162,8	167,3	213,2	232,0	246,2	2990,1
Dori	228,1	250,6	325,1	333,4	342,2	282,5	228,0	184,4	194,2	240,3	238,7	225,9	3073,6
Bobo	310,5	320,6	351,6	295,9	264,7	202,7	162,8	140,1	147,3	188,2	230,6	282,2	2897,3

Tableau 5 : Evaporation moyenne mensuelle et annuelle sur bac en mm

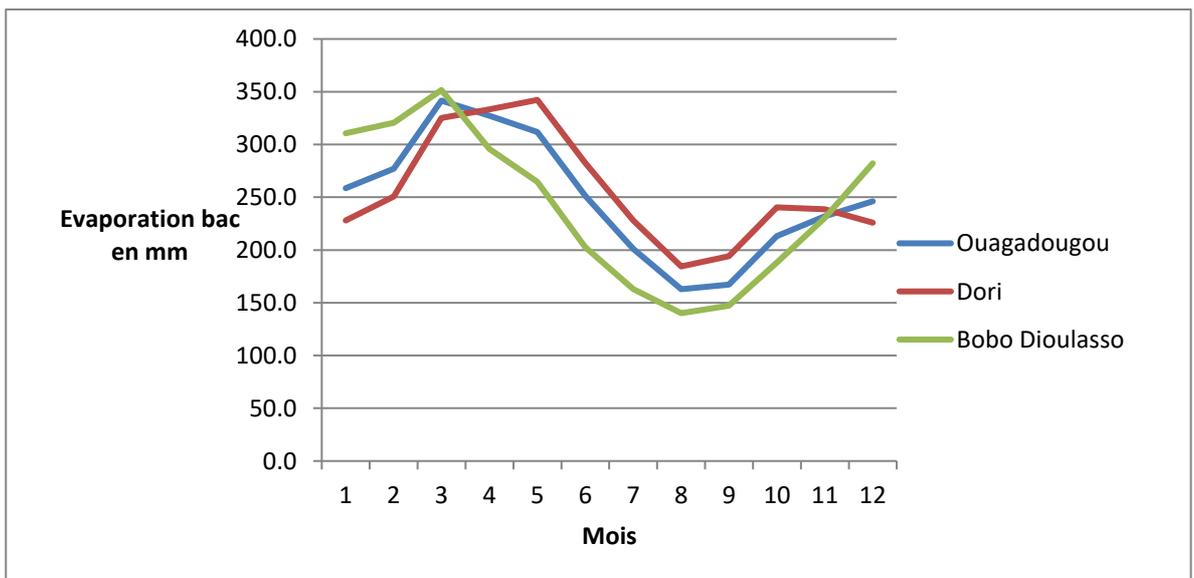


Figure 12: Variations mensuelles de l'évaporation sur bac

On note que l'évapotranspiration au Burkina est très élevée, près de 3000 mm par an. Elle représente environ 40% des volumes stockés et constitue l'un des problèmes majeurs au niveau de la mobilisation des eaux de surface dans les plus de 1400 réservoirs de surface du Burkina.

3.7 Vulnérabilité au changement climatique

Comme de nombreux pays de la région, le Burkina, de par sa position géographique est particulièrement vulnérable au changement climatique. L'indice de vulnérabilité au changement climatique le World Risk Index (WRI) qui représente le degré de vulnérabilité d'une communauté humaine face aux catastrophes naturelles. Il prend en compte plusieurs facteurs : l'exposition, la prédisposition, la capacité à faire face et les stratégies d'adaptation (cf. Université de l'ONU). Cet indice est de 8.35 pour le Mali, de 11.45 pour le Niger et de 9.62 pour le Burkina Faso.

Dès 2005, le Gouvernement du Burkina Faso a préparé un Programme d'Action National d'Adaptation a la variabilité et aux changements climatiques (PANA), lequel a été adopté en 2007. Un certain nombre d'actions ont été entreprises dans ce cadre. C'est en 2015 que le Burkina a publié son Plan d'Adaptation au Changement Climatique (NAP).

Des études conduites par le Laboratoire d'Analyses Mathématiques des Equations (LAME) de l'Université de Ouagadougou a conduit des études dans ce cadre. Il a considéré 3 stations climatologiques représentatives des 3 zones climatiques du Burkina.

Pour chaque station, il a tout d'abord pris en compte les séries de données historiques et ensuite les données venant des : (i) projections produites par 5 modèles climatiques régionaux (MCR) établis par le programme d'Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine (AMMA) ; et (ii) projections venant de 9 modèles climatiques globaux (MCG) utilisés par l'Université du Cap en Afrique du Sud (UCT) avec différents scénarios.

Les principales conséquences anticipées sont :

- La variation significative des précipitations d'une année sur l'autre (déjà observée) et l'augmentation de l'évaporation potentielles (ETP), ce qui représente des risques avérés pour le cycle de croissance des cultures pluviales ;
- Des crues plus fréquentes et plus fortes avec un impact destructeur sur les infrastructures, les habitations, les cultures et la destruction de la diversité dans les bas-fonds, ainsi qu'une augmentation des maladies liées à l'eau telles que le choléra et autres maladies parasitaires ;
- La raréfaction des pâturages et des retenues d'eau va forcer les pasteurs à migrer de plus en plus au sud; et
- Une dégradation accélérée de la végétation entraînant une réduction de la recharge des nappes par infiltration¹⁰.

Les valeurs **adoptées par le Gouvernement dans le cadre NAP** indiquent que le pays pourrait connaître :

- Une augmentation de la température de 0,8°C en moyenne, et un pic à 1,7°C en 2050 ;

¹⁰ LAME, 2013: National Adaptation Programme for Burkina Faso. Climate modelling studies, risk assessment and analysis of vulnerability to climate change. Risk assessment and vulnerability to climate change. Summary report. University of Ouagadougou. BURKINA FASO..

- Une faible diminution relative des pluies de -3,4% en 2025 et -7.3% en 2050. Cette diminution des précipitations serait couplée avec une très forte variabilité saisonnière et interannuelle des paramètres climatiques.

Quel que soit le modèle utilisé, il est évident que la variabilité et le changement du climat est une réalité avec des impacts très importants sur les secteurs économiques majeurs tels que l'agriculture, les ressources en eau, l'élevage et la foresterie (NAPA, 2007).

La vulnérabilité du Burkina Faso aux crues et aux sécheresses devrait s'accroître avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes¹¹. Il est donc essentiel de renforcer les systèmes d'observation des ressources en eaux souterraines et de surface pour en assurer une gestion durable.

¹¹ http://sdwebx.worldbank.org/climateportalb/doc/GFDRRCountryProfiles/wb_gfdr climate change country profile for BFA.pdf

4 CONTEXTE HUMAIN

4.1 Population

La population en 2015 était de 18 450 494 habitants avec une projection pour 2016 de 19 034 397. La capitale, Ouagadougou abrite 2 532 311 habitants (2015) et la seconde plus grande ville du pays est Bobo Dioulasso avec environ 1 200 000 habitants (2015). Les zones les plus peuplées du pays sont dans le centre avec des densités allant de 65 à plus de 130 habitants au km². Dans le sud-ouest et le nord-est les densités sont bien inférieures de 12 à 10 habitants au km².

Le pays est divisé en Provinces chacune ayant à sa tête un Gouverneur représentant l'Etat et 45 Départements.



Figure 13: Régions administratives

Tableau 6 : Distribution de la population résidente par sexe et régions administratives

Région	2014*		
	Hommes	Femmes	Ensemble
Centre	874 547	897 349	1 771 896
Hauts-Bassins	346 221	366 838	713 059
Boucle du Mouhoun	1 219 733	1 209 985	2 429 718
Est	669 944	757 376	1 427 320
Centre-Nord	706 568	796 426	1 502 994
Centre-Ouest	676 680	792 286	1 468 966
Nord	368 849	414 581	783 430
Centre-Est	766 706	797 438	1 564 144
Sahel	937 891	960 470	1 898 361
Plateau Central	680 402	781 028	1 461 430
Centre-Sud	396 443	456 093	852 536
Sud-Ouest	612 853	620 706	1 233 559
Cascades	370 993	401 980	772 973
Total Burkina Faso	8 627 830	9 252 556	17 880 386

Sources Institut national de la statistique et de la démographie (*): Table 7.Projections

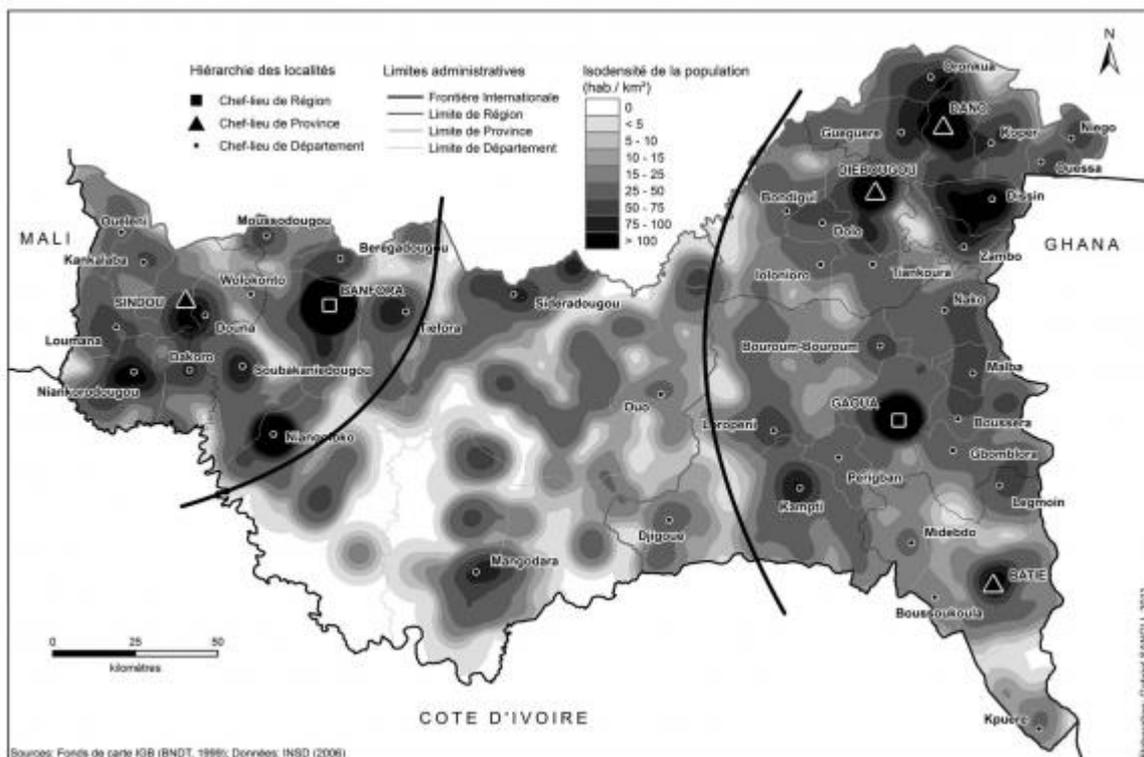


Figure 14 : Densité de la population

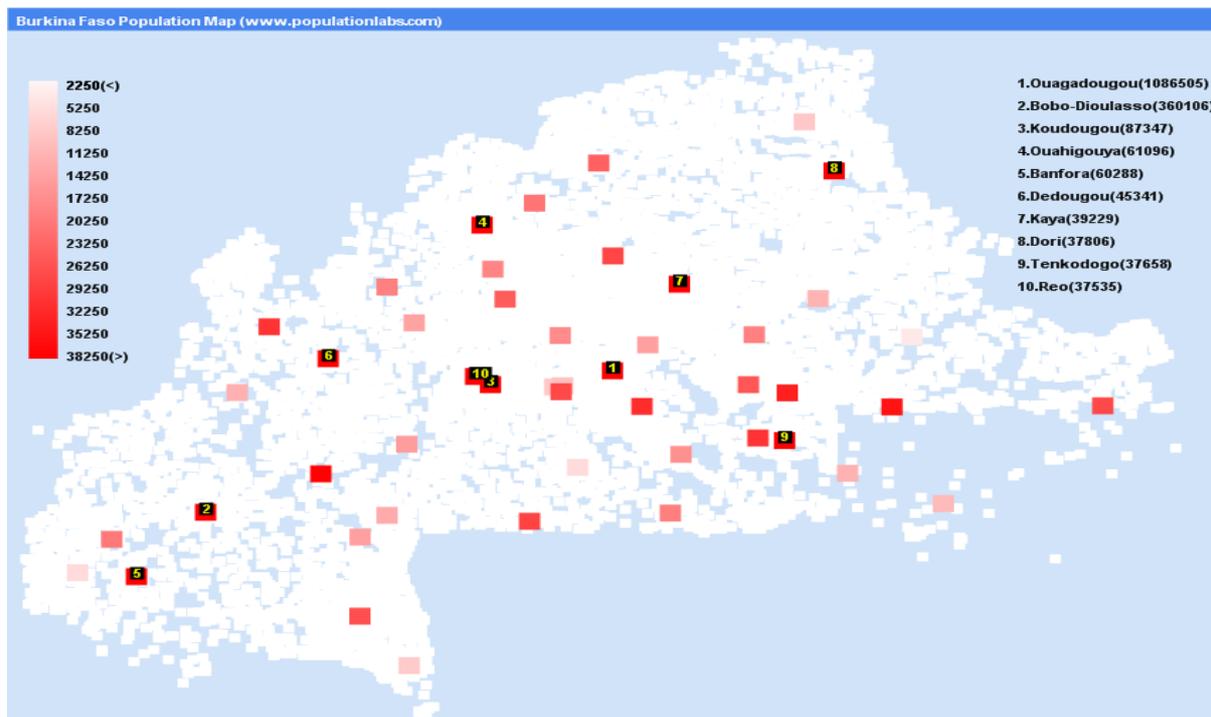


Figure 15 : Villes principales et population

Le sud-ouest peu peuplé pendant plusieurs années malgré des conditions pluviométriques plus favorables que le reste du pays a connu une augmentation rapide et spontanée de la population dans les dernières décennies.¹²

De ce fait, des conditions environnementales favorables ont favorisées de nouveaux développements de l'agriculture et de fait une forte dynamique économique a attiré d'autres migrants.

L'augmentation de la population confrontée aux ressources disponibles pose la question de la durabilité du modèle économique. De nombreuses villes rurales secondaires sont en cours de développement.

L'augmentation de la population dans certains bassins nationaux tels que le Mouhoun et le Nakanbé est très préoccupante notamment en milieu rural. D'après le SDAGE, depuis 2006, cette densité se situe au-dessus du seuil tolérable de 50 habitants/km² au-delà duquel, la biodiversité, et la régénérescence des sols sont compromises d'une part et d'autre part, la pratique d'une agriculture sans amendements des sols par des engrais minéraux et/ou organiques (REEB 2) n'est plus viable. Les projections donnent une densité supérieure à 87/hab/ km² en 2025. Ainsi pour le Mouhoun avec une densité de 65 hab/km² en 2006, les projections pour 2025 donnent une densité de 117 hab/km², proprement insoutenable, avec un taux d'accroissement annuel moyen (TAAM) supérieur au taux national.¹³

Selon les données du rapport sur l'Etat de l'Environnement au Burkina Faso 2007, l'EC-AEN serait confronté à un risque écologique majeur, dans la mesure où la biodiversité et la régénération des sols sont compromises lorsqu'on atteint une densité de 50 habitants/km², densité au-delà de laquelle, la productivité des forêts sèches ne permet plus de satisfaire les besoins énergétiques des

¹² Population dynamics and distribution. Towards a new geography of population in the South-West of Burkina Faso ?
Gabriel Sangli et Bernard Tallet CNRS, Institut des Sciences Humaines et sociales, Université de Lille, 2012

¹³ SDAGE Mouhoun, 2009.

populations.

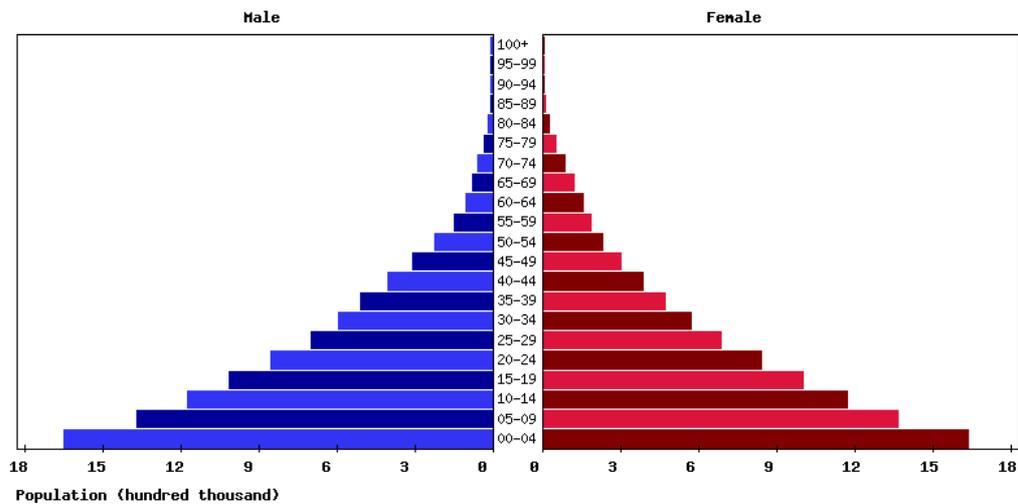


Figure 16 : Pyramide des âges

Il faut noter qu'environ 30% de la population du pays vit en zone urbaine et péri-urbaine et que ce phénomène s'amplifie d'année en année, augmentant les risques d'inondation, de propagation de maladies et de malnutrition.

4.2 Développement humain et alimentation

L'indice de développement humain du Burkina est parmi le plus bas du monde 0.402 en 2015; 185ème rang. L'espérance de vie est de 59 ans.

En considérant l'indicateur mondial de la faim en 2015, le Burkina est classé 87 ème sur 104 pays en termes de niveau de la faim. 20.7% de la population est sous-alimentée. Faible système de production, climat capricieux, croissance démographique, et une pauvreté importante ont créés un cercle vicieux pour les fermiers ce qui menace sérieusement la sécurité alimentaire du pays. Le taux de malnutrition aigüe globale (GAM) pour les enfants de moins de 5 ans est de 10.4% en 2015. Le taux de malnutrition chronique était de 30.2 %. Une étude de l'UEA de 2012 a calculé que la malnutrition des enfants coûtait au Burkina environ 7.7% du PIB.¹⁴

La proportion de ménage incapable d'assouvir leur besoin en nourriture quotidien est passée de 30% à 34% entre 2006 et 2011 et la population avec une consommation d'aliments de mauvaise qualité est passée de 44% en 2009 à 57 en 2012.

Au total, 46% de la population vit sous le seuil de pauvreté.

¹⁴ World Food Program. Burkina Faso current issues, 2016

4.3 Economie

PIB en millions de \$US (2015)	Taux d'augmentation prévu en 2016	Valeur ajoutée en % du PIB			
		Agriculture	Ressources naturelles	Industrie	Services
11.100	5,0%	34,7	11,8	23,3	42,0

Tableau 7 : Valeur ajoutée par grands secteurs d'activité

Le Burkina Faso présente un dynamisme certain au plan économique avec des taux d'augmentation de l'ordre de 5 à 6 % de son PIB par an. L'agriculture tire son épingle du jeu mais ce sont encore une fois les services qui dominent.

4.4 Catastrophes et risque naturels¹⁵

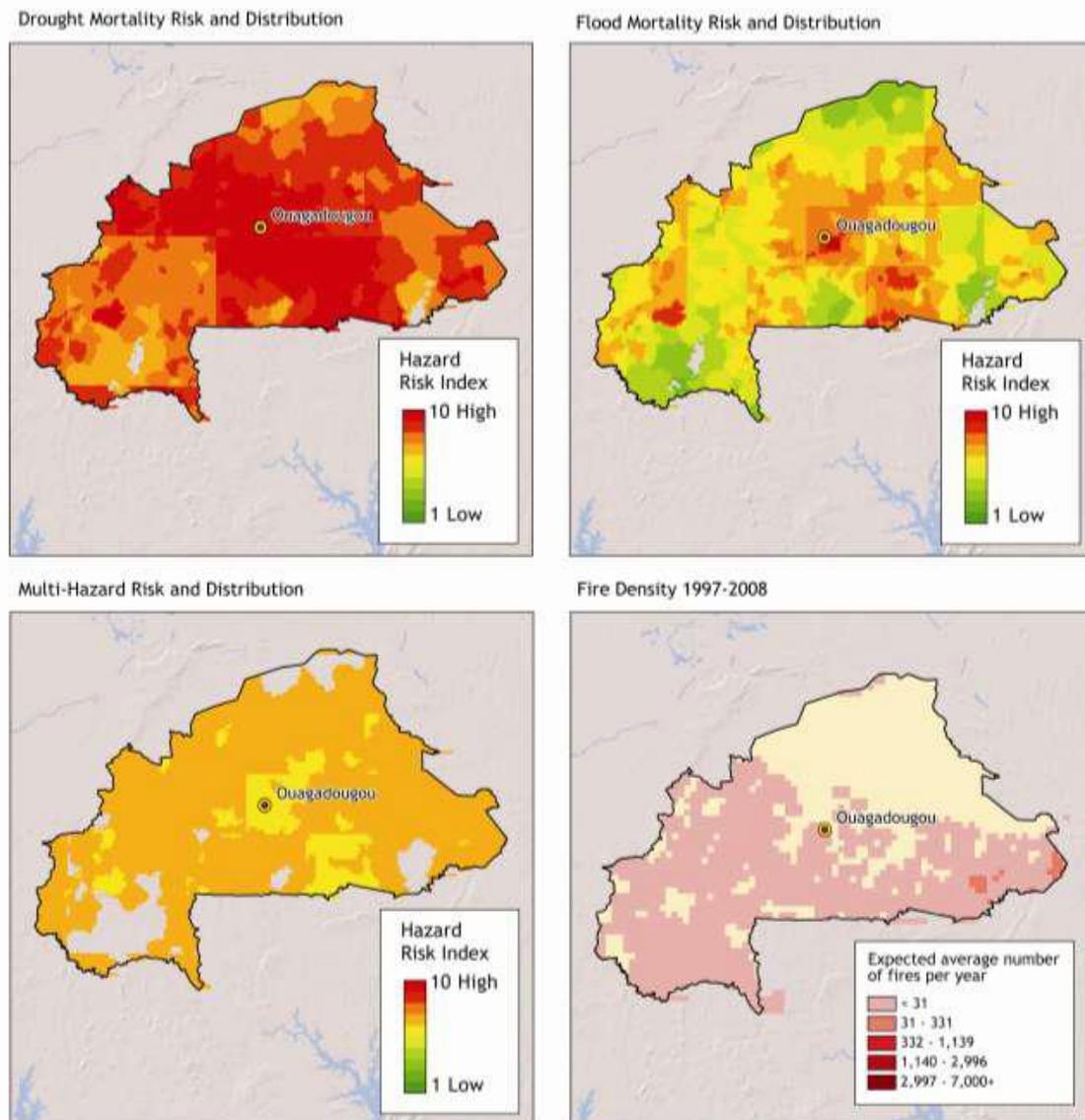


Figure 17: Distribution spatiale des risques

De par sa situation géographique et son contexte socio-économique, le Burkina est soumis à un certain nombre de risques naturels dont les sécheresses et les crues qui sont les plus destructeurs.

¹⁵ UNEP's Global Risk Data Platform, Columbia University Center for Hazards and Risk Research (CHRR), and Columbia University Center for International Earth Science Information Network (CIESIN)

5 CONTEXTE PHYSIQUE

5.1 Hydrologie

Le suivi des réseaux d'observation sur les ressources en eau a commencé au Burkina Faso au début des années cinquante avec l'ouverture de la première station hydrométrique sur le Sourou à Léry en 1952. Le réseau hydrométrique qui se composait de 10 stations en 1960 a connu un développement important avec l'appui des partenaires techniques et financiers, atteignant 110 stations en 1990. Aujourd'hui, ce réseau compte 90 stations en activité. La distribution géographique de ces stations pose problème car héritée des années 80-90 elle ne répond pas ou mal aux besoins actuels. Une rationalisation du réseau basée sur les besoins exprimés et priorisés est nécessaire, d'autant que le pays n'a pas les moyens humains et financiers d'entretenir des réseaux pléthoriques (cf. PRECA SAHEL, 2014°).

Le suivi, la gestion et la maintenance de ce réseau est confié à la Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau à travers le Service Suivi et Evaluation des Ressources en Eau et des Usages (SSEREU).

La Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) fait partie du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA). A l'intérieur de la DGRE, la Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau (DEIE) supervise l'ensemble des aspects du suivi des ressources en eau, surface et souterraines et de leur utilisation, normalement au travers du Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau) mis en place par le PAGIRE.

La DGRE est localisée à Ouagadougou. 13 Directions Régionales de l'Eau et de l'Assainissement (DREA) sont rattachées directement au Secrétariat Général du MEA. La DEIE a 5 antennes locales réparties dans le pays, les Unités de Collecte de Données et d'Informations sur l'Eau (UCDIE). Ces unités travaillent hiérarchiquement sous la responsabilité des DREA qui les abritent, tout en étant institutionnellement rattachées à la DEIE de la DGRE.

La DEIE est responsable de la collecte des données fournies par un réseau de stations hydrométriques situées sur des cours d'eau, des lacs et des réservoirs. Officiellement, ce réseau comporte 90 stations déclarées en activité.

Comme indiqué à la figure 21 certaines stations ont été modernisées par des projets récents. Certaines sont équipées de Thalimèdes (encodeurs placés sur des limnigraphes à flotteurs classiques), d'autres avec des systèmes de transmission en temps réel. **On pourra regretter la disparité de ces équipements qui pose des problèmes au plan de la maintenance obligeant la DEIE à tenir en réserve des pièces détachées pour plusieurs type d'appareils.**

Cependant, l'essentiel du réseau est composé de stations classiques ou le niveau mesuré par un observateur à l'échelle limnimétrique est consigné chaque jour et transmis à des pas de temps variable, notamment par courrier. Ces hauteurs d'eau sont ensuite transformées en débit à l'aide d'une courbe de tarage de la station considérée (relation hauteur-débit). **Malheureusement ces courbes n'ont pas été mises à jour depuis plus de 20 ans, sauf exception) et les débits calculés sont donc imprécis voir totalement faux.**

Le réseau n'est donc pas optimal et ne permet donc pas une analyse fiable des ressources en eau de surface.

5.1.1 Réseau Hydrographique et bassins

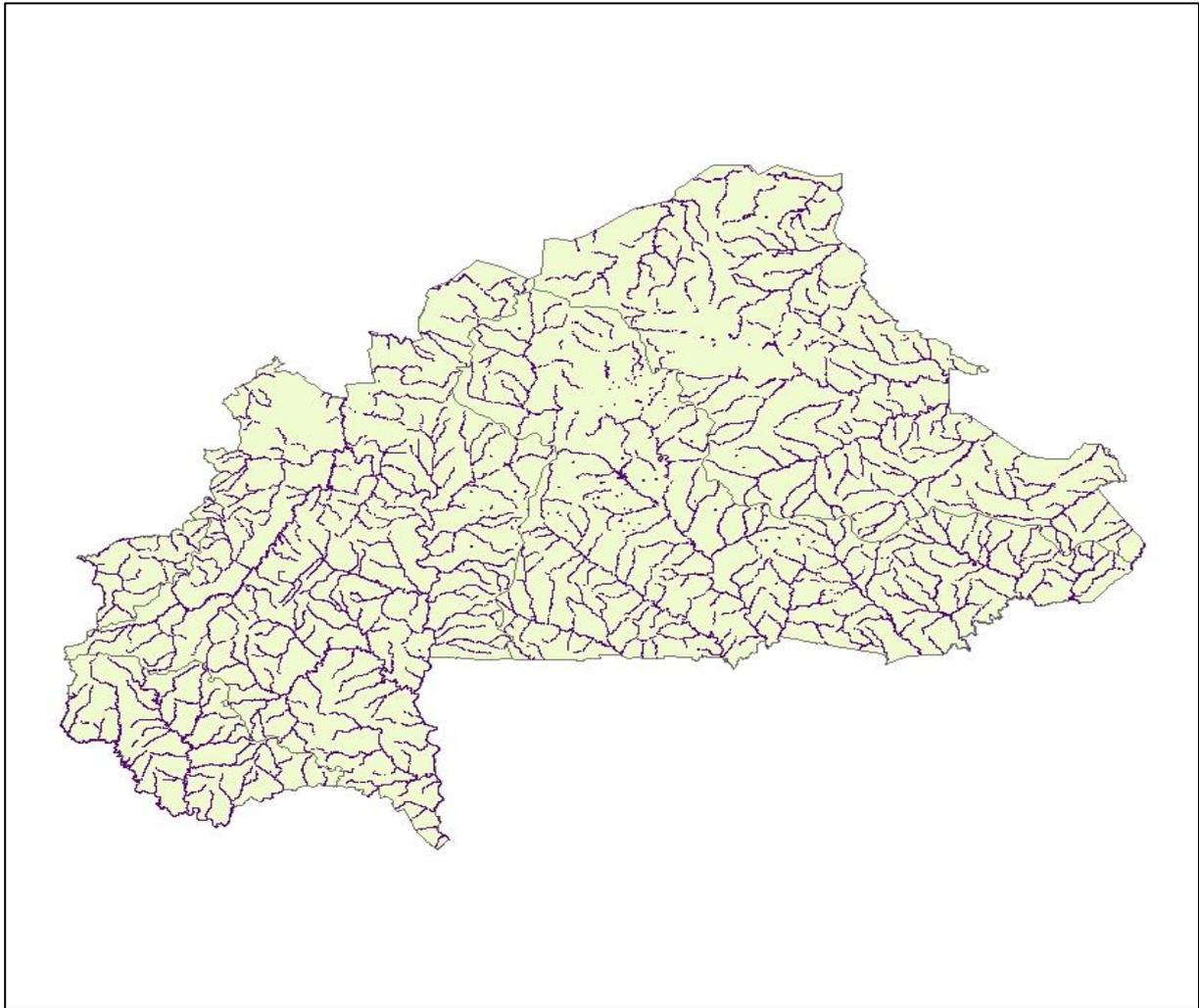


Figure 18 : Le réseau hydrographique du Burkina

Le réseau hydrographique du Burkina est bien développé et détermine 4 bassins nationaux qui sont d'est en ouest ¹⁶:

Le bassin du Niger avec 83 442 km²

Les bassins versants des affluents burkinabés du fleuve Niger occupent tout le tiers nord et Est du territoire. Les plus septentrionaux sont en grande partie endoréiques (Béli, Goudébo, Dargol) et peuvent provoquer des crues importantes. **Le volume interannuel du bassin national du Niger à la sortie du territoire est de 0,86 10⁹ m³ par an.**

Le bassin du Nakanbé avec 81 932 km²

¹⁶ ZIE,2009, Suivi des Ressources en Eau des Bassins Versants du Burkina Faso (Aout 2008), Sidbewendin Gael YAMEOGO

Le Nakanbé draine toute la partie centrale et le nord du plateau mossi et ne coule que pendant la saison des pluies. Les premiers écoulements intermittents peuvent se produire en mai, mais ce n'est qu'en juillet - août que les débits deviennent permanents à la station de Wayen (20800 km²) et se renforcent vers l'aval pour atteindre Bagré (33120 km²). Il reçoit à la sortie du territoire, la Nouhao dont la superficie du bassin est de 4050 km² avec un débit moyen inter annuel de 9.63 m³/s. Les tarissements sont très rapides, le débit nul survenant début novembre à Wayen et début Décembre à Bagré. **Le volume interannuel du Nakanbé à la sortie du territoire est de 2,44 10⁹ m³ par an.**

Le bassin du Mouhoun avec 91 036 km² au Burkina Faso, soit 22,32% du bassin du fleuve Volta.

Le bassin du Mouhoun est partagé par le Mali au nord (Sourou), la Côte d'Ivoire et le Ghana au sud. Le réseau hydrographique du cours d'eau comporte neuf (9) principaux affluents. D'une longueur totale d'environ 1 000 km au Burkina Faso, le Mouhoun draine inégalement au niveau national les territoires de 6 régions¹⁷. Les derniers affluents en rive gauche du Mouhoun proviennent de sous-bassins versants ghanéens et ivoiriens.

Le Mouhoun supérieur Issu du même massif gréseux que la Comoé mais s'écoulant vers le nord-est, présente dans sa partie amont des débits pérennes avec des étiages qui sont rarement inférieurs à 2 m³/s aussi bien à la station de Samandéni que sur le Kou à Nasso. Limité au confluent du Sourou, le bassin versant du Mouhoun supérieur et ses principaux affluents (Plandi, Kou, Voun Hou) atteint 20.800 km² et fournit un débit moyen qui est cependant très irrégulier.

Le Sourou draine l'ancienne plaine lacustre du Gondo dont le bassin versant de 15200 km² totalement sahélienne ne fournit que de faibles ruissellements. A l'état naturel, lors des crues, le Mouhoun alimente son affluent le Sourou. En temps de décrue, le Sourou alimente le Mouhoun. Depuis 1984, des ouvrages de contrôle installés à l'amont de la confluence du Sourou et du Mouhoun au village de Léri permettent de stocker 360 Mm³ dérivés des crues d'hivernage du Mouhoun dans la dépression du Sourou et de restituer dans le cours aval du Mouhoun un débit sanitaire de 3 à 4 m³/s pendant la saison sèche. Le Mouhoun inférieur changeant brusquement de direction après la boucle du Sourou, il coule vers le sud-est, puis plein Sud, formant la frontière avec le Ghana à partir de Ouessa. L'aménagement du Sourou et les prélèvements au fil de l'eau (Ténado, Poura) perturbent le régime naturel aussi bien en étiage qu'en crue. **Le volume interannuel du Mouhoun à la sortie du territoire est de 2,64 10⁹ m³ par an.**

Le bassin de la Comoé avec 17 590 km²

Répartit sur les provinces de la Comoé, de la Léraba, du Houet, du Kéné Dougou et du Poni. Il est composé de deux unités hydrographiques comportant chacune un cours d'eau pérenne : la Comoé à l'Est et la Léraba à l'Ouest du Bassin. Sur le Bassin se trouvent des sources, des mares, des lacs naturels et des barrages construits pour divers usages. Les écoulements sont permanents et les débits d'étiage soutenus sont largement exploités. La pluviométrie relativement abondante de ces régions confère à ces rivières un régime nettement soudanien avec une augmentation des débits dès le mois de juin et débits de crue en août-septembre pouvant atteindre 500 m³/s. **le volume interannuel de la Comoé à la sortie du territoire est de 1,55 10⁹ m³ par an.**

¹⁷ La Boucle du Mouhoun, les Hauts-Bassins, le Sud-Ouest, le Centre –Ouest, le Nord et les Cascades

Figure 19 : Les 4 bassins nationaux du Burkina

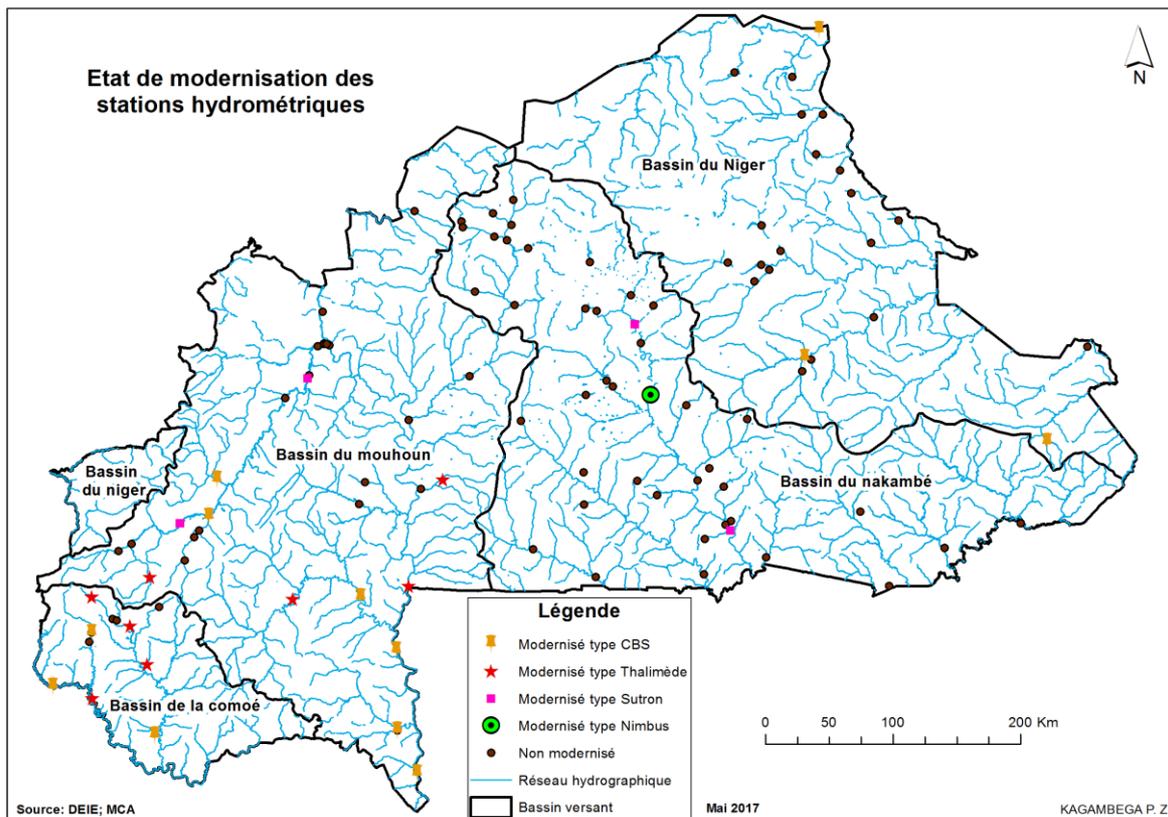
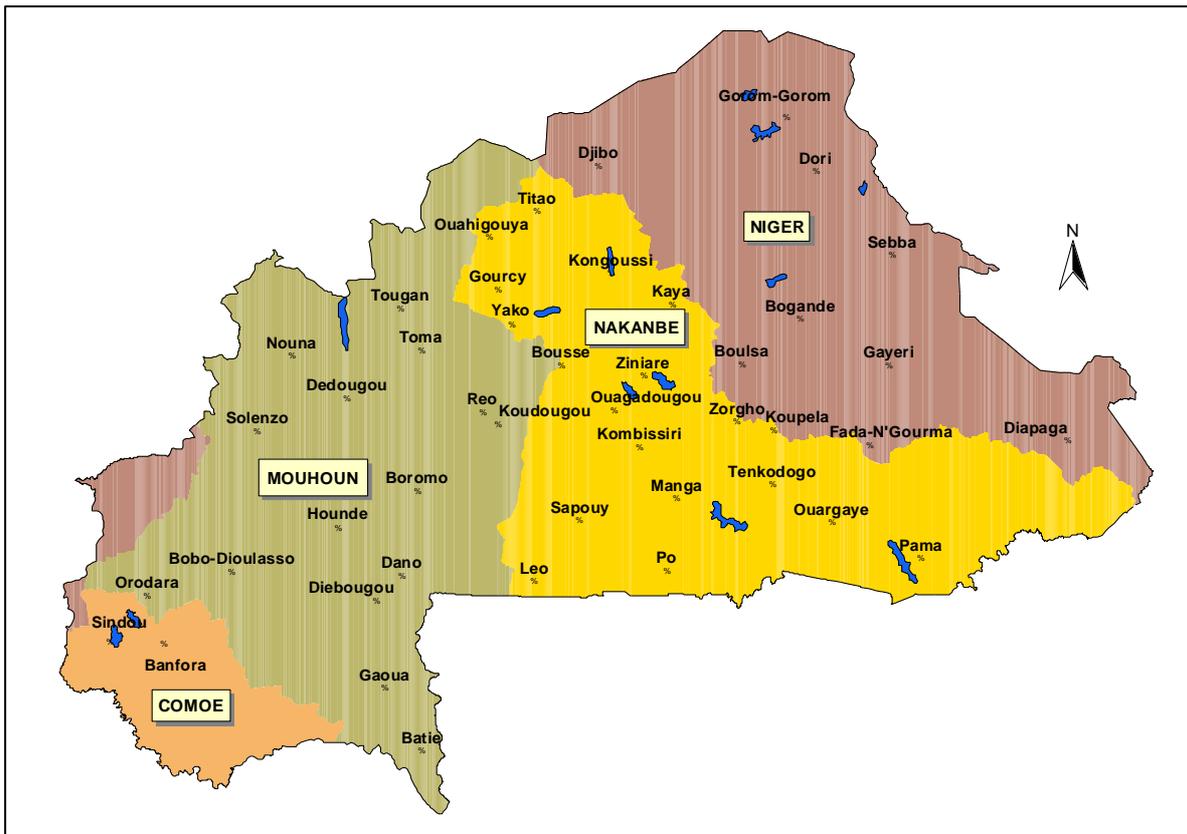


Figure 20 : Réseau hydrométrique modernisé

5.1.2 Débits des cours d'eau par bassin

Le tableau suivant résume les apports en eau de surface pour les bassins nationaux en m³/s et en millions de m³ (Mm³). Ces chiffres calculés sur la période historique, correspondent aux valeurs proposées dans l'évaluation de 2001 et corroborent ceux donnés en 1998 par le MEE.

Les figures 22, 23 et 24 présentent les hydrogrammes interannuels à différentes stations de ces bassins.

Bassin	Module (en m ³ /s)	Apports en Mm ³
Niger	27,41	865
Nakanbé	77,64	2 444
Mouhoun	83,9	2 646
Comoé	49,31	1 556
Total	238.26	29 511

Tableau 8 : Modules et apports moyens annuels pour les bassins du Burkina

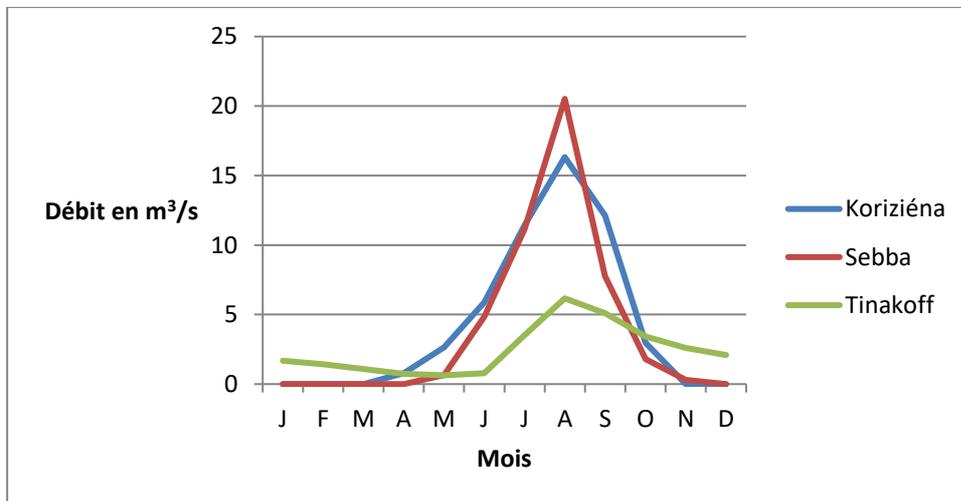


Figure 21 : Bassin du Niger

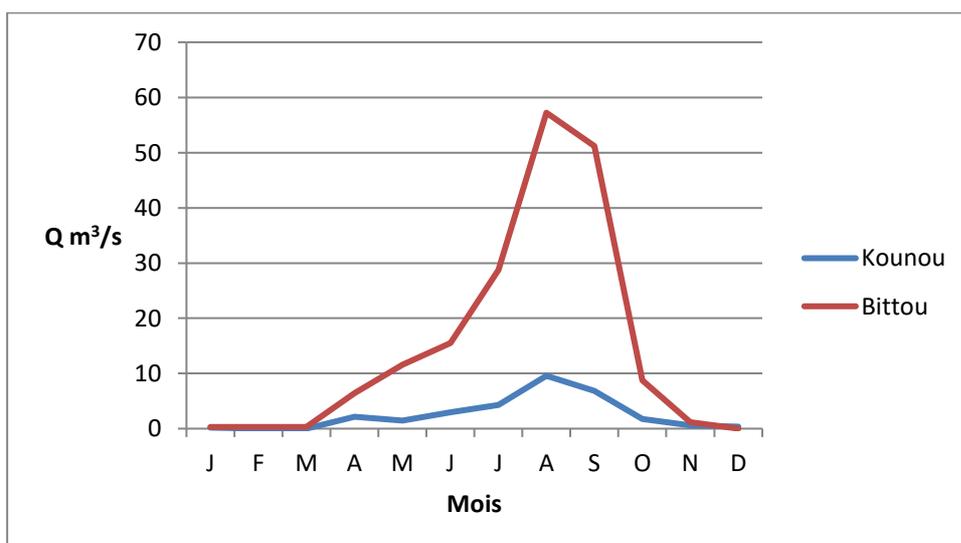


Figure 24 : Bassin du Nakanbé

5.1.3 Volumes stockés

Bien que le pays ait un réseau hydrographique important, la plupart de ses cours d'eau ne sont pas pérennes, à l'exception du bassin du Mouhoun (Volta Noire). La source essentielle d'eau pour la population est donc l'eau souterraine et un grand nombre de réservoirs artificiels.

Le Burkina Faso a commencé à construire les barrages depuis les années 1920. On dispose aujourd'hui de plus d'une vingtaine de grands barrages au sens de la CIGB et environ un millier de barrages réservoirs avec une capacité de stockage de l'eau de l'ordre 5,5 milliards de m³ par an équivalent à environ 300 m³ par an et par habitant (contre 3000 m³ en Chine et 6000 m³ en Amérique du Nord).

Ceux-ci font l'objet d'inventaires plus ou moins réguliers dont les derniers en date sont ceux de 2005 (projet INOH-2005), 2009 et 2011 conduits par la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) à travers la Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau (DEIE). Le tableau suivant indique leur nombre par catégorie d'ouvrage.

Tableau 9 : nombre de retenues par type et par région

REGION	BARRAGES	BOULIS*	LACS	MARES	TOTAL
MOUHOUN	52	12		53	117
CASCADES	25	5	2	16	48
CENTRE	83	6			89
CENTRE EST	74	9	1	19	103
CENTRE NORD	96	179	4	11	290
CENTRE OUEST	201	32		7	240
CENTRE SUD	102	10		2	114
EST	64	38		16	118
HAUTS BASSINS	39	3	2	17	61
NORD	91	35		11	137
PLATEAU CENTRAL	86	100			186
SAHEL	47	122	1	71	241
SUD OUEST	41	5		4	50
NATIONAL	1001	556	10	227	1794

*Dépressions naturelles

Source: DGRE/DEIE

Le nombre de retenues d'eau a augmenté de 33% depuis 2008%. Ceci s'explique non seulement par le fait de recensement de nouvelle réalisation mais aussi l'identification de retenues d'eau qui n'avaient pas été inventoriées lors des collectes précédentes. 90 ouvrages de mobilisation d'eau de surface ont été réalisés entre 2008 et 2011, soit 33 barrages et 57 boulis. **On notera cependant l'augmentation impressionnante, et suspecte, du nombre de barrages entre ceux répertoriés en 2011, soit 313 (Source : Annexe 6 PVPE¹⁸, 2011) et 2017 avec 1001 barrages (source DGRE/DEIE) ?**

Le Centre Nord est la région la plus nantie en retenues d'eau. Soit au total 290. Suivi du sahel, du Centre Ouest et du plateau central avec respectivement 241 ; 240 et 186 retenues d'eau. Les Hauts Bassins, le Sud-Ouest et les Cascades sont en dernières position avec respectivement 61 ; 50 et 48 retenues d'eau.

¹⁸ Programme de Valorisation des Plans d'Eau

Sur l'ensemble du territoire on dénombre 10 lacs dont 4 dans le Centre -Nord, 2 respectivement dans les cascades et les hauts Bassins, 1 au Sahel et 1 au Centre Est.

Concernant les mares 227 ont été recensées. Le sahel et la Boucle du Mouhoun enregistrent à elles seules plus de 50% des mares, avec respectivement 71 et 53 mares.

Les mares au sahel sont en général de petites cuvettes naturelles, mais elles jouent un rôle important dans l'abreuvement du bétail et du maintien des zones humides.

Les 55,8% des retenues d'eau sont des barrages. Les boulis représentent 31.8%, les mares 12.7% et les lacs moins de 1% comme l'indique le tableau 21 ci-après :

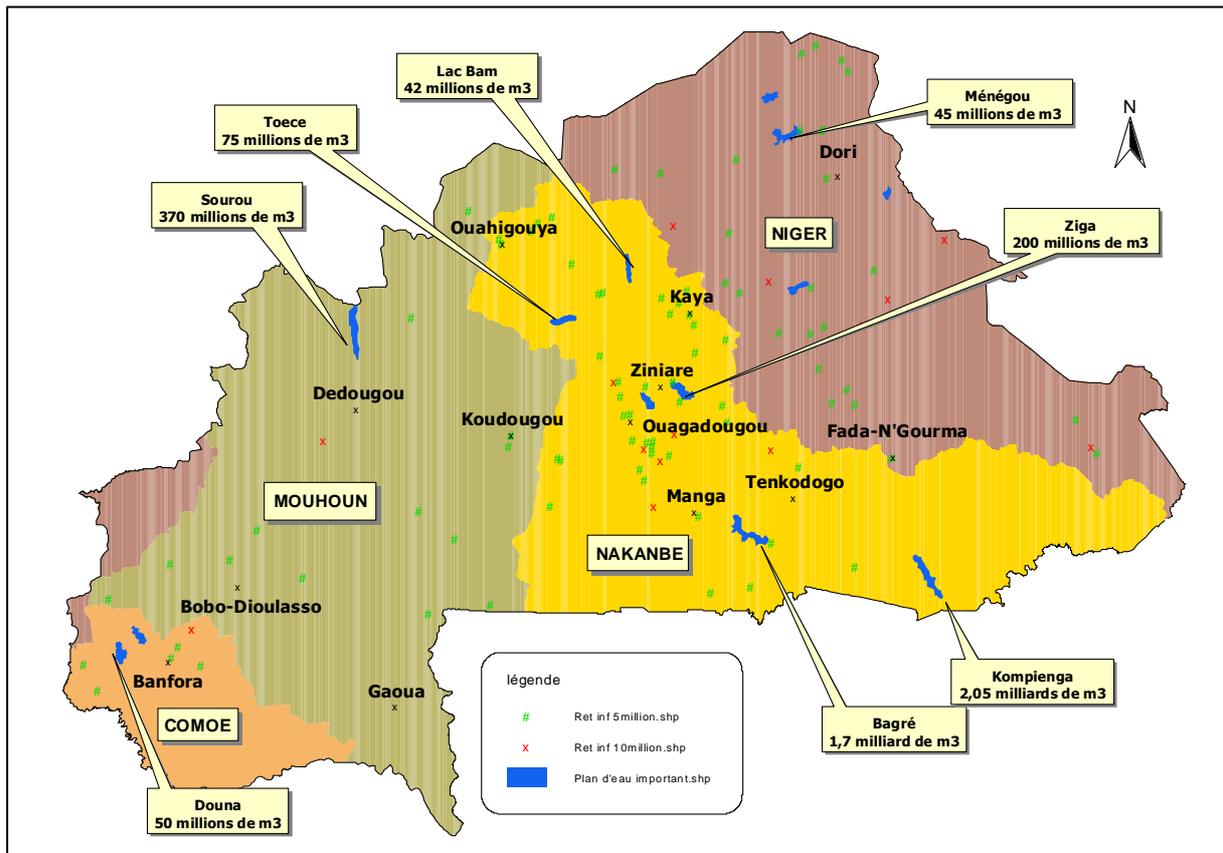


Figure 22 : Localisation des principaux ouvrages

Source DGRE, 2011

5.1.4 Volumes stockés par bassin, estimation 2017¹⁹

La répartition des barrages selon leur capacité de stockage et par région est donnée par le tableau ci-après.

Tableau 10 : Répartition par tranche de capacité

¹⁹ MEA, janvier 2017, Programme National des Aménagements Hydrauliques, Rapport de l'étude diagnostique

Région	Capacité ≤ 50 000 m ³	50 000 m ³ < Capacité ≤ 100 000 m ³	100 000 m ³ < Capacité ≤ 500 000 m ³	500 000 m ³ < Capacité < 1 000 000 m ³	1 000 000 m ³ ≤ Capacité < 5 000 000 m ³	Capacité ≥ 5 000 000 m ³
Mouhoun	14	4	12	1	5	3
Cascades	5	2	5	0	2	6
Centre	11	7	19	9	13	4
Centre Est	13	2	25	8	10	1
Centre Nord	9	13	20	10	14	4
Centre Ouest			60	30	8	2
Centre Sud			30	35	5	0
Est			23	18	8	8
Hauts Bassins			12	5	3	2
Nord	21	10	24	7	7	5
Plateau Central			26	17	14	5
Sahel			13	9	8	1
Sud-Ouest			19	11	5	0
Total	73	38	288	160	102	41

Source : traitement par le Consultant des données d'inventaire de la DGRE, PNAH 2017

Il y a de nombreux barrages dont les capacités de stockage ne sont pas renseignées. Il n'y a que 25% des retenues d'eau qui sont pérennes et 67% ont un caractère temporaire. Quant aux boulis, compte tenu de leurs capacités modestes, seuls 13% mobilisent de l'eau toute l'année.

La retenue de Samandeni n'est pas encore en service. Mise en eau prévue pas avant la fin de 2017 avec une capacité annoncée de 1.4 milliards de m³.

Le tableau suivant contient les capacités de stockage et les volumes interannuels théoriquement stockés en année normale. On notera que les barrages dont la capacité de stockage n'est pas renseignée sont nombreux.

Tableau 11 : Capacités de stockage et volumes interannuels stockés estimés

Bassin	Capacité de stockage en milliard de m ³	Volume interannuel stocké en milliard de m ³
Niger	0,239	0,098
Nakanbé	4,23	2,041
Mouhoun	0,438	0,285
Comoé	0,115	0,081

On notera cependant que ces chiffres sont en fait les mêmes que ceux proposés dans l'état des lieux de 2001

Cependant ces estimations de volumes stockés reposent sur un certain nombre d'hypothèses :

- Le volume retenu annuellement dans les barrages suivis au plan hydrologique permet de calculer un taux de remplissage ;
- Ce taux moyen est appliqué à **l'ensemble des retenues du bassin** (65% pour le Mouhoun et 41% pour le Niger) notamment.

Le problème est que non seulement la simple transposition d'un taux moyen de remplissage par bassin, basé sur très peu de retenues contrôlées est déjà une grande approximation mais **l'essentiel est que les courbes de remplissage des retenues n'ont pour la plupart, pas été revues depuis de nombreuses années.**

Compte tenu de l'érosion beaucoup de retenues sont remplies de sédiments avec pour certaines un envahissement par la végétation aquatique.

Les volumes retenus chaque année sont donc entachés d'erreur et le dernier inventaire par la DEIE datant de 2011, la fiabilité des estimations est douteuse.



Figure 23: Barrage Sampieri Bassin du Mouhoun en septembre 2016

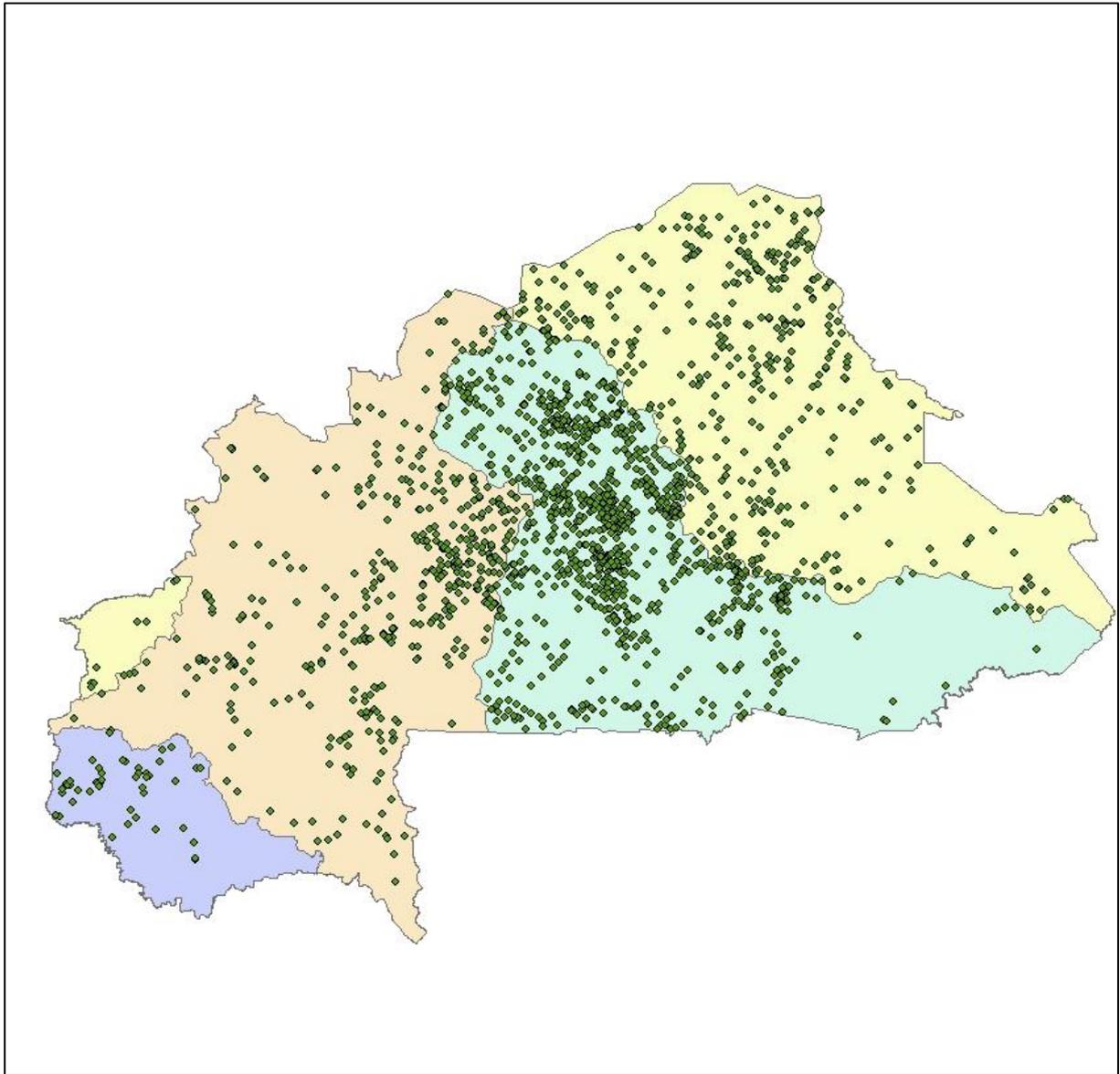


Figure 24 : implantation des principales retenues d'eau de surface

5.2 Relief²⁰

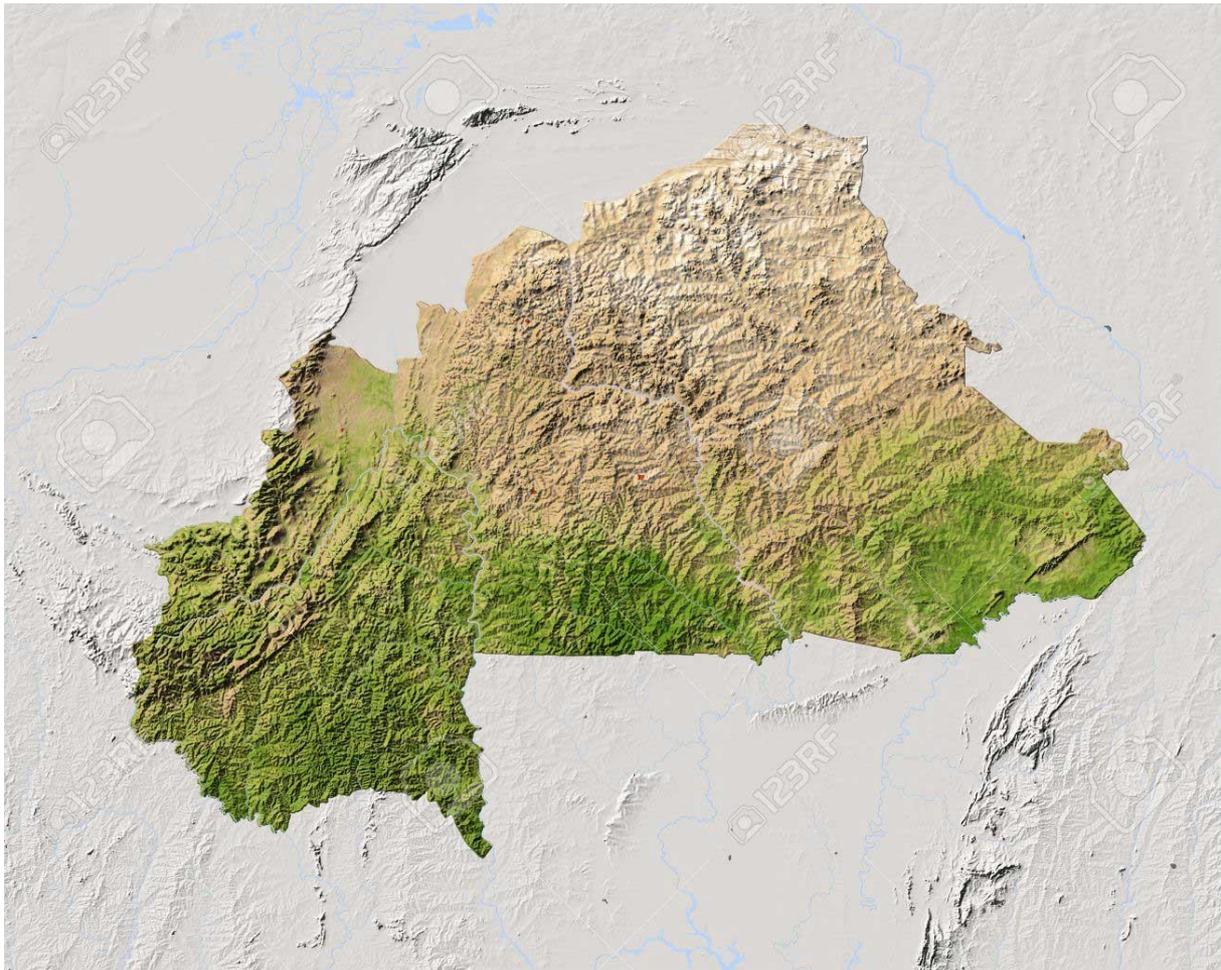


Figure 25: Le relief du Burkina

Le Burkina Faso est un pays relativement plat. Mais ça ne l'empêche pas d'être situé à une altitude moyenne de 400 mètres car il est constitué principalement de plateaux et de collines.

Ainsi, les trois quarts du pays sont situés sur une gigantesque *pénéplaine* (large espace de faibles dénivellations résultant d'une longue érosion et de la jonction des bassins hydrographiques).

Cette pénéplaine appelée le "Plateau Central" (et comprenant le plateau Mossi) voit s'étendre sur son ensemble de basses collines et des vallées peu profondes forgées par des rivières tout aussi peu capricieuses. Les parties basses et planes correspondent aux granites et gneiss du socle, consolidés et usés par l'érosion depuis le Précambrien. Les masses rocheuses isolées qui ont résisté à l'érosion se présentent sous des formes diverses. On trouve des alignements de collines qui s'apparentent au relief appalachien.

Situé à la frontière du Mali, dans la province du Léraba, le Téna Kourou est le sommet de plus élevé du pays : avec ses 747 mètres il domine la région la plus haute du Burkina Faso constituée d'un massif gréseux. C'est dans cette zone à cheval sur les provinces du Kéné Dougou, de la Comoé et du Léraba

²⁰ Planète Burkina, 11 décembre 2014

que se succèdent un certain nombre de curiosités géologiques appréciées des touristes tels que les dômes de Fabédougou, les pics de Sindou et les falaises de Banfora.

Les reliefs, mêmes modestes, du Burkina Faso et le dense réseau hydrographique offrent d'intéressantes potentialités d'hydroélectricité déjà mises en valeur à certains endroits tels que le barrage de Bagré ou celui de Kompienga.

Les points les plus bas du pays sont la vallée du Mouhoun (en aval de Boromo jusqu'à la frontière ivoiro-ghanéenne, la vallée de la Pendjari (constituant la frontière avec le Bénin) et la vallée du Nakanbé en aval du barrage de Bagré, à la frontière du Ghana.

5.3 Géologie et hydrogéologie

5.3.1 Généralités

La géologie du Burkina Faso se compose essentiellement de terrains cristallins, sur près de 225 000 km² soit environ 80 pour cent de la superficie du pays, appartenant à ce que l'on appelle la dorsale de Leo, où la productivité des aquifères est liée à la présence de fractures mais aussi au type de roche cristalline, dont les types de fracturation et d'altération spécifiques entraînent des capacités de stockage différentes.

Le reste du pays correspond à des terrains sédimentaires - essentiellement anciens, où les grès sont prédominants. Ils sont répartis sur trois secteurs : i) un secteur occidental, le plus vaste puisque représentant environ 45000 km², et le plus exploité ; ii) un secteur Nord beaucoup plus réduit situé à la frontière avec le Gourma malien, et iii) un secteur Est également très peu étendu à la frontière du Bénin, également peu exploité.

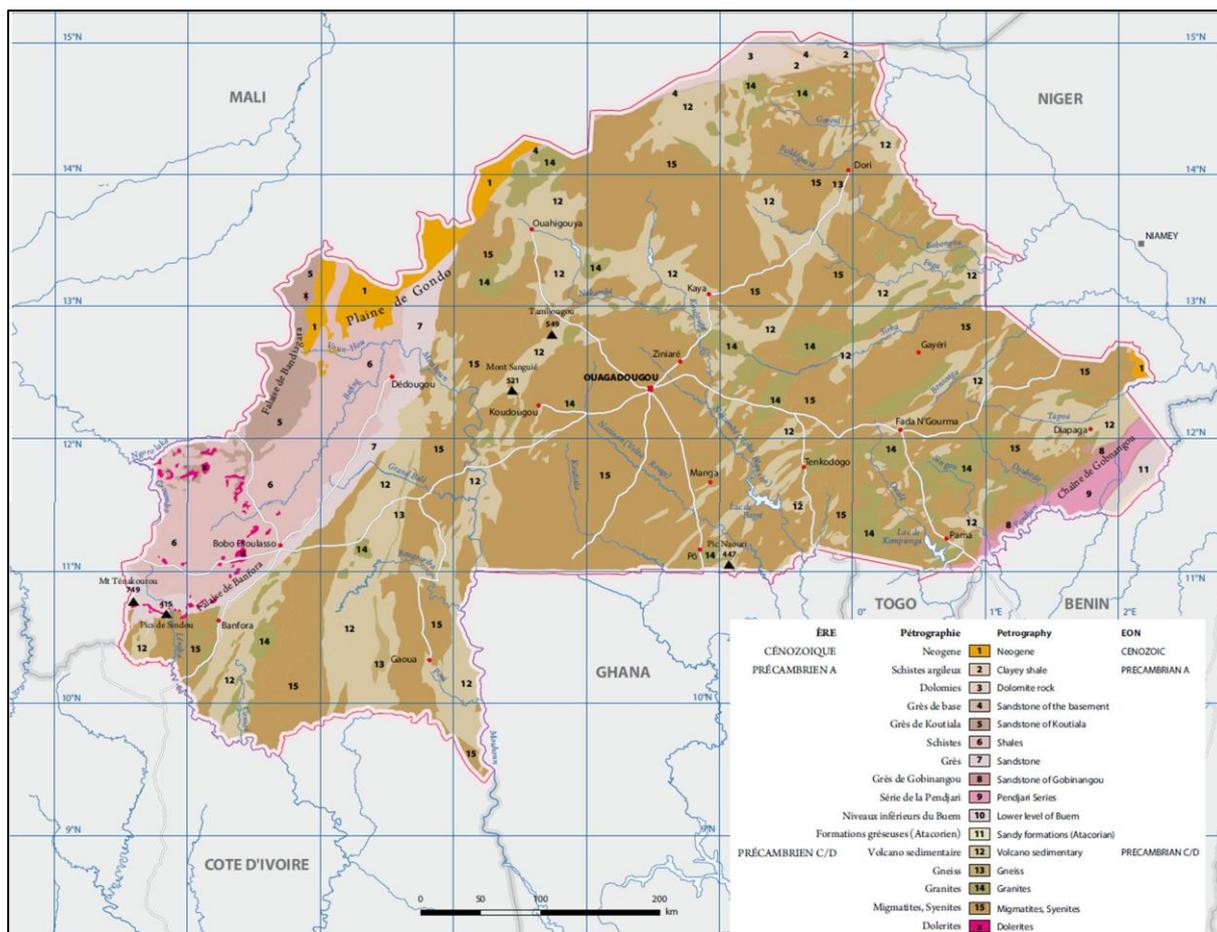


Figure 26: Géologie simplifiée du Burkina Faso

(D'après l'Atlas de la biodiversité d'Afrique de l'Ouest – Burkina Faso – 2008)

5.3.2 Le réseau piézométrique

Le réseau piézométrique existe seulement depuis 1988. Il a connu un développement important, culminant avec 75 piézomètres répartis sur 35 sites à la fin des années 1990, grâce à l'appui de la coopération néerlandaise.

Dans le secteur sédimentaire occidental, c'est-à-dire dans les bassins du Mouhoun, de la Comoé et du sous bassin du Banifing, le réseau piézométrique national comprend actuellement 9 piézomètres sur 8 sites. **Ce nombre est manifestement trop faible pour permettre une analyse et un suivi des aquifères concernés.**

Deux piézomètres, sont apparemment installés sur les formations du Groupe de la Pendjari. La variation piézométrique annuelle est de l'ordre de 1 à 4 m, selon les secteurs et la pluviométrie de l'année

Réseau piézométrique du Burkina

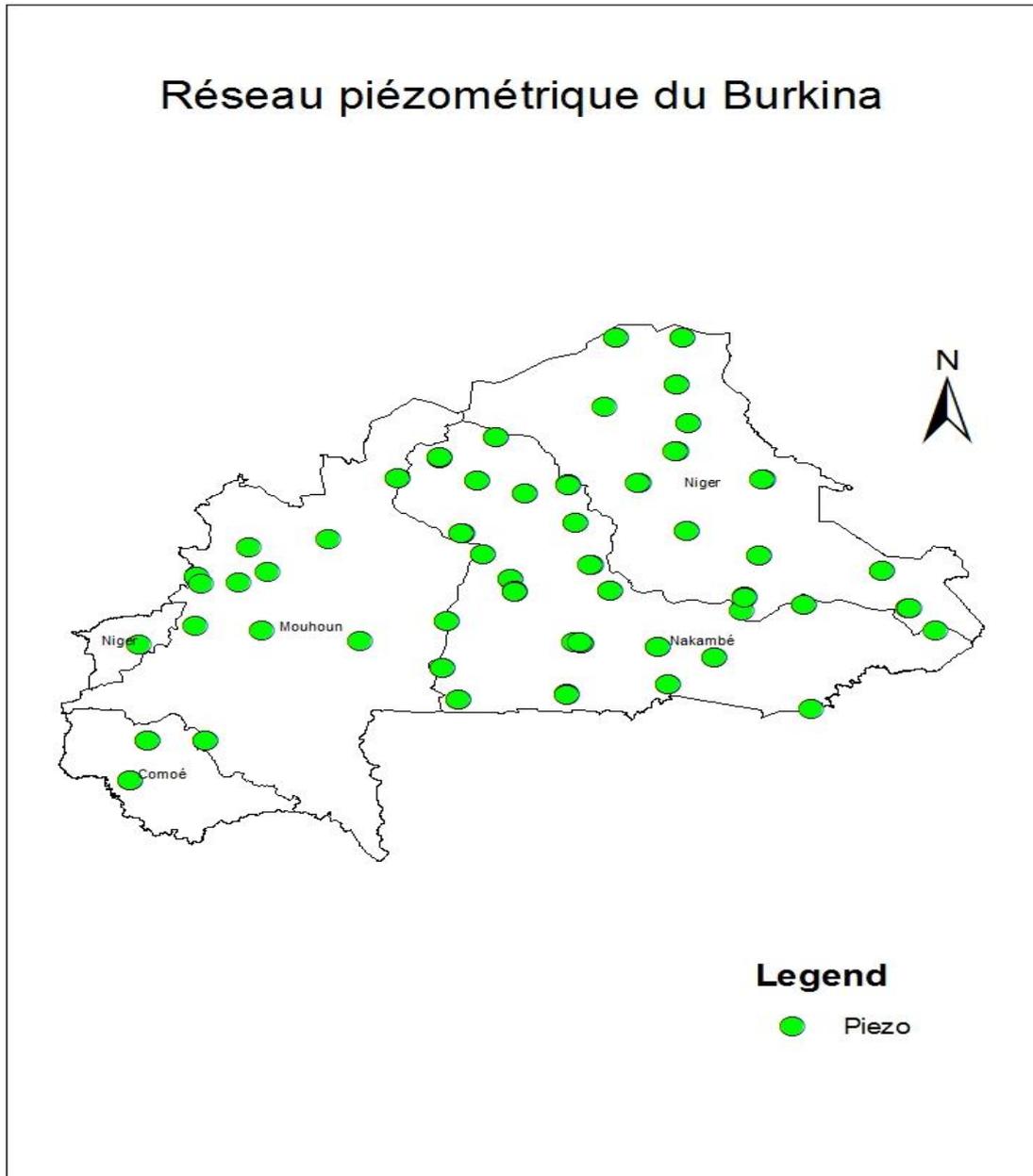


Figure 27: Le réseau piézométrique du Burkina

Il est bien évident que cette modification des états de surface a eu et continue d'avoir un impact sur les ressources en eau avec des coefficients de ruissellement en constante augmentation et des coefficients d'infiltration en baisse, sans oublier les problèmes d'érosion et de remplissage des retenues.

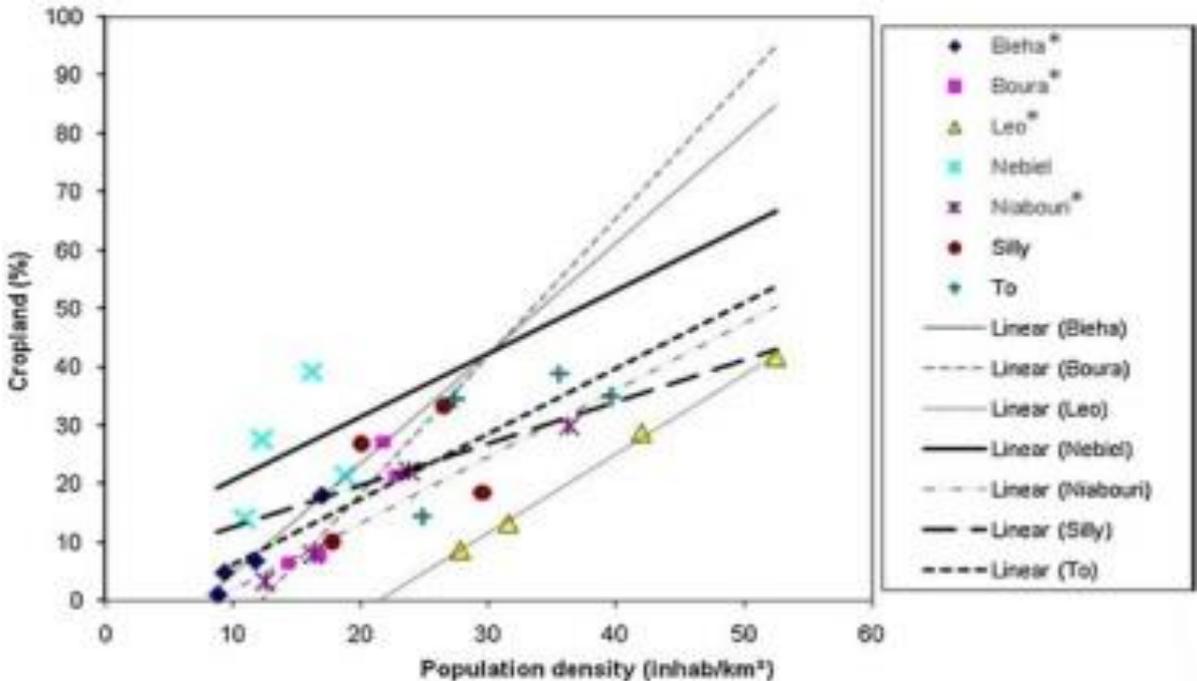


Figure 29: relation entre densité de population et extension des cultures

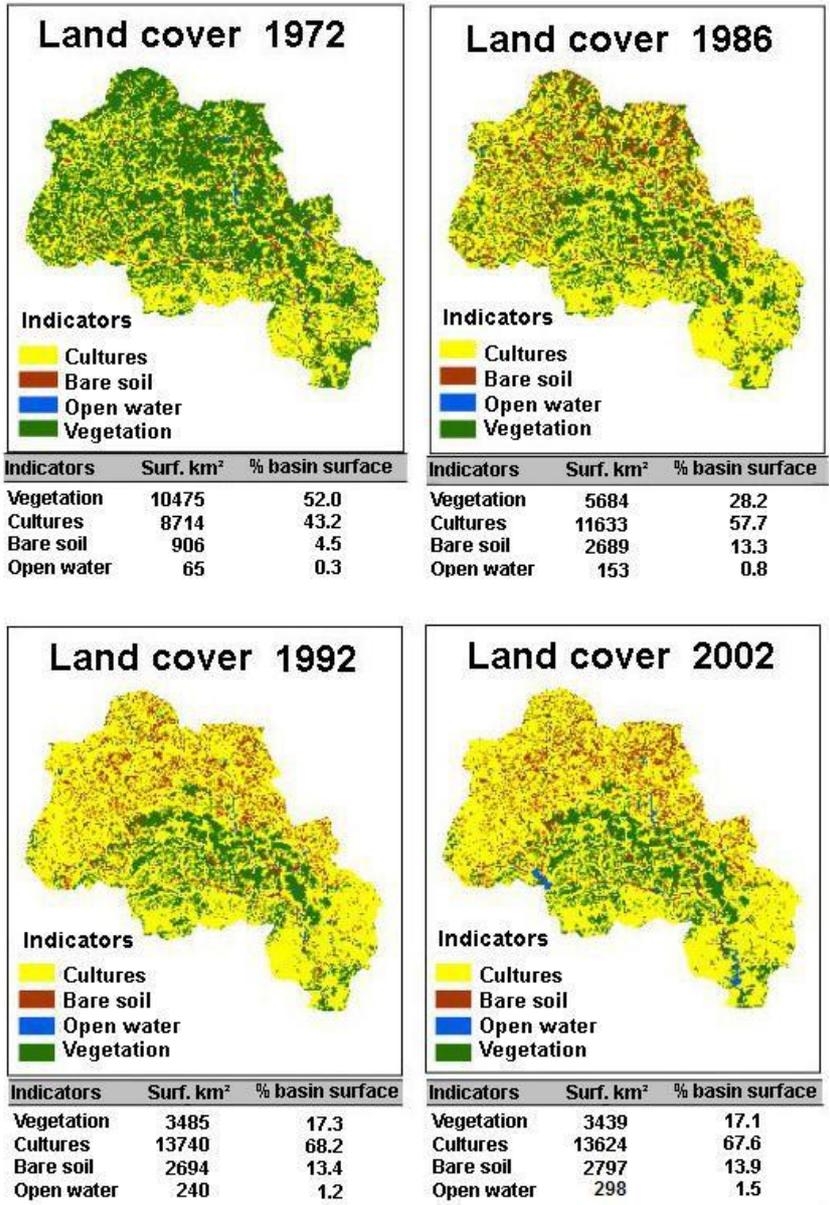


Figure 30 : Images LANDSAT de l'évolution de l'occupation des sols

6 PRINCIPAUX SECTEURS ECONOMIQUES UTILISATEURS D'EAU

6.1 Agriculture ²²

L'agriculture au Burkina est essentiellement pluviale. Environ 24.000 hectares sont irrigués avec un potentiel irrigable de 160.000 ha incluant 130.000 ha en contrôle partiel de l'eau et 30.000 ha en maîtrise totale. Les cultures irriguées sont essentiellement le riz, la canne à sucre et les légumes.

Culture	Nombre de producteurs	Surface cultivée (ha)	Production en tonnes
Maïs	1381 380	846488 (3599 ha irrigated) in 2012-2013	1 065 800 (2012)
Riz	112 804	2012/2013: 136 865	197 825 (2012)
Coton	350 000	500000 (2013)	503462 (2012-2013):
Niebe	1, 2 million (720 000 women)	2012/2013 :133 522	462 325
Soja	No data available	2012: 22198	23056.
Arachide	50 000	2010/2011: 409 322	174170,33
Sesame	200000	2009/10 : 93384	60477
Oignons	101 114 (about 72% of men). In Sahel region about 71% women.)	2012 :14 000 ha	251574? 109617
Manioc	6750 26 (irrigated)	2008: 1512,49	2011: 146 300 rainfed 3300 irrigated
Sorgho	1200 000	2011/2012 :1681881	1723071
Mangue	15 000	35 221	130760
Banane	715	2011: 1 104 ha	32 036
Tomates	164 954 (119007 men and 45 947 women.)	2010/2011: 9529,23ha	179217 (2011/2012)

Tableau 12 : Indicateurs agricoles

Au Burkina l'agriculture est presque exclusivement extensive. Elle est surtout pratiquée par environ 800.000 petites fermes familiales de 3 à 6 hectares. C'est de l'agriculture de subsistance

²² REVUE DES POLITIQUES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES AU BURKINA FASO JUILLET 2013 SUIVI DES POLITIQUES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES EN AFRIQUE (SPAAA) RAPPORT PAYS

avec une productivité basse dépendante des aléas climatiques. Dans ces conditions la production agricole peut difficilement satisfaire les besoins et garantir une indépendance alimentaire.

Crues et sécheresses affectent chaque année à des degrés divers les zones agricoles, causant des pertes économiques considérables estimées à plus de 175 US\$ entre 2005 et 2010. L'une des plus petites économies du monde, le Burkina, est profondément dépendante de l'agriculture avec à peu près 85% des emplois liés à l'agriculture de subsistance, tant en milieu rural que péri-urbain et même urbain. En 2014, ce secteur représentait environ 30% du PIB. Les produits agricoles contribuent pour à peu près 30% aux revenus d'exportation.

Cependant, de nombreuses contraintes sont des facteurs limitants pour ce secteur : (i) précipitations insuffisantes avec un très forte irrégularité spatiale et interannuelle ; (ii) réduction de la fertilité des sols ; et (iii) forte pression démographique sur les sols cultivables/petites tailles des exploitations agricoles.

Ainsi la valeur de l'indice de production en céréales (en tonnes) était de 4,469,300 en 2014, et sur une période de 53 ans il a atteint une valeur maximale de 4,898,544 en 2012 et minimale de 726,079 en 1961.

6.2 L'élevage

La valeur la plus récente de l'indice de production animale (2004-2006 = 100) au Burkina était de 84.55 en 2013. Durant les 52 dernières années la valeur de cet indicateur a fluctué entre 109.42 en 2012 et 19.80 en 1974. l'indice de production animale inclut la viande et le lait de toutes origine, les produits laitiers comme le fromage et les œufs, le miel, la soie brute, la laine les cuirs et les fourrures .

Plus de 890% des burkinabés sont impliqués dans l'élevage à différents degrés. L'élevage est une importante source de revenus au plan national; les produits correspondants représentant environ 19% des exports (moyenne 1994-1998), la seconde source de revenus d'exportation ? après le coton.

Tableau 13 : Evolution de l'élevage au Burkina

Espèce	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Asins	951	970	990	1 010	1 030	1 050	1 071	1 093	1 115	1 137
Bovins	7 607	7 759	7 914	8 072	8 234	8 398	8 566	8 738	8 912	9 091
Camelins	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
Caprins	10 647	10 966	11 295	11 634	11 983	12 342	12 713	13 094	13 487	13 891
Equins	37	37	37	38	38	39	39	39	40	40
Ovins	7 111	7 324	7 544	7 770	8 003	8 243	8 491	8 745	9 008	9 278
Pintades	6 490	6 685	6 886	7 092	7 305	7 524	7 750	7 982	8 222	8 468
Porcins	1 963	2 002	2 042	2 083	2 125	2 167	2 211	2 255	2 300	2 346
Poules	25 868	26 644	27 444	28 267	29 115	29 988	30 888	31 815	32 769	33 752

Source: DGESS/MRA

L'élevage dans ces régions est essentiellement extensif et hautement dépendant des ressources naturelles comme le fourrage et l'eau.

L'élevage transhumant implique un système associé avec l'agriculture pluviale et les cultures de décrue. IL est caractérisé par des mouvements d'aller et de retour entre les territoires de pâture des pasteurs ou des communautés cherchant la ressource dans des zones autres que les leurs.

6.3 La pêche continentale

Ce secteur produit environ 8,500 tonnes de poissons par an et génère des revenus pour à peu près 11.000 foyers ou 50,000 to 60,000 personnes. Avec un renouvellement annuel de plus de 2.5 milliards

de francs CFA par an, la pêche représente environ 1% du PIB national. Avec environ 2,100 lacs artificiels, 80% de ceux-ci avec une surface de moins de 70 ha durant la saison sèche.

Le stock dans ces lacs est très exploité. Dans le cadre de la lutte contre l'insécurité alimentaire et de la réduction de la pauvreté, en 1988 le projet « gestion de la pêche dans le sud-ouest du Burkina Faso » a démarré avec comme objectif d'augmenter la production de poissons dans cette région.²³

La valeur de la production halieutique totale en tonnes, était de 21.000 en 2014. Sur les 54 dernières années cet indicateur le maximum correspond à l'année 2014 et le minimum 2.000 en 1960.

6.4 Le secteur minier

Le secteur minier, il connaît surtout ces trois dernières années un dynamisme particulier grâce aux investissements directs étrangers (IDE), suite à la libéralisation introduite par la révision du code minier de 2010. Aujourd'hui, les gisements découverts et en cours de mise en exploitation restent de taille relativement modeste, mais l'impact sur le développement du secteur minier industriel et l'emploi est relativement important à l'échelle du pays.

Le pays est un grand fournisseur d'or et de zinc depuis 2013. Le récent rapport publié par EITI montre que la production aurifère du Burkina a atteint près de 33 tonnes en 2013, soit une augmentation de 9% par rapport à l'année précédente et plus de 20 fois la production totale du pays en 2006.

D'après le Ministère des Finances, l'or est devenu le principal produit d'exportation. En 2011, il a rapporté au Burkina 127 milliards de franc CFA (US\$247 million).²⁴

Il y a eu une grande campagne de promotion des investissements miniers avec environ plus de US\$ 100 million investis ces dernières années, avec 130 licences de prospection. Le fond européen Sysmin a fourni environ 10 millions de dollars pour une cartographie géologique de 4 ans et effectué des survols géophysiques sur 135.000km²

Les ressources minérales incluent le manganèse, la bauxite, le cuivre, le nickel, plomb, le zinc, l'or mais il-y-a eu peu de développements industriels en dehors de l'or, du zinc et du cuivre.

²³ SUSTAINABLE FISHERIES MANAGEMENT AND CULTUREBASED FISHERIES IN RESERVOIRS A CASE STUDY FROM BURKINA FASO, Gertjan de Graaf, Nefisco foundation. Amsterdam, the Netherlands, January 2003

²⁴ [AllAfrica, "Burkina Faso: Gold Rush Hits Education", AllAfrica \(30 August 2012\)](#)

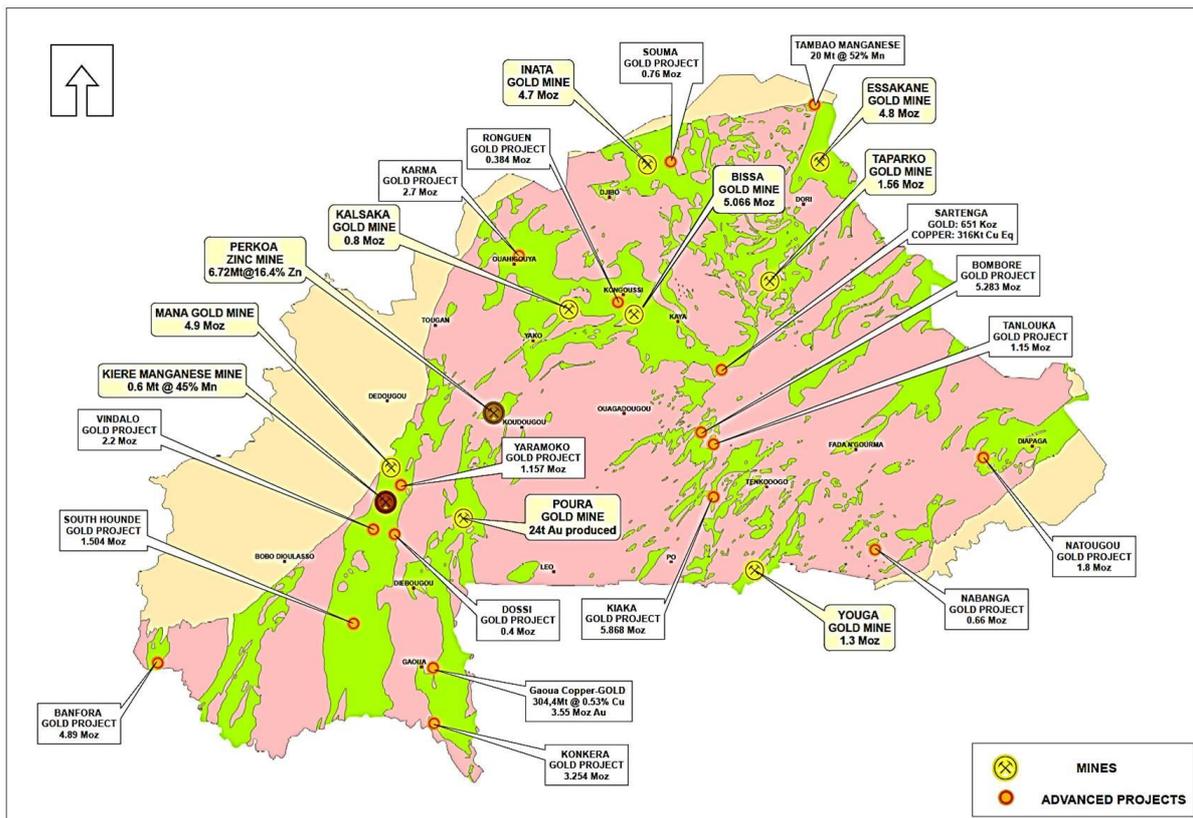


Figure 31: Répartition des mines d'or

6.5 Secteur hydroélectrique

Le Burkina produit la plus grosse part de son électricité par les centrales thermiques (520,270.000 KWh en 2011) et importe la même quantité (495,000.000 KWh). Les deux barrages hydroélectriques installés à Bagré et Kompienga ont produits en 2011 seulement 81,949.000 KWh. La demande en électricité croît de 13% par an (MME, 2013), demande que la SONABEL (Société Nationale d'Electricité du Burkina) qui est le principal fournisseur d'électricité peine à couvrir.

La situation était particulièrement dramatique en juin 2016 avec des retenues à seulement **10 à 25 %** de leur capacités moyennes. Cela a entraîné de fréquents délestages et encore plus de dépense pour importer de l'électricité de Côte d'Ivoire. Il faut également noter que seulement 40% de la population est raccordé au réseau.

6.6 Le secteur industriel

L'industrie burkinabè reste concentrée principalement dans les deux principales villes du Burkina Faso : Ouagadougou et Bobo Dioulasso qui détiennent à elles seules 90% des installations industrielles (DGI-MICA, 2011). Dans l'ensemble, seules trois entreprises ont aujourd'hui plus de 40 ans (la SONABEL, créée en 1954, la BRAKINA créée en 1960 et la MABUCIG créée en 1966.²⁵

²⁵ PAGE (2015) : L'industrie verte au Burkina Faso : Évaluation et perspectives de développement

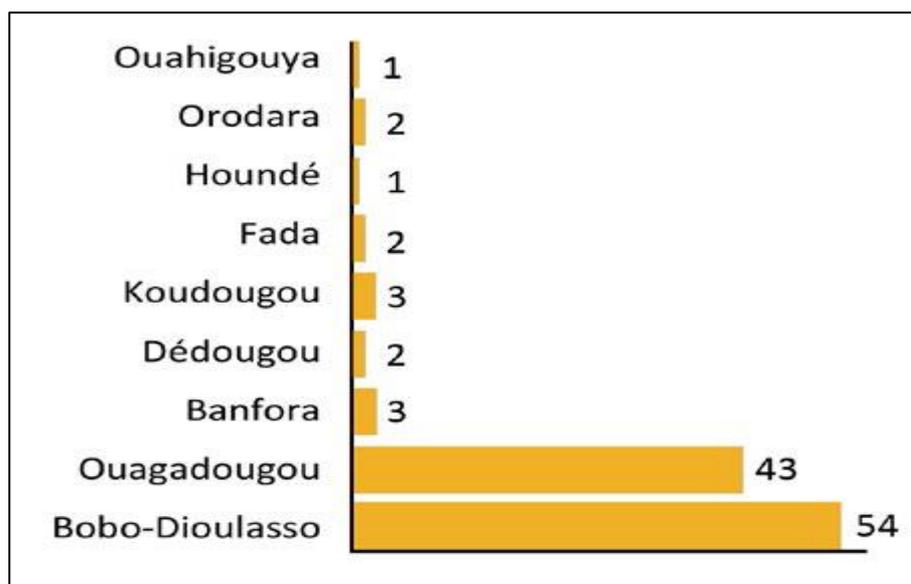


Figure 32 : Répartition des entreprises selon la localisation (DGI-MICA, 2011)

Sur le plan de la composition, l'industrie actuelle, comprend essentiellement les industries manufacturières, extractives, agroalimentaires, les bâtiments et travaux publics, l'électricité, le gaz et l'eau.

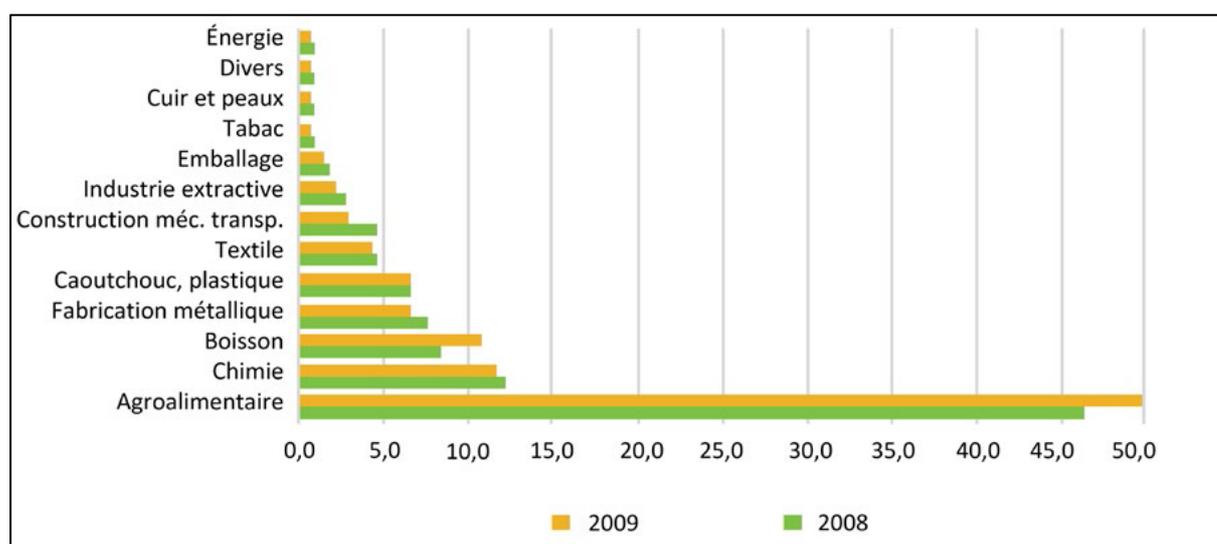


Figure 33 : Répartition des entreprises selon la branche d'activité

En considérant les données de la DGI (2015), il apparaît que cette dynamique de croissance s'est poursuivie entre 2009 et 2013 avec un taux de croissance moyen de 11,86%.

Il est important de noter que l'indice IEE (consommation énergétique du secteur industriel) / (nombre d'employés) calculé en 2014, montre que comparativement aux données internationales, **l'industrie burkinabé est énergétiquement inefficace**. Cela évidemment a un impact sur les problèmes de ressources en eau à partir du moment où une part de cette énergie provient du secteur hydroélectrique. Bien que cette demande en eau soit non consommatrice, **des risques de compétition entre différents secteurs d'activité et notamment l'irrigation existent en année sèche**. Par ailleurs, le secteur de la boisson et en particulier des eaux minérales est en pleine expansion.

Tous ces secteurs et d'autres, tels que la santé et le tourisme notamment, et bien évidemment l'alimentation en eau potable, ont besoin d'informations fiables sur les ressources en eau et leur évolution spatiale et temporelle.

7 RESSOURCES EN EAU

7.1 Evaluation des ressources en eau de surface

7.1.1 Historique des évaluations réalisées

Les ressources en eau du pays sont peu connues. Cependant, les études menées par les programmes « Bilan d'eau », « RESO » et « GIRE » dans les années 1990 et le suivi des réseaux hydrométriques et piézométriques ont permis d'avoir une estimation très approximative du bilan quantitatif des ressources en eau renouvelables.

Plusieurs documents comportant des évaluations successives de ces ressources tant au plan national que par bassin ont été compilés :

National

7.1.1.1 Politique et Stratégies en Matière d'Eau du Ministère de l'Environnement et de l'Eau (MEE), publié en juillet 1998

Dans ce document, les ressources en eau de surface renouvelables sur l'ensemble du territoire national burkinabé sont estimées à 8 milliards de m³/an pour une précipitation moyenne interannuelle d'environ 205 milliards de m³ ce qui correspond en 1998 à 1750 m³/habitant/an, soit 410m³/habitant/jour avec la population actuelle de 19,5 millions d'habitants Les données utilisées couvrent la période 1974 à 1998, période sèche.

7.1.1.2 Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso, Ministère de l'Environnement et de l'Eau Secrétariat Général, Direction Générale de l'hydraulique, mai 2001

Il s'agit là du document le plus complet et le mieux documenté actuellement.

Les données concernant les ressources de surface renouvelables figurent au tableau suivant

Tableau 14 : Ressources renouvelables en eau de surface

Bassin versant		Ressource renouvelable eau de surface 10 ⁹ m ³ /an
COMOE	Année normale ¹⁴	1,41
	Année très sèche ¹⁵	0,72
MOUHOUN	Année normale	2,94
	Année très sèche	1,43
NAKAMBE	Année normale	3,08
	Année très sèche	1,42
NIGER	Année normale	1,36
	Année très sèche	0,72
BURKINA	Année normale	8,79
	Année sèche	4,29

¹⁴ quantile 50 % pour la période considérée (1960-1999)

¹⁵ quantile 10 % pour la période considérée (1960-1999)

On obtient ainsi pour une année normale un volume de ressources en eau de surface renouvelables sur l'ensemble du territoire burkinabé estimé à 8,79 milliards de m³/an pour une précipitation moyenne interannuelle d'environ 207 milliards de m³/an. Cette disponibilité en 2012 représente 732 m³/habitant/an.

7.1.1.3 Programme National des Aménagements Hydrauliques, rapport de l'étude diagnostic, Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA), version définitive, janvier 2017.

Dans ce document de 2017 on se base sur des évaluations faites en 2012 (période 1961-2010) dans le cadre de l'élaboration du SDAGE de la Comoé et du Mouhoun.

Tableau 15 : Actualisation des ressources en eau de surface

Bassins	Volume disponible (milliards de m ³ /an)	Commentaires
Comoé	1,968	Estimation COWI-SDAGE Comoé- 2012
Mouhoun	4 715	Estimation COWI-SDAGE Mouhoun- 2012
Nakanbé	3,320	Actualisation donnée EDL des RE au Burkina (2001)
Niger	0,963	Actualisation donnée EDL des RE au Burkina (2001)
Total	10,903	

Le volume de ressources en eau de surface renouvelables sur l'ensemble du territoire burkinabé est estimé à 10,903 milliards de m³/an pour une précipitation moyenne interannuelle d'environ 207 milliards de m³/an. Cette disponibilité en 2015 représente 589 m³/habitant/an

On peut noter que les valeurs proposées sont supérieures à celles de l'état des lieux de 2001 et de celle de 1998 pour l'ensemble du pays. Sans avoir le moyen de vérifier ces estimations, on peut envisager que comme on le verra plus loin la pluviométrie sur les bassins du Mouhoun et de la Comoé progresse.

Le tableau suivant résume les différentes estimations proposées en milliards de m³/an

Tableau 16 : Comparaison des évaluations successives

Bassins	Estimation 1998	Estimation 2001 Observations	Estimation 2001 Modélisation	Estimation 2017
Comoé	1,2	1,63	1,41	1,958*
Mouhoun	?	2,75	2,94	4 715
Nakanbé	?	3,32	3,08	3,320
Niger	?	0,9	1,36	0,963
Total	8,0	8,6	8,79	10,903

- Dans le rapport de janvier 2017 il est indiqué 1968

Sources : DGRE, EDL des RE au Burkina (mai 2001), VREO, Traitement COWI (SDAGE du MOUHOUN et de la Comoé)

7.1.1.4 Evaluation par bassin

On trouve également des valeurs de ressources en eau superficielle renouvelables dans les documents suivants :

- SDAGE du Nakanbé, Tome 1, Etat des lieux, GIP/ Agence de l'eau du Nakanbé, novembre 2015 ;

- SDAGE de la Comoé, volume1, Analyse et diagnostic de l'état des lieux des ressources en eau du bassin, Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des ressources halieutiques (MAHH), février 2010 ; et
- SDAGE du Mouhoun, volume 1, Analyse et diagnostic de l'état des lieux des ressources en eau du bassin, Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des ressources halieutiques (MAHH), décembre 2009.

Cependant, les valeurs indiquées sont en fait des reprises des évaluations précédentes et notamment du rapport de 2001.

7.1.1.5 Evaluation FAO

Enfin, on peut également prendre en considération, l'estimation proposée par la FAO dans sa base AQUASTAT, résumée dans le tableau suivant.

Tableau 17 : Données de la FAO (AQUASTAT)

Précipitations moyennes annuelles en mm/an	748
Précipitations moyennes annuelles en million m ³ /an	205.100
Ressources en eau renouvelables en million de m ³ /an	12.500
Ressources en eau renouvelables en m ³ /hab./an (2013)	758
Capacité totale des barrages en millions de m ³ (2011)	5.287

D'après la FAO, les ressources en eau, **réellement exploitables**, sont de l'ordre de 4.750 milliards de m³/an, soit **280 m³/an/habitant pour la population de 2013**, (250 m³/an /hab. en 2016) et provenant uniquement d'eau de surface car dans l'état actuel de détérioration climatique et tant que les aquifères ne se rechargent pas, **les eaux souterraines doivent être considérées comme des ressources non exploitables, voire non renouvelables.**

7.1.2 Evolution de la ressource (2001 à 2015)

Compte tenu de la déliquescence du réseau national hydrométrique du pays depuis les années 1980, signalée dans plusieurs rapports récents²⁶, il n'a pas semblé possible, dans le cadre de cette étude, de calculer les écoulements de surface, comme dans le rapport de référence de 2001²⁷. En effet beaucoup

²⁶ PRECA Sahel

²⁷ Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso, Ministère de l'Environnement et de l'Eau Secrétariat Général, Direction Générale de l'hydraulique, mai 2001

de stations utilisées lors de cette étude sont soit abandonnées, soit suspendues, soit présentent des lacunes telles que le calcul du module annuel est illusoire et donc celui du module interannuel totalement faux.

Tableau 18 : Périodes et pourcentage lacune des données hydrométriques

Bassins	S km ²	Période (pas de temps j.)	% lacunes	Période (pas de temps m.)	% lacunes
Diarabakoko	1387,37	1961 - 1998	25.5%	1955 – 1998	28%
Diebougou	12696	1962 - 2003	40.6%	1955 - 2005	63.1%
Folonzo	8365.97	1969 – 2003	33.2%	1969 - 2001	46.8%
Niagho	31912	1964 – 1997	52.8%	1955 – 1995	51.2%
Nwokuy	15463	1961 – 2003	24.9%	1955 – 2004	38.6%
Samandeni	4454	1961 - 2003	19.8%	1955 – 2005	38.7%
Wayen	20241	1965 – 2003	24.1%	1955 – 2007	45.9%

Mais par-dessus tout le problème majeur qui se pose, encore une fois parfaitement connu, est l'absence de contrôles réguliers de la validité des courbes de tarage des stations. Or, cette courbe est la seule possibilité pour transformer une hauteur d'eau mesurée ou enregistrée à la station en un débit en m³/s en ensuite en un volume en m³.

On peut voir, au tableau 19 que les dates de validité des courbes aux stations potentiellement utilisables sont dépassées depuis belle lurette.

Bassin	N o.	Station	Stat ut	Période d'observation	Date d'actualisation de la courbe de tarage	Q hist m ³ /s	Anné es	Q2001-2015 m ³ /s	Anné es	Qm origine-2000 m ³ /s	Anné es
Comoé	1	Yendéré	A	1955 - 2016	01/01/1983	33,7	49	30,2	14	34,5	35
	2	Diarabako ko	A	1955 - 2016	02/01/1983	7,8	57	6,3	13	7,6	44
	3	Folonzo	A	1969 - 2016	01/01/1985	23,4	44	31,2	13	20,1	31
Mouhoun	4	Batié	A	1971 - 2016	01/01/1996	20,3	38	18	11	28,7	20
	5	Diébougou	A	1955 - 2016	01/01/1975	28,4	53	32,4	12	27,2	41
	6	Ouessa	A	1969 - 2016	01/01/1984	78	43	100,7	12	59	31
	7	Boromo	A	1955 - 2016	01/07/1984	35,9	58	41	12	34,6	46
	8	Samandéni	A	1954 - 2016	01/01/1974	18,8	62	20,2	15	18	47
Nakanbé	9	Nwokuy Amont	A	1954 - 2016	01/01/1984	33	56	43,3	14	31,5	42
	10	Dakaye	A	1975 - 2016	01/01/1975	8,3	29	9,7	5	7,6	24
	11	Wayen	A	1955 - 2016	01/06/1975	26,2	49	44,7	14	21	35
	12	Bittou	A	1973 - 2016	01/01/1979	35,8	36	46,7	8	32,7	26
Niger	13	Sebba	A	1976 - 2016	01/01/1990	14,5	25	14,4	12	14,6	13
	14	Korizena	A	1955 - 2016	01/01/1985	8,9	43	11,9	15	7,3	28
	15	Tin-Akoff	A	1963 - 2016	01/01/1967	4,5	40	3,7	13	4,9	27

Tableau 19 : Date d'actualisation des courbes de tarage aux stations de référence

La plus récente le Mouhoun à Batié daterait de 1996. Même si quelques contrôles sporadiques ont été faits çà et là, aucune campagne systématique n'a été conduite entraînant une mauvaise connaissance des volumes disponibles en eau de surface. Sachant que la précision moyenne d'un jaugeage est comprise entre 5 à 15% en fonction des circonstances des équipements utilisés et de la qualification des jaugeurs, on peut aisément imaginer que les valeurs stockées dans la base de données de la DEIE sont sujettes à caution.

On peut d'ailleurs également se poser des questions sur certaines valeurs utilisées dans le l'état des lieux de 2001 qui utilise également des données mesurées pendant une période non couverte ou mal couverte par les courbes de tarage valides.

L'approche retenue a donc été de regarder l'évolution des précipitations sur la période 2001 à 2015 et celle des modules interannuels sur cette période à quelques stations possédant des séries à peu près complètes et de comparer cette évolution à celle analysée pendant la période prise en compte dans l'étude de 2001 Il faut souligner que cela ne règle absolument pas le problème de la valeur absolue des débits, faute de courbes de tarage à jour, mais cela fournit une indication sur l'évolution des ressources potentielles en eau de surface au niveau du Burkina Faso.

7.1.2.1 Evolution des précipitations

La carte des isohyètes interannuelles présentée dans la figure 34 illustre l'évolution de la situation pluviométrique sur la période 2000 à 2015 comparée à la situation qui prévalait avant, notamment celle qui correspondent à l'évaluation de 2001.

On voit notamment que l'isohyète 900 mm remonte vers le nord en passant maintenant au nord de Dédougou et de Boromo. L'isohyète 600 mm remonte également nettement au nord de Bogandé.

La tendance à une légère augmentation des précipitations annuelles sur les bassins de la Comoé, du Mouhoun et du Nakanbé se confirme en regardant les courbes tracées à la figure 35. Par contre la situation est stationnaire dans le nord-ouest, bassin du Niger.

Figure 34: Stations retenues pour l'actualisation

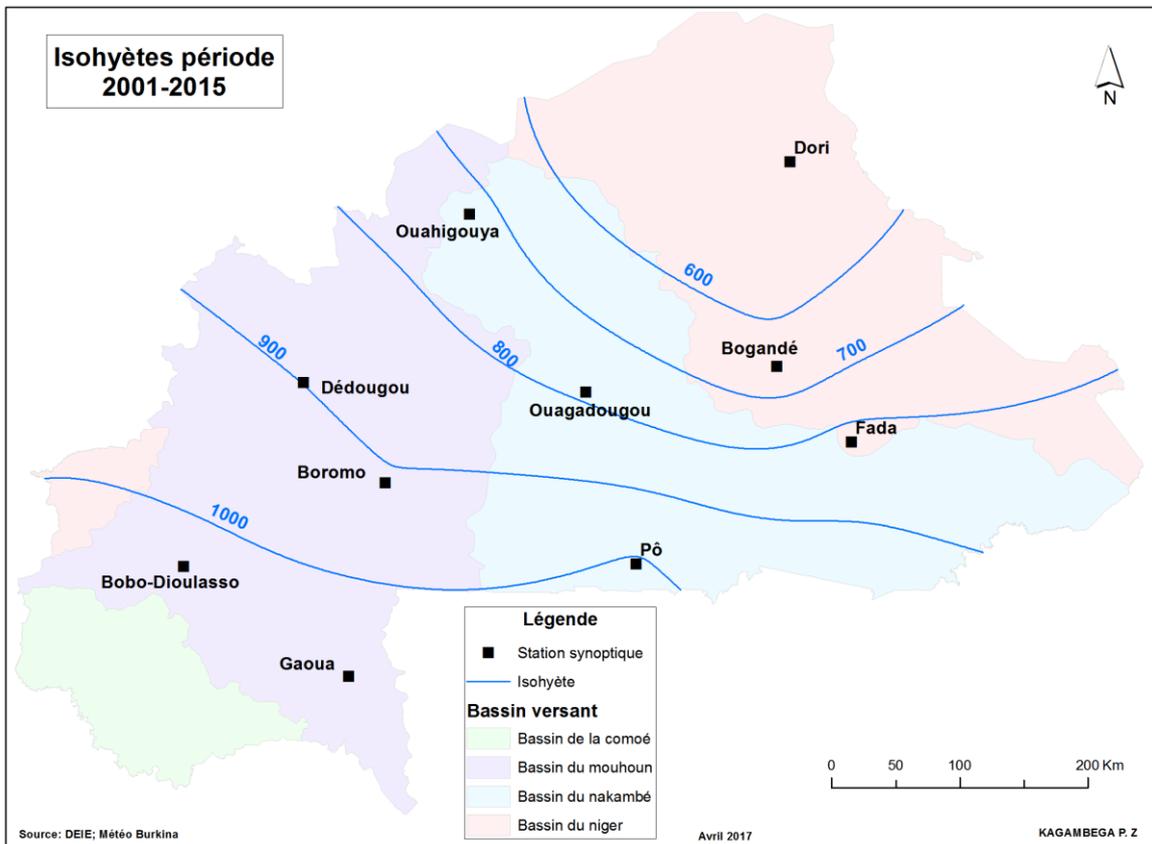
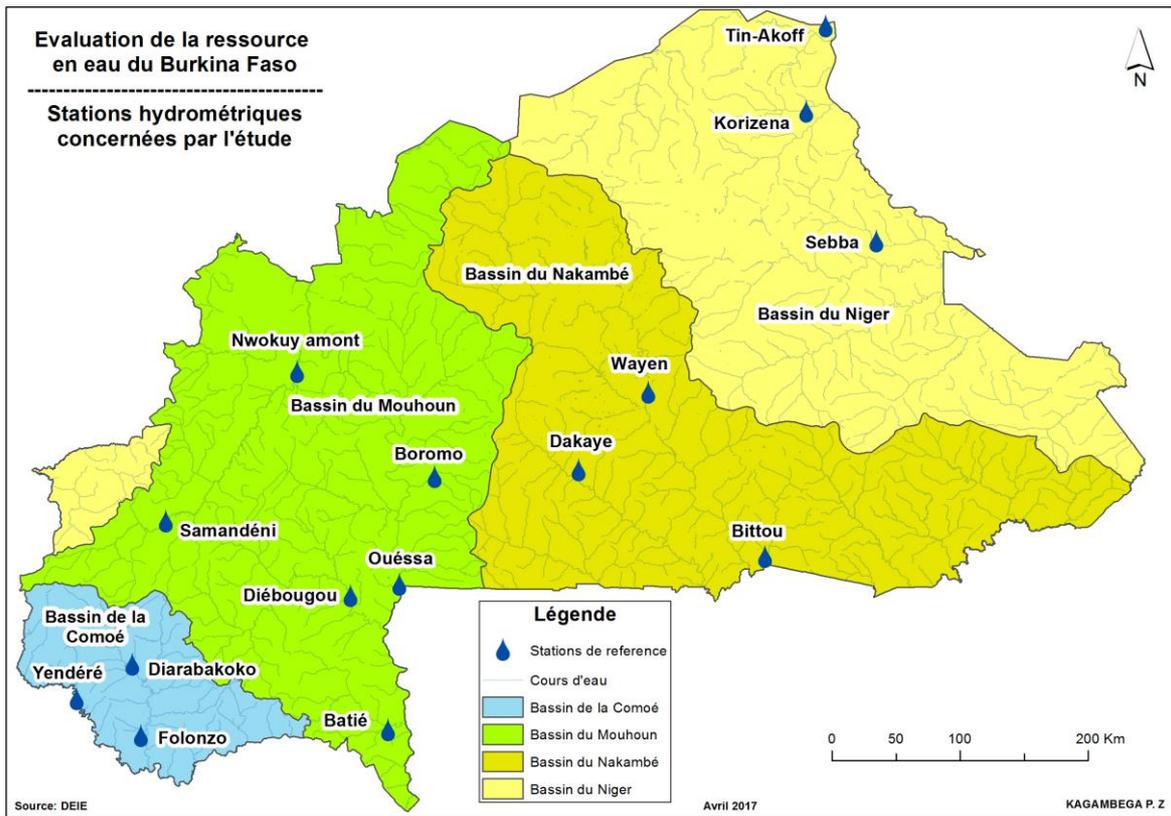


Figure 35 : Position des isohyètes 600 et 900 mm (moyenne sur la période 2001 à 2015)

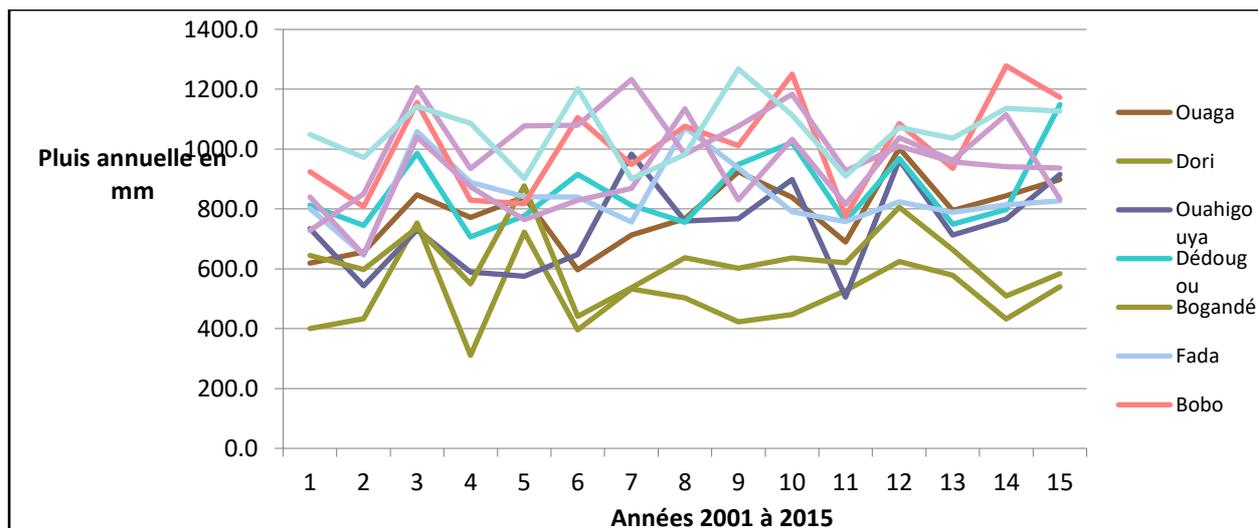


Figure 36: Evolution des précipitations interannuelles (2001 à 2015)

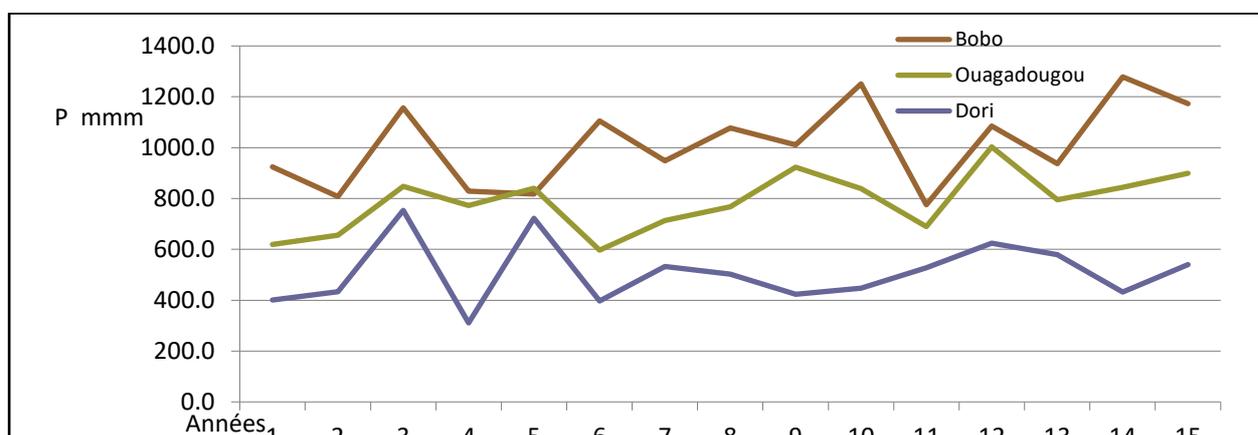


Figure 37: Variations mensuelles des précipitations (2001 à 2015)

7.1.2.2 Evolution des écoulements de surface

Cette évolution est confirmée par les données de débits aux stations sélectionnées qui figurent au tableau précédent. **Ces stations sont malheureusement les seules encore en activité et présentant des données à peu près exploitables, ce qui n'a pas permis l'utilisation de la plupart des stations prises en compte dans l'état des lieux de 2001.**

On voit nettement que les écoulements sont pratiquement partout au moins égaux à ceux de la période couverte par l'évaluation de 2001 et pour plusieurs stations nettement supérieurs, comme pour le Mouhoun à Folonzo, le Nakanbé à Wayen et à Bittou.

Si l'on compare certaines valeurs extraites du rapport de 2001 à celles calculées sur la période récente (2001 à 2015) on obtient confirmation de l'augmentation de l'écoulement de surface également confirmé par la DGRE.

Tableau 20 : Comparaison entre les modules de la période de référence et ceux de la période 2001 à 2015

Bassin	Nom de la station	Période de référence Rapport	Module interannuel (m ³ /s)	Qm 2001-2015 (m ³ /s)
Comoé	Diarabakoko	1992 à 1998	5,32	6.3
	Folonzo	1992 à 1999	14,1	31.2
	Léraba à Yendéré	1988 à 1999	28,8	30.2
Mouhoun	Ouessa	inconnue	43,0	100.7*
Niger	Tin Akoff	inconnue	2.28	3.7
	Koriziéna	inconnue	2.82*	11.9*
Nakanbé	Bittou	inconnue	7.59*	46.7*
	Dakaye	inconnue	6.04	(9.7)**

*à contrôler

** seulement 5 années d'observation

Certaines données demandent cependant à être revues. Les valeurs 2001 à 2015 ont été calculées à partir des débits moyens annuels fournis par la DEIE. Pour le bassin national du Niger, en zone sahélienne s'agit-il d'une manifestation du « *paradoxe sahélien* » ? Forte augmentation des coefficients de ruissellement due à une forte pression démographique sur les sols entraînant une modification des états de surface qui deviennent plus favorables au ruissellement et donc moins favorables à l'infiltration entraînant une baisse continue des réserves en eau souterraine.²⁸

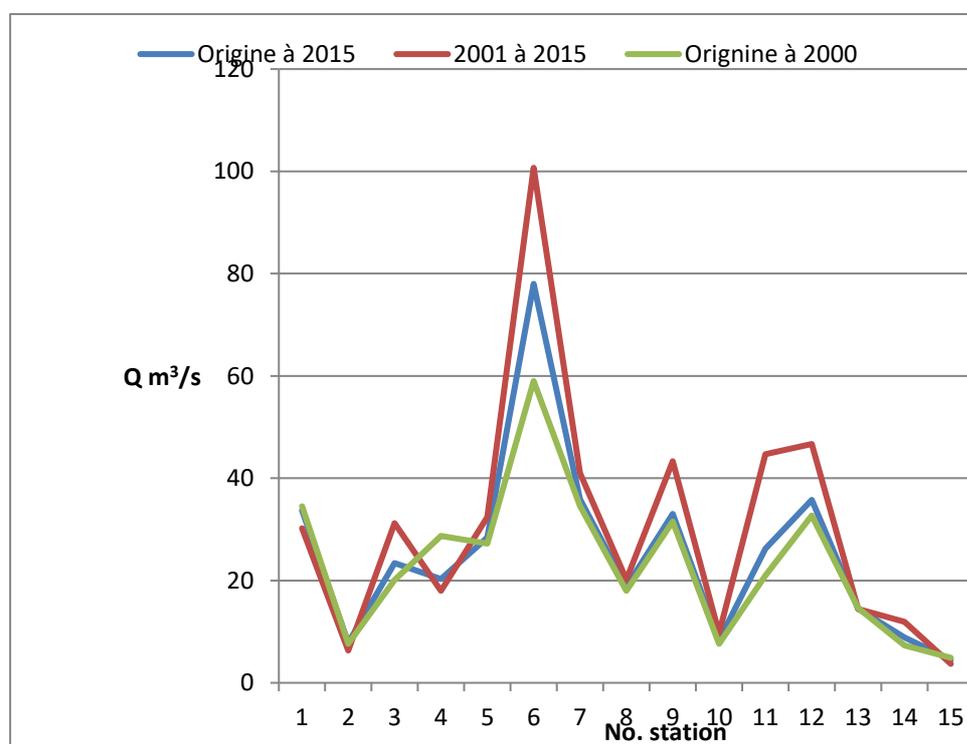


Figure 38 : Evolution des débits moyens interannuels aux stations de référence sélectionnées

²⁸ Hydrological Processes · October 2016

7.1.3 Conclusion sur l'évolution de la ressource en eau superficielle

Comparée à la situation décrite en 2001 celle qui semble prévaloir sur la période récente, compte tenu de toutes les imprécisions déjà signalées, semble au pire stationnaire au mieux en légère amélioration quant aux ressources en eau superficielles. En effet, on note :

- une remontée vers le nord des isohyètes 900 et 600 mm
- une augmentation des écoulements de surface

Selon les mesures disponibles (période 1970-1999), le Burkina Faso aurait donc un potentiel annuel moyen de 8,6 milliards de m³ en eau de surface en année moyenne.²⁹

La modélisation des écoulements, plus précise et calculée sur une période étendue (1960-1999), évalue ce potentiel à 8,79 milliards de m³. En année sèche (quantile 10 %, soit une année sur dix), ce potentiel tombe à 4,29 milliards de m³.³⁰

L'évaluation du PNAH 2017 donne un potentiel plus élevé de près de 30%, ce qui pourrait être compatible avec la situation récente décrite plus haut en termes de pluviométrie et de ruissellement. Cependant, cette évaluation modifie profondément la répartition du potentiel par bassin proposée en 2001 telle qu'elle apparaît dans le tableau suivant extrait du PNAH 2017.

L'augmentation du potentiel en ressource de surface est pratiquement entièrement reportée sur le bassin du Mouhoun (73% d'augmentation de la ressource par rapport à 2001).

Ces valeurs sont basées sur de nouvelles estimations COWI de 2012, dont malheureusement nous ne pouvons pas vérifier la qualité, **d'autant que le chiffre annoncé pour le Mouhoun ne correspond pas non plus à celui qui apparaît dans le SDAGE du Mouhoun avec 3,43 milliards de m³**.³¹

Bassin	Potentiel (milliards m ³ /an) GIRE 2001	Potentiel (milliards m ³ /an) PNAH 2017
Comoé	1,41	1,97
Mouhoun	2,94	4,71 ou 3,43
Nakanbé	3,08	3,32
Niger	1,36	0,96
Burkina	8,79	10,96

Tableau 21: Comparaison des estimations des ressources GIRE (2001) et PNAH (2017)

²⁹ Etat des lieux, 2001

³⁰ Etat des lieux, 2001

³¹ SDAGE du Mouhoun, Volume 1, Version finale, 2009

Cependant, en l'absence de toute explication pouvant permettre de juger de la validité de ces propositions, prenant en compte les remarques sur les courbes de tarage et les courbes de remplissage ainsi que les incohérences constatées dans le PNAH 2017, on propose de jouer la sécurité et de s'en tenir aux évaluations proposées par l'état des lieux de 2001, basées sur la simulation réalisée soit 8.79 milliards de m³ et en année sèche (quantile 10 %, soit une année sur 10) 4.29 milliards de m³ que l'on considèrera comme l'hypothèse basse et on utilisera les valeurs du PNAH comme l'hypothèse haute. Pour le cas particulier du Mouhoun on gardera la valeur indiquée dans le SDAGE de ce bassin soit 3,43 milliards de m³/an.

7.2 Evaluation des ressources en eau souterraines

7.2.1 Généralités

On appelle improprement « réserve » la quantité d'eau souterraine disponible dans l'ensemble de l'aquifère. Il faut cependant distinguer :

- la **réserve totale, qui comprend une réserve profonde** qui n'est pas facilement exploitable dans l'état actuel des techniques employées, du fait de sa grande profondeur ;
- la **réserve facilement exploitable**, c'est-à-dire accessible à plus faible profondeur par les plus profonds forages réalisés dans le secteur (environ 200 m de profondeur actuellement) ; en fonction de l'évolution des techniques de foration, une part de plus en plus importante de la réserve profonde est donc susceptible de devenir « facilement exploitable » ;
- la **réserve utile**, qui échappe à l'évapo-transpiration et au ruissellement de surface et s'infiltré dans le sol, et dont une partie seulement recharge les nappes, l'autre partie contribuant aux sous-écoulements de surface des cours d'eau;
- et enfin la **réserve renouvelable**, qui est la partie renouvelée chaque année par infiltration vers la nappe.

Il existe quatre grands ensembles aquifères au Burkina Faso :

- dans la partie occidentale du pays un ensemble d'aquifères sédimentaires essentiellement gréseux appartenant au *bassin du Taoudéni* ; ils sont contenus dans des formations anciennes de l'Infracambrien qui se retrouvent également au Mali, et dans celles plus récentes du Continental Terminal, le tout couvrant un peu moins de 20% du pays;
- au Nord on retrouve la suite des formations sédimentaires infracambriennes de la bordure SE du Gondo mais surtout celles de la bordure Sud du Gourma, dont des formations calcaires et karstifiées très productives;
- à l'Est, à la frontière avec le Bénin et le Ghana, l'aquifère essentiellement gréseux du *bassin sédimentaire ancien Voltaïen* ; et enfin
- sur approximativement 80% de la superficie du pays des aquifères de type fissuré, discontinus, dits « de socle » correspondant à des *formations cristallines* ou *volcano-sédimentaires métamorphisées*.

7.2.2 Synthèse des estimations pour les eaux souterraines³²

Sur la base du rapport du consultant hydrologue, le tableau suivant³³ récapitule les évaluations conduites. Il indique que si le potentiel total du Burkina Faso en eaux souterraines peut être estimé à environ 302 milliards de m³, la part renouvelable annuellement ou utile de ce potentiel n'est que de 12,4 milliards de m³ soit 4%.

Bassin	Réserves totales	Réserves renouvelables (ou utiles)
Niger	58 610*	5 072*
Nakanbé	80 173*	6 105*
Mouhoun	74 996*	494**
Comoé	88 080*	695**
Total	301 859	12 366

* Estimation GIRE 2001

** Estimation d'après COWI 2012 et RESO

Tableau 22 : Eaux souterraines renouvelables en 10⁶ m³/an

Encore faut-il considérer ces chiffres avec précaution compte tenu :

- de la faible connaissance actuelle des aquifères (en termes de géométrie, de caractéristiques hydrodynamiques et de recharge)³⁴.
- des incertitudes pesant sur la connaissance de la partie de l'eau infiltrée qui constitue le sous-écoulement des cours d'eau et qui serait déjà prise en compte dans l'évaluation des ressources de surface³⁵.

Enfin, le fait que les débits des sources à tendance à baisser et que l'ONEA a constaté dans nombre de ses forages en zone de socle des baisses importantes des débits d'exhaure, peut donner à penser que cette recharge pourrait être en fait soit nettement plus faible soit nulle, à moins qu'il ne s'agisse que de la manifestation de prélèvements trop importants dans certaines régions entraînant des baisses du

³² Rapport Diagnostic sur les eaux souterraines, H. Machard de Gramont, mai 2017

³³ Les hypothèses de calcul retenues dans ce tableau sont les suivantes :

- Les réserves totales sont tirées de l'étude GIRE de 2001, de même que les réserves renouvelables des aquifères du Niger et du Nakanbé.
- L'estimation des réserves renouvelables des bassins de la Comoé et du Mouhoun exploite les résultats des études COWI (2012) et RESO, qui sont venues mettre à jour les résultats de l'étude GIRE de 2001 en précisant les phénomènes de recharge. Cette mise à jour s'est traduite par une forte réduction – resp. 73% pour le Mouhoun et 93% pour la Comoé – des volumes renouvelables estimés dans l'étude GIRE 2001.

³⁴ Les bassins qui semblent les plus « riches » en eaux souterraines (Nakanbé et Niger) sont précisément ceux où l'estimation de la recharge est très certainement surévaluée, car correspondant majoritairement à des aquifères de socle, où les méthodes d'évaluation sont incertaines.

³⁵ Cette remarque vaut principalement pour le Nakanbé et le Niger, car pour le Mouhoun et la Comoé, les volumes utilisables indiqués ne prennent pas en compte les volumes d'eaux souterraines qui alimentent les écoulements de surface.

niveau phréatique, ou que ces forages connaissent des problèmes techniques qui diminuent leur productivité.

7.3 Evaluation des ressources en eau du Burkina Faso

Arrivé au stade final de cette évaluation force de constater que celle-ci ne peut essentiellement reposer que sur celles conduites précédemment qui ont elles-mêmes tendance à recycler périodiquement des chiffres ou des hypothèses antérieures.

En effet, en termes de ressources en eau de surface, trop d'incertitudes pèsent sur les données des débits de la période 2001-2015 (en fait depuis les années 80) quand elles existent, ou lorsque les périodes de lacunes ne sont pas trop importantes. En absence de contrôles périodiques des courbes de tarage depuis plus de 30 ans parfois, on ne peut que douter de la qualité des données débits donc des apports en eau de surface.

Autre point noir l'absence de contrôle des courbes de remplissage des retenues et les incertitudes concernant la fiabilité des inventaires de ces retenues.

Pour ce qui est des ressources en eaux souterraines beaucoup d'inconnues demeurent quant à la géométrie des réservoirs dans la zone sédimentaire et à la recharge. Dans le cas du socle les connaissances sont encore plus réduites et fragmentaires.

Enfin, si la situation du réseau pluviométrique s'est bien améliorée très récemment grâce à un soutien à l'ANAM, ce réseau a connu ces dernières années beaucoup de problèmes quant à sa densité et à sa fiabilité.

Quoiqu'il en soit la vraie question qui se pose est quel est le volume d'eau réellement utilisable en année moyenne par le Burkina Faso. En effet, si pour les eaux souterraines on considère que le volume utilisable correspond à la recharge, pour les eaux de surface il convient de déduire du potentiel estimé soit entre 9 et 11 milliards de m³ par an, en année normale (cf. Tableau 21) :

- **les besoins environnementaux.** Cette part est habituellement estimée à 10 % du débit des cours d'eau. Le Burkina est signataire de la Convention de Ramsar sur la protection des zones humides depuis 1990. Celles-ci représentent environ 6 520 000 hectares répartis sur 15 sites protégés par cette convention ;
- **la part qui sera évaporée** sur les ouvrages de mobilisation ; En supposant que l'on ait la capacité technique et financière de mobiliser toute la ressource utilisable, on doit donc encore déduire au moins 40 % du volume (minimum de l'évaporation sur les plans d'eau ; ce taux peut dépasser 70 % pour les petits barrages) ; et
- **la part d'écoulement qu'il faut laisser pour les pays aval en fonction des accords internationaux de partage des eaux.** A ce jour, aucun accord entre le Burkina et les pays voisins ne quantifie ce partage. Néanmoins, cela ne signifie pas l'eau qui s'écoule vers les pays aval soit entièrement disponible pour satisfaire les usages du pays et les projets ayant des impacts significatifs sur les écoulements en aval du pays (quantité ou qualité) doivent, entre autres, faire l'objet de notification préalable auprès des pays concernés.

Contrairement aux évaluations précédentes on a considéré dans cette étude que cette position n'était pas réaliste car pas soutenable sur le long terme.

En 2000, on avait démontré que la mobilisation par le Burkina Faso de 1,5 milliards de m³ environ dans 1500 petites retenues, 3 grands barrages et l'augmentation des surfaces irriguées de 2 000 à 25 000 hectares représentait moins de 5% du volume d'eau normal du lac Volta^{36,37}

On rappelle qu'en année moyenne l'ensemble des écoulements du Burkina Faso vers les pays limitrophes représente environ 7,5 milliards de m³.³⁸

Sur cette base on propose de considérer que 15% du potentiel en ressources en eau de surface du Burkina devrait être réservé pour les pays situés en aval, soit un volume annuel moyen compris entre 1.3 et 1.4 milliards de m³ par an. Cependant, il est évident que cette valeur n'a aucune valeur juridique et ne représente d'aucune façon une prise de position sur la question.

En appliquant ce calcul, il reste donc entre 3,15 et 3,85 milliards de m³ de ressources renouvelables utilisables pour l'eau de surface en année pluviométrique moyenne. En année sèche, cette quantité pourrait être pratiquement divisée par deux selon les résultats des modélisations estimations de l'état des lieux de 2001, soit entre 1,6 et 1,9 10⁹ m³.

Bassin	Potentiel (milliards m³/an) GIRE 2001	Part environnement 10%	Evaporation 40%	Part pays aval 15%	Total Potentiel réservé	Volume réellement utilisable
Comoé	1,41	0,14	0,56	0,21	0,91	0,50
Mouhoun	2,94	0,29	1,18	0,44	1,91	1,03
Nakanbé	3,08	0,31	1,23	0,46	2,00	1,08
Niger	1,36	0,14	0,53	0,20	0,87	0,49
Burkina	8,79	0,88	3,52	1,32	5,69	3,10

Tableau 23 : Volumes réellement utilisables en eaux de surface en 10⁹ m³ (évaluation GIRE 2001)

³⁶ Andreini et al, 2000

³⁷ van de Giesen, 2001

³⁸ Etat des lieux, 2001

Bassin	Potentiel (milliards m ³ /an) PNAH (2017)	Part environnement 10%	Evaporation 40%	Part pays aval 15%	Total Potentiel réservé	Volume réellement utilisable
Comoé	1,97	0,20	0,80	0,30	1,30	0,67
Mouhoun	3,43*	0,34	1,37	0,51	2,22	1,21
Nakanbé	3,32	0,33	1,33	0,50	2,16	1,16
Niger	0,96	0,10	0,38	0,14	0,58	0,38
Burkina	9,68	0,97	3,87	1,45	6,26	3,42

Tableau 24 : Volumes réellement utilisables en eaux de surface en 10⁹ m³ (évaluation PNAH 2017)

***Pour le Mouhoun, le chiffre retenu, n'est pas celui du PNAH 2017 mais celui du SDAGE Mouhoun 2009 soit une augmentation du ruissellement de l'ordre de 15% compatible avec l'augmentation des précipitations constatée sur la période récente.**

Le tableau suivant présente donc les conclusions de cette étude en termes de volumes utilisables pour les eaux souterraines et les eaux de surface, la sommation des deux représentant théoriquement les volumes totaux par bassin et pour le pays. Cela représente donc environ 850 m³/hab./an. Notons que pour le Mali les chiffres sont de plus de 6 000 m³/hab./an et de 2 000 m³/hab./an pour le Niger.

Evidemment ces chiffres ne sont que des valeurs moyennes qui reposent sur un ensemble de données peu nombreuses, surtout pour la période récente, dont la fiabilité est sujette à caution et basées sur un certain nombre d'hypothèses, notamment en termes de coefficient d'infiltration. Par ailleurs est-il besoin de souligner qu'il y a des échanges entre les deux domaines en termes d'alimentation et/ou de pertes et que sans une connaissance approfondie des systèmes et un suivi régulier, les possibilités de double comptage existent.

Il est donc essentiel que les réseaux d'observation soient suffisamment développés et leur gestion et maintenance assurées.

Bassin versant	Ressource utilisable eau de surface (GIRE)	Ressource utilisable eau de surface (PNAH)	Ressource utilisable eau souterraine	Ressource utilisable totale GIRE	Ressource utilisable totale PNAH
COMOE	0,50	0,67	0, 695	1,20	1,36
MOUHOUN	1,03	1,21	0,494	1,52	1,70
NAKAMBE	1,08	1,16	6,200	7,28	7,36
NIGER	0,49	0,38	5,072	5,56	5,45
BURKINA	3,10	3,42	12 461	15,56	15,87

Tableau 25 : Ressources renouvelables totales utilisables (eaux de surface +eaux souterraines) en milliards de m3/an

GIRE : Etat des lieux 2001

PNAH : Programme National des Ouvrages Hydrauliques 2017

Ces chiffres illustrent tout de même le fait que comme indiqué par le rapport GIRE de 2001, le recours aux eaux souterraines doit répondre à certains impératifs :

- il doit être limité aux besoins prioritaires, en premier lieu desquels figure l'eau potable; une large extension de l'irrigation basée sur les eaux souterraines mettrait en péril les aquifères et l'environnement qui en dépend, tant que les conditions climatiques des dernières décennies perdureront.*
- il faut assurer un suivi beaucoup plus efficace des eaux souterraines; ce point doit être une priorité du suivi des ressources en eau ;*
- les sources, qui constituent le débordement naturel des aquifères, peuvent naturellement être exploitées, sous réserve des besoins environnementaux à l'aval. Les volumes débités par les sources viennent abonder les écoulements de surface.*
- les aquifères superficiels dans les bas-fonds qui bénéficient d'une importante réalimentation et dont la nappe remonte chaque année jusqu'à la surface du sol (ou presque) peuvent être exploités pour les besoins de l'irrigation. Toutefois, cette exploitation, si elle devait devenir importante au niveau régional, devrait être précédée d'une étude hydrogéologique pour déterminer dans quelle mesure ces nappes de bas-fonds constituent des axes préférentiels d'alimentation pour les aquifères latéraux et pour évaluer si leur exploitation intensive ne risque pas de mettre en danger le niveau de ces aquifères latéraux.*

Le potentiel utile renouvelable total du Burkina Faso en année moyenne s'élève à un volume proche de 16 milliards de m³ ce qui correspond actuellement à environ 850 m³/an/habitant (2 010 m³/an/habitant en 2001).

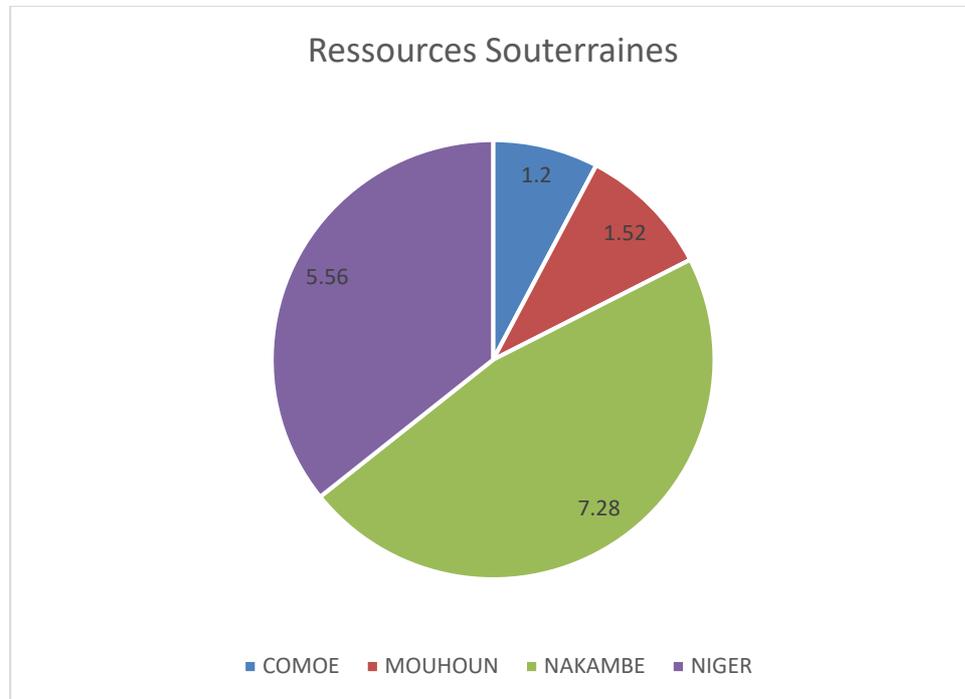


Figure 39 : Ressources souterraines utilisables par bassin en 10⁹ m³/an

Remarque importante : Les bassins qui semblent les plus « riches » en eaux souterraines (Nakanbé et Niger) sont précisément ceux où l'estimation des volumes renouvelables est très certainement surévaluée, car correspondant majoritairement à des aquifères de socle, où les méthodes d'évaluation sont incertaines.

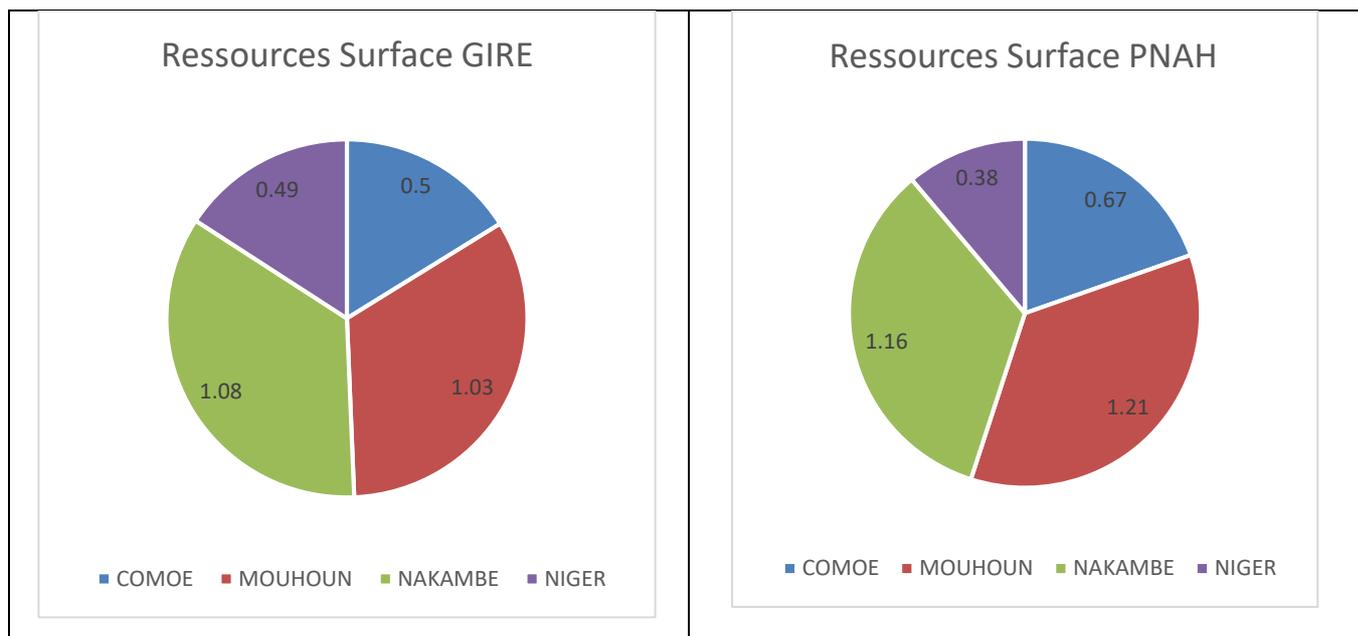


Figure 40 : Ressources de surface utilisables en année normale normale en 10⁹ m³ (évaluation GIRE)

Figure 41 : Ressources de surface utilisables en année normale en 10⁹ m³ (évaluation PNAH)

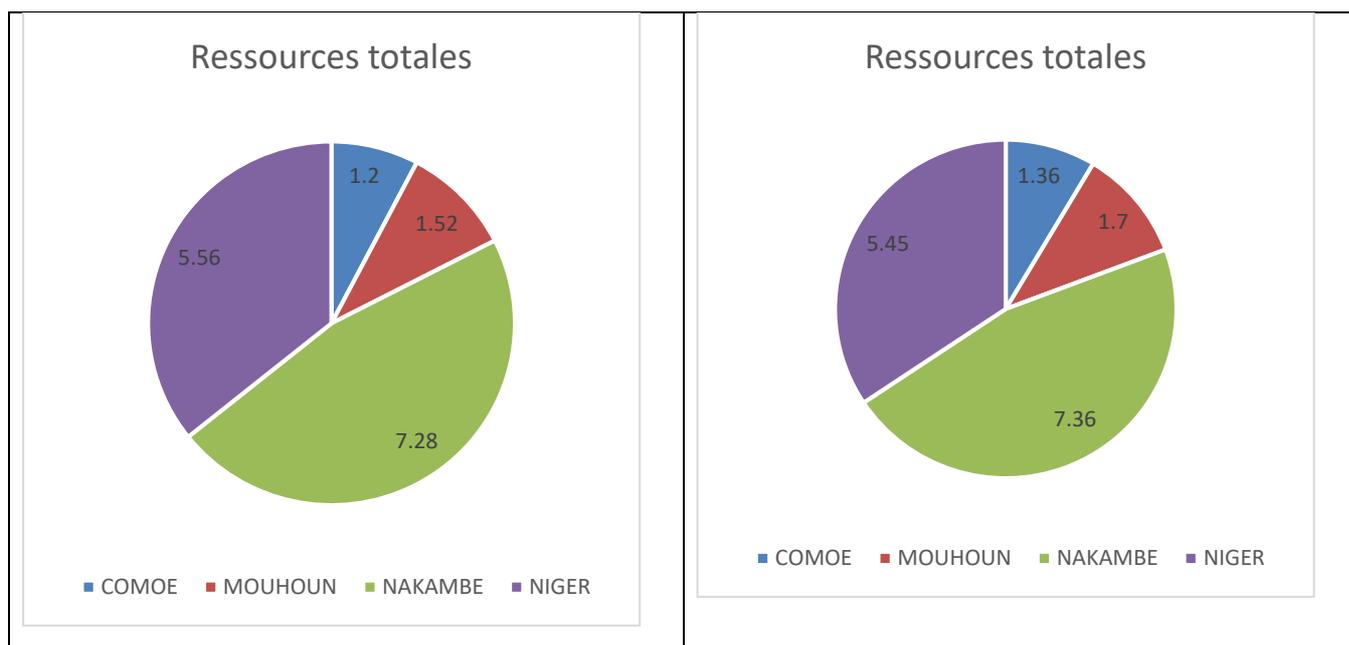


Figure 42 : Ressources totales utilisables en année normale normale en 10⁹ m³ (évaluation GIRE)

Figure 43 : Ressources totales utilisables en année normale en 10⁹ m³ (évaluation PNAH)

Les évaluations GIRE et PNAH se rapportent aux valeurs proposées pour les eaux de surface et discutées plus haut au 6.1.3, Tableau 21.

Concernant les eaux souterraines, les estimations exploitent les résultats de l'étude GIRE 2001 pour le Nakanbé et le Niger et ceux de l'étude COWI 2012 pour le Mouhoun et la Comoé.

8 EVALUATION DES BESOINS EN EAU

L'évaluation des besoins en eau est basée sur les études et documents suivants :

- GIRE Etat des lieux de 2001
- PNAH 2017
- Données de l'ODEA (estimations 2017)
- Données FAO AQUASTAT
- Programme national d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement [pn-aepe] rapport bilan annuel au 31 décembre 2016
- Les zones socio-rurales du Burkina Faso FAOWATER de 2010. Ce dernier document fournit des informations intéressantes, bien que non chiffrées, sur l'importance de l'eau et son utilisation dans les 16 zones socio-rurales délimitées par l'étude.
- SDAGE Comoé 2010
- SDAGE Mouhoun 2009
- SDAGE Nakanbé 2015

8.1 Evaluation GIRE 2001

Tableau 26 : Demande annuelle en eau, évaluation pour l'année 2000 en 10⁶ m³

Bassin versant	Demande domestique	Demande irrigation	Demande élevage	Demande industrie	Demande minière	Demande consommatrice totale
Comoé	3,31	107,9	3,02	3,52	0	117,75
Mouhoun	34,89	133,17	21,60	1,31	0	190,97
Nakanbé	47,93	69,68	24,80	1,31	0	143,72
Niger	17,82	12,30	22,32	0	0,35	52,79
TOTAL	103,95	323	72	6	0,35	505

8.2 Evaluation PNAH 2017

8.2.1 Demande domestique 2016

Type	Volumes en m ³ /an	%
ONEA Forage	21 344 226	6,5
ONEA surface	56 041 327	17
Forage PMH	244 214 200	72
Forage AEPS	15 167 922	4,5
Total	336 767 675	100

Tableau 27: Volumes AEP

Pour 2017, l'ONEA avance le chiffre de 80 millions de m³ pour les prélèvements donc en augmentation d'environ 3 million de m³ par rapport à 2016.

8.2.2 Autres demandes (évaluation 2015)

Usage	10 ⁶ m ³	%
Grands et moyens périmètres	553	15,3
Petite irrigation	309	8,6
Bas-fonds aménagés	426	11,8
Total agriculture	1 289	35,7
Elevage	165,0	4,6
Industrie	4,2	0,1
Total autres usages	173	4,8

Tableau 28 : Demandes agriculture, élevage et industrie

8.3 Analyse de la situation de la demande

8.3.1 Estimations antérieures

Tableau 29 : Estimations demandes en eau

Source de l'information	Estimation des demandes en eau					Total en millions de m ³
	Domestique	Agriculture	Elevage	Industrie	Mines	
GIRE 2001	104	323	72	6	0.4	505
AQUASTAT 2005	376	421*		22**		818
PNAH 2017	337***	1 412***	200****	4.2***	3.4***	1 956

*agriculture+irrigation+élevage+aquaculture ** incluant sans doute le secteur minier ***estimations du consultant du PNAH (demande 2015), **** basé sur l'inventaire 2015

Si l'on essaye d'analyser les chiffres qui figurent dans le tableau ci-dessus on voit que l'augmentation de la demande en eau entre 2000 et 2015 pour les différents secteurs est de l'ordre de 1,45 milliard de m soit un taux moyen annuel de 18%. Les plus forts taux d'augmentation concernent :

- L'agriculture avec une **augmentation de plus d'un milliard de m³**, soit plus du quadruplement de la demande, ce qui correspond bien avec les modifications constatées au plan de l'occupation des sols et le développement des zones irriguées avec des taux de croissance des surfaces irriguées de l'ordre de 6 % pour les périmètres irrigués et de plus de 22% pour les bas-fonds entre 2014 et 2015. Mais cette croissance a été de plus de 80% entre 2011 et 2014 !³⁹
- L'élevage avec une **augmentation de 128 millions de m³**, soit près de 12% par an ;
- le secteur minier avec une **augmentation de 3 millions de m³**, soit 750%, encore que pour les domaines des mines et de l'industrie il est extrêmement difficile d'obtenir des informations

³⁹ PNAH, 2017

fiables. **On sait cependant que le développement des mines d'or est extrêmement rapide et important et que le volume annuel actuel utilisé pourrait bien dépasser les 25 Mm³.**

- la demande domestique avec une **augmentation de 233 millions de m³**, soit un triplement de la demande, avec une **augmentation de près de 70% de la population du pays** ;

Cependant, l'estimation du PNAH pour la demande domestique est sujette à caution car basée sur des hypothèses contestables et notamment :

- la prise en compte de 10 m³/j comme débit d'exhaure pour les PMH ce qui « à dire d'expert » est proprement impossible en situation normale ;
- la prise en compte au même débit et sur une année complète de puits temporaires, lesquels sont par définition non permanents ; et
- la prise en compte toujours au même débit journalier de 10 m³ de forages récents non équipés.
- On notera également que bien qu'issus de la même source (INOH 2015) le nombre d'ouvrages en particulier les forages PMH est supérieur de 1750 unités à la valeur trouvée durant la présente étude.

En conséquence la demande domestique en termes de PMA avancée par le PNAH de 244 million de m³/an paraît largement surévaluée et serait au maximum de 171 million de m³/an en adoptant une norme d'exhaure de 7 m³/j.

Pour ce qui concerne les AEPS la valeur proposée de 15 million de m³ est considérée comme acceptable.

Pour l'ONEA, curieusement le total indiqué soit environ 77 million ne correspond pas au chiffre officiel de 2015 soit environ 87 million.

Au final on pourrait estimer à 235 million de m³/an la demande domestique en 2017, soit une augmentation limitée à 130% de la demande estimée en 2000.

8.3.2 Estimations 2017 et projections 2030 Banque Mondiale

Une remarque préliminaire s'impose. Comme déjà mentionné dans l'évaluation de 2001, pour une bonne maîtrise des demandes en eau des différents secteurs, il faut définir et mettre en place un système structuré de collecte de données ainsi qu'une banque de données opérationnelle et facilement exploitable. Une telle banque de données (BD-SNIEau) fait toujours défaut aujourd'hui.

8.3.2.1 *L'agriculture*

Le document de référence du sous-secteur irrigation est le rapport intitulé : « Politique de développement durable de l'agriculture irriguée – Stratégie, plan d'action et plan d'investissement à l'horizon 2015 » dont le volume principal est daté de janvier 2006.

A l'horizon 2015, l'ensemble des coûts du programme d'action pour la mise en œuvre des actions prioritaires compatibles avec les orientations proposées avait été estimé à environ 400 milliards de FCFA (soit environ 600 millions d'euros), y inclus le coût des barrages. Cet investissement devait permettre la réhabilitation et l'aménagement de quelque 50 000 hectares.

- **Hypothèses de projection**

Au niveau des grands aménagements. La superficie de la SN SOSUCO sera constante à court terme au regard des difficultés actuelles de l'entreprise mais à long terme l'extension du périmètre reste possible.

L'accroissement des superficies sur les grands périmètres se fera à un rythme annuel de 1000 ha en raison des performances affichés par grand périmètre. En 10 ans les superficies se sont accrues de 8000 ha environ,

L'accroissement des superficies sur les moyens et petits périmètres se fera à un rythme annuel de 1500 ha en raison des performances affichés dans la mise en œuvre des aménagements. En 10 ans les superficies se sont accrues de 12 000 ha environ,

L'accroissement des superficies dans les bas-fonds se fera à un rythme annuel de 4000 ha à 5000 ha en raison de performances affichées : en 10 ans les superficies se sont accrues de 47 500 ha environ.

Sous ces hypothèses, les simulations se présentent comme suit :

Les volumes unitaires suivants, relevés dans le PNAH 2017 ont été utilisés pour estimer la demande en eau **en m³/ha par an**. On notera que ces valeurs sont légèrement différentes de celles utilisées en 2001.

- Grands périmètres 22 500
- Moyens et petits périmètres 12 500
- Bas-fonds 7 850

Bassin	Superficies irriguées en 2001			Superficies irriguées en 2014		
	Grands périmètres	Moyens et Petits périmètres	Bas fonds	Grands périmètres	Moyens et Petits périmètres	Bas fonds
Comoé	4 725	602	1 400	4 725	2 303	4 573
Mouhoun	5 160	1 627	1 832	8 403	5 337	14 346
Nakanbé	750	4 361	2 638	5 500	5 791	11 626
Liptako	-	1 322	982	561	4 891	10 447
Gourma	-	135		935	6 405	13 600
Total	10 635	8 047	6 852	20 124	24 727	54 593

Bassin	Superficies irriguées en 2017			Superficies irriguées en 2030		
	Grands périmètres	Moyens et Petits périmètres	Bas fonds	Grands périmètres	Moyens et Petits périmètres	Bas fonds
Comoé	4 725	3 303	5 240	6 169	5 470	11 018
Mouhoun	8 403	7 337	15 680	11 292	11 671	27 235
Nakanbé	5 500	7 291	12 626	7 667	10 541	21 293
Liptako	561	6 891	11 780	3 450	11 224	23 336
Gourma	935	8 905	15 267	4 546	14 321	29 711
Total	20 124	33 727	60 593	33 124	53 227	112 593

Tableau 30 : Accroissement des superficies irriguées

Source : PNAH, 2017

- **Demande Irrigation**

Bassin	Demande en eau de l'irrigation en 2017 (X 000m3)			
	Grands périmètres	Moyens et Petits périmètres	Bas fonds	Total
Comoé	106 313	41 288	41 135	188 736
Mouhoun	189 068	91 716	123 085	403 869
Nakanbé	123 750	91 140	99 116	314 006
Liptako	12 623	86 133	92 474	191 230
Gourma	21 038	111 310	119 844	252 191
Total	452 790	421 588	475 655	1 350 033

Bassin	Demande en eau de l'irrigation en 2030 (X 000 m3)			
	Grands périmètres	Moyens et Petits périmètres	Bas fonds	Total
Comoé	138 813	68 371	86 491	293 675
Mouhoun	254 068	145 883	213 796	613 747
Nakanbé	172 500	131 765	167 150	471 415
Liptako	77 623	140 300	183 185	401 108
Gourma	102 288	179 018	233 233	514 539
Total	745 290	665 338	883 855	2 294 483

Tableau 31 : Demande irrigation 2017 et projection 2030

En moyenne 90% de l'eau utilisée en agriculture est de l'eau de surface

8.3.2.2 Usage domestique

Le tableau suivant présente, pour chaque bassin national, les résultats obtenus pour l'année 2016 et une projection des demandes à l'échéance 2030 avec les hypothèses suivantes

- **Hypothèses de projection**

Pour l'évaluation des besoins en eau à long terme de l'AEP, deux méthodes sont applicables :

Pour l'évaluation de la demande la population urbaine en 2030, on peut retenir les projections de l'ONEA contenues dans le document de l'étude tarifaire,

Pour l'évaluation de la demande la population semi-urbaine en 2030, on peut retenir les projections de la DGEP sur la politique tarifaire en milieu rural de 2017,

Pour l'évaluation de la demande la population rurale en 2030, on peut retenir les projections de l'INSD de la population totale en 2030 en soustrayant les populations urbaines et semi urbaine.

Ces données seront mises en rapport avec les actions prioritaires du secteur de l'eau et de l'assainissement qui décline les ambitions du Le PN-AEP 2016-2030 comme suit : Le Programme ambitionne, à l'horizon 2030 :

- De faire évoluer le taux d'accès de 65% en 2015 à 100% en 2030 ;
- D'augmenter la proportion de la population rurale desservie par Borne-Fontaine(BF) de 8,7% en 2015 à 24% en 2030 ;

- D'augmenter la proportion de la population rurale desservie par Branchement Privé (BP) de 0,3% en 2015 à 56% en 2030 ; et
- De faire diminuer la proportion de la population rurale desservie par Point d'Eau Moderne de 91% en 2015 à 20% en 2030.

En milieu urbains les projections de l'ONEA contenues dans les études tarifaires ont été utilisées, les évolutions tiennent également compte des données démographiques de l'INSD. Ces traitements ont permis d'élaborer le tableau par milieu et par année.

	2015	2017	2020	2030
Population urbaine	4 909	5 449	6 726	11 340
Population semi-urbaine	8 105	8 474	9 059	11 316
Population rurale	5 023	5 128	6 025	6 015
Population totale	18 037	19 051	21 810	26 672

Scénario moyen de projection INED, DGEP, étude tarifaire en milieu rural

Tableau 32 : Projection de la population jusqu'en 2030

Le tableau suivant présente les Critères et normes d'AEP des centres urbains :

Paramètres	Village	Chef-lieu de commune rurale ou village d'au moins 3500 habitants	Chef-lieu de commune urbaine
Qualité	Directive OMS	Directive OMS	Directive OMS
Consommation spécifique	20 l/j/ habitant	20 l/j/habitant	BF : 20 l/j/habitant BP : 40 à 60 l/j/habitant
Distance	PEM à moins de 1000 m du centre du groupement d'habitat	BF et PDC à moins de 500 m des groupements d'habitat	BF et PDC à moins de 500 m des groupements d'habitat
Accessibilité	1 PEM/ tranche de 300 habitants 1 PEM/village de moins de 300 hab.	1 BF/500 habitants 1 PDC/100 habitants 1 BP/ 10 habitants	1 BF/1000 habitants 1 PDC/100 habitants 1 BP/ 10 habitants

Source : DGRE

Tableau 33 : Normes d'accès à l'eau potable au Burkina Faso

Sur cette base, les valeurs retenues finalement pour cette étude sont

- Forage équipé fonctionnel : 7 m³/Jour
- Puits équipé de pompe : 7 m³/jour
- Puits moderne permanent : 2 m³/jour
- Puits moderne temporaire : 2 m³/Jour
- Forage artésien : 0 m³/jour
- Forage récent non équipé : 0 m³/jour.

En 2030 d'après les prévisions du tableau 30 ci-dessus, la population urbaine aura augmenté de 108% et la population semi – urbaine de 33%. La population rurale commencera à se stabiliser avec seulement 17% d'augmentation entre 2017 et 2030.

Cependant, il est apparu en cours d'étude que la distinction entre rural et semi rural ne pouvait pas être conduite avec une précision suffisante pour proposer des chiffres cohérents de la demande notamment en termes de projections pour 2030.

En effet, en appliquant les projections de population de l'INSD citées plus haut on aboutissait à une diminution drastique de la demande rurale et à une répartition aberrante en termes de desserte exprimée en l/j/par habitant.

- **Demande domestique 2016 et projection 2030**

Bassin	AEP Urbain ONEA	AEP rural et semi urbain	Total
Nakanbé	62 047	59 011	121 058
Mouhoun	24 300	40 018	64 318
Liptako	1 520	21 431	22 951
Gourma	1 118	17 246	18 364
Comoé	2 147	5 772	7 919
Burkina	91 132	143 778	234 910

Tableau 34 : Demande domestique 2016 en 10³ m³

Bassin	AEP Urbain	AEP rural et semi urbain	Total
Nakanbé	88 475	155 674	183 564
Mouhoun	34 651	70 863	87 092
Liptako	2 167	30 884	33 021
Gourma	1 594	24 688	26 282
Comoé	3 061	11 021	10 173
Burkina	129 948	293 130	319 489

Tableau 35 ; Projection demande domestique échéance 2030 en 10³ m³

8.3.2.3 L'élevage

- **Hypothèses de projection**
 - Utilisation du taux de progression du cheptel établi sur la période 2000 à 2010 et validé par l'inventaire national 2015 ;
 - Prise en compte des chiffres proposés après enquêtes de terrain par le CIEH soit :
 - bovins : 39,2 l/j/tête
 - ovins : 4,3 l/j/tête
 - caprins : 4,3 l/j/tête
 - asins : 30 l/j/tête

- équins : 23 l/j/tête.

Bassin	Asins	Bovins	Caprins	Equins	Ovins	Pintades	Porcins	Poules	Demande
Mouhoun	4,43	50,05	6,48	0,04	4,38	0,27	2,43	0,84	68,92
Nakembé	6,81	38,70	9,75	0,21	6,78	0,22	2,21	0,92	65,60
Niger	2,18	43,21	5,70	0,18	3,38	0,04	0,25	0,22	55,16
Comoé	0,02	10,20	0,34	0,00	0,35	0,02	0,01	0,05	10,99
Total									200,67

Tableau 36 : D'après l'inventaire national de 2015 demande en million de m³

La demande totale calculée à partir de l'inventaire du cheptel en 2015 est d'environ **200 millions de m³**

Il apparait que les taux d'évolution sont restés constants entre 2015-2020 et entre 2020-2025. Ces mêmes taux ont été alors appliqués pour obtenir les évaluations de 2030.

Tableau 37 : Estimation des besoins en eau d'abreuvement du cheptel (en milliers de m³) par bassin

Bassin	2017	2030
Comoé	8 991	16 041
Mouhoun	68 179	121 634
Nakanbé	73 806	131 673
Liptako	42 158	75 211
Gourma	18 280	32 613
Total	211 414	377 171

L'eau est la principale ressource dont la disponibilité permet de modifier le système de production animale. En effet en saison sèche le déficit en eau pour l'abreuvement est estimé à 50% environ. Il résulte d'une insuffisance et d'une mauvaise répartition spatiale des ouvrages hydrauliques. Ceux de surface tarissent au cours de cette période et les points d'eau souterrains sont en nombre très insuffisant, mal répartis et font l'objet d'utilisations concurrentielles, si ce n'est une déviation de la vocation par la domination ou la suprématie des autres usagers (agglomérations, champs, exploitations minières, ...).

La politique nationale de développement durable de l'élevage au Burkina Faso 2010-2025 et le plan d'actions et programme plan d'actions et programme d'investissements du sous- secteur de l'élevage 2010-2015 accordent une importance au développement de l'usage des ressources en eau souterraines à son programme d'hydraulique pastorale vise à améliorer la disponibilité et l'accès à l'eau notamment souterraine au profit des animaux et des activités de production animale.

8.3.2.4 L'industrie

Les objectifs du plan national de développement économique et social (PNDES) 2016-2020 fixe la part du secteur secondaire dans le PIB comme suit :

Part du secteur secondaire dans le PIB	2015	2018	2020
	20,10%	21,10%	22,40%

Cela nécessitera une croissance un accroissement de la valeur ajoutée du secteur secondaire de de 10,2% sur la période 2015-2020, ce taux sera maintenu sur la période 2020-2030.

Bassin	2017	2030
Comoé	2 200	7 776
Mouhoun	2 000	7 070
Nakanbé	2 000	7 070
Liptako		0
Gourma		0
Total	6200	21 916

Tableau 38 : Estimation des besoins en eau des industries (en milliers de m³) par bassin

La demande industrielle est faible par rapport aux autres usages. Ainsi, elle est évaluée à 6 millions m³ par an pour tout le secteur, et l'industrie du sucre à la Comoé représente à elle seule environ 57% de la consommation industrielle totale du pays.

8.3.2.5 Les mines

Le même PNDES prévoit « une hausse de la production d'or de 7,2% du fait notamment de la maîtrise de la production artisanale et de l'entrée en production de trois nouvelles mines d'or » sur la période 2016-2020. Cette hausse est basée sur un scénario volontariste qui fixe le taux de croissance du PIB à 7,7% par an. Cette tendance sera maintenue sur la période 2020-2030.

L'utilisation de l'eau pour l'exploitation minière est particulièrement importante pendant la phase de traitement du minerai. Elle varie selon le type de minerai et surtout selon le mode de traitement :

- méthode gravimétrique : 5 à 7 m³ d'eau / tonne de minerai (or) ;
- méthode de cyanuration : 1 m³ d'eau / tonne de minerai (or).

Bassin	2017	2030
Comoé	-	2 000
Mouhoun	2 000	4 938
Nakambé	1 000	2 469
Liptako-Gourma	0	1 000
Total	3 000	10 407

Tableau 39 : Estimation des besoins en eau des mines (en milliers de m³) par bassin

Cette consommation ne pose pas de problème au niveau consommation dans l'absolu sauf dans des zones où la ressource est notoirement faible et où il peut y avoir compétition avec d'autres demandes, en particulier domestique. Le problème des mines est cependant beaucoup plus préoccupant au plan

pollution des eaux de surface et souterraines.

Pour la projection à l'échéance 2030 les hypothèses suivantes ont été retenues :

1. L'existence d'un potentiel dans le bassin de la Comoé et la possibilité qu'il atteigne le niveau actuel de celui du Mouhoun ; et
2. Les dynamiques actuelles suivront les objectifs de croissance sectorielle de 7,2% par an pour les 13 prochaines années.

8.3.2.6 L'hydroélectricité

Cette demande n'est pas consommatrice encore que le fait de stocker l'eau derrière les barrages durant la saison sèche occasionne des pertes par évaporation.

Bassin	Energie produite gwh	Volume turbiné en 2017 10 ³ m3	Volume turbiné en 2030 10 ³ m3
Nakanbé			
Bagré	72	1 300 000	1 300 000
Gourma			
Kompienga	48	700 000	700 000
Liptako			
Bassière	0,6		49 888
Comoé			
Tourni	11	91 000	91 000
Niofila			
Mouhoun			
Samendeni*	16		1 937 163
Banwaly	0,1		1 300 000
Ouessa	7,7		12 269
			624 894
Total	148	2 091 000	6 015 213

*en construction Source GIRE2001

Tableau 40 : Besoins en eau de la Sonabel

8.3.2.7 La demande en eau pour l'environnement

Elle s'exprime par le maintien d'une quantité minimale d'eau dans les cours d'eau naturels ou dans les plans d'eau artificiels en vue de préserver ou de protéger ces écosystèmes. Peu d'études concrètes ont été menées dans ce domaine au Burkina et les données chiffrées à ce sujet sont absentes.

Les zones humides coïncident souvent avec des zones de tourisme et de loisir ; ces deux dernières activités, non consommatrices d'eau, présentent donc les mêmes caractéristiques de demande que l'environnement.

Les zones humides coïncident souvent avec des zones de tourisme et de loisir ; ces deux dernières activités, non consommatrices d'eau, présentent donc les mêmes caractéristiques de demande que l'environnement.

On rappelle que dans l'évaluation de la ressource utilisable (cf.6.4), 10% des écoulements de

surface ont été affectés à cette fin.

8.4 Synthèse de l'estimation de la demande actuelle et projection échéance 2030

Les tableaux suivants rassemblent les résultats obtenus pour l'évaluation de la demande actuelle pour les différents secteurs : Agriculture, domestique, élevage, mines et industries.

La demande totale s'élève à environ 1,80 10⁹ m³/an. La projection à l'échéance 2030 évalue cette demande consommatrice à 3,6 10⁹ m³/an

En conclusion on voit qu'actuellement les trois types de demandes les plus importantes sont dans l'ordre : l'agriculture irriguée avec 74 % de la demande totale, la demande domestique 13% et l'élevage 12%. Les demandes des secteurs des mines et de l'industrie sont pour le moment négligeables.

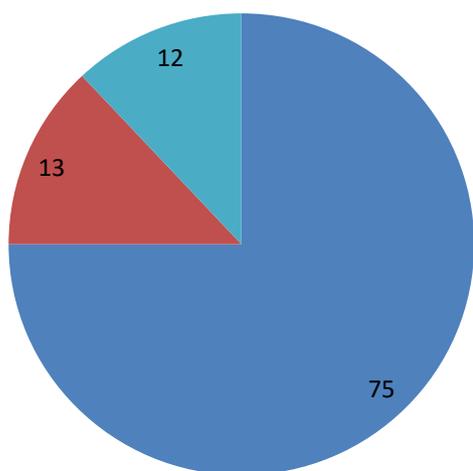
La projection à l'échéance 2030 confirme cet état de fait avec une très légère montée en puissance de la demande industrielle et minière (0.01%). On anticipe un doublement à environ 4 milliards de m³/an de la demande non consommatrice de l'hydroélectricité.

Tableau 41 : Demandes en eau 2016 en 10³ m³

Bassin	Demande consommatrice							Demande non consommatrice
	Agriculture	AEP ONEA	AEP hors ONEA	Industries	Mines	Elevage	Total	Hydroélectricité
Nakanbé	314 006	62 047	59 011	2 200	1 000	8 991	447 256	1 300 000
Mouhoun	403 869	24 300	40 018	2 000	2 000	68 179	540 367	
Liptako	191 230	1 520	21 431	2 000		73 806	289 987	
Gourma	252 191	1 118	17 246	-		42 158	312 713	700 000
Comoé	188 736	2 147	5 772	-		18 280	214 934	91 000
Total	1 350 033	91 132	143 478	6 200	3 000	211 414	1 805 256	2 091 000

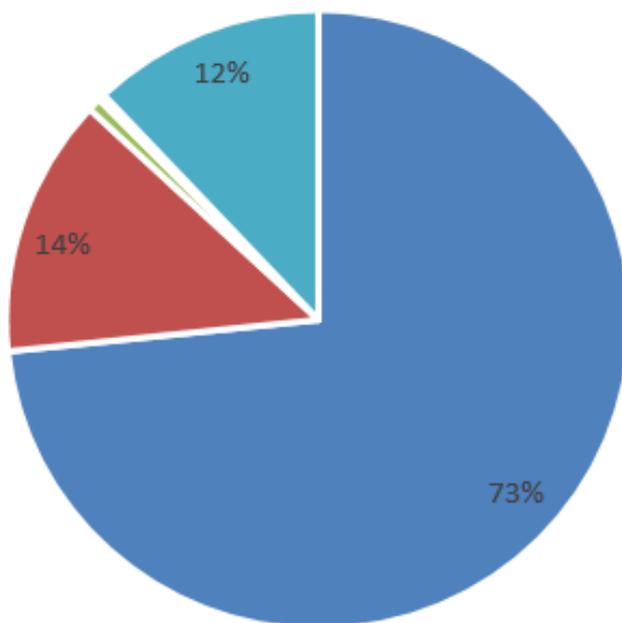
Bassin	Demande consommatrice							Demande non consommatrice
	Agriculture	AEP urbain ONEA	AEP rural +semi-urbain	Industries	Mines	Elevage	Total	Hydroélectricité
Nakanbé	471 415	88 475	155 674	7 776	2 469	16 041	741 850	1 300 000
Mouhoun	613 747	34 651	70 863	7 070	4 938	121 634	852 902	1 937 163
Liptako	401 108	2 167	30 884	7 070	500	131 673	573 401	49 888
Gourma	514 539	1 594	24 688	-	500	75 211	616 532	700 000
Comoé	293 675	3 061	11 021	-	2 000	32 613	342 369	91 000
Total	2 294 483	129 948	293 130	21 916	10 407	377 171	3 127 054	4 078 050

Tableau 42 : projections échéance 2030 en 10³ m³



■ Agriculture ■ Domestique ■ Industrie
 ■ Mine ■ Elevage

Figure 44 : Demande en eau 2016 en % du total



■ Agriculture ■ Domestique ■ Industrie
 ■ Mine ■ Elevage

Figure 45 : Projection échéance 2030 en % du total

Cependant, c'est au niveau de la répartition de la demande entre eaux souterraines et eaux superficielles et au niveau de chaque bassin qu'il faut désagréger et questionner ces demandes. Le tableau ci-dessous indique donc les pourcentages proposés pour la répartition entre les eaux de surface et les eaux souterraines en fonction du secteur. On voit ainsi que si la demande pour l'agriculture porte en moyenne à 90 % sur les eaux superficielles et celle pour l'élevage 75% à 90%, l'eau domestique, selon que l'on se trouve dans l'espace urbain ou rural, présente une origine très différente :

Bassin	Demandes actuelles						
	Agriculture	AEP Urbain	AEP semi urbain	AEP rural	Industries	Mines	Elevage
Nakanbé	92%	82%	0%	0%	0%	90%	90%
Mouhoun	91%	49%	0%	0%	0%	90%	90%
Liptako	89%	34%	0%	0%	0%	90%	90%
Gourma	83%	55%	0%	0%	0%	90%	90%
Comoé	83%	76%	0%	0%	0%	90%	90%

Bassin	Demandes 2030						
	Agriculture	AEP Urbain	AEP semi urbain	AEP rural	Industries	Mines	Elevage
Nakanbé	89%	82%	0%	0%	0%	90%	75%
Mouhoun	92%	49%	0%	0%	0%	90%	75%
Liptako	93%	34%	0%	0%	0%	90%	75%
Gourma	81%	55%	0%	0%	0%	90%	75%
Comoé	81%	76%	0%	0%	0%	90%	75%

Tableau 43 : Pourcentage des prélèvements dans les eaux superficielles par type d'usage (actuel et projections 2030)

C'est sur cette base que les tableaux suivants sont construits pour la situation présente et pour la projection 2030.

Bassin	Demandes				
	Agriculture	AEP urbain ONEA	Elevage	Mines	Total
Nakanbé	287 903	50 662	8 092	900	346 657
Mouhoun	369 017	11 904	61 361	1 800	442 282
Liptako	170 138	521	66 425	-	237 085
Gourma	209 027	615	37 942	-	247 584
Comoé	157 081	1 626	16 452	-	175 159
Total	1 193 166	65 328	190 273	3 000	1 448 767

Tableau 44 : Demandes actuelles eaux de surface en 10³ m³/an

Bassin	Demandes				
	Agriculture	AEP ONEA	Elevage	Mines	Total
Nakanbé	422 027	72 240	12 031	2 222	506 297
Mouhoun	548 100	16 975	91 225	4 444	656 300
Liptako	350 657	743	98 755	450	450 154
Gourma	433 549	878	56 408	450	490 835
Comoé	247 696	2 318	24 460	-	274 473
Total	2 002 028	93 153	282 878	7 566	2 378 060

Tableau 45 : demandes 2030 eaux superficielles en 10³ m³/an

Bassin	Usages consommateurs						
	Agriculture	AEP ONEA	AEP hors ONEA	Industries	Mines	Elevage	Total
Nakanbé	26 103	11 385	59 011	2 200	100	899	99 599
Mouhoun	34 852	12 396	40 018	2 000	200	6 818	96 085
Liptako	21 092	999	21 431	2 000	-	7 381	52 902
Gourma	43 165	503	17 246	-	-	4 216	65 129
Comoé	31 655	521	5 772	-	-	1 828	39 776
Total	156 867	25 804	143 478	6 200	300	21 141	353 490

Tableau 46 : demandes actuelles eaux souterraines en 10³ m³/an

Bassin	Demande						
	Agriculture	AEP ONEA	AEP hors ONEA	Industries	Mines	Elevage	Total
Nakanbé	49 388	16 235	155 674	7 776	247	4 010	233 330
Mouhoun	65 647	17 676	70 863	7 070	494	30 408	192 158
Liptako	50 451	1 424	30 884	7 070	50	32 918	122 797
Gourma	80 989	717	24 688	-	50	18 803	125 247
Comoé	45 979	743	11 021	-	2 000	8 153	67 896
Total	292 455	36 794	293 130	21 916	2 841	94 293	741 428

Tableau 47 : demandes 2030 eaux souterraines en 10³ m³/an

8.5 Adéquation de la demande à la ressource disponible

Le tableau 23 présentait la synthèse de la ressource utilisable en année moyenne par bassin en année moyenne selon deux études antérieures GIRE 2001 et PNAH 2017. On a déjà souligné que la proposition de 2017 en termes de ressources superficielles était plus optimiste que celle de 2001, ce qui est logique, car comme montré au point 6.4 les isohyètes sont remontées vers le nord et en conséquence comme indiqué par la DGRE les écoulements de surface en ont bénéficiés.

L'interrogation que l'on a quant aux estimations du PNAH porte donc surtout sur la modification considérable de la ressource en eau de surface pour le Mouhoun (+60%) et la diminution importante pour le bassin national du Niger (- 30%). Il n'a pas été possible à ce stade de vérifier ces chiffres qui proviennent d'études COWI et VREO.

Il a donc été décidé de prendre en compte les deux options au niveau des bassins.

Au tableau suivant, on confronte les ressources totales eaux de surface et eaux souterraines utilisables et renouvelables aux estimations des demandes sectorielles à l'échéance 2030 extraites du tableau 40.

On constate qu'au plan national, en intégrant la partie des eaux souterraines considérée comme renouvelable aux conditions définies précédemment (avec notamment des volumes certainement surévalués pour le Nakanbé et le Niger), **la demande globale représenterait environ 20% de la ressource totale utilisable en année normale.**

Il faut rappeler qu'en 2000, la demande consommatrice annuelle moyenne était estimée à 0,5 milliard par an, soit une progression de 1,45 milliards en 15 à 16 ans correspondant à un triplement, essentiellement lié à l'extension des surfaces irriguées, avec des taux d'expansion pouvant dépasser à certains moments les 50%.

On remarque cependant que cela correspond à une situation de **Stress hydrique modéré à moyen**, l'utilisation de l'eau se situe entre 10 et 30 pour cent des ressources disponibles, et l'eau devient un facteur qui limite le développement. Pour le Mouhoun la situation est nettement plus dégradée et il faut s'efforcer de maîtriser la demande.

Estimation de la ressource utilisable renouvelable (GIRE 2001)				Estimation de la ressource utilisable renouvelable (PNAH 2017)		
Bassin versant	Ressources renouvelables utilisables (année moyenne)	Demande consommatrice 2030	% de la demande consommatrice par rapport aux ressources	Ressources renouvelables utilisables (année moyenne)	Demande consommatrice 2030	% de la demande consommatrice par rapport aux ressources
Comoé	1,20	0,34	29%	1,36	0,34	25%
Mouhoun	1,52	0,85	56%	1,70	0,85	50%
Nakanbé	7,28	0,74	10%	7,36	0,74	10%
Niger	5,56	1,19	21%	5,45	1,19	22%
BURKINA FASO	15,56	3,13	20%	15,87	3,13	20%

Tableau 48 : Ressources totales utilisables renouvelables et demande consommatrice 2030 en 10⁹ m³/an

Cependant la situation est loin d'être aussi « favorable » lorsque l'on raisonne par type de ressource (superficielle et souterraine). C'est ce que révèlent les tableaux ci-dessous :

Bassin	Evaluation ressources GIRE 2001			Evaluation ressources PNAH 2017		
	Demande 2030	Ressource	% demande vs ressource	Demande 2030	Ressource	Demande / ressource (%)
Comoé	0,27	0,50	55%	0,27	0,67	41%
Mouhoun	0,66	1,03	64%	0,66	1,21	54%
Nakanbé	0,51	1,08	47%	0,51	1,16	44%
Niger	0,94	0,49	192%	0,94	0,38	248%
Burkina	2,38	3,10	77%	2,38	3,42	70%

*Estimation PNAH 2017 non validée

Tableau 49 : Adéquation demande consommatrice 2030 - ressources de surface en 10⁹ m³

Bassin	Demandes	Ressource	Demande / ressource (%)
Comoé	0,07	0,70	10%
Mouhoun	0,19	0,49	39%
Nakanbé	0,23	6,11	4%
Niger	0,25	5,07	5%
Burkina	0,74	12,37	6%

Tableau 50 : Adéquation demande consommatrice 2030 - ressource souterraine en 10⁹ m³

On voit ainsi que pour ce qui concerne les eaux de surface la situation va devenir très tendue en 2030, notamment si l'on continue l'expansion au rythme actuel de l'agriculture irriguée, essentiellement basée sur les eaux de surface.

En effet, il faut garder en mémoire que ces valeurs correspondent à une année normale et qu'en année sèche (1 année sur 10) les ressources disponibles seraient en moyenne divisées par deux, ce qui veut dire que sur l'ensemble des bassins la demande dépasserait la ressource.

Cela milite, si besoin en était, pour la mise en place rapide d'un système d'observation des écoulements de surface et de contrôle des réservoirs de surface (courbes de remplissage), suffisamment dense et fiable pour évaluer correctement la ressource superficielle et suivre son évolution.

Pour ce qui concerne l'eau souterraine, la situation paraît différente hormis pour le bassin du Mouhoun. **Cependant, l'évaluation de la ressource renouvelable y est très incertaine, notamment dans les zones de socle qui couvrent près de 80% du Burkina Faso.** Les connaissances actuelles et les réseaux d'observation existants ne permettent pas d'assurer cette connaissance. Or, il est primordial de déterminer quelle est la part de ces ressources effectivement renouvelée pour s'assurer que **le Burkina Faso n'est pas en situation de pénurie au sens de la gestion durable de ses ressources en eau et notamment pour le bassin du Mouhoun.**

Cette approche est de plus justifiée par le fait que comme exposé au point 3.5, **la vulnérabilité du Burkina Faso aux crues et aux sécheresses devrait s'accroître avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes**⁴⁰.

On peut rappeler ici qu'au niveau international, un indice de pénurie d'eau a été proposé par l'UNESCO et l'OMM). Le stress hydrique se définit comme la quantité estimative d'eau utilisée par an dans un pays, exprimée en pourcentage des ressources disponibles estimatives.

On trouve quatre niveaux de stress :

- 1) **Stress hydrique faible** — Lorsqu'on estime qu'un pays utilise moins de 10 pour cent de ses ressources disponibles en eau, aucune pression, en général, ne s'exerce sur ces ressources.
- 2) **Stress hydrique modéré** — Lorsqu'on estime que l'utilisation de l'eau se situe entre 10 et 20 pour cent des ressources disponibles, l'eau devient un facteur qui limite le développement. Il faut s'efforcer de réduire la demande et faire des investissements pour accroître l'offre.
- 3) **Stress hydrique moyen à élevé** — De 20 à 40 pour cent de l'eau disponible est utilisée. Une gestion soigneuse est nécessaire pour garantir que l'usage de l'eau reste viable. Les problèmes de concurrence entre divers usages par l'homme doivent être résolus et il faut veiller à ce que les débits suffisent aux écosystèmes aquatiques.
- 4) **Stress hydrique élevé** — Plus de 40 pour cent des ressources disponibles sont utilisées. Il y a pénurie et l'eau est souvent utilisée à un rythme plus rapide que le taux naturel de réapprovisionnement. Il faut faire appel à d'autres sources telles que des usines de dessalement et se préoccuper d'urgence de la gestion intensive des ressources et de la sollicitation que subissent celles-ci. Les modes actuels d'utilisation risquent de ne pas être viables et la rareté de l'eau limite la croissance économique.

⁴⁰ http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/doc/GFDRRCountryProfiles/wb_gfdr climate_change_country_profile_for_BFA.pdf

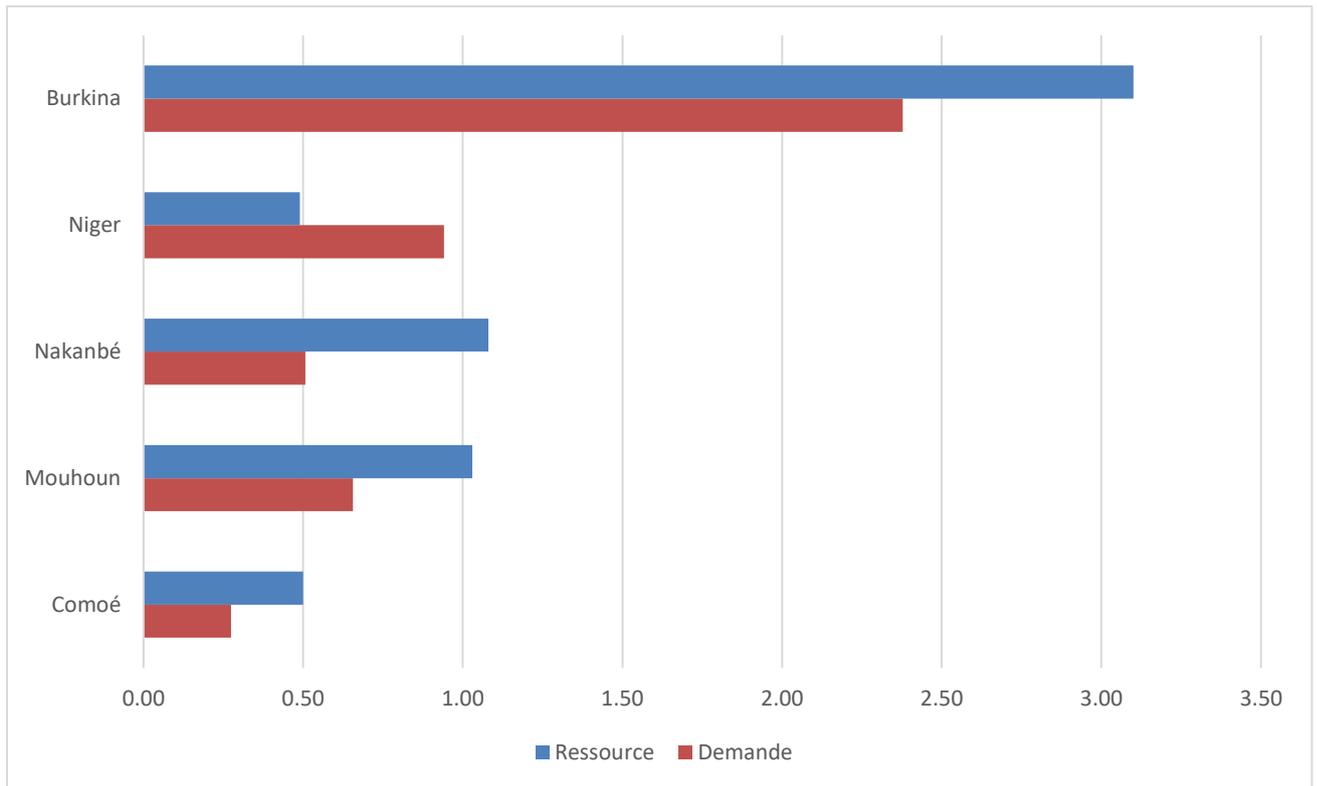


Figure 46 : Comparaison demande 2030 /ressource superficielle pour les bassins nationaux en 10⁹ m³/an

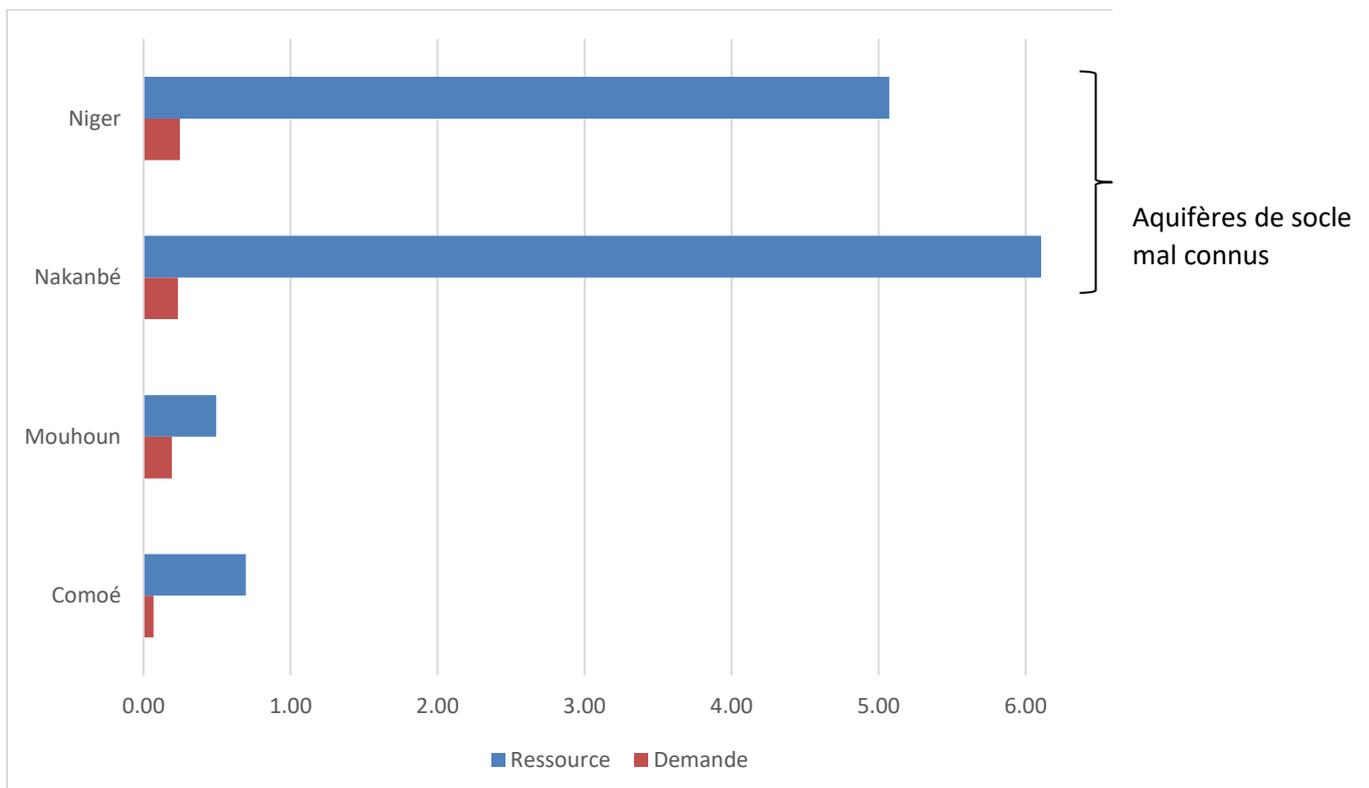


Figure 47 : Comparaison demande 2030 /ressource souterraine pour les bassins nationaux en 10⁹ m³/an

9 QUALITE

La qualité des eaux au Burkina est contrôlée par un réseau de stations qui existe depuis 1992.

9.1 Réseaux

Il existe en fait plusieurs réseaux et les chiffres à notre disposition ne permettent pas d'avoir une idée claire et précise de la situation.

9.1.1 Les réseaux des EC-AE

Type de contrôle	AE-Mouhoun	AE-Comoé	AE-Nakanbé	AE-Liptako	AE-Gourma	Total
Etat du réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines	34		37	5		76
Inventaire des sources d'eau pérennes	80	105			21	206
Inventaire des foyers de pollution	218	29		111	39	397

Tableau 51 : Réseaux qualité des eaux des EC-AE

9.1.2 Le réseau de la DGRE

Celle-ci éprouve de grandes difficultés fonctionnelles pour assurer un suivi réel ; les données disponibles sont très peu nombreuses et leur fiabilité est sujette à caution ; les informations dans ce domaine sont donc largement déficientes. D'après la carte 49 ce réseau compte 32 stations réparties sur l'ensemble du territoire national.

Par ailleurs, la DREA des Hauts-Bassins dispose d'un système régional bien structuré mis en place par le programme RESO en 1998, mais la préoccupation qui sous-tend le choix des paramètres suivis ne semble pas clairement identifiée. De plus la mise en œuvre durable d'un tel réseau s'avère difficile, du fait de la faiblesse des ressources financières, logistiques et humaines.

Pour pallier cette insuffisance, le ministère en charge de l'eau a construit un laboratoire d'analyse des eaux brutes à Ouagadougou au siège de la DGRE. Ce laboratoire permettra de couvrir les besoins en analyse des eaux de surface et souterraine.

9.1.3 Contrôle de la qualité des eaux par l'ONEA

L'ONEA gère son propre réseau de surveillance défini en fonction de ses sites de pompage et des exigences de qualité de la distribution d'eau. Ce réseau fournit des données importantes pour le suivi de la ressource.

Pour le contrôle de la qualité des eaux, l'ONEA a mis en place un système de contrôle à trois niveaux :

- Contrôle interne permanent sur les unités de production.
- Contrôle interne sur plusieurs points du réseau de distribution (nombre en fonction de la longueur du réseau).
- Contrôle externe quotidien exercé par l'organisme légal de contrôle, en

occurrence le Laboratoire national de santé publique (LNSP).

Les moyens matériels mis en œuvre pour les contrôles internes sont :

- Un laboratoire central équipé pour l'analyse des eaux potables et usées, avec capacité de recherche des micropolluants (métaux lourds et pesticides).
- Un laboratoire régional à Bobo équipé pour l'analyse des eaux potables et usées.
- Quatre autres laboratoires (Koudougou, Ouahigouya, Banfora, Koupéla) équipés pour l'analyse des eaux potables.
- Des kits de terrain pour l'ensemble des Centres.

9.2 Qualité des eaux souterraines ⁴¹

En général, les données sur la qualité des eaux, aussi bien de surface que souterraines, sont très insuffisantes au Burkina ; elles permettent juste d'avoir une connaissance approximative de la qualité des eaux.

« Il ressort des observations et mesures (cf. EDL du PNAE 2030) que les eaux souterraines sont en général potables. Les cas de fermeture de forages sont très rares et statistiquement négligeables (cas des eaux riches en arsenic). Environ 90% des valeurs des paramètres essentiels sont inférieures aux recommandations de l'OMS concernant les eaux de boisson (sauf pour la conductivité électrique et le fer). Les valeurs maximales rencontrées sont bien localisées. »

Il y a des cas avérés de pollution naturelle par l'arsenic sur le Plateau Central ainsi que dans les régions du nord et du Centre Nord, où des forages ont dû être abandonnés

Toutefois ces conclusions sur la qualité des eaux souterraines sont à relativiser, du fait de la non-représentativité des données au niveau des bassins hydrographiques.

9.3 Qualité des eaux de surface

L'évaluation qualitative des eaux de surface reste très faible et non systématique.

Nom site	Source de prélèvement	Année création	Année de mise à jour	Fonctionnel	Anomalies détectées sur la qualité de l'eau
				Oui/Non	
Barrage Bagré	Barrage	1994	2013	OUI	Nitrate ; ortho-phosphate ; turbidité
Nakanbé/Wayen	Rivière	1994	2013	OUI	
Loumbila	Barrage	1992	2013	OUI	
Barrage N°3	Barrage	1992	2013	OUI	
Goinré	Barrage	1992	2013	OUI	
Lac Bam (Kongoussi)	Lac Bam	1994	2013	OUI	

Source : Cellule Qualité de l'eau, DGRE/DEIE, juin 2014

Tableau 52 : Suivi des stations de qualité d'eau de surface dans l'EC-AEN

⁴¹ PNAH, 2017

Ces eaux sont en général d'une bonne qualité physico-chimique ne présentant pas de risques significatifs pour la pratique agricole (micro-irrigation notamment) et la vie aquatique.

La situation générale est illustrée par les valeurs ci-dessous observées entre 2001 et 2004 lors de l'exécution du programme GIRE :

- (i) teneur maximale en métaux lourds des eaux souterraines : Arsenic : 0,16 mg/l ; Mercure : 1,7 mg/l ;
- (ii) Eaux de surface : Sulfate (SO₄⁻⁻) : 61,0 à 100 mg/l (norme OMS : 400 mg/l) ; Phosphate (PO₄⁻⁻⁻) : 0,48 à 0,74 mg/l (norme OMS : 1,5 mg/l) ; Nitrate : 0,7 à 39,6 mg/l (norme OMS : 45 mg/l) ; pH : 5,81 à 8,5 (norme OMS pour AEP : 6,5 à 8,5)

9.4 Types de pollution observée

Des analyses physico chimiques faites dans la région de Banfora en 1998 par le Programme RESO, ont révélé un début de pollution aux nitrates à des niveaux de concentration inférieurs aux normes nationales. Au niveau des métaux lourds, la concentration de nickel (0,1mg /l) est cinq (5) fois plus élevée que la norme OMS (0,02 mg / litre). En 2001, des études faites sur l'impact des engrais et des pesticides sur les ressources en eau par le Programme GIRE ont également révélé des traces de nitrates et d'atrazine dans les eaux du drain et du lac qui reçoit les eaux drainées du périmètre sucrier de la SN SOSUCO. Cette pollution serait due aux activités des industries de Banfora et de Bérégadougou.

Une étude conduite par YAMEOGO S. (2009) sous l'égide du laboratoire d'hydrogéologie de l'université de Ouagadougou et financée par l'UNESCO pour la ville de Ouagadougou a montré que les eaux de la nappe superficielle captée par les puits sont toutes polluées et présentent des teneurs élevées en nitrate. Cette pollution urbaine des eaux affecte moins les forages qui captent la frange fissurée du socle. Il est par ailleurs établi que les eaux des puits ouverts sont polluées par les coliformes fécaux.

Dans le sous-bassin du Nakanbé supérieur (régions du Nord et du Centre-Nord) et dans celui du Nakanbé moyen (région du Centre), il a été procédé à des fermetures de forages du fait de la teneur excessive de leurs eaux en arsenic (teneur supérieure à la norme de l'OMS qui est de 10 µg/L). Il s'agit d'une contamination naturelle des eaux par des minéraux riches en arsenic. L'arsenic est génétiquement lié à la paragenèse de or. C'est pourquoi il est fréquent de rencontrer les teneurs élevées d'arsenic dans les zones aurifères des sillons birimiens occupées par les miniers et les orpailleurs.

La pollution liée aux sites d'orpaillage qui se multiplient pose évidemment un problème majeur. En conclusion on peut dire que dans l'état actuel des données recueillies il est très difficile de se faire une idée réelle de la situation du pays au plan de la qualité des eaux. Dans le cadre de la mise en œuvre du SNIEau, une place importante devrait être accordée aux études sur les pollutions anthropiques.



Figure 48: Industries et mines

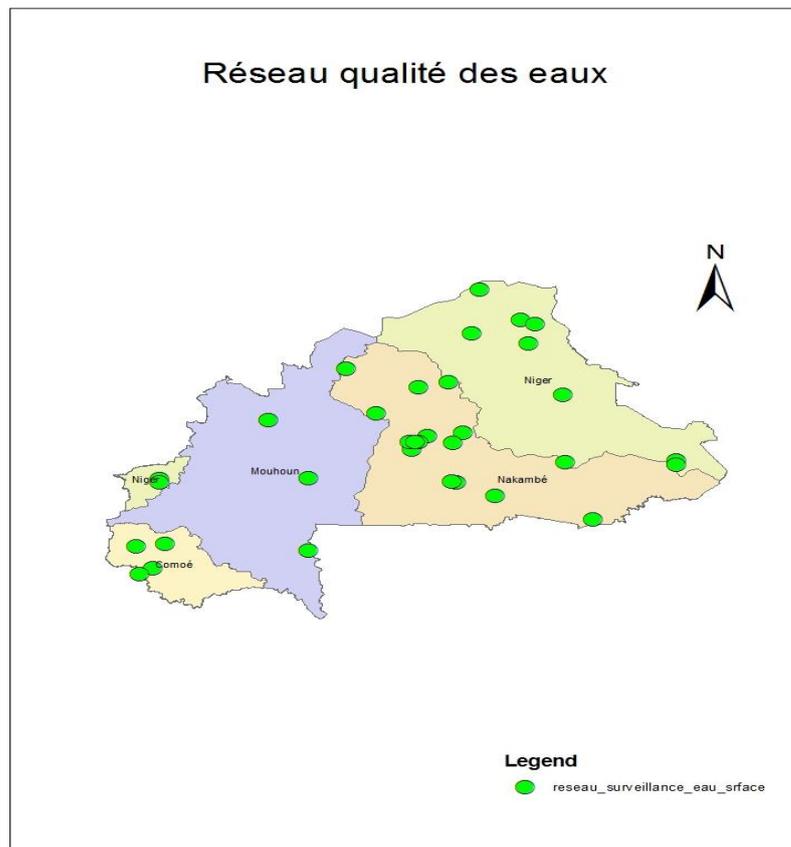


Figure 49: Réseau qualité des eaux

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

On peut conclure de cette étude qu'il y a suffisamment d'eau souterraine pour couvrir les besoins domestiques actuels et à l'horizon 2030, « *si et seulement si les connaissances sur les ressources sont à la hauteur des intentions de prélèvement* »⁴², en gardant en mémoire qu'il existe de fortes incertitudes sur l'estimation de la ressource renouvelable, en particulier pour les bassins du Nakanbé et du Niger⁴³ et certainement des problèmes de surexploitation dans certaines zones les plus consommatrices sur l'ensemble des bassins.

La situation du bassin du Mouhoun est cependant préoccupante, car **les demandes y sont très élevées par rapport aux ressources, tant pour les eaux souterraines que superficielles.**

Pour l'irrigation, qui repose essentiellement sur les eaux de surface, la situation est également menaçante. Il est tout à fait clair que la poursuite de l'expansion des surfaces irriguées au rythme actuel soit près de 10% par an va à terme créer des conflits d'usage notamment avec les demandes environnementales.

La préparation de ce rapport a mis en évidence un certain nombre de difficultés qui obèrent profondément la fiabilité des évaluations proposées et notamment :

- la déliquescence du système d'observation des eaux de surface avec :
 - des courbes de tarage non mises à jour depuis plus de 20 ans pour la plupart des stations, induisant une méconnaissance des débits écoulés ;
 - des séries de débits comportant des pourcentages de lacunes tels que le module annuel calculé n'a plus aucune signification ; et
 - une répartition géographique ne permettant pas un contrôle suffisamment fin des écoulements
- la fiabilité douteuse des données sur les réservoirs de surface avec :
 - des courbes de remplissage non remises à jour
 - un inventaire de ces réservoirs non à jour
- la faible densité du réseau piézométrique
- l'absence de connaissances précises sur la géométrie des réservoirs dans la zone sédimentaire et sur la recharge réelle dans ces zones
- l'absence quasi-totale d'études scientifiques sur la zone de socle
- la faible densité du réseau qualité des eaux, notamment dans les zones d'orpaillage mais également dans les zones industrielles.

⁴² 2017, PNAH

⁴³ Pour ces bassins situés majoritairement en zone de socle, les estimations de 2001 font toujours foi et sont très certainement surestimées, alors que pour la Comoé et le Mouhoun, les dernières études (2012) ont permis une mise à jour.

En outre, il faut noter la difficulté d'accès à des données structurées dans les domaines de l'évaluation de la ressource mais également de la demande.

Si l'on veut réellement aboutir à des données qui permettent la mise en place d'une **gestion intégrée des ressources en eau au Burkina Faso**, seule possibilité pour faire face aux défis qui se présentent et notamment au changement climatique, **il faut opérationnaliser l'outil prévu dans le PAGIRE, à savoir le Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau).**

10 BIBLIOGRAPHIE

10.1 Eaux souterraines

COWI, 2011. Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins du Mouhoun et de la Comoé - Rapport sur les besoins des systèmes de suivi et équipements proposés- Volume 2/4 - Suivi piézométrique.

COWI, 2011. Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins du Mouhoun et de la Comoé - Rapport sur les besoins des systèmes de suivi et équipements proposés - Volume 3/4 - Suivi de la qualité de l'eau.

COWI, 2012. Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins du Mouhoun et de la Comoé - Rapport d'Etat des lieux des ressources en eau de l'espace de compétence de l'Agence de l'eau du Mouhoun.

COWI, 2012. Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins du Mouhoun et de la Comoé - Rapport d'Etat des lieux des ressources en eau du bassin de la Comoé.

COWI, 2012. Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins du Mouhoun et de la Comoé - Rapport sur la construction des modèles de gestion des ressources en eau des bassins du Mouhoun et de la Comoé.

COWI, 2013. Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins du Mouhoun et de la Comoé – Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) de l'espace de compétence de l'Agence de l'eau du Mouhoun.

COWI, 2013. Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins du Mouhoun et de la Comoé - Schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau du bassin de la Comoé.

Agence de l'Eau du Mouhoun et Agence de l'Eau des Cascades, 2014. Rapport de l'étude d'identification, de localisation et de caractérisation physique des sources d'eau dans les espaces de compétence des agences de l'eau du Mouhoun et des Cascades – Etape 1.

Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, 2009. Etude des périmètres de protection des sources de Nasso et des forages de l'ONEA.

Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, 2008. Modélisation hydrogéologique du bassin sédimentaire.

D. Dakouré, 2003. Etude hydrogéologique et géochimique de la bordure sud-est du bassin sédimentaire de Taoudéni (Burkina Faso - Mali) - Essai de modélisation.

Youssef Koussoubé, 2010. Hydrogéologie des séries sédimentaires de la dépression piézométrique du Gondo (bassin du Sourou) : Burkina Faso / Mali.

Elie Serge Gaëtan SAURET, 2013. Etude des potentialités hydrogéologiques d'une plaine alluviale en relation avec les eaux souterraines et de surface dans un contexte d'agriculture irriguée (Burkina Faso).

Justine YOFE TIROGO, 2016. Etude du fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère sédimentaire du bassin du Kou au sud-ouest du Burkina Faso.

Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 2001. État des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et de leur cadre de gestion.

Nindaoua Savadogo, 1975. Hydrogéologie du bassin versant de la Haute-Sissili (Haute-Volta).

Nindaoua Savadogo, 1984. Géologie et hydrogéologie du socle cristallin de Haute-Volta : étude régionale du bassin versant de la Sissili.

Dieudonné Yameogo, 1988. Hydrogéologie des formations fissurées de la partie sud du plateau Mossi entre le Nazino et le Nakambe (région de Kombissiri-Manga), Burkina-Faso.

Samuel Nakolendousse, 1991. Méthode d'évaluation de la productivité des sites aquifères au Burkina Faso : géologie, géophysique, télédétection.

Suzanne OUANDAOGO/YAMEOGO, 2008. Ressources en eau souterraine du centre urbain de Ouagadougou au Burkina Faso - qualité et vulnérabilité.

Toé Ghyslain, 2004. Apport de nouvelles techniques géophysiques a la connaissance des aquifères de socle - Tomographie électrique, électromagnétisme fréquentiel, résonance magnétique protonique - Applications au Burkina Faso.

Jean Michel Vouillamoz, 2003. La caractérisation de aquifères par une méthode non invasive – Les sondages par résonance magnétique protonique.

Carte hydrogéologique du Burkina Faso à l'échelle 1:500.000 avec notice explicative en format numérique : feuille de Bobo-Dioulasso.

Carte hydrogéologique du Burkina Faso à l'échelle 1:500.000 avec notice explicative en format numérique : feuille Dori.

Carte hydrogéologique du Burkina Faso à l'échelle 1:500.000 avec notice explicative en format numérique : feuille de Fada N'Gourma.

Carte hydrogéologique du Burkina Faso à l'échelle 1:500.000 avec notice explicative en format numérique : feuille de Gaoua.

Carte hydrogéologique du Burkina Faso à l'échelle 1:500.000 avec notice explicative en format numérique : feuille de Ouagadougou.

Carte hydrogéologique du Burkina Faso à l'échelle 1:500.000 avec notice explicative en format numérique : feuille de Tenkodogo.

Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, 2006. Synthèse géologique de la région ouest du Burkina Faso.

Sayoba KAFANDO, 2014. Amélioration des connaissances des ressources en eau souterraine au Burkina Faso : cas de la carte hydrogéologique de la région du sahel.

Jean OUBDA, 2016. Etude de la disponibilité de la ressource en eau souterraine de la zone sédimentaire du Sud-est du Burkina Faso.

ABV, SHER, 2011. Etat des lieux de la situation hydrométéorologique dans le bassin de la Volta - Volet 1 – Bilan diagnostique des systèmes de suivi existants

ABV, 2015. Etudes de référence et du plan d'action pour l'ABV

Ambassade du Danemark, 2016. Etudes géophysiques pour l'implantation de vingt (20) forages à très gros débits dans les régions des Hauts-Bassins, de la Boucle du Mouhoun et des Cascades

ONEA, 2017. Etude d'Avant-Projet Détaillé de renforcement de la capacité de production d'eau potable à Bobo- Dioulasso pour 2030 - Rapport hydrogéologique d'implantation des forages

ONEA, 2013. Adduction d'eau potable de Oursi, Gorom Gorom, Déou et Dori à partir du forage Christine - Rapport d'Avant-Projet Sommaire Version définitive.

Alain N. Savadogo, 2004. Etude pour l'optimisation du réseau piézométrique national.

Agence de l'eau du Mouhoun, 2016. Cartographie des sites d'orpaillage de l'espace de compétence de l'agence de l'eau du Mouhoun

Paul Pabst&Partner, 1968. Etude comparative de l'alimentation en eau de la ville de Bobo-Dioulasso

SOGREAH, 1994. Etude des ressources en eau souterraine de la zone sédimentaire de la région de Bobo-Dioulasso – Rapport final

Ministère de l'Eau et de l'Assainissement, février 2017. Rapport bilan annuel du PN-AEPA au 31 décembre 2016.

N. Courtois et al. GROUND WATER 48, no. 2: 269–283, Large-Scale Mapping of Hard-Rock Aquifer Properties Applied to Burkina Faso.

Programme VREO, 2010. Evaluation des ressources en eau de surface dans le bassin du Mouhoun - Développement d'un modèle de gestion des ressources en eau de surface du bassin du Mouhoun - Elaboration de scénarios sélectionnés

Programme VREO, 2009. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des ressources en eau du bassin du Mouhoun- (avant-projet)- volume n°1 : analyse & diagnostic de l'état des lieux des ressources en eau du bassin -Version finale

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Mouhoun - Tome 1 : Rapport principal

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Mouhoun - Tome 2 : Etat des lieux et diagnostic de la ressource

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Mouhoun - Tome 3 : Cartographie et Annexes

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Mouhoun - Tome 4 : Glossaire

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Mouhoun - Tome 5 : Guide Juridique et annexes

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Mouhoun - Tome 6 : Résumé

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de la Comoé - Tome 1 : Rapport principal

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de la Comoé - Tome 2 : Annexes et cartographie

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de la Comoé - Tome 3 : Glossaire

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de la Comoé - Tome 4 : Guide Juridique et annexes

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de la Comoé - Tome 5: Résumé.

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Banifing - Tome 1 : Rapport principal

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Banifing - Tome 2 : Cartographie et annexes

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Banifing - Tome 3 : Glossaire

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Banifing - Tome 4 : Guide juridique et références

Programme VREO, 2007. Avant-Projet de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Banifing - Tome 5 : Résumé

Programme VREO, 2005. Expertise hydrologique pour le compte du programme VREO

Programme VREO, 2006. Evaluation du réseau hydrométrique pour le compte du Programme VREO

Programme VREO, 2006. Inventaire des risques de pollution des sources de Nasso et Pessou

Programme RESO, 1998. Synthèse sur la géologie et l'hydrogéologie de la série sédimentaire du sud-ouest du Burkina Faso

Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques, 2007. Projet appui à la construction de 1000 forages – Rapport final

MEA/DGRE, 2016. Rapport diagnostic du système national d'information sur l'eau (SNIEau)

MEA/DGRE, 2016. Plan opérationnel du Système National d'Information sur l'Eau 2017-2020-Draft

Autorité du bassin du Niger, 2007. Elaboration du plan d'action de développement durable du bassin du Niger - Phase I : Bilan – Diagnostic - Rapport définitif.

Autorité du bassin du Niger, 2007. Elaboration du plan d'action de développement durable du bassin du Niger – 2007. Phase II : Schéma directeur d'aménagement et de gestion - Rapport définitif

Autorité du bassin du Niger, 2007. Etude d'élaboration du programme d'investissement et de formulation des projets d'investissement nécessaire à la mise en œuvre de la vision partagée - Rapport définitif.

Autorité du bassin du Niger, 2005. Rapport de synthèse régionale des études multisectorielles nationales

ABV, 2014. Mise en place de l'Observatoire du Bassin de la Volta comme outil d'information, de communication et d'aide à la décision - Rapport A – Etablissement de l'Observatoire du bassin de la Volta – Version finale

DHI, 2014. Mise en place de l'Observatoire du Bassin de la Volta comme outil d'information, de communication et d'aide à la décision - Rapport B – Conception et développement du SIRE et renforcement des capacités –Version finale

DHI, 2014. Mise en place de l'Observatoire du Bassin de la Volta comme outil d'information, de communication et d'aide à la décision - Rapport C – Plan d'Action – Version Finale

ABV, SHER, 2012. Etat des lieux de la situation socio-économique et environnementale dans le bassin Et analyse des problématiques et des enjeux de gestion durable des ressources en eau- Volet 2 : Analyse des problématiques et des enjeux de gestion durable des ressources en eau - rapport final

GEF-Volta, 2008. Etude portant établissement d'un système régional d'échange de données et d'informations relatives au Bassin Versant de la Volta – Rapport final – Volume 1

GEF-Volta, 2010. Analyse diagnostique transfrontalière du bassin versant de la Volta : Rapport National – Burkina Faso

GEF-Volta, 2013. Analyse Diagnostique Transfrontalière du Bassin de la Volta (Document traduit en français)- Rapport final.

Agence de l'Eau du Nakanbé, 2015. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux de l'espace de compétence de l'agence de l'eau du Nakanbé - Tome I. Etat des lieux - version validée par le comité de bassin.

Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, 2004. Plan de conception et de mise en œuvre du Système National d'Information sur l'Eau (SNI Eau) – Version finale.

Agence de l'Eau du Gourma, 2016. Rapport final de l'inventaire des sources d'eau de l'espace de gestion de l'Agence de l'Eau du Gourma.

Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 2000. Connaissance des ressources en eau sur le plan quantitatif - Pertinence du système de suivi - Version définitive

Ministère de l'Agriculture des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire, 2015. Etat des lieux des études et recherches dans les domaines de l'eau et de l'assainissement au Burkina Faso - Rapport final.

ONEA, 2012. AEP Bobo-Dioulasso - Dossier d'appel d'offres ouvert national pour l'exécution d'un forage à grand débit

MEA/DGRE, 2017. Etat des lieux de la qualité des eaux brutes du bassin versant hydrographique du Nakanbé (Burkina Faso).

OSS, 2012. Gestion intégrée et concertée des ressources en eau des systèmes aquifères de l'Iulimeden, de Taoudeni/Tanezrouft et du fleuve Niger (GICRESAIT) – Rapport de synthèse hydrogéologique.

OSS, 2013. Gestion intégrée et concertée des ressources en eau des systèmes aquifères de l'Iulimeden, de Taoudeni/Tanezrouft et du fleuve Niger (GICRESAIT) – Synthèse finale.

F. Monod et al, 1977. Monographies Hydrologiques ORSTOM – Le bassin du fleuve Volta.

Jacques LEMOALLE & Devaraj DE CONDAPPA, 2009. Atlas de l'Eau du bassin de la Volta.

ABV, 2015. Plan stratégique 2015-2019

10.2 Eaux de surface

Jacques LEMOALLE & Devaraj DE CONDAPPA, 2009. Atlas de l'Eau du bassin de la Volta.

Boubacar Barry, Emmanuel Obuobie, Marc Endreni, Winston Andah, Mathilde Pluquet, 2005. The Volta River Basin. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Draft

Agence canadienne de développement international, 2010. Impacts des changements climatiques sur les ressources en eau du Nakanbé à Wayen. Rapport final.

MEA/SG, 2017. Approvisionnement en eau potable et assainissement. Programmation des activités 2017.

MEA/SG, DDEP-DGA-ONEA, 2017. Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA). Rapport bilan annuel au 31 décembre 2016. Version finale.

Jean Emmanuel PATUREL, Gil MAHÉ, Pierre DIELO, Bruno BARBIER, Alain DEZETTER, Claudine DIEULIN, Harouna KARAMBIRI, Hama YACOUBA, Amadou MAIGA, 2016. Using land cover changes and demographic data to improve hydrological modelling in the Sahel.

Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, 2007. Programme d'Action National d'Adaptation à la Variabilité et aux Changements Climatiques (PANA du Burkina Faso).

CEDEAO, 2006. Observatoire Régional de l'Eau en Afrique de l'Ouest. Développement du document de programme. Rapport final.

F. Moniod, B. Pouyaud, P. Séchet, 1977. Le bassin du fleuve Volta, Monographies Hydrologiques ORSTOM.

Frédéric Edem K.D. Ahadji, 2013. Analyse de quelques modèles hydrologiques comportant explicitement une prise en compte d'échanges entre eaux de surface et eaux souterraines – Zoom sur le Burkina Faso.

WMO-UNESCO, 1997. Water Resources Assessment. Handbook for review of national capabilities.

Global Water Partnership, 2009. A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins.

Francis D. Bougairé, 2008. Le secteur de l'eau au Burkina Faso. Situation, défis, perspectives et rôle de la coopération.

MEA-SG, 2017. Rapport de l'Etude Diagnostique. Programme des Aménagements Hydrauliques. Version définitive.

Plan National de développement Economique et Social (2016-2020).

GEF-Volta, 2008. Etude portant établissement d'un système régional d'échange de données et d'informations relatives au Bassin Versant de la Volta. Rapport final, Vol 1.

BAD-Facilité Africaine de l'Eau, 2008. République du Burkina Faso. DGR-MAHRH. Projet de renforcement des capacités décentralisées pour le suivi-évaluation des ressources en eau et de leurs usages au Burkina Faso. Rapport d'évaluation.

WMO-No. 168, sixth Edition, 2009. Guides des Pratiques Hydrologiques, Vol. 2.

S. Girard, J.E. Paturel, G. Mahé, F. Ouattara, A. Cres, 2002. Spatialisation des pluies au Burkina Faso : impact de la méthode et de la source des données.

MAHRH-SG, 2004. Plan de conception et de mise en œuvre du Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau). Version finale.

MEA-SG, DGRE-DEIE, 2016. Rapport Diagnostic du Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau).

MEA, 1998. Politique et Stratégies en Matière d'Eau.

MEE-SG, DGH, 2001. Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et de leur cadre de gestion. Version finale.

MAHRH, 2003. Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau du Burkina Faso (PAGIRE) .

MEA-SG, DGRE, 2016. Comité d'Elaboration du Plan d'Opérationnalisation du SNIEau. Travaux préparatoires de l'élaboration du Plan.

MEA, 2017. Plan Opérationnel du Système d'Information sur l'Eau 2017-2020.

GIP/Agence de l'Eau du Nakanbé, 2015. Tome I, Etat des lieux. Version validée par le Comité de Bassin.

MAHRH-SG, DGRE, 2010. Analyse et diagnostic de l'état des ressources en eau du Bassin. Version définitive.

MAHRH-SG, DGRE, 2010. Schéma Directeur et de Gestion des Ressources en Eau du Bassin de la Comoé. Vol. 2.

MAHRH-SG, DGRE, 2009. Schéma Directeur et de Gestion des Ressources en Eau du Bassin du Mouhoun. Vol.1. Analyse de l'état des lieux des ressources en eau du Bassin.

MAHRH-SG, DGRE, 2009. Schéma Directeur et de Gestion des Ressources en Eau du Bassin du Mouhoun. Vol. 2. Scénarios d'Aménagement et de Gestion & Orientations Fondamentales.

GEF Volta, 2010. Analyse Diagnostique Transfrontalière du Bassin Versant de la Volta : Rapport National du Burkina Faso. Rapport Final.

Danida (2008). Appréciation des impacts des changements climatiques sur les programmes de développement de la coopération Danoise au Burkina Faso.

MEE, DANIDA, 2000, note de présentation du programme GIRE et de son projet pilote NAKAMBE.

Jean Rodier, ORSTOM, Paris 1964. Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'ouest du Congo

E. Bernus, J-Y Marchal et Y. Poncet ; Tiers Monde ; 1993. Le Sahel oublié.

T. LEBEL', A. AMANI*, J.D. TAUPIN, A Xème journées hydrologiques - Orstom - Septembre 1994. La pluie au Sahel : une variable rebelle à la régionalisation.

LAME, 2013: National Adaptation Programme for Burkina Faso. Climate modelling studies, risk assessment and analysis of vulnerability to climate change. Risk assessment and vulnerability to climate change. Summary report. University of Ouagadougou. BURKINA FASO.

Gabriel Sangli et Bernard Tallet CNRS, Institut des Sciences Humaines et sociales, Université de Lille, 2012. Population dynamics and distribution. Towards a new geography of population in the South-West of Burkina Faso?

UNEP's Global Risk Data Platform, Columbia University Center for Hazards and Risk Research (CHRR), and Columbia University Center for International Earth Science Information Network (CIESIN).

(SPAAA) RAPPORT PAYS REVUE DES POLITIQUES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES AU BURKINA FASO, JUILLET 2013. SUIVI DES POLITIQUES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES EN AFRIQUE.

Gertjan de Graaf, Nefisco foundation. Amsterdam, the Netherlands, January 2003. SUSTAINABLE FISHERIES MANAGEMENT AND CULTUREBASED FISHERIES IN RESERVOIRS A CASE STUDY FROM BURKINA FASO,

AllAfrica (30 August 2012 "Burkina Faso: Gold Rush Hits Education").

FAOWATER, 2010. Les zones socio-rurales du Burkina Faso.