



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE LUTTE CONTRE LA SECHERESSE DANS LE SAHEL  
PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL  
COMITÉ PERMANENTE INTER-ESTADOS DE LUTA CONTRA A SECA NO SAHEL  
اللجنة الدائمة المشتركة لمحاربة التصحر في الساحل



**Centre Régional AGRHYMET**

## Développement du modèle SWAT sur le bassin du Niger

Juillet 2018

|   |           |
|---|-----------|
| INTRODUCTION .....  | 3         |
| PRESENTATION DU BASSIN DU NIGER.....  | 3         |
| DESCRIPTION DU MODELE SWAT.....   | 4         |
| DEVELOPPEMENT DE SWAT SUR LE NIGER.....   | 5         |
| <b>Calage du modèle .....</b>   | <b>8</b>  |
| ACTIVITES IDENTIFIEES EN COURS DE REALISATION.....  | 11        |
| <b>Production de données climatiques de référence .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>Collecte d'informations sur la gestion des réservoirs les plus importants .....</b>                            | <b>12</b> |
| <b>Collecte d'informations pour la gestion et la caractérisation générale de la zone du delta intérieur .....</b> | <b>12</b> |
| <b>Développement d'un modèle spécifique du Delta Intérieur.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>Transfert de paramètres calibrés déduits pour des sous-régions uniques de l'ensemble du projet SWAT. ....</b>  | <b>13</b> |
| <b>Traitement des scénarios climatiques.....</b>  | <b>14</b> |
| ETAPES SUIVANTES .....  | 15        |

## Introduction

Dans le cadre de la mise en œuvre du projet E-Nexus, il est prévu le développement et l'implémentation d'un modèle hydrologique pour l'estimation du bilan hydrologique et à la gestion de l'eau, la production agricole, le maintien des écosystèmes. A cet effet, SWAT (Soil and Water Assessment Tool) a été identifié comme le modèle hydrologique à développer sur le bassin du Niger. Ce modèle permettra de fournir des produits et services sur la connaissance des ressources en eau sur l'ensemble du bassin (Adéquation entre la disponibilité et la demande), la prévision des crues (contribution au système d'alerte précoce), les projections d'échelle climatiques (planification des ressources en eau sur le bassin). Modèle hydrologique pluie-débit, semi-distribué au pas de temps journalier, les données pluviométriques journalières avec une bonne résolution spatiale constituent les entrées importantes de SWAT. Dans ce présent rapport, nous présentons les étapes de développement du modèle SWAT, le processus de calage du modèle et les projections climatiques à considérer pour évaluer la disponibilité future des ressources en eau sur le bassin du fleuve Niger.

## Présentation du bassin du Niger

Le bassin du Niger est situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest. Comme un atout majeur, le fleuve Niger et ses affluents constituent des liens vitaux entre les neuf pays riverains : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria et Tchad. Le fleuve Niger est le 3<sup>ème</sup> fleuve d'Afrique de par sa longueur (4,200 km), après le Nil et le Congo mais est le plus important fleuve d'Afrique de l'Ouest. Il est le 14<sup>ème</sup> plus long fleuve du monde. Son bassin couvre une superficie de près de 2,2 millions km<sup>2</sup> comprenant environ 1,5 million km<sup>2</sup> de bassin hydrologiquement actif. Enfin, il est le 9<sup>ème</sup> système fluvial le plus important du monde. Bien que son bassin versant couvre neuf pays, plus de 80% de sa superficie se trouvent dans trois pays : Mali, Niger et Nigeria. Le fleuve Niger prend sa source dans la dorsale guinéenne du Fouta Djallon, une région de hauts plateaux d'altitude moyenne d'environ 1 100 mètres et se dirige vers le Nord Est, forme en saison des pluies une vaste plaine d'inondation au Mali, appelée Delta Intérieur ou cuvette lacustre. A la sortie du Delta Intérieur, le fleuve décrit une boucle au Mali ; puis coule plein Sud-Est jusqu'au Nigeria où il est rejoint par la Bénoué et se jette dans l'Océan Atlantique. Son bassin géographique, composé de vastes zones désertiques, de plaines d'inondation et de zones marécageuses est caractérisé par la présence de grandes vallées qui s'assèchent progressivement. Le fleuve Niger constitue un couloir de productivité qui, durant des milliers d'années, fournit à la population des moyens de subsistance diversifiés et dynamiques, lui permettant de survivre même lors des pires sécheresses. Son environnement physique est marqué par trois décennies de sécheresse et une forte croissance démographique dont les effets se sont conjugués pour accélérer la

dégradation des terres et des eaux, fragiliser les écosystèmes aquatiques et accroître la paupérisation des populations.

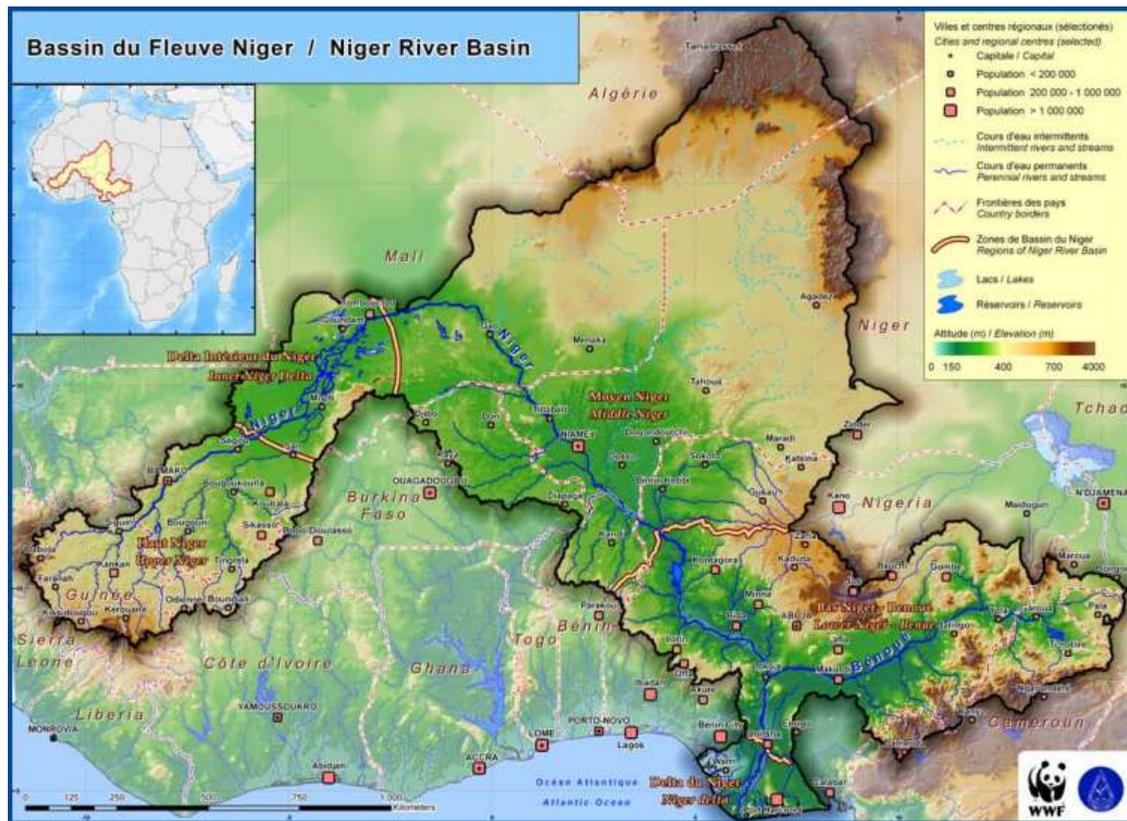


Figure 1: Bassin du Niger (Source: ABN)

## Description du modèle SWAT

C'est un modèle hydrologique conçu et développé par des chercheurs de l'USDA (United States Department of Agriculture)-Agricultural Research Service (Arnold et al. 1993 ; Arnold et al. 1998). Les bassins versants représentés dans ce modèle ont des superficies allant de quelques centaines à plusieurs milliers de km<sup>2</sup>. Le modèle prend en compte l'ensemble du cycle hydrologique, représenté au niveau du bassin versant de façon spatialisée. Ce modèle n'est pas entièrement distribué car certains composants du système sont globalisés, d'autres étant spatialisés. Il s'agit donc d'un modèle semi-distribué. Ce type de modèle tient compte de la variabilité spatiale et ne demande pas un volume de données trop important (quelquefois indisponibles), il allie donc simplicité de mise en œuvre et représentation fiable de la réalité. Le pas de temps est journalier. SWAT ne peut être reconnu comme entièrement physique, même si certains phénomènes sont modélisés par des lois reconnues dont les paramètres représentent des grandeurs réelles. En effet, il comporte un certain empirisme notamment au niveau de la représentation du ruissellement (Méthode du Curve Number) ou de l'écoulement souterrain simplifié à partir de quelques paramètres empiriques comme le coefficient de tarissement (Lacroix et al. 2005). Il s'agit d'un modèle agro-hydrologique car il

est orienté vers les pollutions diffuses d'origine agricole, et parce qu'il modélise de manière précise les processus liés au sol et à la végétation. SWAT permet d'analyser les impacts du climat, du sol, de la végétation ainsi que des activités agricoles sur l'écoulement de l'eau.

## Développement de SWAT sur le Niger

Les données utilisées pour la mise en œuvre de SWAT sur le bassin du Niger sont présentées au niveau du tableau ci-dessous :

| Type de données                             | Description   | Résolution/Période | Source                     |
|---|---|--------------------|----------------------------|
| <b>Élévation</b>                            | Modèle Numérique de Terrain                         | 90 m               | USGS HydroSHEDS            |
| <b>Occupation et utilisation des terres</b> | GlobCover 2009                                      | 1 km               | Agence Spatiale Européenne |
| <b>Carte de sols</b>                        | Données sols de la FAO                              | 1 :5000000         | FAO                        |
| <b>Données climatiques</b>                  | Données climatiques de ré-analyses                  | 0.5°               | ERA-Intérim                |
| <b>Débits</b>                               | Débits observés à l'exutoire de plus de 60 stations | 1955-2010          | AGRHYMET<br>ABN            |
| <b>Données sur les réservoirs</b>           | Caractéristiques des grands réservoirs du bassin    |                    | AGRHYMET<br>FAO            |

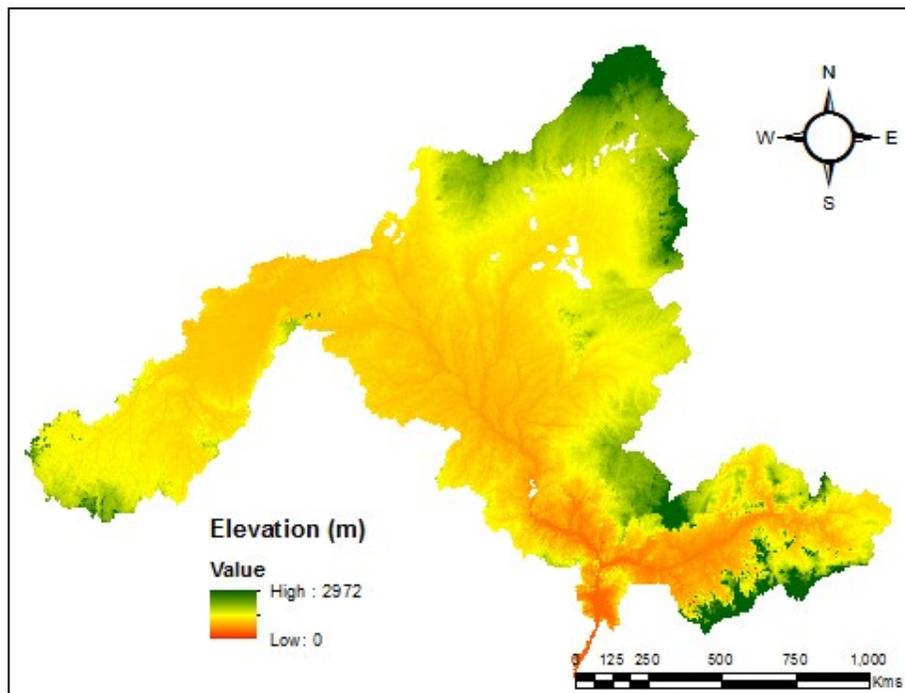


Figure 2: Modèle Numérique de Terrain du bassin du Niger

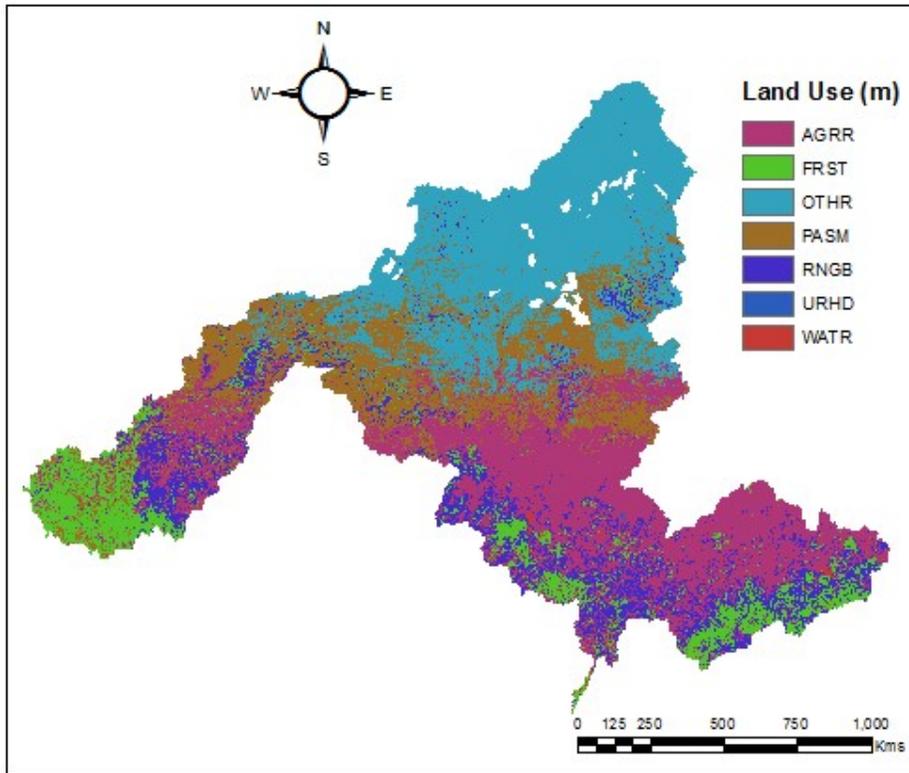


Figure 3: Carte d'occupation et d'utilisation des terres

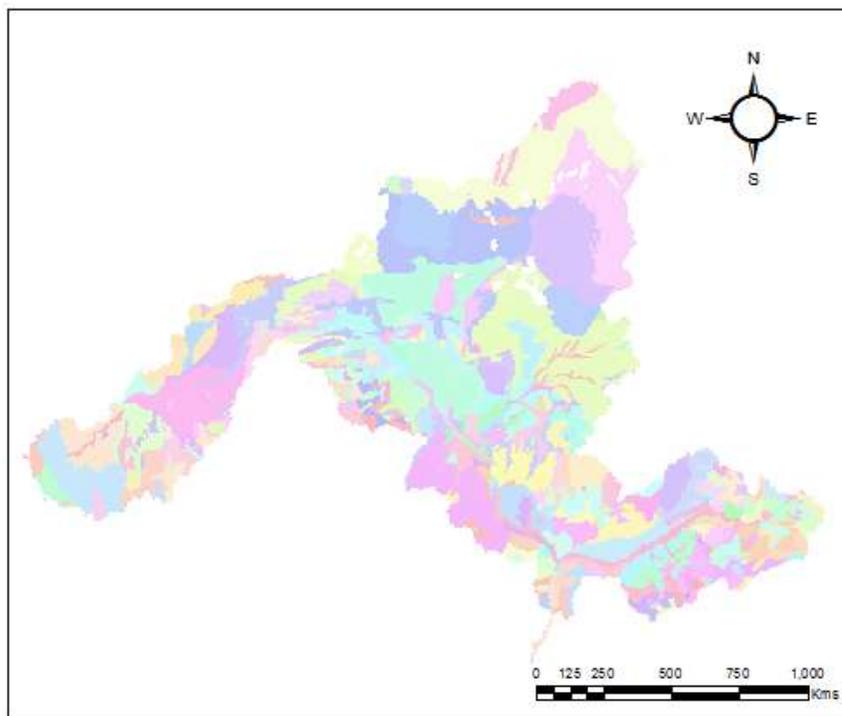


Figure 4: Carte de sols

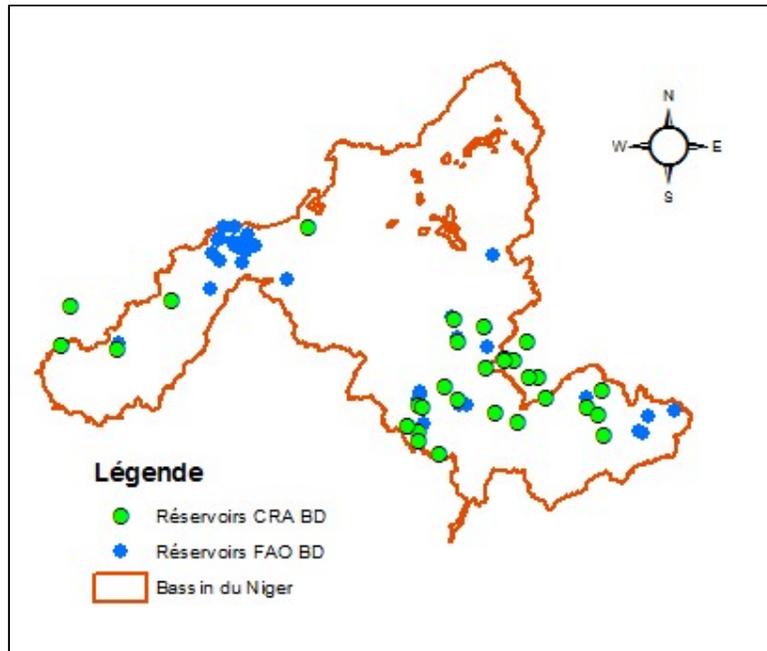


Figure 5: Réservoirs considérés dans le modèle

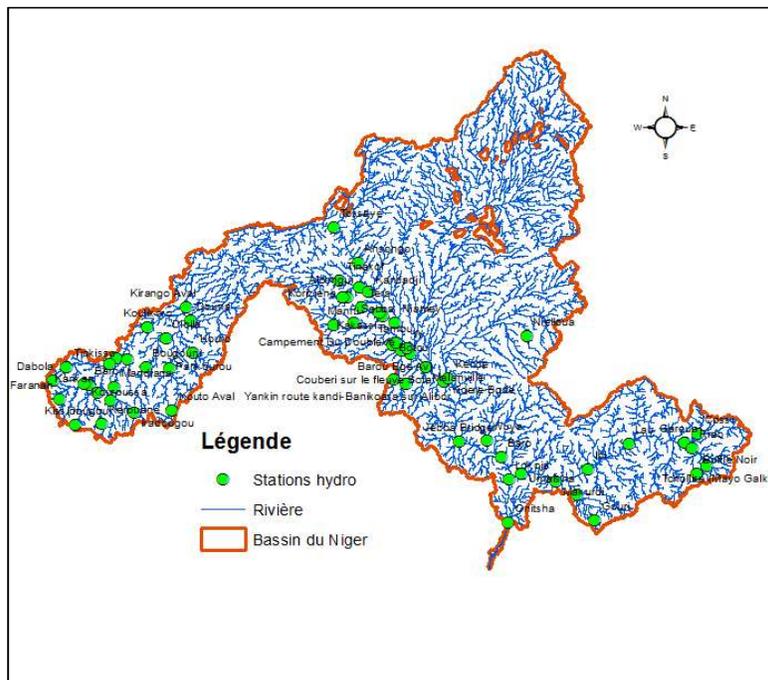


Figure 6: Stations hydrométriques considérées pour l'évaluation du modèle

Dans la mise en œuvre du modèle sur le Niger, le bassin a été divisé en 5534 sous bassins. Autant d'unités de réponse hydrologiques (HRUs) ont été définies en considérant les pentes, les classes de type de sols et d'occupation des terres dominantes (Voir figure ci-dessous).

### Calage du modèle

Le calage consiste à un ajustement des valeurs numériques attribuées aux paramètres physiques du bassin, afin de reconstituer le plus fidèlement possible l'hydrogramme observé. SWAT-CUP (Calibration and Uncertainty analysis Procedures) est l'outil utilisé pour la calibration. SWAT-CUP est un programme de domaine public, donc libre. Le programme relie les procédures SUFI2, PSO, GLUE, ParaSol et MCMC à SWAT. Il permet l'analyse de sensibilité, la calibration, la validation et l'analyse d'incertitude du modèle SWAT. Dans SWAT-CUP, il s'agit techniquement d'optimiser une fonction objective d'appréciation des sorties du modèle développé. Le coefficient de Nash a été considéré comme critère pour l'évaluation de la qualité du calage. Le bassin du Niger est grand pour être considéré comme une seule entité dans la calibration. L'approche utilisée a consisté à faire la calibration sur les bassins indépendants.

La figure ci-dessous présente les bassins sur lesquels le calage du modèle a été entamé.

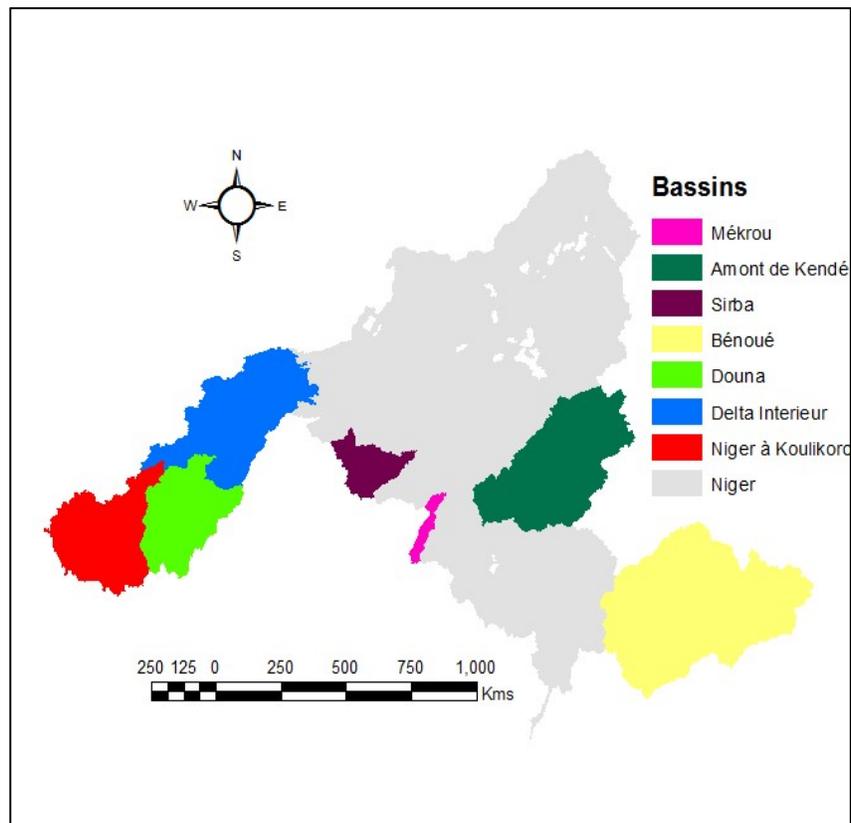


Figure 7: Bassins versants en cours de calage

Les figures ci-dessous comparent les débits simulés par SWAT aux débits observés à l'exutoire de ces bassins versants :

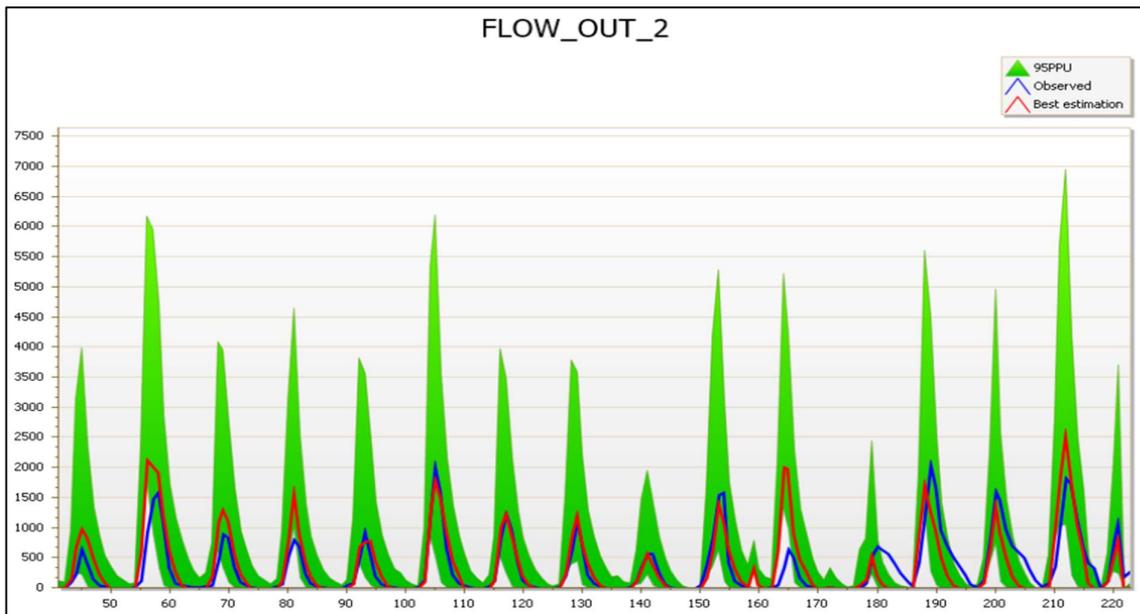


Figure 8: Station de Douna (Bassin du Bani)

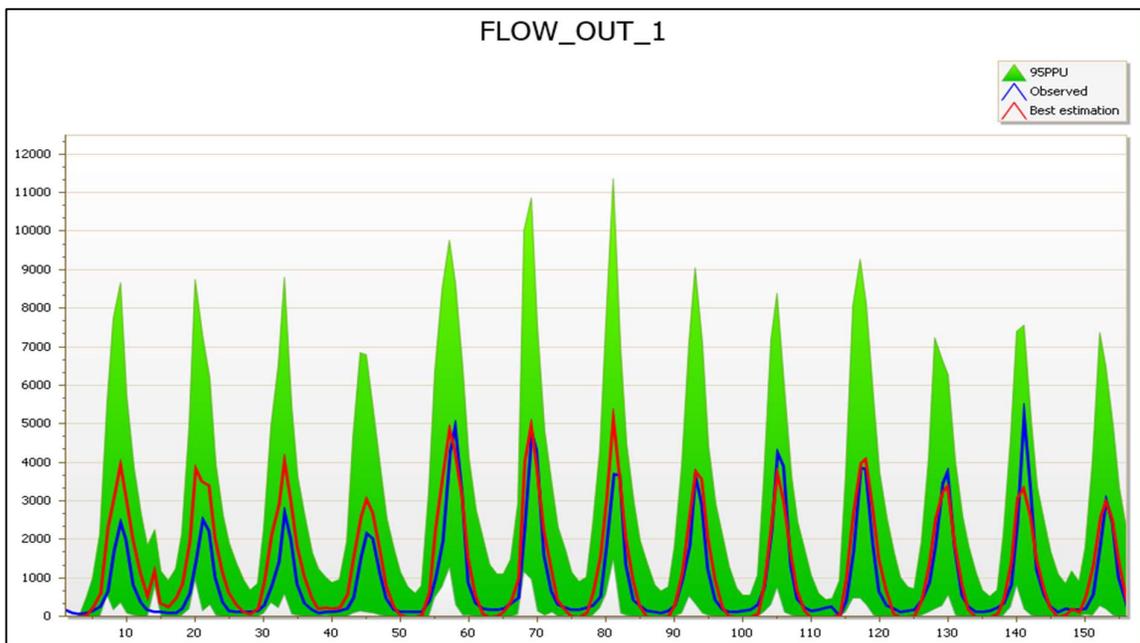


Figure 9: Station de Koulikoro (Niger Supérieur)

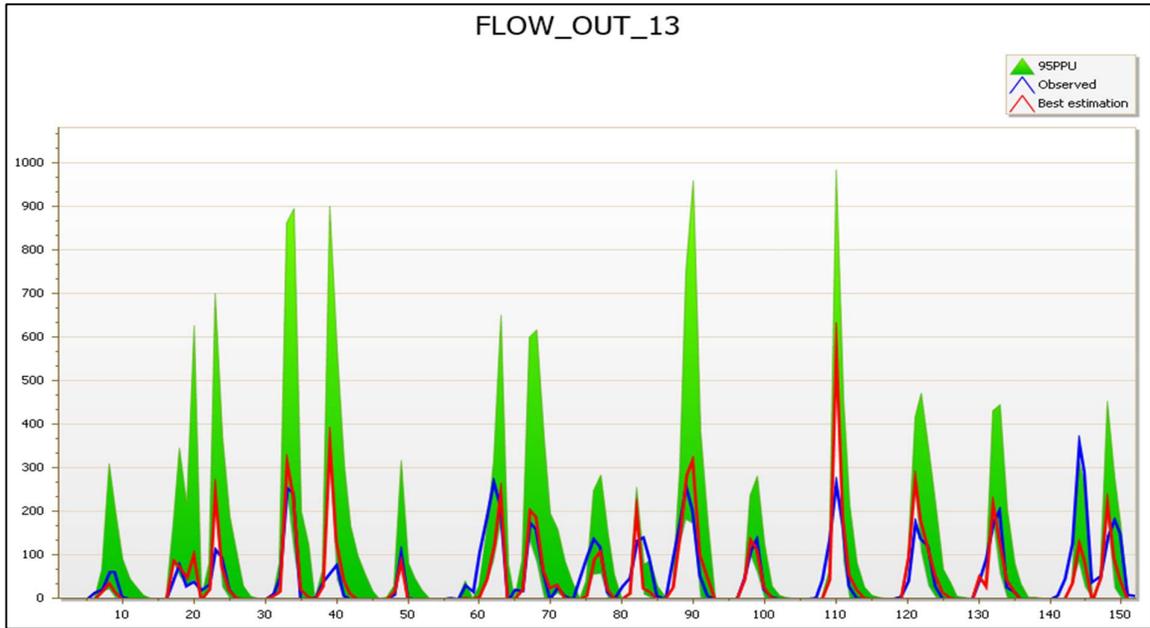


Figure 10: Station de Garbey-Kourou (Bassin de la Sirba)

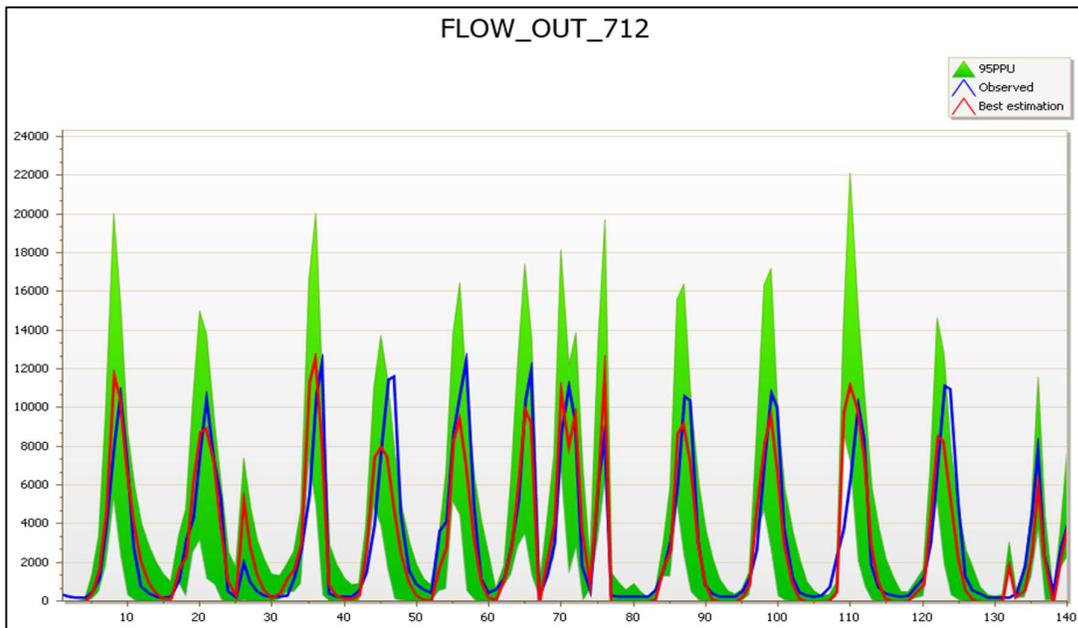


Figure 11: Station de Makurdi (Bassin de la Bénoué)

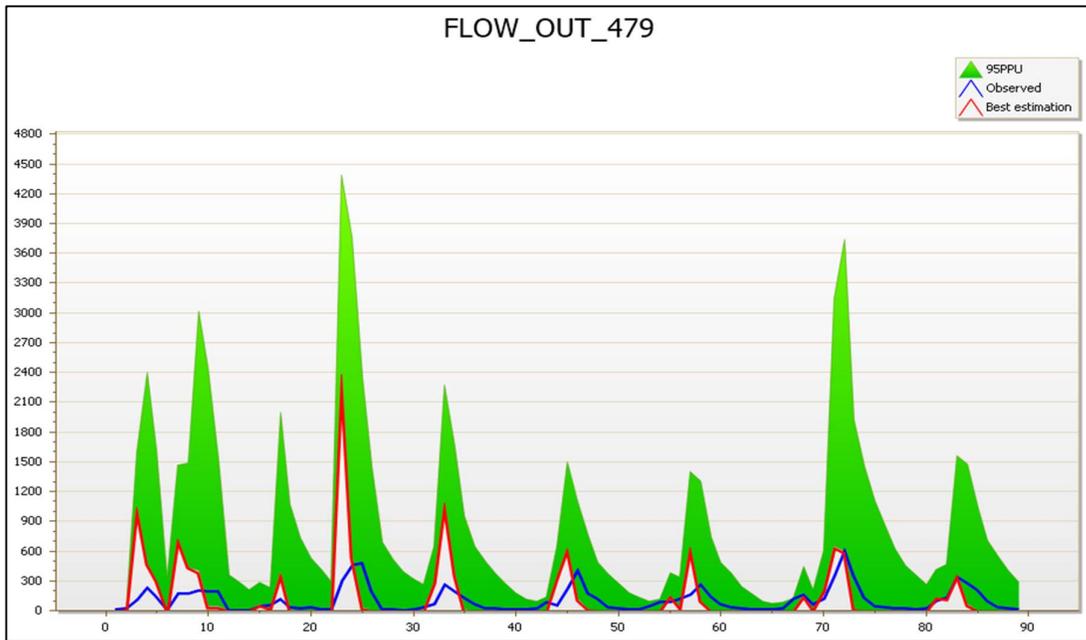


Figure 12: Station de Kendé

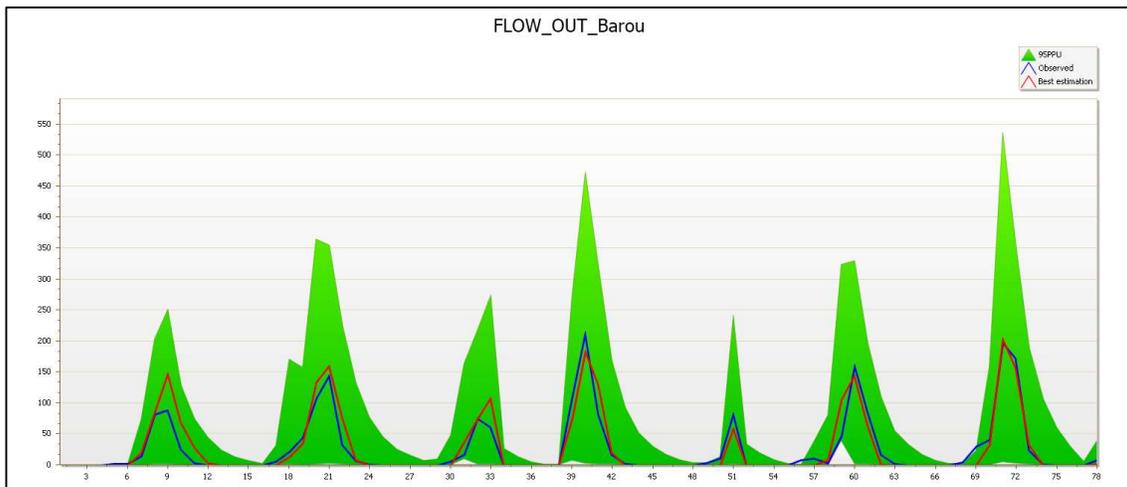


Figure 13: Station de Barou (Bassin de la Mékrou)

## Activités identifiées en cours de réalisation

### Production de données climatiques de référence

Les estimations des précipitations sont généralement basées sur deux méthodes principales: les stations de pluviométrie et la télédétection. La mesure des précipitations par pluviométrie donne une valeur précise et fiable, mais seulement à l'échelle du point, alors que la plupart des applications utilisent des données spatiales. Pour obtenir une valeur ajoutée à partir d'un pluviomètre, il est nécessaire d'interpoler les données de mesure. L'estimation de la

pluviométrie à l'échelle du temps journalier, uniquement à partir des pluviomètres, est problématique au Sahel car, d'une part, on observe une grande variabilité spatiale produite par les événements de pluie convective. D'autre part, la densité du réseau pluviométrique est faible et peu distribuée. En ce qui concerne l'estimation des précipitations par satellite, bien qu'elle fournisse une bonne couverture spatiale dans l'estimation des précipitations, l'incertitude associée à la quantité de pluie est généralement élevée, car l'estimation des précipitations par satellite est un moyen indirect d'estimer les précipitations. Afin de tirer bénéfice de ces deux grandes sources de données, nous avons constitué une base de données combinant les données satellitaires à celles des réseaux d'observation au sol. Les données satellitaires utilisées sont présentées au niveau du tableau ci-dessous :

*Tableau 1: Liste des données satellitaires utilisées pour le merging*

| Nom          | Pas de temps  | Période de disponibilité | Liens de téléchargement   |
|--------------|---------------|--------------------------|---|
| TAMSAT Data  | Daily Dekadal | 1983-Present             | <a href="http://tamsat.org.uk/cgi-bin/data/index.cgi">http://tamsat.org.uk/cgi-bin/data/index.cgi</a>   |
| CHIRPS Data  | Daily Monthly | 1981-Present             | <a href="ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0">ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0</a>                   |
| RFE Fews Net | Daily         | 2001-Present             | <a href="http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsdata/africa/rfe2/geotiff/">http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsdata/africa/rfe2/geotiff/</a> |
| ARC2         | Daily         | 1983-Present             | <a href="ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsdata/africa/arc2">ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsdata/africa/arc2</a>                     |

#### Collecte d'informations sur la gestion des réservoirs les plus importants

Des informations sur une dizaine de réservoirs supplémentaires ont été collectées. Elles concernent leur localisation, la date de construction des réservoirs, leur capacité, les volumes mensuels de remplissage, etc.

#### Collecte d'informations pour la gestion et la caractérisation générale de la zone du delta intérieur

Le Centre Régional AGRHYMET a approché les structures ayant effectués des travaux similaires ces dernières années sur le Delta Intérieur. Il s'agit principalement de WetLands International et de l'IFPPRI. De ces structures, des articles, des liens web utiles pour mieux caractériser le Delta ont été collectés.

Quelques articles et liens utiles :

- <https://onisdin.info/en;>
- Julian R. Thompson, Andrew Crawley & Daniel G. Kingston, GCM-related uncertainty for river flows and inundation under climate change: the Inner Niger Delta;
- Y. C. Ethan Yang, Simple hydrologic simulation for the Niger Inner Delta in the Niger River Basin;
- Thomas Poméon, Bernd Diekkrüger, Anne Springer, Jürgen Kusche, and Annette Eicker, Multi-Objective Validation of SWAT for Sparsely-Gauged West African River Basins—A Remote Sensing Approach;
- Hassaan Furqan Khan, Y. C. Ethan Yang, Hua Xie, Claudia Ringler, A coupled modeling framework for sustainable watershed management in transboundary river basins

### Développement d'un modèle spécifique du Delta Intérieur

Le Delta Intérieur du Niger (DIN), entièrement situé au Mali, s'étend sur un rectangle orienté Sud-Ouest / Nord-Est avec une longueur de 420 km et une largeur de 125 km entre Ké-Macina et San au Sud et Tombouctou au Nord. Il a une superficie de 84500 km<sup>2</sup> et assure la quasi-totalité de la production du riz du Mali, une denrée principale dont la production est développée grâce au barrage de dérivation de Markala. Le DIN exerce une grande influence sur les écoulements en aval. Son fonctionnement est jusque-là peu connu.

Dans le cadre de cette étude, nous avons essayé de faire une recherche bibliographique des études de modélisation effectuées au niveau de ce complexe hydrologique. Il ressort de cette recherche, deux importantes études réalisées au niveau du Delta :

- Une étude réalisée par l'IFPRI a permis de développer un module spécifique pour le DIN. Les codes sources de SWAT ont été modifiés à cet effet. Ces codes ont été partagés avec le Centre Régional AGRHYMET et le JRC. Ces codes ont été compilés et il s'agira par la suite d'évaluer les capacités du nouveau modèle à mieux simuler les processus en aval du DIN ;
- Un modèle hydrodynamique en deux dimensions développé par WetLands International. Un contact été pris avec l'équipe développeuse et des échanges sont prévus les prochains jours pour une éventuelle intégration de ce modèle au niveau du modèle global de SWAT.

Il est par ailleurs prévu d'échanger avec l'équipe développeuse de SWAT pour une collaboration en vue de considérer l'aspect complexe du DIN dans les codes sources du modèle.

### Transfert de paramètres calibrés déduits pour des sous-régions uniques de l'ensemble du projet SWAT.

Ce transfert a déjà été effectué pour les sous-bassins en amont du Delta Intérieur. Il s'agit du Niger Supérieur à la station de Koulikoro et du bassin de Bani à Douna.

## Traitement des scénarios climatiques

Les scénarios climatiques que nous avons prévu d'utiliser dans le cadre de cette étude ont été obtenus en tournant les modèles climatiques AFR-44 CORDEX. Le domaine CORDEX AFRICA, abrégé en AFR-44, a une résolution de 0.44° et s'étend de 26.64°W à 60.28°E, et de 45.76°S à 42.24°N, qui compte 194 points de grilles dans la direction Est-Ouest et 201 points de grilles dans la direction Nord-Sud. Pour tenir compte des effets de bord, la simulation réelle a été réalisée sur une grille d'au moins 10 points de la grille d'addition dans chaque direction. En suivant les spécifications de CORDEX, une simulation historique couvrant la période 1951-2005 a été réalisée. Pour cette simulation, HIRHAM5 a été tourné avec les données historiques d'EC-EARTH. Pour regarder le changement climatique prévu, deux différents scénarios ont été utilisés : RCP4.5 et RCP8.5. Le modèle EC-EARTH-HIRHAM5 a été tourné pour chacun de ces deux scénarios de 2006 à 2100 continuellement à la simulation historique. Les paramètres que nous avons considéré sont les précipitations, les températures minimales, les températures maximales sur la période 1990-2100.

Chaque modèle de production des données satellitaires souffrant de biais – les variables prévues par les modèles diffèrent dans une mesure plus ou moins grande de celles observées, il est prévu dans le cadre de cette étude une correction de biais de ces données climatiques utilisant la méthode quantile-quantile. Cette méthode avait été utilisée dans le cadre d'une précédente étude sur le bassin de la Mékrou, sous-bassin du Niger.

La correction de biais utilisera comme données de référence, les données historiques de ré-analyse d'ERA-Interim. Elle utilise une transformation statistique dont le but est de trouver une fonction  $h$  qui considère les données du modèle comme étant égale à la distribution des données observées suivant la formule suivante :

$$P_o = h(P_m) \quad (1)$$

$P_o =$  Données observées

$P_m =$  Données du modèle

La transformation statistique est une application de la transformation intégrale probabilistique (Angus 1994) et si la distribution de la variable d'intérêt est connue, la transformation est définie comme :

$$P_o = F_o^{-1}(F_m(P_m)) \quad (2)$$

Où  $F_m$  est la fonction de distribution cumulative (CDF) de  $P_m$  et  $F_o^{-1}$  est l'inverse de la CDF correspondant à  $P_o$ .

L'objectif pratique est de trouver la meilleure approximation de  $h$  et différentes approches ont été proposées dans la littérature. La méthode choisie pour résoudre l'équation (2) a été d'utiliser les CDFs des valeurs observées et celles simulées. Suivant les procédures de Boé et al (2007), les CDFs sont estimées en utilisant des tables de percentiles empiriques. Les valeurs

entre les percentiles sont obtenues par interpolation linéaire. Le package « qmap » développé sous le langage R sera utilisé.

### Étapes suivantes

Les étapes suivantes du développement de SWAT dans le bassin du Niger consisteront à poursuivre les activités entamées, à identifier les utilisations d'eau les plus importantes par secteur et la collecte des données sur la gestion des barrages hydroélectriques.

Le tableau ci-dessous fait le point de l'état d'avancement de la collecte des données complémentaires.

| Input data   |   |                               |             | to be done   |  |   |  |
|--|---|-------------------------------|-------------|--|--|---|--|
| Category   | Source  | Resolution                    | Status      | Proposal   | Priority for getting complementary data  | Agrhymet complement   | Observations   |
| <b>DEM -<br/>Modèle<br/>Numérique<br/>de terrain</b> | Hydroshed Void Filled DEM.<br><a href="http://www.hydrosheds.org">http://www.hydrosheds.org</a> | 90m                           | implemented | no priority  | No   |   | Le MNT de 90 m suffit pour le développement en cours   |
| <b>Soil Data</b>                                     | Harmonized World Soil Database  | 30 arc-second raster database | implemented | if available: data validation with local data sources (organic carbon content, AWC, K sat) | Low (working at Niger scale we have one soil for each subbasin, so important parameters need to be calibrated, so no need for very detailed data). | Implementation of local data set?<br><br>Digitalization and adaptation of country national soil data (source: ORSTOM) | Ces données ont déjà été digitalisées. Il s'agira de les tester sur le bassin de la Sirba avant d'envisager leur utilisation sur l'ensemble du Niger   |
| <b>Landcover</b>                                     | ESA Globcover 2009  | 300 m                         | implemented | no priority  | Low  | Implementation<br><br>Il convient de tester l'apport des données LU/LC d'AGRHYMET par rapport à Globcover.            | LULUC d'AGRHYMET a été adapté au format de SWAT. Un test a été effectué sur le bassin de la Mékrou. Nous n'avons pas observé une grande différence par rapport au modèle utilisant GlobCover |

|                   |   |   |   |   |   |  |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|--|---|
|                   |   |   |   |   |   |  |   |
| <b>Meteo data</b> | ERA-Interim data<br>Bias corrected.<br>Period 1990-2012.<br>1976 Virtual stations<br>in the Niger                   | Original<br>resolution<br>of about 80<br>km | implemented   | data validation: Daily<br>data for Precipitation;<br>ETP            | High: Focus on<br>Precipitation daily<br>data, and data<br>validation   | <i>Implementation of local<br/>data set?</i><br><br>Données pour validation:<br>merging de 600 stations<br>avec TAMSAT pour évaluer<br>la qualité d'ERA-Interim sur<br>la période 1990-2015.<br>De même quelques<br>validations locales des ETP<br>ERA-Interim avec les<br>données de quelques<br>stations sur différentes<br>parties du bassin. |   |
| <b>Management</b> |   |   |   |   |   |  |   |
| <b>Barrages</b>   | Global Lakes and<br>Wetlands Database<br>GLWD and Global<br>Reservoir and Dam<br>(GRanD) database<br>(www.gwsp.org) |   | 35 reservoirs<br>included in<br>the setup (29<br>from Global<br>data + from<br>CRA) | data validation:<br>surface, volume;<br><u>reservoir management</u> | High: Focus on most<br>important reservoirs<br>and data on<br>management (always<br>realism water,<br>months of activity,<br>etc) | Identifier des personnes<br>ressources au niveau de<br>chaque pays pour appuyer<br>la collecte des données sur<br>les principaux barrages<br>appartenant au bassin du<br>Niger.  | Des informations<br>complémentaires<br>de 10 réservoirs<br>ont été collectées<br>sur l'ensemble du<br>bassin du Niger   |
|                   |   |   | Inner Delta   | to be developed   | High: Focus on Inner<br>delta characterization<br>and management;<br>testing <u>Wetland</u><br>Option in SWAT                     | Co-développement d'un<br>modèle conceptuel du<br>Delta Intérieur entre<br>AGRHYMET et JRC en<br>capitalisant les travaux<br>précédents.  | Des liens ont été<br>établis avec les<br>structures ayant<br>déjà conduit des<br>travaux similaires<br>sur le bassin du<br>Niger. Il s'agit de<br>l'IFPRI et de<br>WetLands<br>International. Des |

|   |  |                                  |                               |  |   |   |  |
|---|--|----------------------------------|-------------------------------|--|---|---|--|
|   |  |                                  |                               |  |   |   | codes ont été partagés avec le CRA et des travaux sont en cours pour leur intégration dans le modèle développé |
| <b>Utilisation de sols/land-use</b>       | Country stats statistics for specific crop share: <a href="http://countrystat.org/">http://countrystat.org/</a> .<br><a href="http://www.fao.org/nr/gaez/en/">http://www.fao.org/nr/gaez/en/</a> | Country level and/or Subnational | implemented                   | data validation with Subnational statistic for important/dominant crops            | Medium: Focus on most important agronomic crops.                              | L'équipe d'AGRHYMET va fournir un effort pour faire le point et rechercher des compléments sur les données dans le domaine. | RAS  |
| <b>Gestion de cultures: fertilization</b> | Livestock density Map (Robinson et al., 2014).<br><a href="http://livestock.geo-wiki.org">http://livestock.geo-wiki.org</a> )  | about 5x5 km                     | implemented                   | data validation with Subnational statistics for important/dominants crops          | Low   | L'équipe d'AGRHYMET fera le point sur le complément possible des données dans le domaine.                                   | RAS  |
| <b>Gestion de cultures: irrigation</b>    | FAO: Global Map of Irrigation Areas  | 5 arc minutes                    | to be implemented             | identification of irrigated subbasins by using FAO Map                             | High: Focus on identification of irrigated subasins                           | L'équipe d'AGRHYMET cherchera des possibles données complémentaires sur la thématique.                                      | RAS  |
| <b>Monitoring data</b>                    | Agrhymet   | n.r.                             | about 60 stations collected ? | Finalize Hydro Stations collection for all sub areas required for SWAT calibration | High: focus on the collection of good quality (long and complete) time series | Sur l'ensemble du bassin il y a plus de 60 stations des qualités et longueurs des séries différentes.                       | RAS  |
| <b>Water demands</b>                      | to be developed  |                                  | no data                       |  | High  | L'équipe d'AGRHYMET cherchera des données sur les demandes en eau.  | RAS  |