



**SO AMMA-CATCH**

# **Rapport de campagne**

**Pluviométrie 2013**

Stéphane Boubkraoui  
Martial Dossou  
Aurelien Tossa  
Maxime Wubda  
Simon Afouda  
Théodore Ouani  
Guillaume Quantin

*Octobre 2014*

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| I. Le réseau pluviométrique.....                                  | 4  |
| I.1 Le réseau pluviométrique.....                                 | 5  |
| I.1.1 Les stations pluviographiques .....                         | 5  |
| I.1.2. Les stations pluviométriques journalières .....            | 8  |
| I.1.3. Les différents réseaux de mesure .....                     | 9  |
| I.2. Bilan de fonctionnement.....                                 | 11 |
| I.2.1. Taux de fonctionnement des appareils.....                  | 11 |
| I.2.2. Pannes d'appareil et autres lacunes dans les données ..... | 16 |
| I.2.3. Les données.....   | 19 |
| II. Description de la saison des pluies 2013 sur l'OHHVO .....    | 24 |
| II.1. Généralités sur la saison 2013 .....                        | 25 |
| II.2. Distribution spatiale des cumuls saisonniers .....          | 26 |
| III. Conclusions et recommandations.....                          | 30 |

Les membres de l'équipe AMMA-CATCH au Bénin tiennent à exprimer leur gratitude à leurs partenaires de la DG-Eau pour leur collaboration et leur contribution au projet et aux tournées.

L'année 2013 est la dix-septième année de fonctionnement de l'observatoire hydrométéorologique de la haute vallée de l'Ouémé (OHHVO). Cet observatoire constitue le site méso-échelle en climat Soudanien du système d'observation AMMA-CATCH.

Ce rapport présente l'état des réseaux et leurs fonctionnements au cours de l'année 2013, ainsi qu'un aperçu de la saison pluviométrique 2013 sur l'OHHVO et le sous-bassin de la Donga. Rappelons que l'OHHVO *stricto sensu* correspond au bassin hydrographique situé à l'amont de la confluence de la Térrou et de l'Ouémé soit 14 280 km<sup>2</sup>.<sup>1</sup>

Les données utilisées dans le présent rapport alimentent la base de données AMMA-CATCH (URL <http://database.amma-international.org/main.jsf>) et peuvent y être consultées.

---

<sup>1</sup> Ce bassin s'inscrit dans un carré de 140 km de coté à peu près équivalent à la taille d'un degré carré.

*I. Le réseau*  
*pluviométrique*

## **I.1 Le réseau pluviométrique**

### ***I.1.1 Les stations pluviographiques***

Le réseau comporte 44 appareils installés sur 44 stations. Le réseau n'a pas été modifié depuis l'année précédente.

Les pluviographes du réseau fonctionnent tous d'après le principe des augets basculants. Les augets sont de marque Précis Mécanique (modèle 3032) avec un cône de 400 cm<sup>2</sup> et une hauteur de 1m par rapport au sol. Ces augets basculants sont calibrés pour effectuer un basculement lorsqu'il tombe 0,5 mm de pluie, ce qui crée un contact électrique dans une ampoule à mercure. Ce contact est ensuite interprété par un enregistreur, en l'occurrence pour le réseau OHHVO, un appareil HOBO. L'eau qui passe à travers le mécanisme est ensuite récoltée dans un bidon, dont le cumul est mesuré à chaque tournée effectuée sur le terrain afin de permettre un contrôle des données récupérées. Le réseau est constitué exclusivement d'enregistreurs de type HOBO. Deux méthodes de déchargement des données sont installées, par infrarouge et par système filaire.

Les stations pluviographiques se rattachent à deux types de réseaux : le Réseau Méso Echelle (RME), et le Réseau du Bassin de la Donga (RBD). Géographiquement, le RBD est inclus dans le RME, ainsi des stations de mesure peuvent appartenir à la fois aux deux réseaux. Le tableau suivant montre la répartition des stations dans les différents réseaux. On note que la totalité des stations du RBD n'appartient pas forcément au RME afin d'y conserver une répartition spatiale homogène des stations.

| Nom station     | Abrév. | Code Station | Type | Date installation | Long. | Lat.   | Alt. (m) | RME | RBD |
|-----------------|--------|--------------|------|-------------------|-------|--------|----------|-----|-----|
| Adiangdia_ouest | ADIO   | 1110010660   | HOBO | 19/01/2007        | 1.977 | 9.426  | 456      | 1   |     |
| Affon           | AFFO   | 1110000752   | HOBO | 15/01/2007        | 2.094 | 9.748  | 334      | 1   |     |
| Aledjo          | ALED   | 1110000694   | HOBO | 20/02/2008        | 1.448 | 9.346  | 426      | 1   |     |
| Assode          | ASSO   | 1110000695   | HOBO | 25/02/2008        | 1.48  | 9.624  | 459      | 1   |     |
| Babayaka        | BABA   | 1110005162   | HOBO | 13/07/2006        | 1.563 | 9.748  | 524      |     | 1   |
| Bayakou         | BAYA   | 1110000693   | HOBO | 20/02/2008        | 1.749 | 9.367  | 409      | 1   |     |
| Belefoungou     | BELE   | 1110000671   | HOBO | 14/01/2007        | 1.714 | 9.795  | 433      |     | 1   |
| Bembereke       | BEMB   | 1110010630   | HOBO | 19/01/2007        | 2.674 | 10.236 | 420      | 1   |     |
| Beterou_C       | BETE   | 1110003101   | HOBO | 08/07/2006        | 2.275 | 9.202  | 287      | 1   |     |
| Bira-Bira       | BIRA   | 1110000672   | HOBO | 14/01/2007        | 1.717 | 9.827  | 429      |     | 1   |
| Birni           | BIRN   | 1110010640   | HOBO | 14/01/2007        | 1.53  | 9.99   | 459      | 1   |     |

| Nom station    | Abrév. | Code Station | Type | Date installation | Long. | Lat.   | Alt. (m) | RME | RBD |
|----------------|--------|--------------|------|-------------------|-------|--------|----------|-----|-----|
| Copargo        | COPA   | 1110005560   | HOBO | 14/01/2007        | 1.553 | 9.83   | 532      | 1   | 1   |
| Daenon         | DAEN   | 1110000685   | HOBO | 20/02/2008        | 2.466 | 9.656  | 319      | 1   |     |
| Djougou        | DJOU   | 1110009280   | HOBO | 17/01/2007        | 1.662 | 9.692  | 454      | 1   | 1   |
| Dogue          | DOGU   | 1110005802   | HOBO | 18/01/2007        | 1.938 | 9.101  | 359      | 1   |     |
| Donga          | DONG   | 1110009130   | HOBO | 31/01/2006        | 1.949 | 9.711  | 349      |     | 1   |
| Fo-Boure       | FOBO   | 1110009210   | HOBO | 19/01/2007        | 2.399 | 10.116 | 425      | 1   |     |
| Gangamou       | GANG   | 1110005212   | HOBO | 22/01/2007        | 1.851 | 9.847  | 419      |     | 1   |
| Gountia        | GOUN   | 1110005214   | HOBO | 17/01/2007        | 1.823 | 9.78   | 415      |     | 1   |
| Guiguisso      | GUIG   | 1110000691   | HOBO | 17/02/2008        | 1.68  | 9.053  | 385      | 1   |     |
| Igbere         | IGBE   | 1110000692   | HOBO | 17/02/2008        | 1.96  | 8.992  | 338      | 1   |     |
| Koko           | KOKO   | 1110005532   | HOBO | 21/01/2007        | 2.36  | 9.067  | 312      | 1   |     |
| Kolokonde      | KOLO   | 1110013956   | HOBO | 16/11/2005        | 1.78  | 9.893  | 314      |     | 1   |
| Koukoubou      | KOUB   | 1110000673   | HOBO | 21/01/2007        | 2.419 | 9.293  | 321      | 1   |     |
| Monobanson     | MOBA   | 1110000687   | HOBO | 18/02/2008        | 2.42  | 9.453  | 306      | 1   |     |
| Momongou       | MOMO   | 1110009270   | HOBO | 20/01/2007        | 1.86  | 9.547  | 406      | 1   |     |
| Nalohou_2      | NAL2   | 1110005164   | HOBO | 14/01/2007        | 1.6   | 9.759  | 499      |     | 1   |
| Nalohou_3      | NAL3   | 1110000670   | HOBO | 15/01/2007        | 1.606 | 9.743  | 500      | 1   | 1   |
| Nangatchouri 3 | NAN3   | 1110000676   | HOBO | 01/03/2006        | 1.741 | 9.647  | 434      | 1   |     |
| Nassou         | NASS   | 1110000684   | HOBO | 02/06/2007        | 1.922 | 10.092 | 405      | 1   |     |
| N_dali         | NDAL   | 1110010675   | HOBO | 20/01/2007        | 2.7   | 9.85   | 393      | 1   |     |
| Oualmora       | OUAL   | 1110005301   | HOBO | 08/03/2006        | 1.752 | 9.847  | 435      | 1   | 1   |
| Parakou        | PARA   | 1110010610   | HOBO | 13/01/2007        | 2.613 | 9.357  | 427      | 1   |     |
| Pelebina       | PELE   | 1110011752   | HOBO | 16/01/2007        | 1.638 | 9.474  | 463      | 1   |     |
| Penessoulou    | PENE   | 1110009250   | HOBO | 16/01/2007        | 1.552 | 9.236  | 419      | 1   |     |
| Sarmanga       | SARM   | 1110011852   | HOBO | 16/01/2007        | 1.774 | 9.217  | 410      | 1   |     |
| Serou          | SERO   | 1110000690   | HOBO | 22/02/2008        | 2.522 | 10.038 | 376      | 1   |     |
| Sirarou        | SIRA   | 1110000654   | HOBO | 20/01/2007        | 2.648 | 9.51   | 347      | 1   |     |
| Sonoumon       | SONO   | 1110013152   | HOBO | 15/01/2007        | 2.274 | 9.769  | 406      | 1   |     |
| Tchatchou      | TCHA   | 1110000683   | HOBO | 25/04/2007        | 2.555 | 9.127  | 381      | 1   |     |
| Tebou          | TEBO   | 1110013952   | HOBO | 16/01/2007        | 1.861 | 9.953  | 383      | 1   |     |
| Teme           | TEME   | 1110000688   | HOBO | 22/02/2008        | 2.47  | 9.894  | 329      | 1   |     |
| Tobre          | TOBR   | 1110003702   | HOBO | 19/01/2007        | 2.134 | 10.199 | 371      | 1   |     |
| Wewe           | WEWE   | 1110014552   | HOBO | 20/01/2007        | 2.116 | 9.385  | 318      | 1   |     |

**Tableau 1** : Les 44 stations et les 44 appareils du réseau CATCH en 2013

# OHHVO

## Etat du réseau en 2013

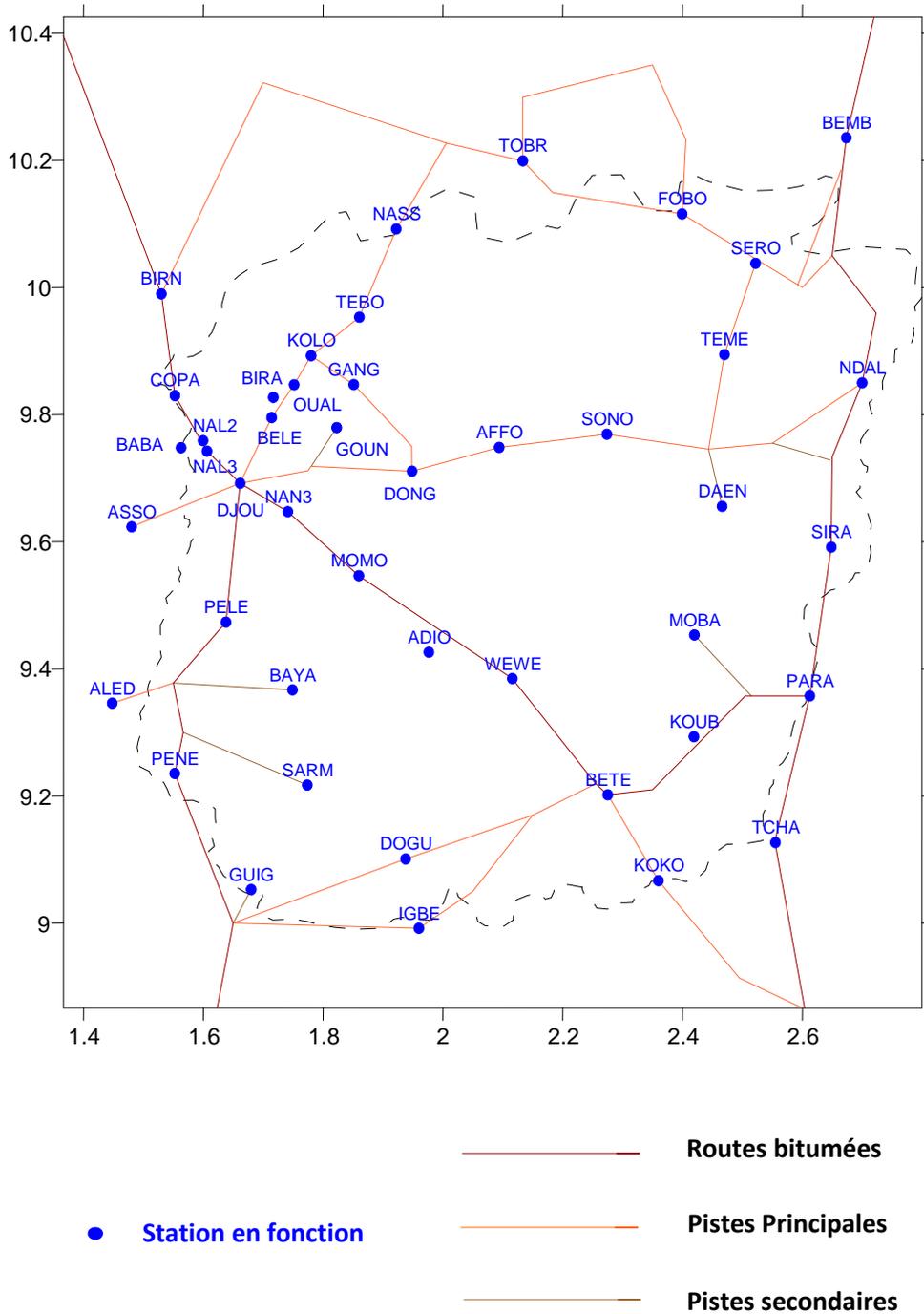


Figure 1 : Le réseau pluviographique CATCH sur l'OHHVO en 2013

### ***I.1.2. Les stations pluviométriques journalières***

Les stations gérées par la DMN (tableau 2) fournissent des données pluviométriques journalières. Certaines de ces stations sont doublées par des pluviographes du réseau CATCH. A l'heure de la rédaction de ce rapport, les données provenant des stations gérées par la DMN ne sont pas encore disponibles.

| Station     | Code* | Type** | longitude | latitude | Commentaires                            |
|-------------|-------|--------|-----------|----------|---|
| BEMBEREKE   | D024  | P      | 2,6619    | 10,2230  | Proche de la station 1110010630 (1,5km) |
| BETEROU     | D036  | P      | 2.267     | 9.200    | Doublée de la station 1110003101        |
| BIRNI       | D026  | P      | 1.517     | 9.983    | Proche de la station 1110010640 (1,5km) |
| DJOUGOU     | D030  | C      | 1,662     | 9.692    | Doublée par la station 1110009280       |
| INA         | D027  | P      | 2,7267    | 9,9691   | Proche de la station 1110010670 (3 km)  |
| KOUANDE     | D019  | P      | 1.683     | 10.333   |   |
| OKPARA      | D033  | P      | 2.733     | 9.467    |   |
| PARAKOU     | D034  | S      | 2.612     | 9.357    | Doublée par la station 1110010610       |
| PARTAGO     | D032  | P      | 1.900     | 9.533    |   |
| PENESSOULOU | D035  | P      | 1.550     | 9.233    | Proche de la station 1110009250 (1km)   |
| SEMERE      | D031  | P      | 1.367     | 9.550    |   |
| TCHAOUROU   | D038  | P      | 2.600     | 8.867    |   |

**Tableau 2** : Les stations pluviométriques de la DMN

\* Il s'agit du code DMN correspondant au nom de fichier des pluies journalières (PJ) dans BDMET

\*\* S : synoptique, C : climatique, P : pluviométrique

### ***1.1.3. Les différents réseaux de mesure***

Deux réseaux de mesure peuvent être identifiés selon le groupe de stations considérées et le type de mesures pluviométriques ou pluviographiques.

Les deux réseaux pris en compte sont les suivants :

- Le réseau du bassin de la Donga (RBD) doit permettre d'effectuer un bilan hydrologique précis du bassin (593 km<sup>2</sup>). Le réseau RBD comporte 12 stations. Certaines stations se trouvant à proximité du bassin de la Donga ont également été prises en compte : c'est le cas des stations de Copargo, située au Nord-Ouest du bassin, et de la station de Djougou située quant à elle au Sud-Ouest du bassin.
- Le réseau de méso-échelle (RME) est constitué par un ensemble de stations pluviographiques réparties de façon régulière sur l'ensemble de l'OHHVO. Ce réseau comporte 36 stations en 2013. Il permet la réalisation des catalogues d'événements, ainsi que la détermination de certaines de leurs caractéristiques dynamiques (telles que leur direction et leur vitesse) lorsque celles-ci sont cohérentes. Ce réseau suppose une densité homogène afin de ne pas donner trop de poids à certains lieux par rapport à d'autres. C'est pour cette raison que seules certaines stations du bassin de la Donga sont prises en compte.

A ces deux réseaux, vient s'ajouter le Réseau Pluviométrique Complémentaire (RPC) qui s'appuie sur les stations pluviométriques du Service de la Météorologie Nationale du Bénin. Celui-ci complète les observations issues du RME pour les pas de temps journaliers ou supérieurs. Lorsque ces données sont disponibles, elles permettent également une validation croisée des stations des deux réseaux pour peu que les stations ne soient pas trop éloignées<sup>2</sup>. Les données de pluie journalières peuvent être utilisées pour combler les observations manquantes sur les stations pluviographiques à l'échelle de l'événement. Enfin, elles permettent d'avoir accès à des chroniques de pluie plus longues.

---

<sup>2</sup> Les gradients pluviométriques peuvent être très importants sur un événement, a fortiori pour les données journalières.



## **I.2. Bilan de fonctionnement**

### ***I.2.1. Taux de fonctionnement des appareils***

Le bilan est établi depuis la remise en état des appareils du réseau au 1<sup>er</sup> mars jusqu'au 31 octobre, soit 244 jours couvrant l'intégralité de la saison des pluies. La raison de choisir cette période s'explique par le fait que les pluies hors saison sont locales et représentent moins de 1,6% du total annuel (17 mm sur 1064.7 mm au total en moyenne sur le réseau), ce qui implique que leur impact hydrologique est négligeable en regard au bilan annuel.

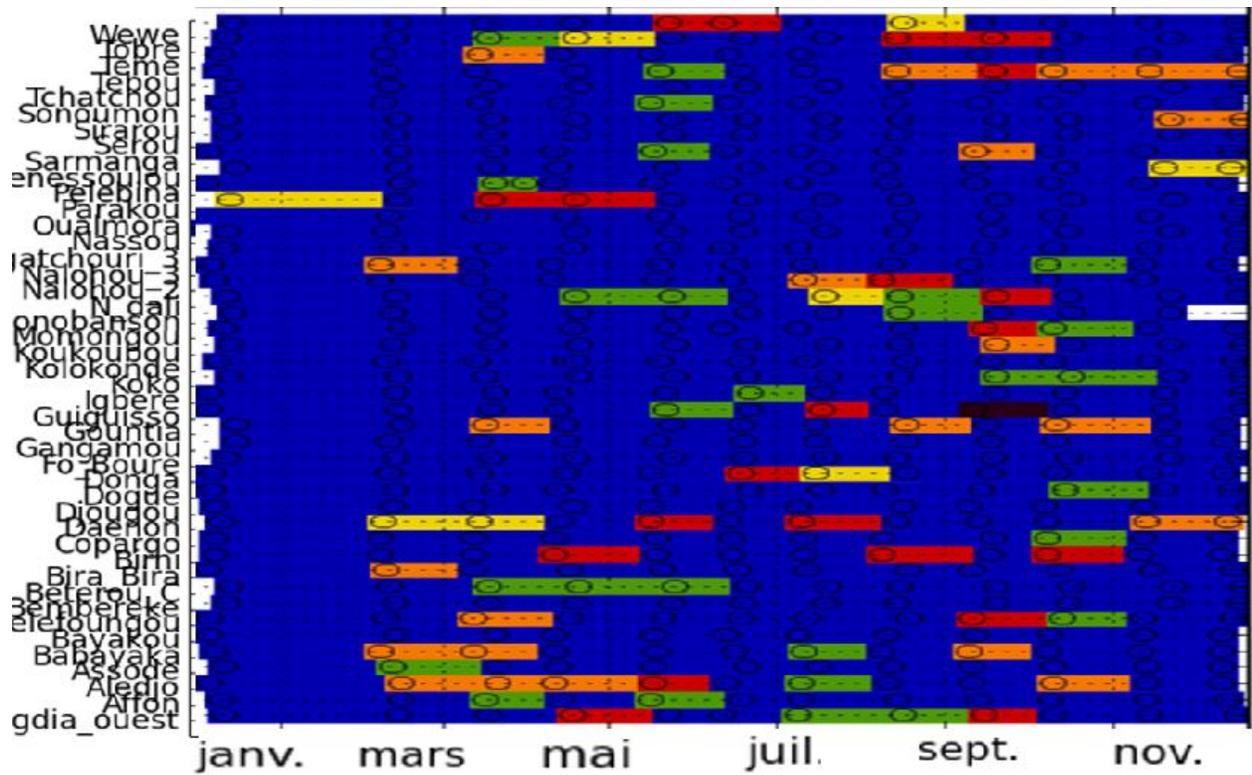
Tous les appareils ayant été installés au cours d'une même tournée de terrain au mois de février 2013 et aucun n'ayant été désinstallée durant l'année, il n'apparaît pas nécessaire d'intégrer le taux de couverture de la saison des pluies par les appareils qui est de 100% sur l'ensemble du réseau.

Nous nous intéresserons donc au taux de fonctionnement des appareils (Tf) qui correspond à la durée où l'appareil a correctement fonctionné, c'est-à-dire que les données ont pu être récupérées, et qu'elles sont à première vue cohérentes avec le reste des stations. En effet, aucune étude fine de corrélation entre les données des différentes stations n'est faite, il s'agit simplement en cas de doute ou de problème sur une station d'observer le fonctionnement des stations alentours à une période de temps donnée. Ce taux de fonctionnement permet d'évaluer la robustesse des appareils du réseau.

Le tableau 3 présente un bilan de fonctionnement global des différents réseaux observés en 2013. Notons que ce tableau recense les problèmes survenus sur les appareils qui ne permettent pas de remonter aux données de basculement (augets bloqués, cône bouché, enregistreur détraqué, mauvais paramétrage...). Ainsi les problèmes liés à une déconnexion du seau où encore une mauvaise calibration des augets ne sont pas intégrés.

La moyenne du taux de couverture sur le réseau pluviographique CATCH au cours de la saison des pluies est de 94.7%. Il faut noter que sur les 44 stations du réseau, deux stations ont un taux de fonctionnement inférieur à 70%, il s'agit de Birni avec un taux de 54% et Wewe à 66 %. Une station a un taux de fonctionnement inférieur à 80% : il s'agit de Tobré (75%)

Cette année, les réseaux RME et RDB ont un taux de fonctionnement différent, en effet les problèmes de lecture impossible ont beaucoup pesés. Le RME atteint un taux fonctionnement de 93.9% et le RBD un taux de 98.1%, le hasard a fait que les hobo défailant se trouvaient en majorité sur le RME .



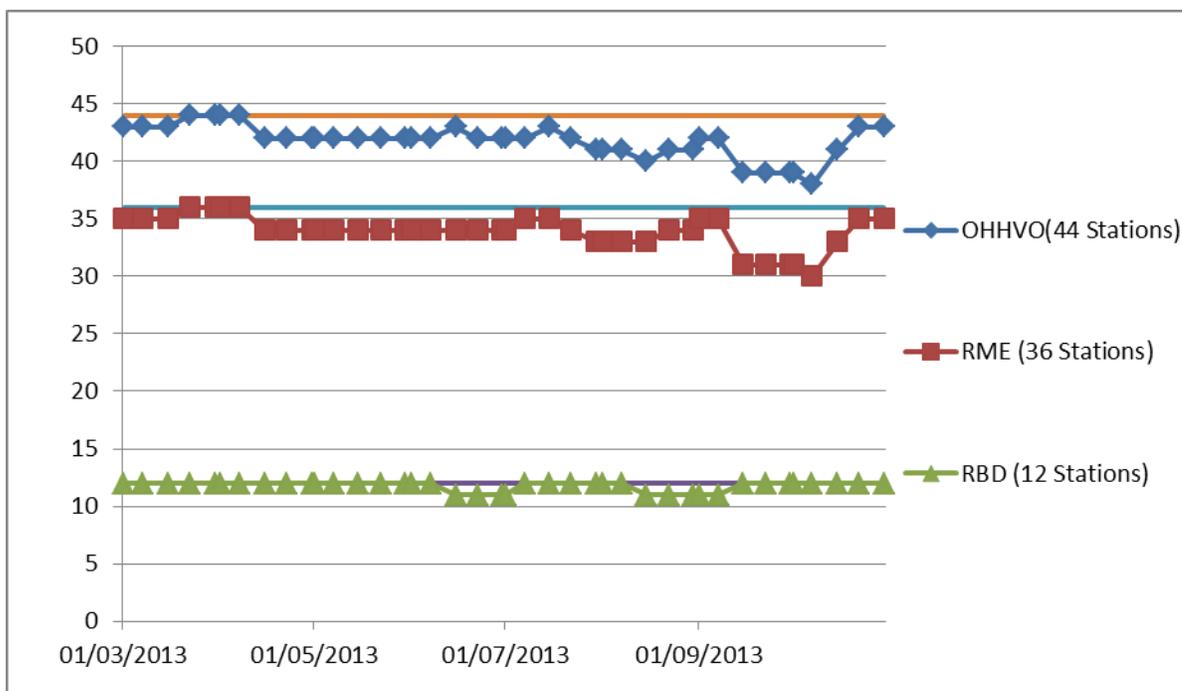
**Tableau 3 :** Fonctionnement des pluviographes du 01/03 au 31/10/2013

| Depart tournée | Retour tournée | Nombre de jours | Remarque       |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 04/02/2013     | 14/02/2013     | 20              | Tournée double |
| 11/03/2013     | 22/03/2013     | 22              | Tournée double |
| 09/04/2013     | 19/04/2013     | 10              |                |
| 13/05/2013     | 25/05/2013     | 12              |                |
| 10/06/2013     | 23/06/2013     | 13              |                |
| 08/07/2013     | 21/07/2013     | 13              |                |
| 07/08/2013     | 19/08/2013     | 12              |                |
| 08/09/2013     | 21/09/2013     | 13              |                |
| 06/10/2013     | 18/10/2013     | 12              |                |
| 10/11/2013     | 23/11/2013     | 13              |                |
| 08/12/2013     | 21/12/2013     | 13              |                |
|                | Total jours    | 153             |                |

**Tableau 4 : Dates des tournées de terrain**

| Réseaux | Nombre d'appareils | Nombre d'appareils sans lacune auget ou lacune totale | Taux de Fonctionnement Moyen (%) |
|---------|--------------------|---|----------------------------------|
| OHHVO   | 44                 | 30  | 94.7                             |
| RME     | 36                 | 26  | 93.9                             |
| RBD     | 12                 | 8   | 98.1                             |

**Tableau 5 : Bilan de fonctionnement global des différents réseaux observés en 2013**



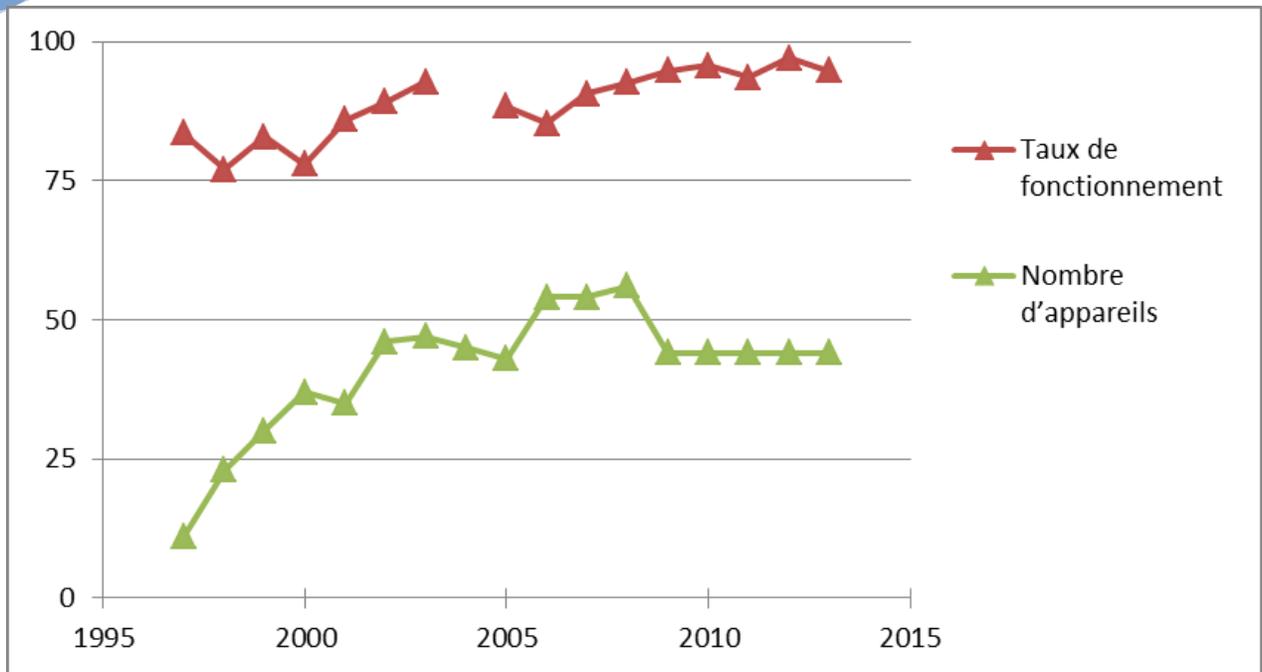
L'année 2013 constitue une bonne année en termes de taux de fonctionnement du réseau, avec un taux de 94.7%. Notons qu'on se limite ici à la présence ou non de données exploitables. Un état des données douteuses est fait par la suite, notamment vis-à-vis d'écart entre les données du seuil et les données de basculement. En effet, ces données ne sont pas totalement perdues et peuvent parfois être corrigées.

On note que l'uniformisation du réseau avec des appareils de type HOBO depuis 2006 permet de maintenir un taux de fonctionnement très bon et en amélioration.

| OHHVO                         | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Nombre d'appareils</b>     | 11   | 23   | 30   | 37   | 35   | 46   | 47   | 45   | 43   | 54   | 54   | 56   | 44   | 44   | 44   | 44   | 44   |
| <b>Taux de fonctionnement</b> | 83,6 | 77   | 82,9 | 78   | 85,9 | 89,1 | 92,8 | -    | 88,3 | 85,3 | 90,6 | 92,6 | 94,8 | 95,7 | 93,6 | 97   | 94,7 |

**Tableau 6** : Evolution du taux de fonctionnement du réseau pluviographique de 1997 à 2013

La baisse du taux de fonctionnement entre 2012 et 2013 est due principalement au problème de lecture impossible des enregistreurs hobos et à la diminution de la participation aux tournées des ingénieurs locaux ou expatriés (budget)



**Figure 4 :** Evolution du taux de fonctionnement du réseau pluviographique de 1997 à 2013

### ***1.2.2. Pannes d'appareil et autres lacunes dans les données***

Le tableau 6 récapitule toutes les pannes d'appareil et autres causes possibles de lacunes dans les données depuis le début de l'année 2013. Dans ce tableau distinction est faite entre les périodes sans données enregistrées (données manquantes) et les périodes pendant lesquelles les données enregistrées apparaissent erronées, soit par comparaison des cumuls seuil et basculement, soit en observant un comportement incohérent entre la station concernée et ses voisines (données douteuses).

| Station   | Code       | Début      | Fin        | Durée (jours) | Pannes et autres causes | Données douteuses | Données manquantes |
|-----------|------------|------------|------------|---------------|-------------------------|-------------------|--------------------|
| Aledjo    | 1110000694 | 17/05/2013 | 12/06/2013 | 26            | Lecture impossible      |                   | X                  |
| Birni     | 1110010640 | 07/10/2013 | 31/10/2013 | 24            | Enregistreur déconnecté |                   | X                  |
| Birni     | 1110010640 | 08/08/2013 | 17/09/2013 | 40            | Cône bouché             | X                 |                    |
| Birni     | 1110010640 | 10/04/2013 | 18/05/2013 | 38            | Enregistreur détraqué   |                   | X                  |
| Daenon    | 1110000685 | 10/07/2013 | 13/08/2013 | 34            | Augets bloqués          | X                 |                    |
| Guiguisso | 1110000691 | 11/09/2013 | 14/10/2013 | 33            | Petit entonnoir bouché  | X                 |                    |
| Koko      | 1110005532 | 01/03/2013 | 16/03/2013 | 15            | Pas d'enregistrement    |                   | X                  |
| Momongou  | 1110009270 | 14/09/2013 | 10/10/2013 | 26            | Lecture impossible      |                   | X                  |
| Nalohou_2 | 1110005164 | 08/08/2013 | 09/09/2013 | 32            | Augets bloqués          | X                 |                    |
| N_dali    | 1110010675 | 18/07/2013 | 14/08/2013 | 27            | Augets semi bloqués     | X                 |                    |
| N_dali    | 1110010675 | 18/09/2013 | 15/10/2013 | 27            | Augets semi bloqués     | X                 |                    |
| Oualmora  | 1110005301 | 18/06/2013 | 11/07/2013 | 23            | Cône bouché             | X                 |                    |
| Parakou   | 1110010610 | 18/04/2013 | 24/05/2013 | 36            | Lecture impossible      |                   | X                  |
| Tebou     | 1110013952 | 08/09/2013 | 10/10/2013 | 32            | Enregistreur déconnecté |                   | X                  |
| Tobre     | 1110003702 | 18/09/2013 | 15/10/2013 | 27            | Enregistreur détraqué   |                   | X                  |
| Tobre     | 1110003702 | 14/08/2013 | 18/09/2013 | 35            | Lecture impossible      |                   | X                  |
| Wewe      | 1110014552 | 08/07/2013 | 15/08/2013 | 38            | Cône bouché             | X                 |                    |
| Wewe      | 1110014552 | 11/06/2013 | 08/07/2013 | 27            | Cône bouché             | X                 |                    |
| Wewe      | 1110014552 | 25/05/2013 | 11/06/2013 | 17            | Cône bouché             | X                 |                    |

**Tableau 4 :** Pannes d'appareil et autres problèmes avec les données pour l'année 2013

Les 19 périodes de pannes au cours de l'année concernent 568 jours affectant 13 stations, ce qui donne en moyenne 43 jours de pannes par station touchée. On dénombre principalement trois types de pannes :

- Les problèmes d'entonnoir bouché : ils interviennent malheureusement le plus souvent en pleine saison des pluies où de nombreux insectes sont transportés sur les appareils. On différencie le cas du cône du pluviomètre bouché où aucune donnée n'est enregistrée du cas du petit entonnoir bouché où les basculements ne se font pas mais l'eau intègre tout de même le seau.
- Les problèmes d'enregistreur détraqué: on constate que l'Hobo arrête parfois d'enregistrer, soit suite à une tension de la pile trop faible, soit pour des causes inconnues.
- Les problèmes de lecture impossible restent des problèmes majeurs. Il est à noter que le constructeur des systèmes d'acquisitions Hobo a fait évoluer son logiciel en 2013 avec un « forçage » pour la lecture des données. Les 5 systèmes d'acquisitions Hobo illisibles ont été expédiés chez le constructeur pour récupérer les données, mais sans succès.

Il apparaît également important d'analyser les problèmes de cumul seau erronés identifiés durant l'année 2013. On dénombre ainsi 15 périodes de lacunes touchant 16 stations du réseau. Ces lacunes cumulées constituent une période de 427 jours pour lesquels la valeur du cumul seau est inconnue. Ceci est un problème sur lequel l'accent doit être mis car il est directement tributaire du comportement des gardiens de station. De plus, la connaissance de ce cumul seau est très importante car c'est celle que l'on estime le plus proche de la réalité.

Les cas d'augets déréglés sont aux nombres de 20 affectant un échantillon de 15 stations. On considère les augets déréglés lorsque l'écart entre le cumul basculements et le cumul seau est supérieur à 10% et rien d'évident n'apparaît comme en étant la cause. Après constatation de l'écart entre le cumul basculements et le cumul seau, le contrôle de l'étalonnage des augets est effectué avec une pipette graduée pour chaque auget et pour un total de 20 basculements, une correction est effectuée si nécessaire

Les principales causes de pannes sont décrites dans le tableau 7. Comme on le remarque, il y a une majorité de problèmes de déconnexion du seau. A noter également l'importance des problèmes liés au fonctionnement des enregistreurs, enregistrement, lecture pour lesquels les données sont totalement absentes. Viennent ensuite les problèmes d'augets bloqués et de cône ou entonnoir bouché, situation dans lesquelles une partie des données peuvent souvent être sauvées. Puis finalement les scénarios de mauvais paramétrage, problème qui doit à tout prix être évité.

| Type de panne           | Nombre de pannes | Nombre de jours | % de panne selon la durée |
|-------------------------|------------------|-----------------|---------------------------|
| Déconnexion du seau     | 15               | 427             | 42,9                      |
| Cône bouché             | 5                | 145             | 14,6                      |
| Lecture impossible      | 4                | 123             | 12,4                      |
| Augets(semi) bloqués    | 4                | 120             | 12,1                      |
| Enregistreur déconnecté | 2                | 56              | 6,7                       |
| Enregistreur détraqué   | 2                | 65              | 6,5                       |
| Petit entonnoir bouché  | 1                | 33              | 3,3                       |
| Pas d'enregistrement    | 1                | 15              | 1,5                       |
| Mauvais paramétrage     | 0                | 0               | 0                         |
|                         |                  |                 |                           |
| Total                   | 36               | 984             | 100                       |

**Tableau 5** : Répartition des types de pannes touchant les appareils

### I.2.3. Les données

#### a) Traitement des données

Les données récupérées sont des fichiers .dtf ou .hobo qui peuvent être uniquement lus par des programmes spécifiques. Ces données sont ensuite exportées sous forme de textes, afin de pouvoir effectuer un premier traitement. On rajoute pour chaque fichier récupéré (un par tournée et par appareil) le cumul seau de la période considéré, la dérive temporelle observée sur la période, et le facteur de calibration des augets. Les basculements accidentels y sont effacés et les périodes de lacune sont rajoutées manuellement dans la syntaxe comprise par le logiciel utilisé.

Les données ainsi récupérées sont simplement les dates et heures à la seconde près de chaque basculement observé sur l'appareil. Elles sont ensuite traitées par un logiciel entièrement créé pour l'analyse des données de pluie du projet AMMA, BdPluvio, pour obtenir des fichiers .ORE. Dans cette étape, les données brutes de basculement sont corrigées à partir de la valeur du cumul seau.

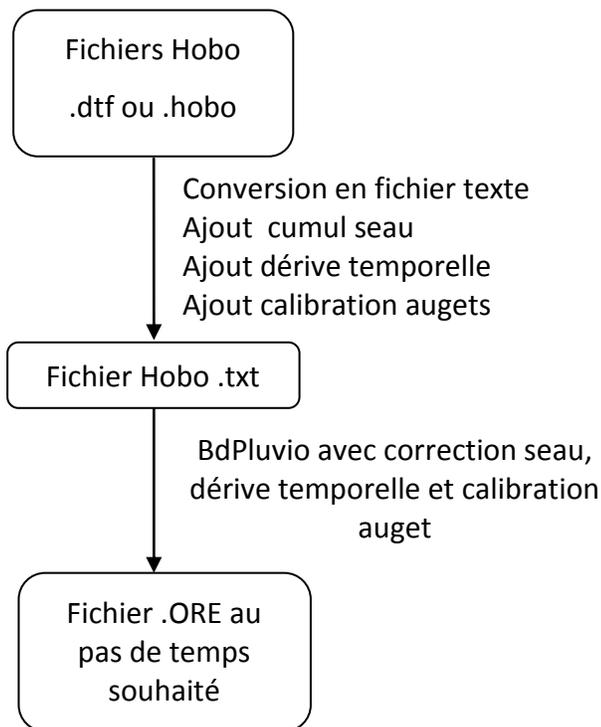


Figure 4 : Traitement des données pluviométriques

Les fichiers ORE sont disponibles aux pas de temps 5 minutes, horaire, journalier, décadaire ou enfin mensuel. Il existe également une analyse événementielle de ces fichiers.

Au niveau des données provenant des appareils, certaines pannes peuvent ne pas être signalées dans les fiches de terrain. Il est toutefois possible de les identifier en procédant aux vérifications suivantes :

- Cohérence entre le cumul seau et le cumul auget sur une période de fonctionnement. On considère les données cohérentes si le rapport CA/CS est compris entre 0,9 et 1,1 c'est-à-dire une différence inférieure à 10% entre les deux cumuls. Dans le cas contraire, soit le contrôle seau est incorrect suite à un problème de fuite ou de déconnection, soit les basculements n'ont pas été enregistrés (entonnoir bouché, auget bloqué ou autre panne non signalée).
- Cohérence de la station par rapport aux événements observés à l'échelle de l'OHHVO ou tout autre sous ensemble de stations. Une période de dysfonctionnement d'une station se traduit par l'absence de pluie sur cette station sur une succession d'événements ou encore une dérive dans le temps par rapport aux stations voisines. Cette analyse est faite au cas par cas et de façon manuelle.

**b) Comparaison entre les cumuls seuu et auget**

Le tableau 8 répertorie ces périodes où les données de cumul seuu et de cumul auget ne correspondent pas, manifestement à cause d'un dérèglement des augets sur la période du 1<sup>er</sup> mars au 31 octobre pour un cumul supérieur à 10 mm. On retrouve ainsi des écarts auget/seuu allant de 11.8 % à 28.3% maximum, en moyenne 14,9 % pour 20 stations

| Stations       | Code       | Période    |            |       | % ecart | Réglage des augets |
|----------------|------------|------------|------------|-------|---------|--------------------|
|                |            | Début      | Fin        | Durée |         |                    |
| Adiandja-ouest | 1110010660 | 08/07/2013 | 16/08/2013 | 39    | 14.3    |                    |
| Affon          | 1110000752 | 16/03/2013 | 17/04/2013 | 32    | 12.4    |                    |
| Aledjo         | 1110000694 | 09/07/2013 | 10/08/2013 | 32    | 12.3    |                    |
| Aledjo         | 1110000695 | 09/10/2013 | 31/10/2013 | 22    | 28.3    |                    |
| Assode         | 1110000695 | 01/01/2013 | 20/03/2013 | 78    | 15      |                    |
| Babayaka       | 1110005162 | 11/07/2013 | 08/08/2013 | 28    | 12.9    |                    |
| Belefoungou    | 1110000671 | 12/03/2013 | 11/04/2013 | 30    | 18.6    |                    |
| Belefoungou    | 1110000671 | 13/10/2013 | 31/10/2013 | 18    | 11.8    |                    |
| Beterou        | 1110003101 | 16/03/2013 | 19/04/2013 | 34    | 16.4    |                    |
| Beterou        | 1110003101 | 19/04/2013 | 24/05/2013 | 35    | 12.4    | x                  |
| Beterou        | 1110003101 | 24/05/2012 | 20/06/2013 | 392   | 12.1    |                    |
| Daenon         | 1110000685 | 01/01/2013 | 14/03/2013 | 72    | 15.3    |                    |
| Gountia        | 1110005214 | 11/10/2013 | 31/10/2013 | 20    | 18.4    |                    |
| Koko           | 1110005533 | 16/10/2013 | 31/10/2013 | 15    | 10.3    |                    |
| Momongou       | 1110009270 | 10/10/2013 | 31/10/2013 | 21    | 15.6    |                    |
| Sarmanga       | 1110011852 | 17/05/2013 | 12/06/2013 | 26    | 13.3    |                    |
| Sarmanga       | 1110011852 | 11/09/2013 | 09/10/2013 | 28    | 15      |                    |
| Sonoumon       | 1110013152 | 16/05/2013 | 13/06/2013 | 28    | 15.5    |                    |
| Tebou          | 1110013952 | 19/05/2013 | 18/06/2013 | 30    | 14.8    |                    |
| Tobre          | 1110003702 | 18/03/2013 | 18/04/2013 | 31    | 14.4    |                    |

**Tableau 8 :** Périodes de fonctionnement correcte des stations avec incohérence entre le cumul seuu et le cumul auget

### c) tableau final des corrections

Le tableau 9 résume les cumuls obtenus pour chaque station, à partir des mesures seau et des données auget corrigées.

| Station                | Cumul seau annuel (mm) | Cumul auget corrigé annuel (mm) | Cumul corrigé / Cumul seau (%) |
|------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Adiangdia_ouest</b> | 1014.8                 | 1016                            | 100.1                          |
| <b>Affon</b>           | 1106.7                 | 1105.6                          | 99.9                           |
| <b>Aledjo</b>          | 930.7                  | 1004.8                          | 107.9                          |
| <b>Asso</b>            | 1124.1                 | 1122.6                          | 99.8                           |
| <b>Babayaka</b>        | 1061.1                 | 1106.2                          | 104.2                          |
| <b>Bayakou</b>         | 1160.8                 | 1159                            | 99.8                           |
| <b>Belefoungou</b>     | 997.9                  | 1016.9                          | 101.9                          |
| <b>Bembereke</b>       | 1049.1                 | 1048.8                          | 99.9                           |
| <b>Beterou_C</b>       | 1024.6                 | 1023                            | 99.8                           |
| <b>Bira-Bira</b>       | 1127                   | 1127.1                          | 100                            |
| <b>Birni</b>           | 1279.7                 | 1278.8                          | 99.9                           |
| <b>Copargo</b>         | 998.3                  | 997.2                           | 99.8                           |
| <b>Daenon</b>          | 911.6                  | 916.7                           | 100.5                          |
| <b>Djougou</b>         | 1123.5                 | 1122.6                          | 99.9                           |
| <b>Dogue</b>           | 985.7                  | 984.6                           | 99.8                           |
| <b>Donga</b>           | 1105.3                 | 1105.6                          | 100                            |
| <b>Fo-Boure</b>        | 1084.1                 | 1084.2                          | 100                            |
| <b>Gangamou</b>        | 1220                   | 1218.8                          | 99.9                           |
| <b>Gountia</b>         | 877.8                  | 1061.4                          | 120                            |
| <b>Guiguisso</b>       | 814.4                  | 734.2                           | 90.1                           |
| <b>Igbere</b>          | 946.2                  | 945.1                           | 99.8                           |
| <b>Koko</b>            | 1123.3                 | 1094.6                          | 99.8                           |
| <b>Kolokonde</b>       | 1221.3                 | 1233.2                          | 100.9                          |
| <b>Koukoubou</b>       | 887                    | 904.4                           | 101.9                          |
| <b>Momongou</b>        | 1181.7                 | 1181                            | 99.9                           |
| <b>Monobanson</b>      | 910.4                  | 907                             | 99.6                           |
| <b>N_dali</b>          | 1153.8                 | 1154                            | 100                            |
| <b>Nalohou_2</b>       | 921                    | 931.9                           | 101.1                          |

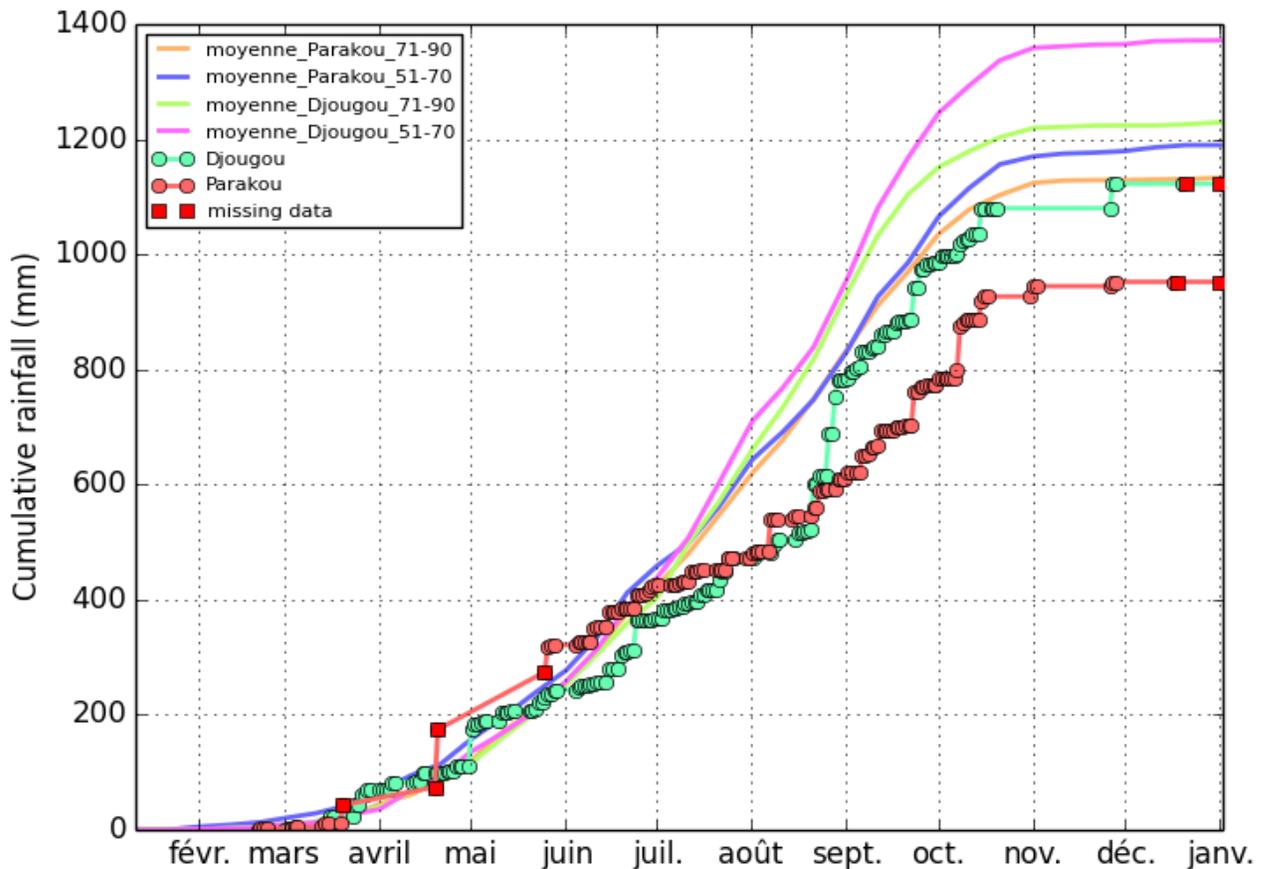
| Station               | Cumul seuu annuel (mm) | Cumul auget corrigé annuel (mm) | Cumul corrigé / Cumul seuu (%) |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Nalohou_3</b>      | 988.6                  | 994.6                           | 100.6                          |
| <b>Nangatchouri_3</b> | 1111.7                 | 1112.3                          | 100                            |
| <b>Nassou</b>         | 1518.1                 | 1515.5                          | 99.8                           |
| <b>Oualmora</b>       | 1263.5                 | 1262.9                          | 99.9                           |
| <b>Parakou</b>        | 953.1                  | 952.2                           | 99.9                           |
| <b>Pelebina</b>       | 1213.6                 | 1212.8                          | 99.9                           |
| <b>Penessoulou</b>    | 1246.3                 | 1247.9                          | 100.1                          |
| <b>Sarmanga</b>       | 984.2                  | 993.6                           | 100.9                          |
| <b>Serou</b>          | 1055.5                 | 1054.9                          | 99.9                           |
| <b>Sirarou</b>        | 997.9                  | 1016                            | 101.8                          |
| <b>Sonoumon</b>       | 967.5                  | 966.3                           | 99.8                           |
| <b>Tchatchou</b>      | 1007.5                 | 1006.2                          | 99.8                           |
| <b>Tebou</b>          | 1041.9                 | 1383.8                          | 132                            |
| <b>Teme</b>           | 881.4                  | 905.3                           | 102.7                          |
| <b>Tobre</b>          | 1071.1                 | 972                             | 90.7                           |
| <b>Wewe</b>           | 1202.4                 | 1201.2                          | 99.9                           |

**Tableau 9** : Cumul seuu et cumul auget corrigés annuels pour l'année 2013

*II. Description de la*  
*saison des pluies 2013*  
*sur l'OHHVO*

## II.1. Généralités sur la saison 2013

La figure 5 montre l'évolution du cumul saisonnier sur les deux stations de Djougou et Parakou (moyenne arithmétique des cumuls sur les deux stations), comparé au cumul saisonnier des décennies précédentes. Les données anciennes ont été fournies par la Direction de la Météorologie Nationale du Bénin. On remarque que pour les deux stations le cumul pluviométrique est nettement inférieur à la moyenne de la période sèche 1970-1990. Le déficit apparaît en juillet et se creuse jusqu'à la fin de la saison des pluies. La saison 2013 se situe en dessous de la moyenne de la période dite sèche avec un cumul moyen de 1064 mm



**Figure 5 :** Cumul saisonnier sur les trois stations de Djougou et Parakou en 2013 par rapport aux périodes de référence humide (1950-1969) et sèche (1970-1990)

## **II.2. Distribution spatiale des cumuls saisonniers**

En observant les cumuls saisonniers obtenus sur les stations du réseau, on remarque que les pluies les plus importantes sont situées à Nassou (1515.5 mm), Tebou (1383.8 mm) et Birni (1278.8 mm). Les stations qui présentent les cumuls les plus faibles pour la saison 2013, tout en ayant un cumul complet, sont celles de Guiguisso (734.2 mm), Monobanson (907 mm), et Daenon (916.7).

Les cartes de la distribution spatiale des pluies au pas de temps mensuel (Figure 6) et annuel (Figure 7) sont obtenues par krigeage.

Figure 6 : **Pluies en mm par mois sur l'OHHVO en 2013 (interpolation par krigeage)**

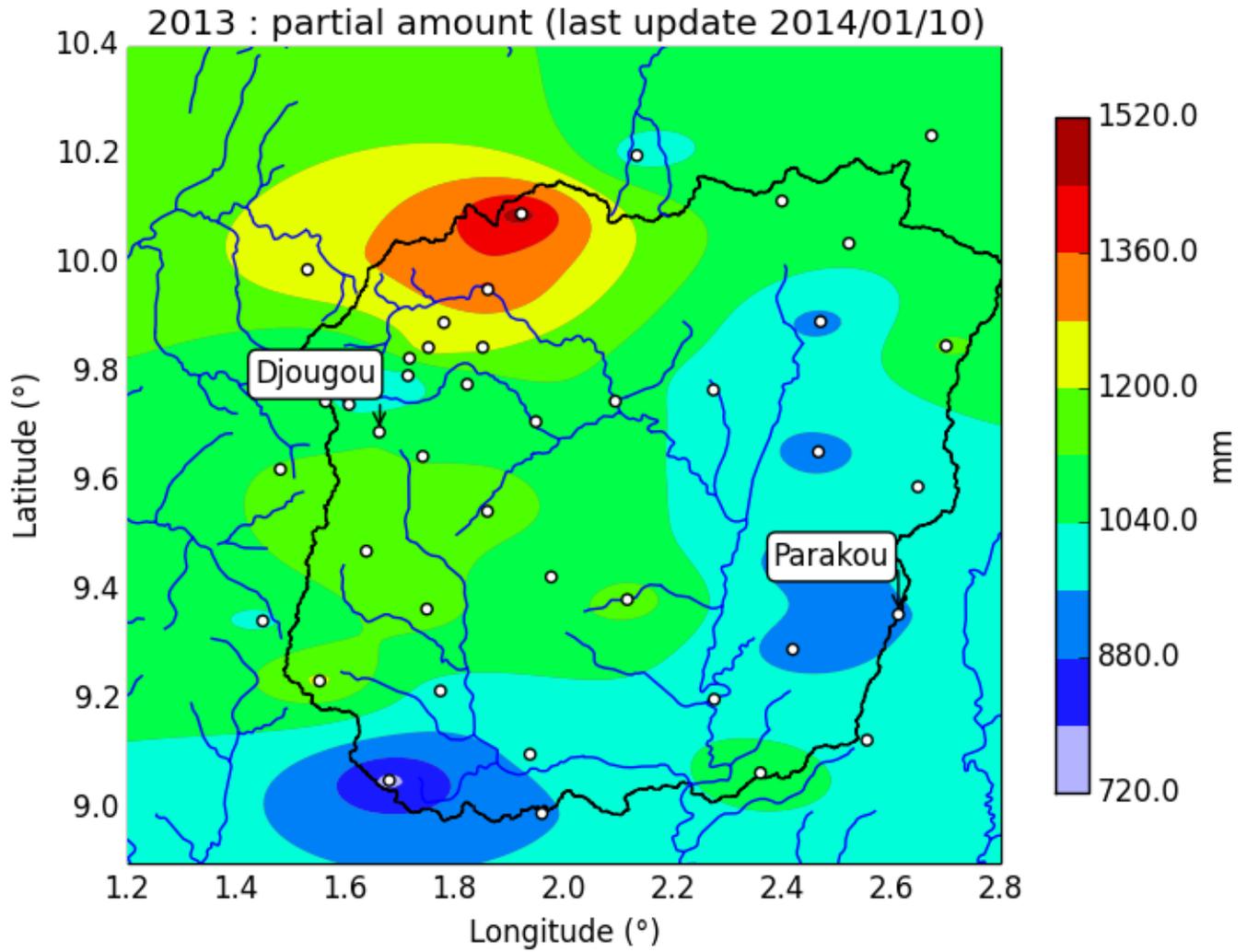
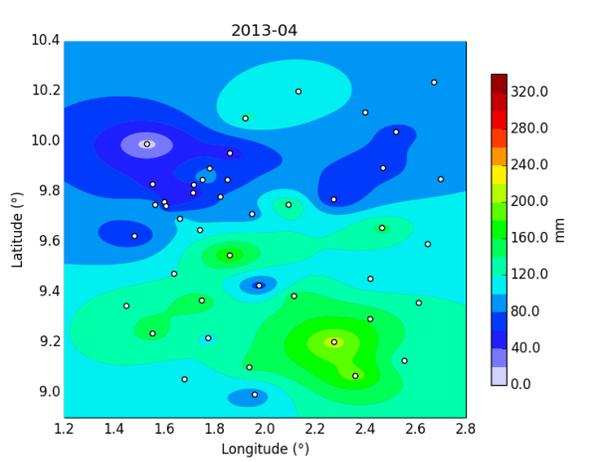
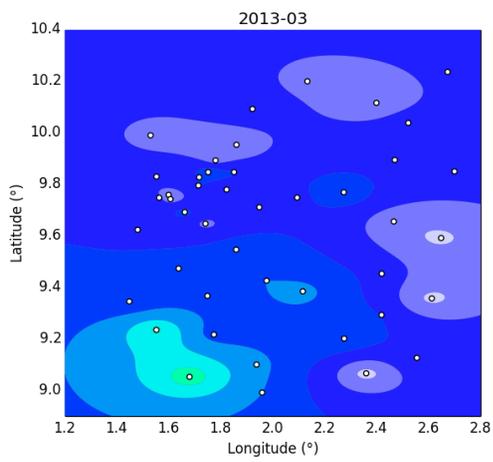
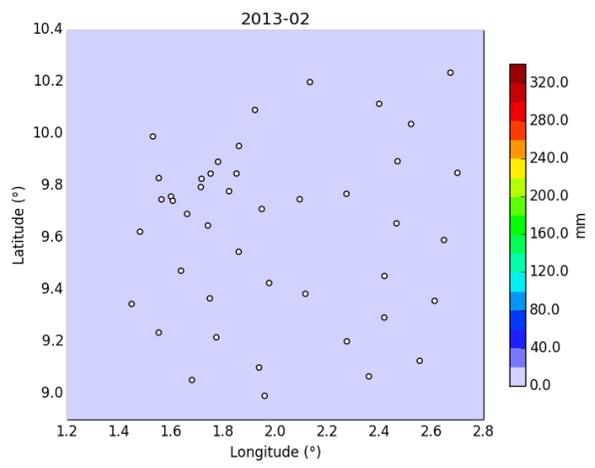
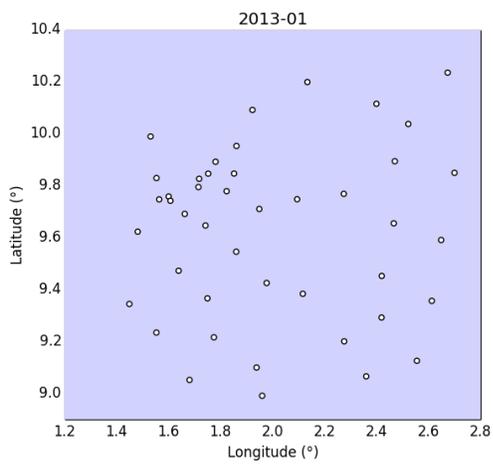
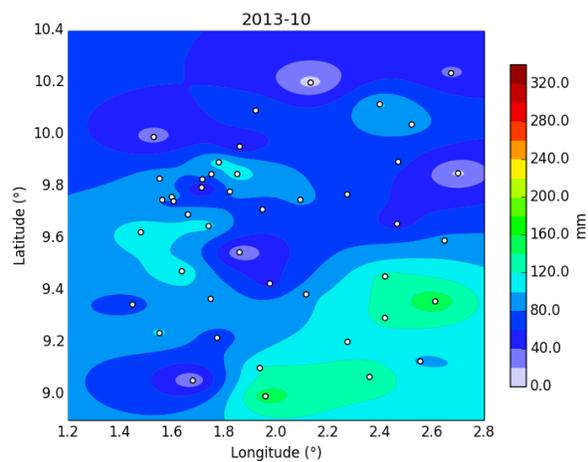
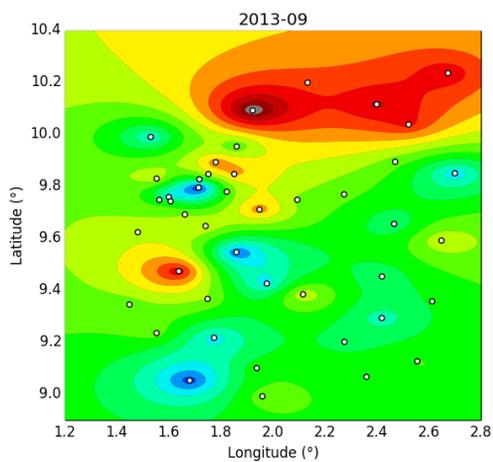
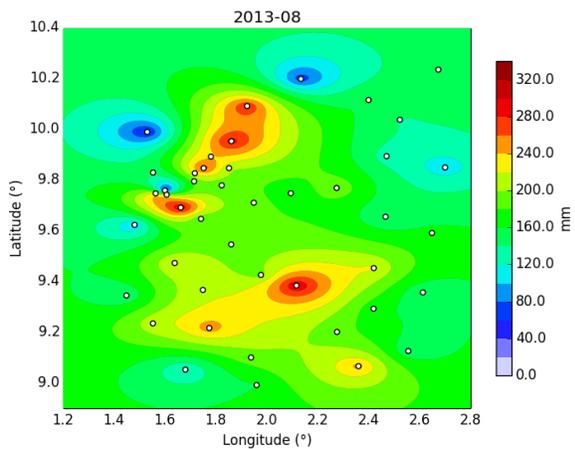
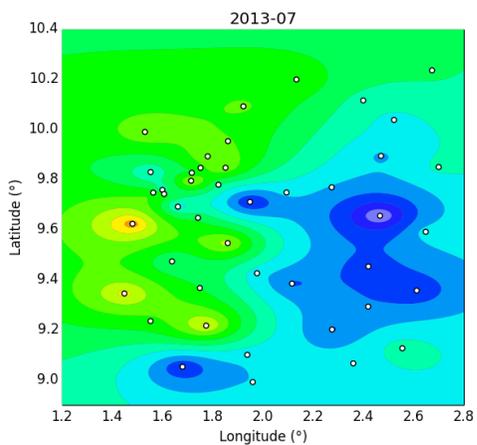
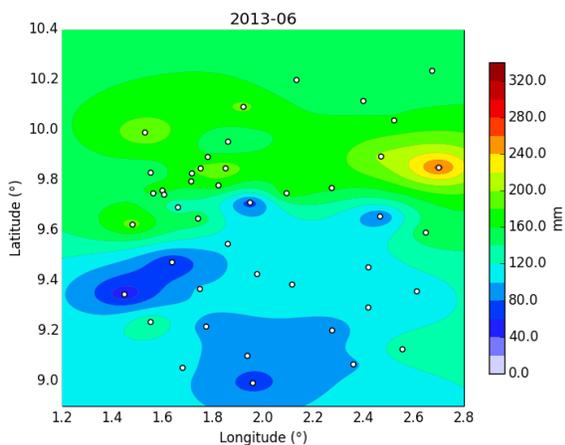
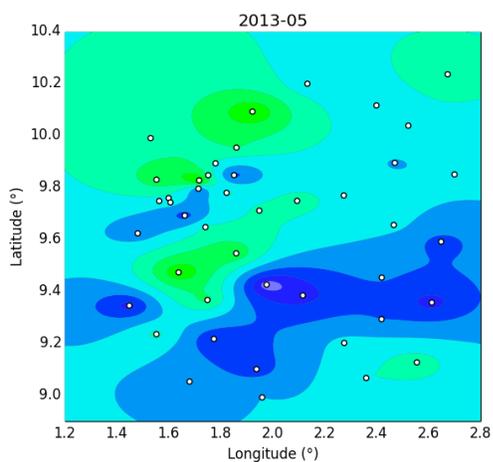
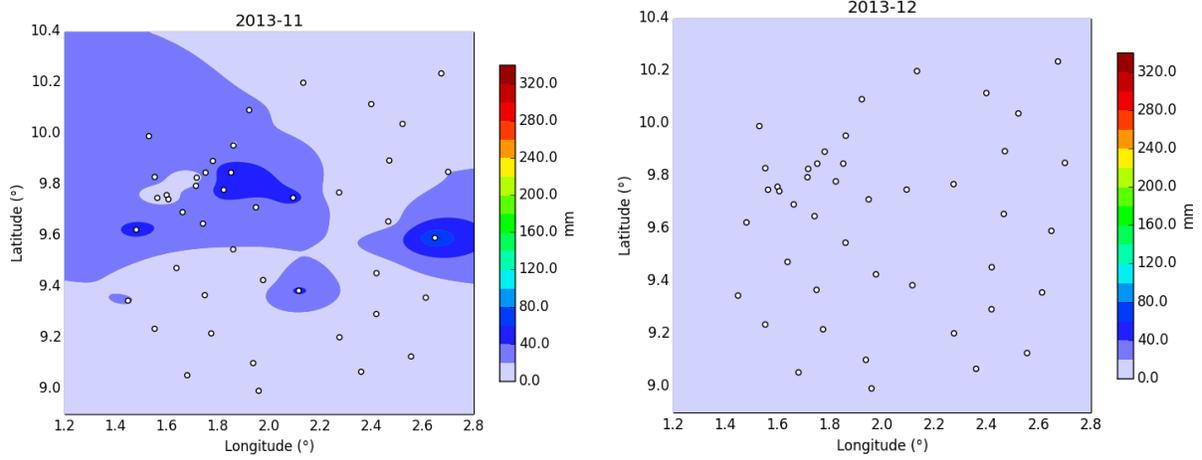


Figure 7 : Isohyètes des cumuls annuels sur l'OHHVO en 2013







**Figure 6 : Pluies en mm par mois sur l'OHHVO en 2013 (interpolation par krigeage)**

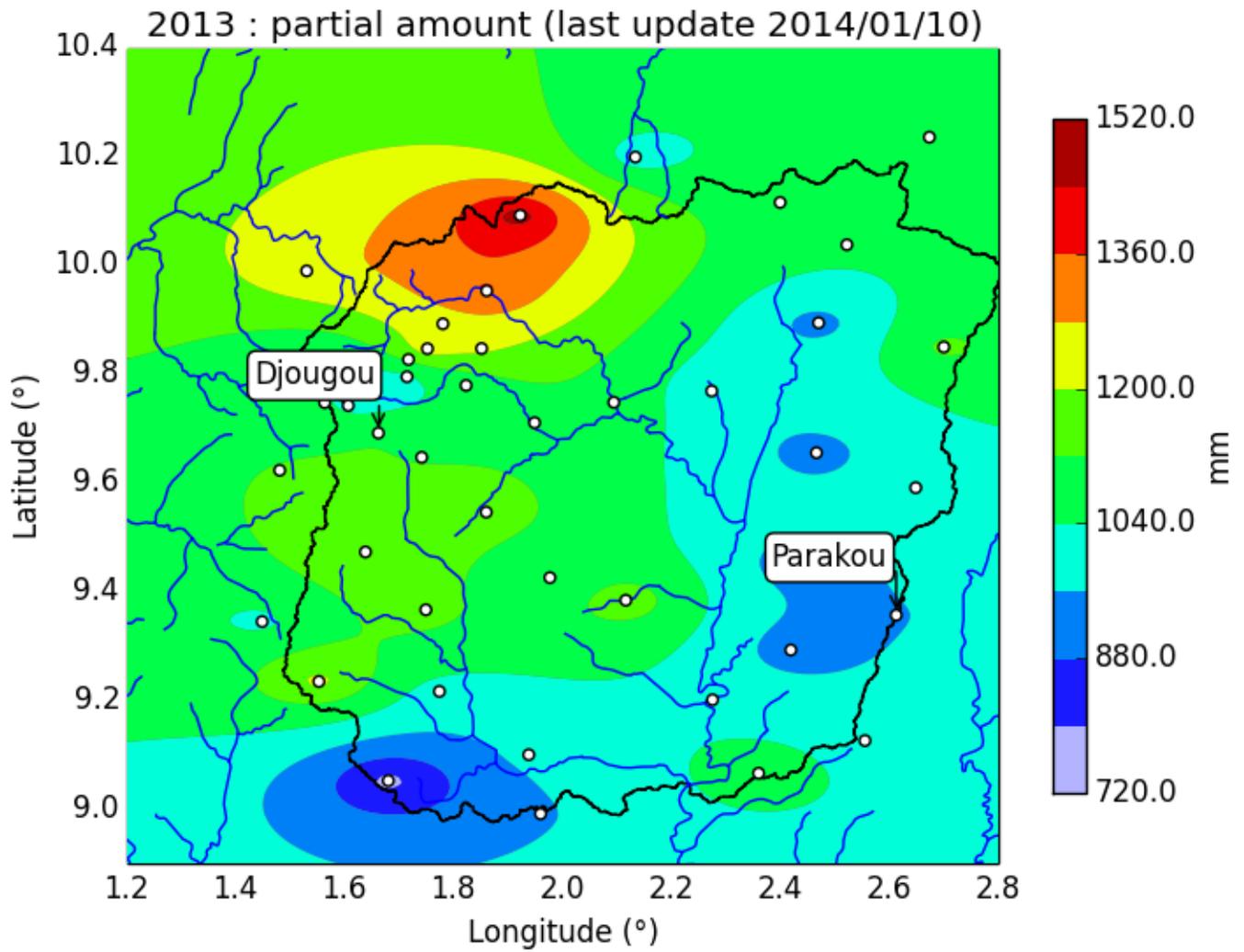


Figure 7 : Isohyètes des cumuls annuels sur l'OHHVO en 2013

### *III. Conclusions et recommandations*

Concernant les réseaux :

- ✓ Le réseau n'a pas été modifié depuis l'année précédente. La région est bien quadrillée et les résultats au niveau du fonctionnement sont bons.

Concernant les appareils :

- ✓ Le taux de fonctionnement des stations est de 94,7%, ce qui est un très bon résultat bien qu'en légère diminution depuis 2012. Les appareils HOBO ont posé des problèmes lors de la collecte de données.

Concernant les données :

Les données issues des appareils HOBO n'ont à priori pas de problèmes particuliers, la dérive en temps est très faible, et les problèmes de pertes de données sont dus plutôt à des enregistreurs qui se détraquent, ou à des problèmes au niveau des mécanismes :

- ✓ Les problèmes de seau et de cône bouché restent d'une occurrence beaucoup trop élevée au cours de l'année, la perte de cette information est d'autant plus forte que l'information est importante. Un suivi du travail les gardiens des appareils, notamment en cas de pluviomètre bouché est fait de la manière suivante : les problèmes rencontrés sont notés à chaque tournée et les gardiens sont alertés. Si le problème persiste, chef de village peut être prévenu.
- ✓ Les problèmes de pile ont totalement disparu.
- ✓ Les problèmes de lecture impossible restent des problèmes majeurs. Il est à noter que le constructeur des systèmes d'acquisitions Hobo a fait évoluer en 2013 son logiciel avec un « forceage » pour la lecture des données. Les 5 systèmes d'acquisitions Hobo ont été expédiés chez le constructeur pour récupérer les données, mais sans succès.

Concernant les missions :

- ✓ Il sera important l'année prochaine de ne pas laisser les appareils sans surveillance durant plus d'un mois. L'écart entre les missions de mars et de mai est encore trop important et entraîne une perte de rendement du réseau. Les appareils sont fragiles et doivent être surveillés très régulièrement.