



Observatoire de Recherche pour l'Environnement
ORE AMMA/CATCH



Observatoire Hydrométéorologique de la Haute Vallée de l'Ouémé

Rapport de campagne Limnimétrie



2004

Nicolas THEVENOT
Stéphane BOUBKRAOUI
Marc ARJOUNIN
Fred MALINUR
Simon AFOUDA
Théodore OUANI
Christophe PEUGEOT



Ce rapport de campagne 2004 concerne uniquement les données limnimétriques de l'Observatoire Hydrométéorologique de la Haute Vallée de l'Ouémé (OHHVO). Les données pluviométriques et piézométriques font l'objet de deux rapports distincts.

L'Observatoire de Recherche en Environnement (ORE) AMMA-CATCH est financé par l'IRD avec la contribution de l'Institut National des Sciences de l'Univers et de l'Environnement (INSUE) et du Ministère Français de la Recherche.

Les membres de l'équipe CATCH tiennent à exprimer leur gratitude à leurs partenaires de la Direction de l'Hydraulique pour leur collaboration et leur contribution au projet. Enfin, nous remercions nos partenaires au niveau des différentes entités de l'Université d'Abomey-Calavi pour leur contribution à la mise en œuvre du projet.

Photo de couverture : Nicolas Thevenot
Station de Sarmanga sur le Téro le 19 janvier 2005 ; H = 11cm ; écoulement insignifiant.

Rapport de campagne 2004 : limnimétrie

L'année 2004 est la huitième année de fonctionnement de l'Observatoire Hydro-météorologique de la Haute Vallée de l'Ouémé (OHHVO), instrumenté dans le cadre du projet AMMA-CATCH (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine – Couplage de l'Atmosphère Tropicale et du Cycle Hydrologique).

Sur les 19 stations hydrométriques suivies, 6 appartiennent au Réseau National de la Direction de l'Hydraulique, et 13 au réseau CATCH géré par l'IRD.

Dans ce rapport, les écoulements ont été calculés à partir des courbes de tarage disponibles en mars 2004 (cf. « Stations limnimétriques de la haute Vallée de l'Ouémé. Description et courbes de tarage. », mars 2004), et sont donc susceptibles de changer.

Sommaire

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Le réseau hydrométrique en 2004..... | 9 |
| Descriptif des stations du réseau en 2004 | 10 |
| II. Données hydrométriques de la saison 2004 | 15 |
| Critique des données | 17 |
| Remarques | 19 |
| Bilan de fonctionnement | 21 |
| Térou à la Cote 238 (238) | 22 |
| Ouémé à Affon-pont (AFP)..... | 23 |
| Aguimo à Aguimo (AG) | 24 |
| Ara à Nalohou II (ARA)..... | 25 |
| Ouémé à Aval Sani (AV) | 26 |
| Yérou Maro à Barérou (BA) | 27 |
| Ouémé à Bétérou (BETE) | 28 |
| Alpouro à Bori (BORI) | 29 |
| Bokpérou à Koko-Sika (BOK)..... | 30 |
| Donga à Affon (DAF) | 31 |
| Donga au Pont (DON)..... | 32 |
| Térou à Igbomakoro (IGBO)..... | 33 |
| Donga au pont de la Route de Kolokondé (KOLO)..... | 34 |
| Donga à Koua (KOUA)..... | 35 |
| Donga à Nékété (NEKE)..... | 36 |
| Sani à Sani (SANI)..... | 37 |
| Térou à Sarmanga (SAR) | 38 |
| Affon à Tébou (TEB) | 39 |
| Wéwé à Wéwé (WEWE)..... | 40 |
| III. Bilan hydrologique et analyse de la saison sur l'OHHVO..... | 41 |
| Bilan hydrologique sur l'ensemble des sous-bassins | 43 |
| Analyse de la saison 2004 | 44 |
| Annexe 1: Corrélations utilisées pour la reconstitution des débits en 2004..... | 46 |

I. Le réseau hydrométrique en 2004

Descriptif des stations du réseau en 2004

| Stations | | | | | | RIVIERE | Sup (km ²) | Gestionnaire |
|----------------|----------------|------------|----------|-----------|--------------|-------------|------------------------|-----------------|
| | Nom | Code | Latitude | Longitude | Altitude (m) | Nom | | |
| 238 (*) | COTE 238 | 1114501603 | 9,088 | 2,092 | 265,00 | TEROU | 3133 | Réseau National |
| AFP | AFFON | 1114500104 | 9,751 | 2,095 | 328,94 | OUEME | 1165 | Réseau National |
| BA | BAREROU | 1114501803 | 9,350 | 2,367 | 291,61 | YEROU MARO | 2162 | Réseau National |
| BETE | BETEROU | 1114500105 | 9,199 | 2,267 | 272,69 | OUEME | 10050 ⁽¹⁾ | Réseau National |
| BO | BORI ou GOUROU | 1114501406 | 9,755 | 2,399 | 306,18 | ALPOURO | 1607 | Réseau National |
| W | WEWE | 1114501505 | 9,385 | 2,116 | 323,43 | WE-WE | 293 | Réseau National |
| AG | AGUIMO | 1114501660 | 9,127 | 2,022 | 290,78 | AGUIMO | 402 | CATCH |
| ARA | ARA | - | 9,752 | 1,610 | 453,19 | DONGA | 12,8 | CATCH |
| AV | AVAL SANI | 1114501700 | 9,723 | 2,154 | 322,24 | OUEME | 3283 | CATCH |
| BOK | BOKPEROU | - | 9,780 | 1,921 | 364,87 | DONGA | 17,4 | CATCH |
| DAF | DONGA à AFFON | 1114500106 | 9,727 | 2,095 | 327,33 | DONGA | 1330 | CATCH |
| DON | DONGA au PONT | 1114501690 | 9,711 | 1,945 | 349,05 | DONGA | 586 | CATCH |
| IGBO | IGBOMAKORO | 1114501710 | 9,082 | 1,881 | 310,36 | TEROU | 2334 | CATCH |
| KOLO | KOLOKONDE | - | 9,752 | 1,687 | 409,90 | DONGA | 105 | CATCH |
| KOUA | KOUA | - | 9,764 | 1,774 | 389,64 | DONGA | 292 | CATCH |
| NEKE | NEKETE | - | 9,809 | 1,835 | 373,00 | DONGA | 409 | CATCH |
| SANI | SANI | 1114500130 | 9,756 | 2,123 | 325,33 | SANI | 745 | CATCH |
| SAR | SARMANGA | 1114501650 | 9,230 | 1,819 | 365,79 | TEROU | 1378 | CATCH |
| TEB | TEBOU | 1114500121 | 9,954 | 1,865 | 375,56 | OUEME-AFFON | 515 | CATCH |

| Station | Date Installation | Matériel (*) | | | | | début enregistrements OTT |
|-------------|----------------------|--------------|------|------|------|------|------------------------------|
| | | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | |
| 238 | 21/07/1981 | L/C | L/C | L/T | L/T | L/T | ?/05/2002 |
| AFP | 08/05/1981 | L/T | L/T | L/T | L/T | L/T | 08/06/2000 |
| BA | 25/05/1981 | L/T | T | T | T | T | 07/10/2000 |
| BETE | 29/05/1952 | L/T | T | L/T | L/T | L/T | 16/09/2000 |
| BO | 06/05/1981 | T | T | T | T | T | 26/07/2000 |
| W | 12/06/1961 | L | L/O | L/O | L/O | L/O | 04/05/2001 |
| AG | 19/04/1997 | T | T | T | T | T | 29/05/1998 |
| ARA | 05/03/2002 | | | T | T | T | 05/03/2002 |
| AV | 12/06/1998 | T | T | T | T | T | 13/05/1999 |
| BOK | 07/03/2002 | | | T | T | T | 07/03/2002 |
| DAF | 10/05/1996 | D/T | T | T | T | T | 08/06/2000 |
| DON | 06/06/1998 | T | T | T | T | T | 29/05/1998 |
| IGBO | 20/06/1998 | L/T | L/T | L/T | L/T | L/T | 04/08/2000 |
| KOLO | 03/03/2002 | | | T | T | T | 03/03/2002 |
| KOUA | 02/03/2002 | | | L/T | L/T | T | 02/03/2002 |
| NEKE | 27/02/2002 | | | T | L/T | L/T | 27/02/2002 |
| SANI | 05/05/1997 | T | T | L/T | L/T | L/T | 25/05/1998 |
| SAR | 24/06/1998 | T | T | T | T | T | 24/06/1998 |
| TEB | 28/04/1997 | D | L/T | L/T | T | T | 02/04/2001 |

Matériel:

| code | capteur | marque | système |
|------|------------|--------|----------|
| L | Lecteur | | échelle |
| C | Chloé C | Elsyde | pression |
| D | Chloé D | Elsyde | pression |
| O | Orphéus | OTT | pression |
| T | Thalimédès | OTT | flotteur |

Tableau 1 : Descriptif des stations hydrométriques de l'OHHVO

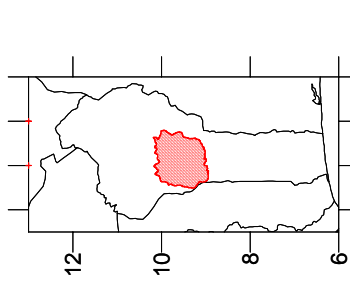
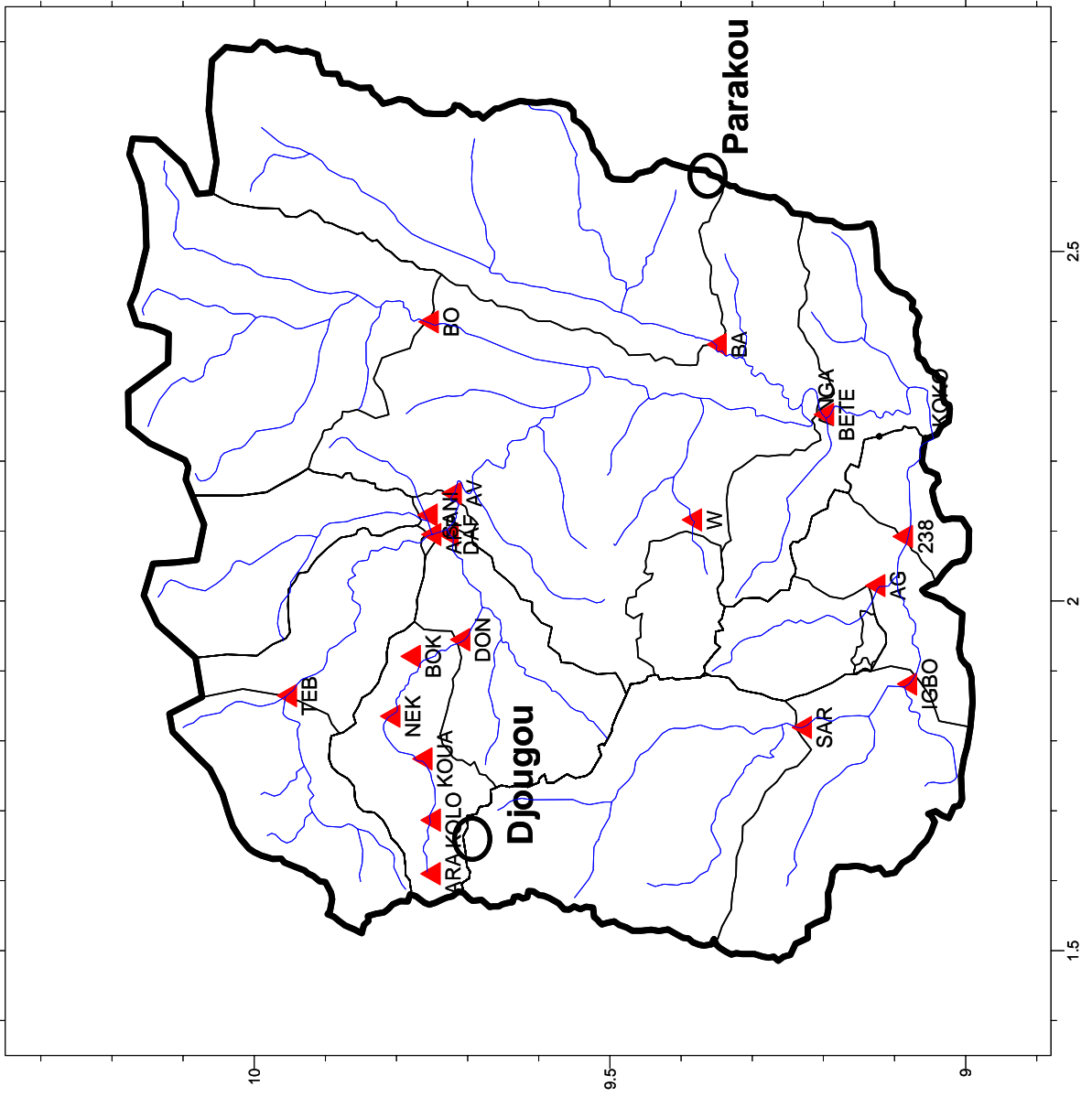
Une nouvelle station a été installée sur un très petit bassin versant au niveau d'une ravine équipée d'un Parshall proche du village de Nalohou. Pour la première saison, cette station n'a pas très bien fonctionné et les données ne sont pas présentées dans ce rapport.

Aucune nouvelle installation par rapport à l'année 2002 sur les rivières de l'OHHVO.

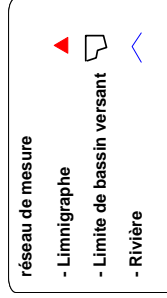
OBSERVATOIRE AMMA-CATCH



Haute Vallée de l'Ouémé (République du Bénin)

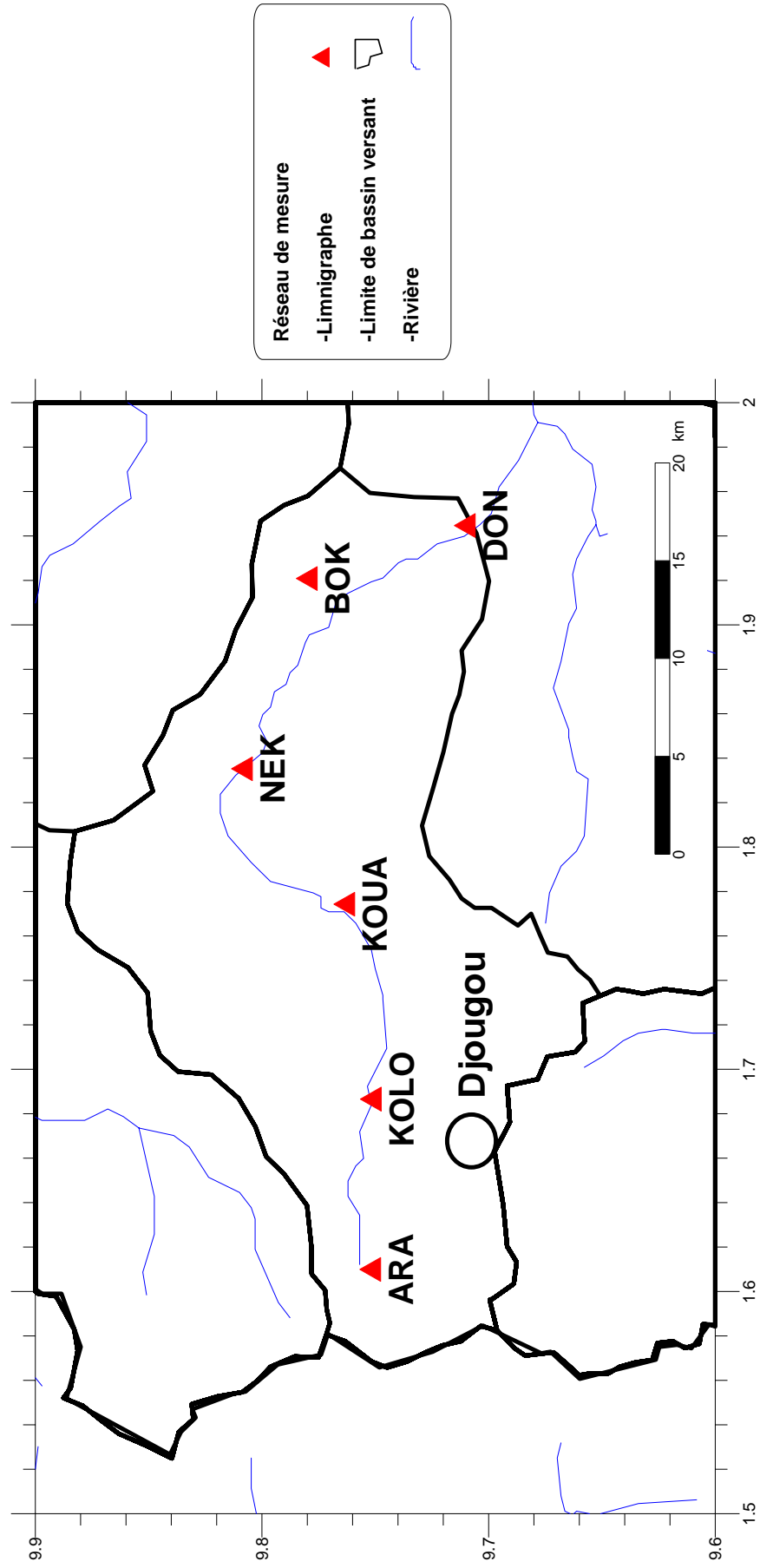


Localisation de la Haute Vallée de l'Ouémé au Bénin



Carte mise à jour le 9/5/03, contact S. Galle sur fond de carte IGN-Bénin, 1992, 1/600 000

Observatoire AMMA-CATCH Ouémé, sous bassin de la Donga



II. Données hydrométriques de la saison 2004

Critique des données

Il existe deux types de données limnimétriques brutes :

Les données "enregistreur" : elles sont issues des limnigraphes enregistreurs dont sont équipées les stations.

Les données "lecteur" : elles sont issues des lectures journalières ou bi-journalières des lecteurs (toutes les stations équipées d'enregistreur ne sont pas suivies par un lecteur).

Ces données brutes ont été critiquées, complétées et éventuellement corrigées. Les données présentées dans ce rapport sont constituées :

- Des données "enregistreur" (**code E**), après vérification du bon fonctionnement du limnigraphe.
- Des données "lecteur" (**code L**), lorsqu'elles sont disponibles, pour compléter les données précédentes.
- Des données "reconstituées" (**code R**), lorsque les données "enregistreur" et "lecteur" sont manquantes ou erronées.

1. le niveau 1 (R1), correspondant aux reconstitutions "évidentes".

Ceci concerne certaines périodes de lacunes en saison sèche, des décalages systématiques des limnigraphes facilement corrigibles grâce aux données lecteurs et aux contrôles ou des problèmes d'inversion de poulie générés lors du remontage des Thalimèdes après leur entretien.

2. le niveau 2 (R2), correspondant aux reconstitutions plus complexes

Celles-ci font l'objet d'une incertitude supérieure aux précédentes. Une première partie d'entre elles, lorsque aucune donnée n'est disponible, sont issues de la corrélation avec les écoulements aux stations voisines à des pas de temps variables selon la qualité de la régression.

La majorité provient de l'extrapolation des courbes de tarissement par une décroissance exponentielle et par des hypothèses de débit nul entre les crues de début de saison. Dans ces cas la reconstitution est rendue nécessaire à cause du blocage du flotteur par ensablement ou envasement.

Les lacunes ont été complétées dans la mesure du possible, mais les stations ayant des corrélations trop lâches pour effectuer des reconstitutions conservent des données manquantes. L'utilisation d'un modèle hydrologique en 3^{ème} niveau de reconstitution (R3) pourrait alors être envisagée.

Les taux de lacunes et le bilan de fonctionnement ont été établis après les reconstitutions de niveau 1, à savoir avec les données pratiquement brutes, sans interprétation.

Remarques

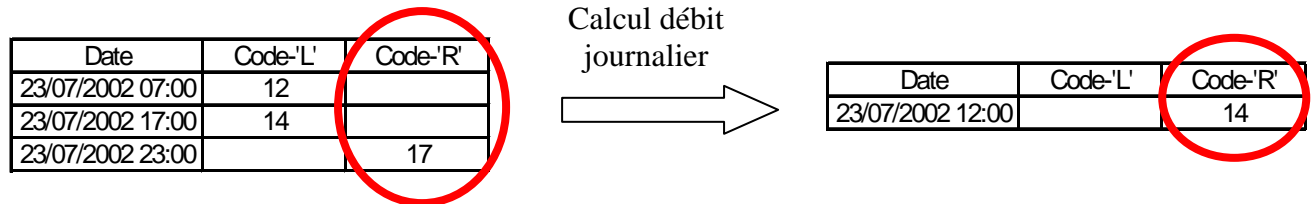
Représentation des données dans le rapport :

Toutes les données citées sont issues de la base Hydraccess « BDH_OHHVO »

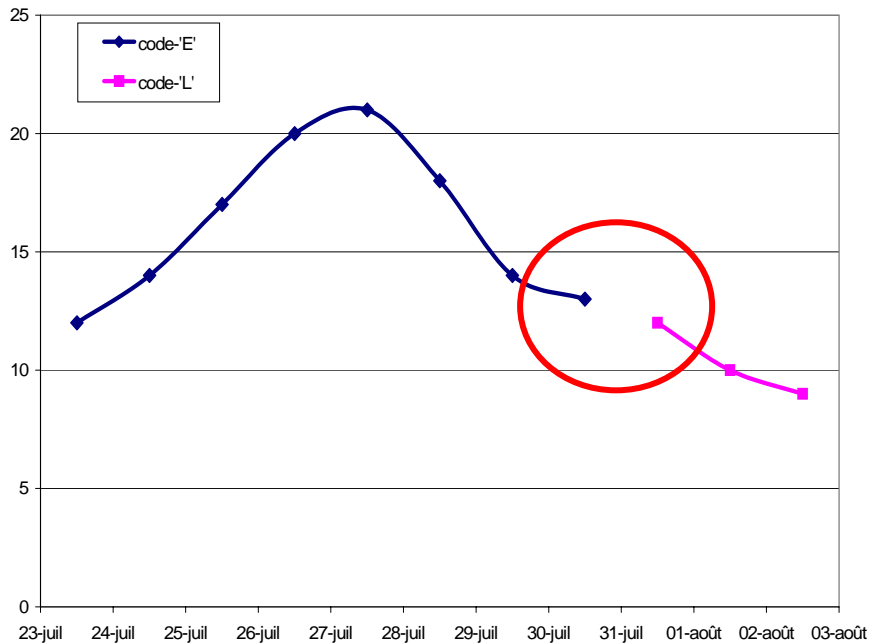
On présente pour chaque station, les débits journaliers calculés avec Hydraccess après la reconstitution de niveau 2. L'origine des données est indiquée par un code couleur : enregistreur (bleu), lecteur (rose) ou reconstitué (vert).

Le code-‘R’ (reconstitué) contient les reconstitutions de niveau R1 et de niveau R2.

Les journées pour lesquelles on dispose de données de deux origines différentes sont automatiquement représentées en code-‘R’ à partir du moment où l'on a un débit reconstitué. Ainsi, l'importance des données reconstituées peut être accrue artificiellement sur les hydrogrammes au pas de temps journalier présentés.

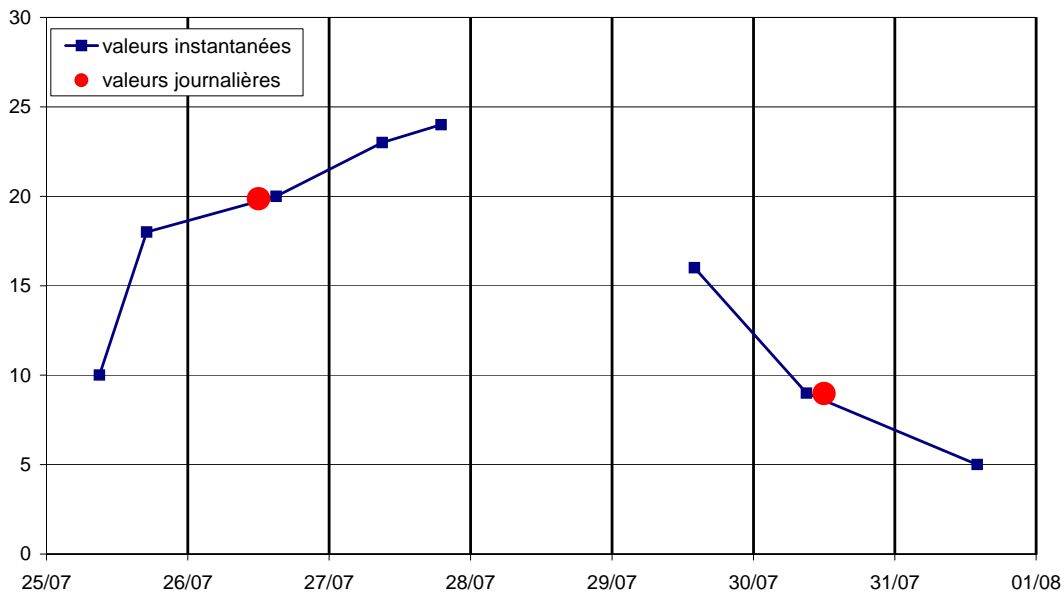


Les périodes avec des données d'origines différentes ne sont pas liées sur les graphiques. Lorsque la variation de débit est importante, on peut avoir l'impression qu'il y a une lacune alors que l'on dispose d'un débit journalier pour tous les jours.



Lacunes en débits journaliers :

Un débit journalier est calculé pour une date si on dispose au moins d'une valeur instantanée à cette date, à la veille et au lendemain.



Sur l'exemple ci-dessus, une journée de lacune en valeurs instantanées le 28 juillet engendre trois jours de lacune en valeurs journalières les 27, 28 et 29 juillet.

Calcul des volumes écoulé annuels

Les volumes annuels sont la somme des volumes journaliers calculés à partir des débits journaliers obtenus après la reconstitution R2.

Les périodes de lacunes ne sont pas comptabilisées dans le total, les volumes pour les années incomplètes sont donc sous-estimés. Si les lacunes se trouvent en début ou en fin de saison, là où les débits sont les moins forts, l'erreur commise est peu importante.

Si les années antérieures contiennent trop de lacunes, on ne les représente pas sur les diagrammes des volumes.

Bilan de fonctionnement

Fonctionnement des limnigraphes:

Pour l'année 2004, toutes les stations sont équipées d'appareils OTT Thalimèdes exceptée la station de Wéwé (OTT Orphéus). Le fonctionnement des appareils est très satisfaisant dans l'ensemble.

Les limnigraphes ont bien fonctionnés dans l'ensemble exception faite de l'Orphéus à Wéwé qui est tombé en panne au cours du mois d'août et de l'appareil de Barérou qui n'a pas fonctionné à cause d'un problème de gérite.

Les disfonctionnements sont, pour la plupart, dus à un blocage du flotteur lors des premières crues de la saison.

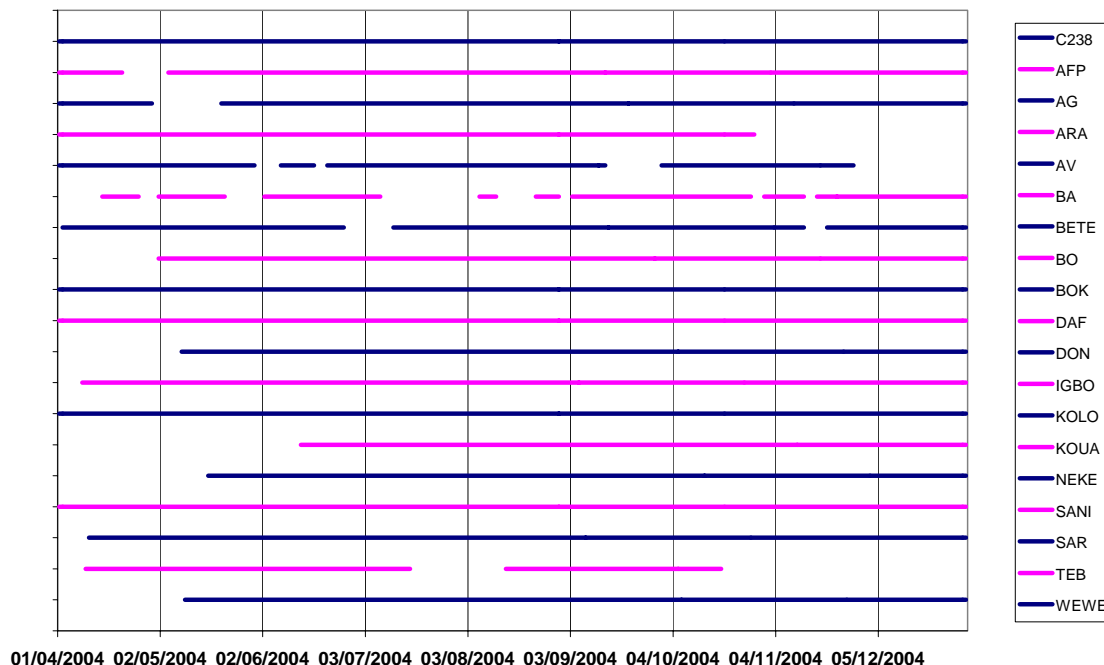
Données lecteur:

Les données lecteurs sont de qualité inégale selon les stations. Elles ont néanmoins été utiles pour combler certaines lacunes et déceler les décalages des appareils. La station de Koua n'a plus de lecteur depuis fin 2003

Données de niveau 1 disponibles :

Remarque : une journée est comptabilisée en lacune si le débit journalier ne peut être calculé après la reconstitution de niveau 1.

Les lacunes au niveau de reconstitution R1 sont faibles pour la plupart des stations et même inexistantes pour quatre d'entre elles. Elles sont situées en majorité au début ou à la fin de la saison à part pour Barérou.



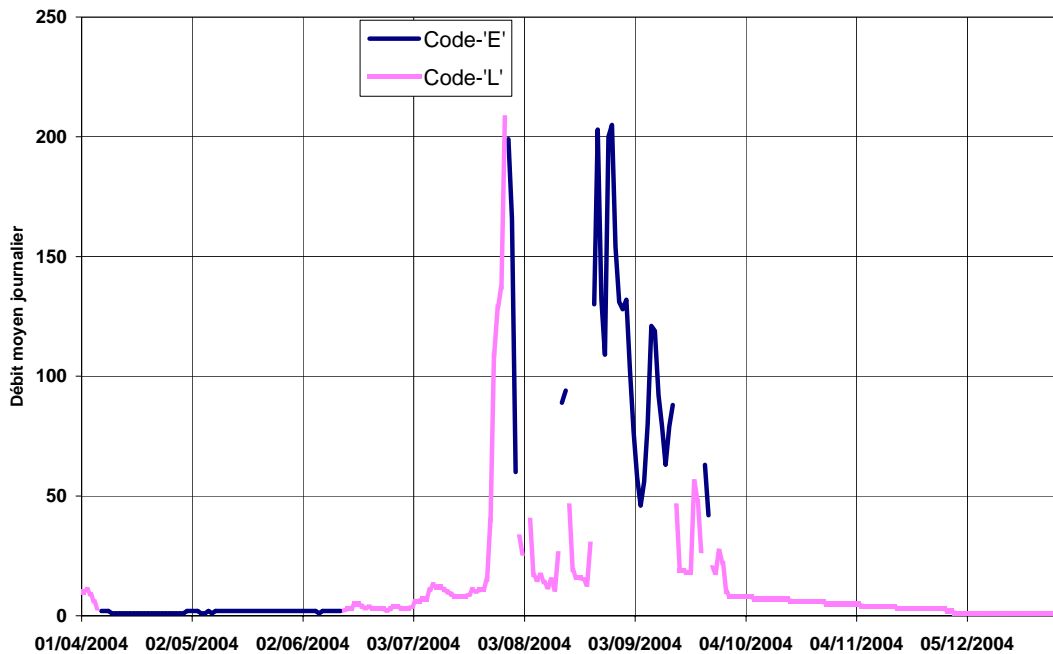
Les données de chaque station sont détaillées ci-après. On donne pour chaque station les jours de lacune avant et après la reconstitution de niveau 2.

Térou à la Cote 238 (238)

1. Hydrogramme des débits journaliers :

Après la construction d'un pont au niveau de la section de jaugeage au printemps 2003, un Thalimédès et une nouvelle échelle ont été installés sur une pile de l'ouvrage en avril 2004. L'ancienne courbe de tarage est inutilisable et seulement 3 jaugeages ont été effectués au cours de la saison. Les jaugeages de la saison 2005 permettront de tarer la nouvelle station et d'obtenir les débits.

On dispose cependant des hauteurs d'eau traitées au niveau R1.



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 0%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** néant.

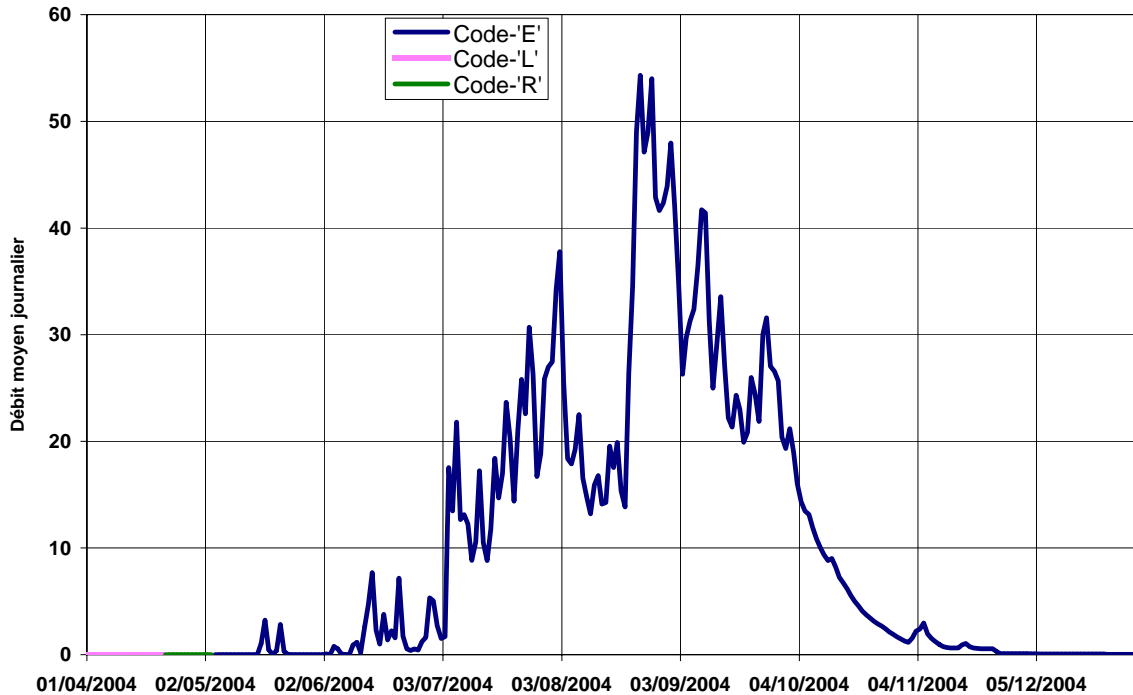
Commentaires : les périodes où les données "enregistreur" ne sont pas disponibles sont dues à un blocage du flotteur et à un problème lié à la roue encodeuse. Les données "lecteur" de bonne qualité ont permis de combler les lacunes.

3. Volume écoulé annuel :

On ne dispose du volume écoulé car les débits ne sont pas disponibles

Ouémé à Affon-pont (AFP)

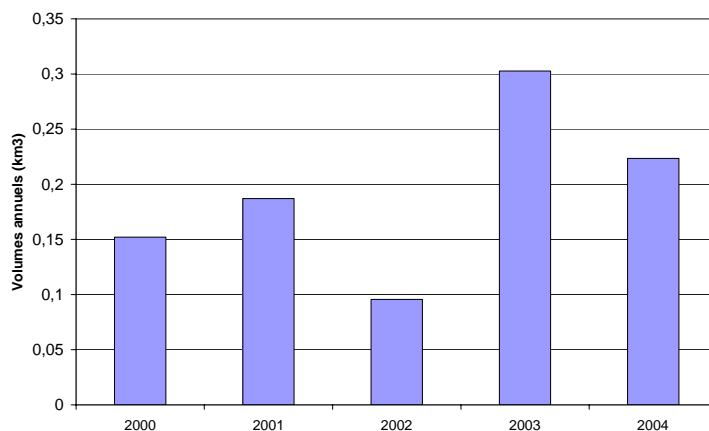
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 5%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe tout au long de la saison..

3. Volume écoulé annuel :

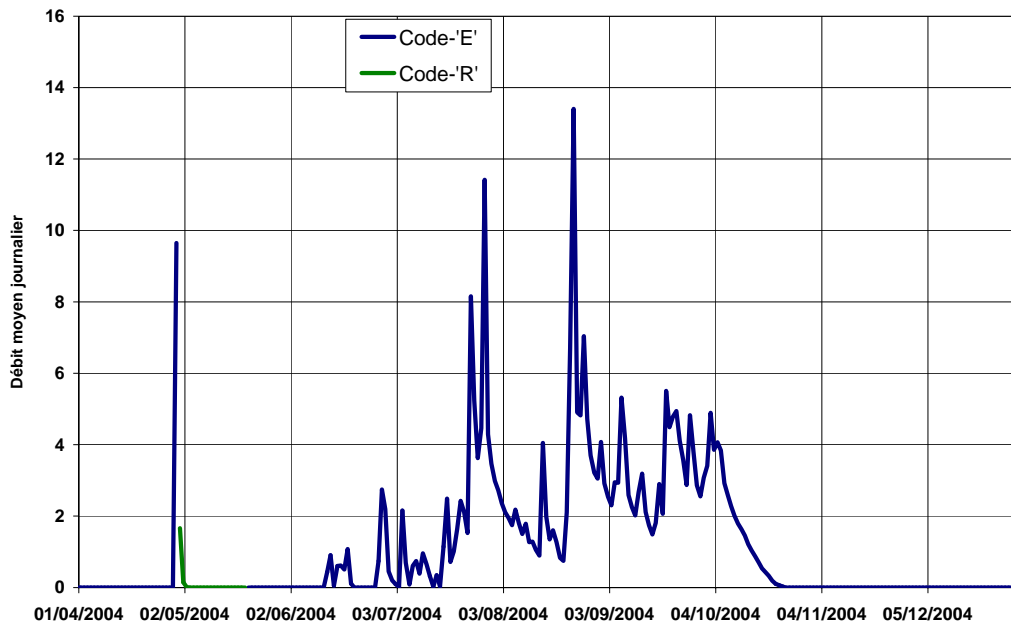


$$V_{2003} = 0.223 \text{ km}^3$$

Commentaires : 2004 apparaît comme une saison assez humide. Le volume est néanmoins inférieur à celui écoulé en 2003. Les données pour les années 1997 à 1999 présentent des lacunes qui rendent les comparaisons interannuelles difficiles.

Aguimo à Aguimo (AG)

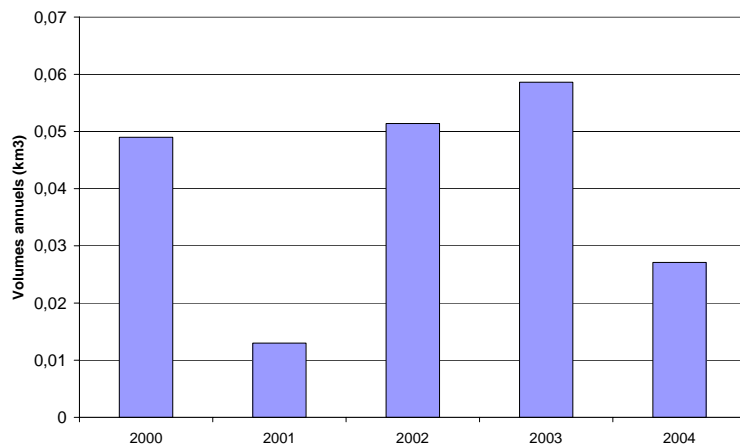
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 7.3%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitution R2 :** reconstitution d'une décrue en début de saison et hypothèse de débit nul.
- **Commentaires :** bon fonctionnement du limnigraphe mis à part le blocage du flotteur lors de la première crue de la saison.

3. Volume écoulé annuel :

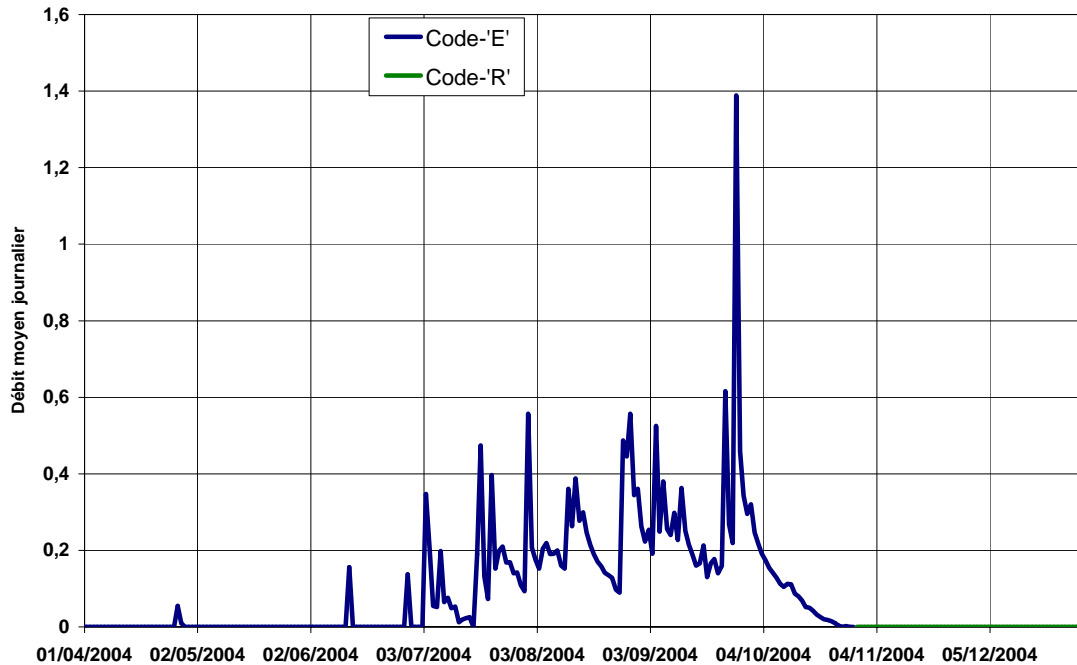


$$V_{2004} = 0.027 \text{ km}^3$$

Commentaires : le volume écoulé en 2004 est nettement inférieur à celui écoulé au cours des deux saisons précédentes. Les données pour les années 1997 à 1999 présentent des lacunes qui rendent les comparaisons interannuelles difficiles.

Ara à Nalohou II (ARA)

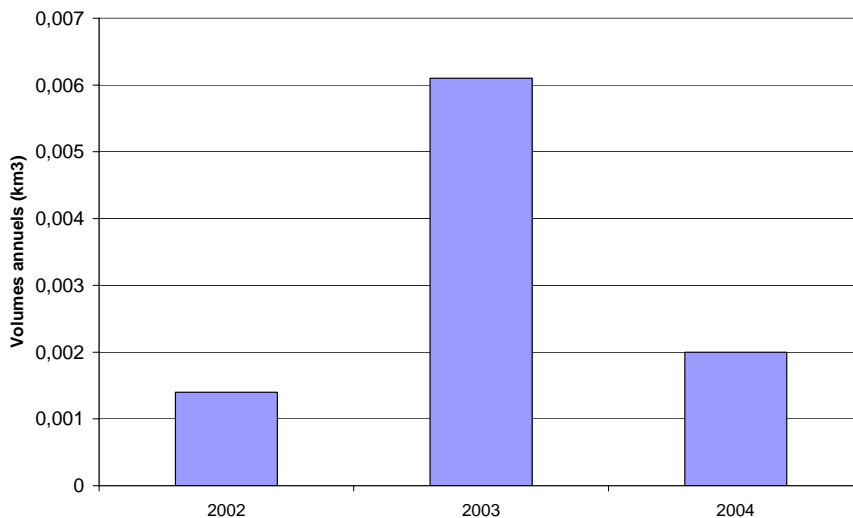
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 23.3%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en fin de saison.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe.

3. Volume écoulé annuel :

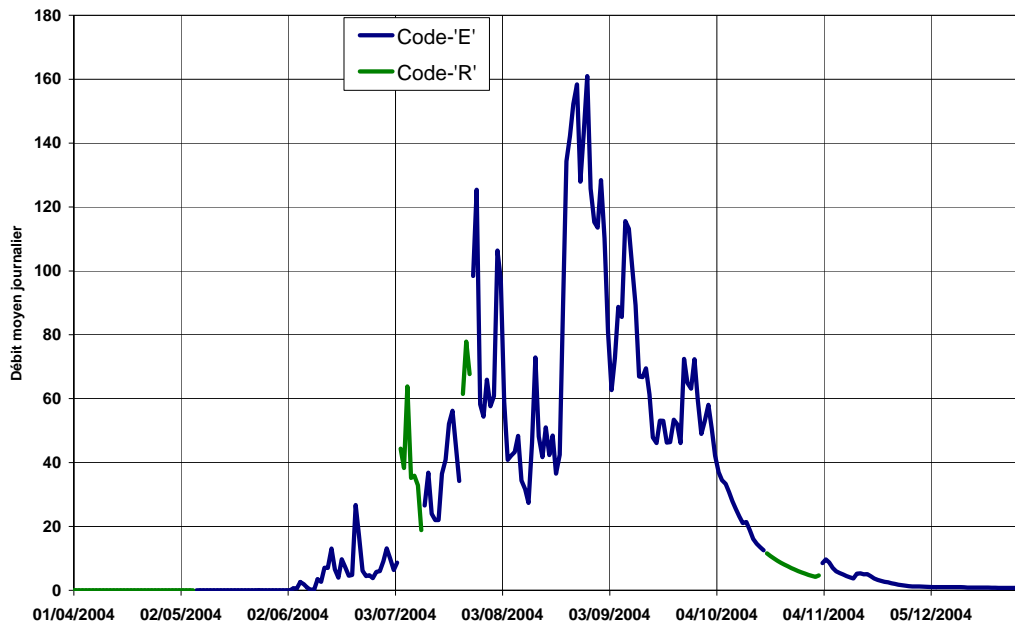


$$V_{2004} = 0.0020 \text{ km}^3$$

Commentaires : la saison 2003 semble avoir été exceptionnelle en terme de volume écoulé à cette station.

Ouémé à Aval Sani (AV)

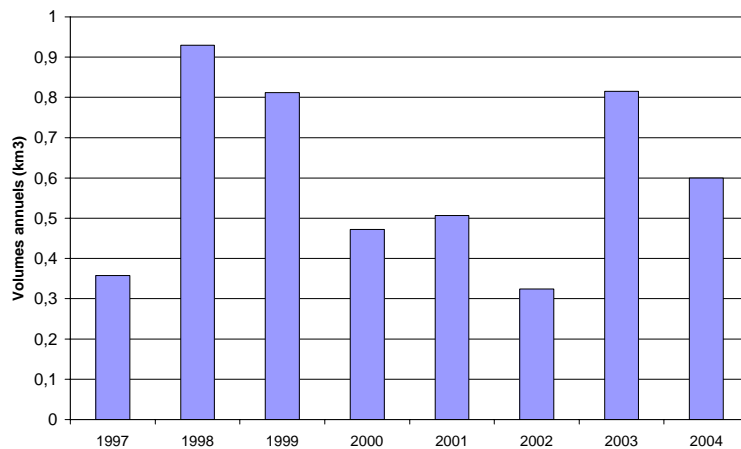
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 9.8%
- **Lacunes niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** reconstitution à partir des débits de l'Ouémé à Affon-pont (pas de temps 6h, $r^2=0.91$) du 04/07 au 10/07 puis du 22/07 au 24/07 (voir annexe1).
Reconstitution d'une partie du tarissement en fin de saison.
- **Commentaires :** les lacunes sont dues à des blocages du flotteur. Les reconstitutions de niveau 2 sont faites avec un bon coefficient de corrélation.

3. Volume écoulé annuel :

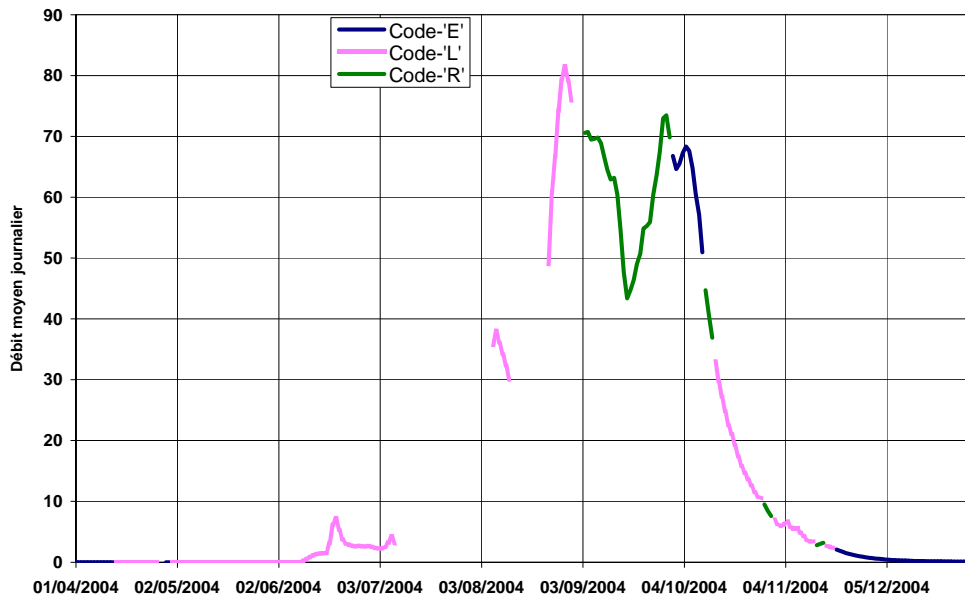


$$V_{2004} = 0.600 \text{ km}^3$$

Commentaires : 2004 apparaît comme une saison moyenne parmi les huit dernières années.

Yérou Maro à Barérou (BA)

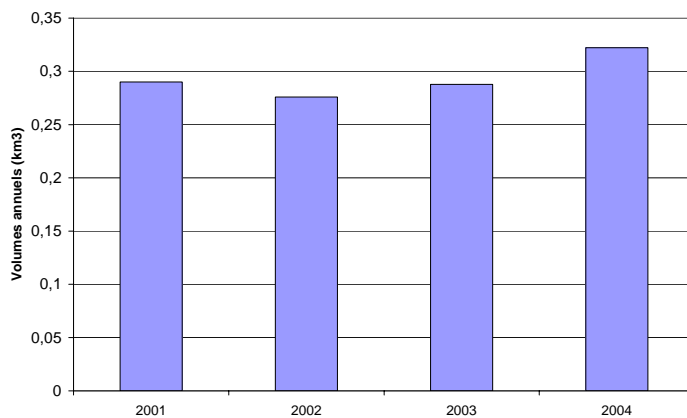
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 27.6%
- **Lacunes (niveau R2) :** 22.6%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison. Interpolation des débits pour 3 jours lors de la décrue.
- **Commentaires :** la partie reconstituée durant la période de hautes eaux est de niveau R1 (décalage systématique).
Il reste des lacunes après la reconstitution de niveau 2. Il s'agit des périodes où l'on ne dispose pas de données "lecteur". Aucune reconstitution par corrélation n'est possible pour cette station.
Les données "lecteur" sont de bonne qualité

3. Volume écoulé annuel :

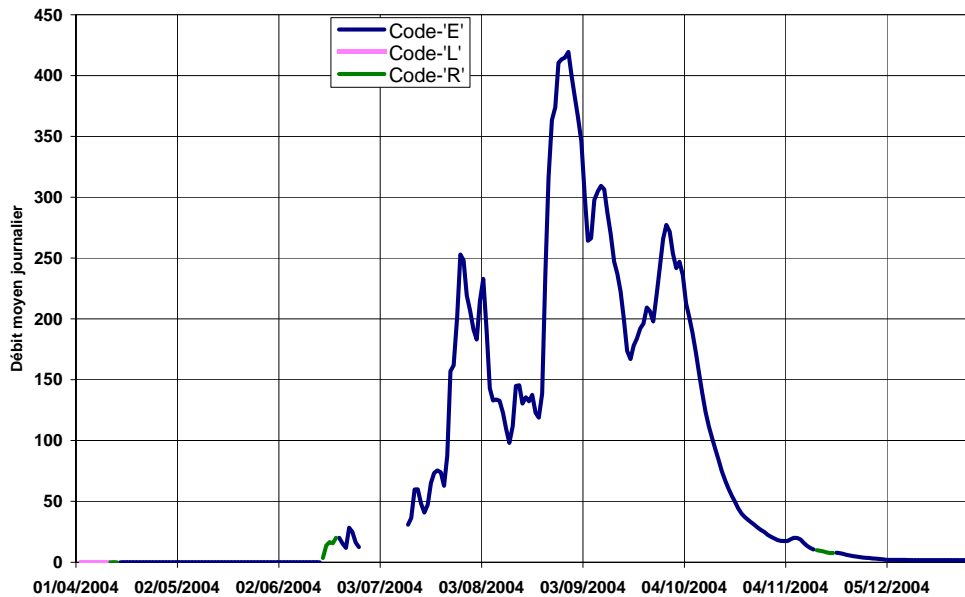


$$V_{2004} = 0.322 \text{ km}^3$$

Commentaires : les volumes écoulés à cette station sont à peu près constant pour les 4 dernières années. Le chiffre de 2004 est cependant sous estimé du fait des lacunes. Les données pour les années 1997 à 2000 présentent des lacunes qui rendent les comparaisons interannuelles difficiles.

Ouémé à Bétérou (BETE)

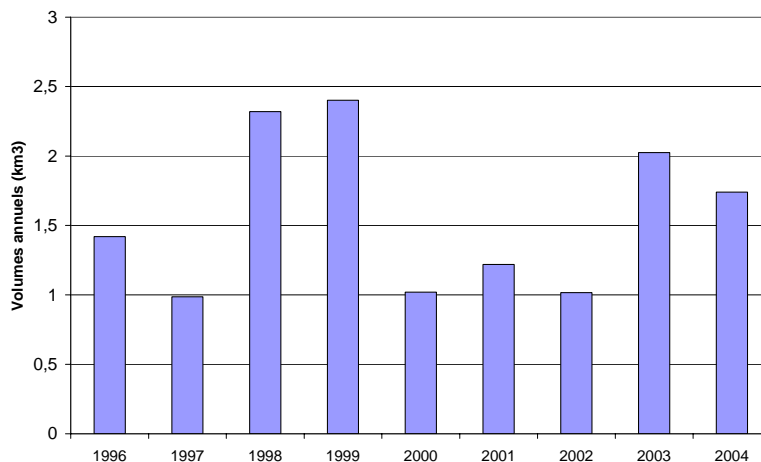
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 7.3%
- **Lacunes (niveau R2) :** 5.4%
- **Reconstitutions R2 :** interpolation des débits journaliers pour cinq jours durant la décrue.
- **Commentaires :** bon fonctionnement global de la station. Les 15 jours de lacune début juillet sont dus à un blocage du flotteur. Les données "lecteur" douteuses n'ont pas permis de combler cette lacune. Aucune reconstitution par corrélation n'est satisfaisante.

3. Volume écoulé annuel :

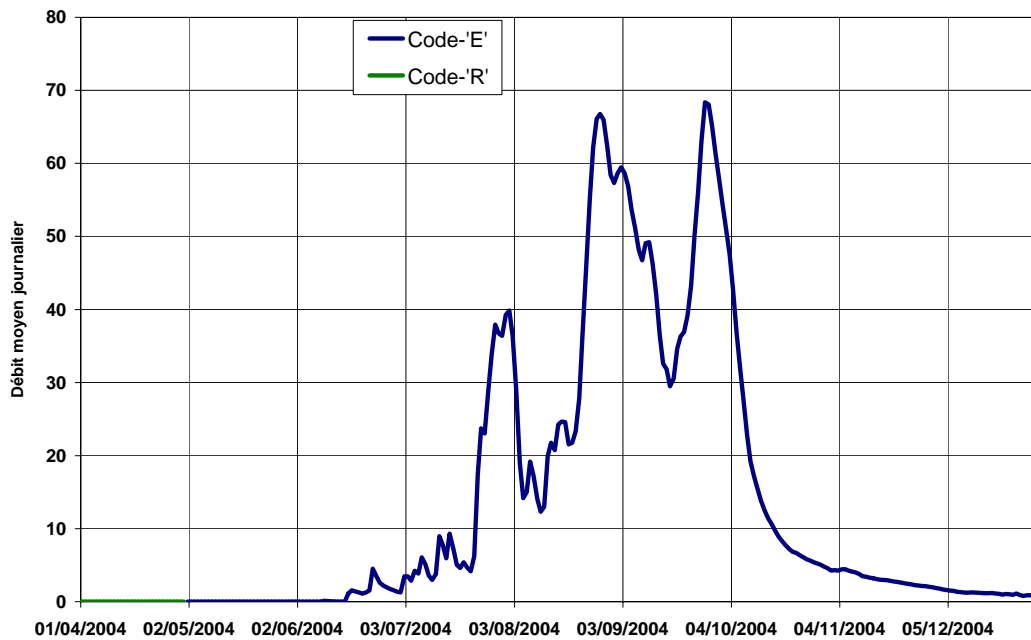


$$V_{2004} = 1.740 \text{ km}^3$$

Commentaires : La saison 2004 apparaît comme une saison plutôt humide dans la période 1994-2004. Le volume est légèrement sous estimé à cause des lacunes non reconstituées au début du mois de juillet.

Alpouro à Bori (BORI)

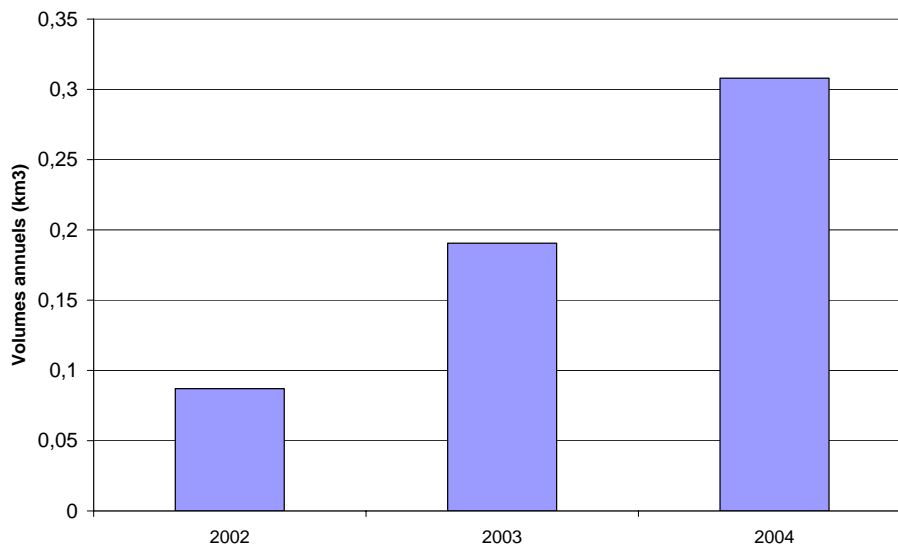
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 10.9%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe.

3. Volume écoulé annuel :

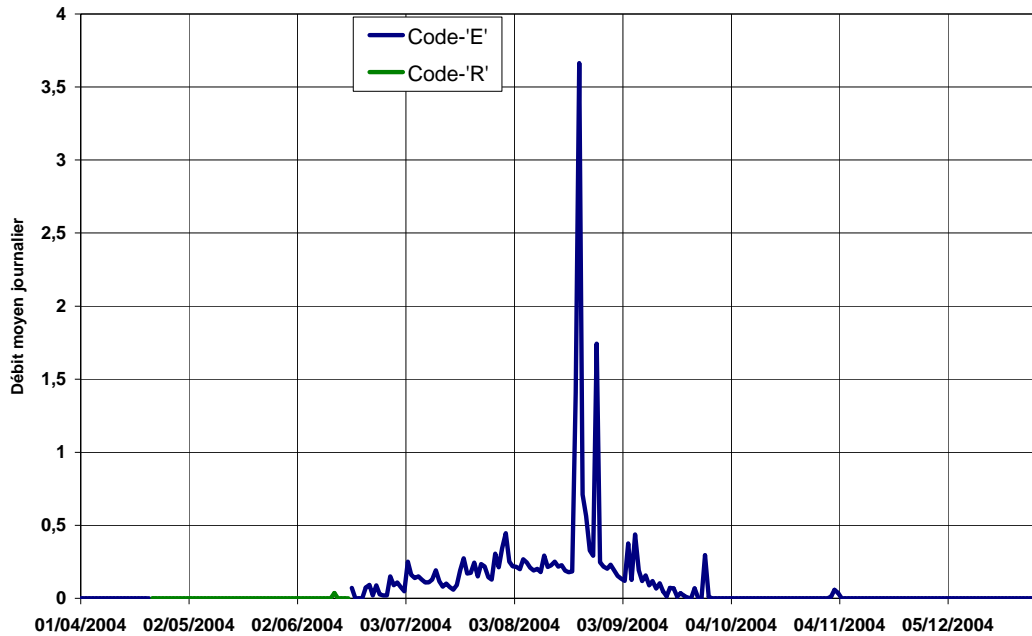


$$V_{2004} = 0.308 \text{ km}^3$$

Commentaires : le volume écoulé en 2004 est largement supérieur à celui de 2003 et environ trois fois plus important que celui de la saison 2002. Les années précédentes ne sont pas représentées car elles comportent trop de lacunes.

Bokpérou à Koko-Sika (BOK)

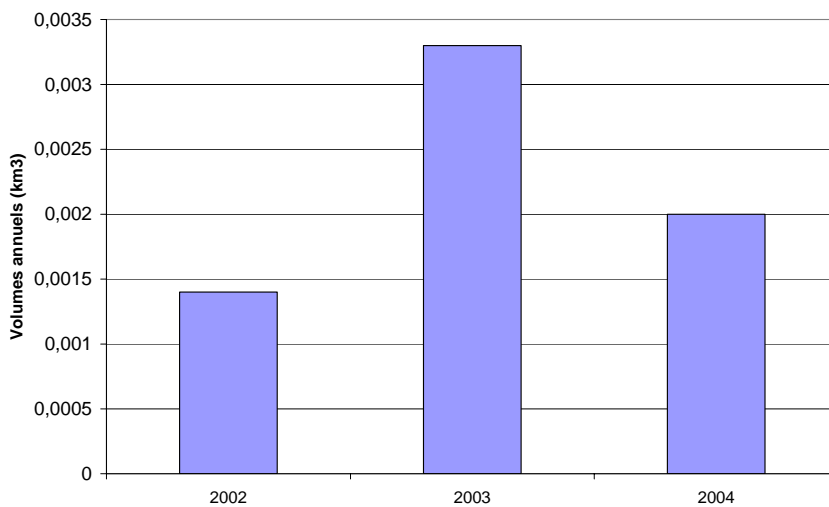
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 0%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** néant.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe

3. Volume écoulé annuel :

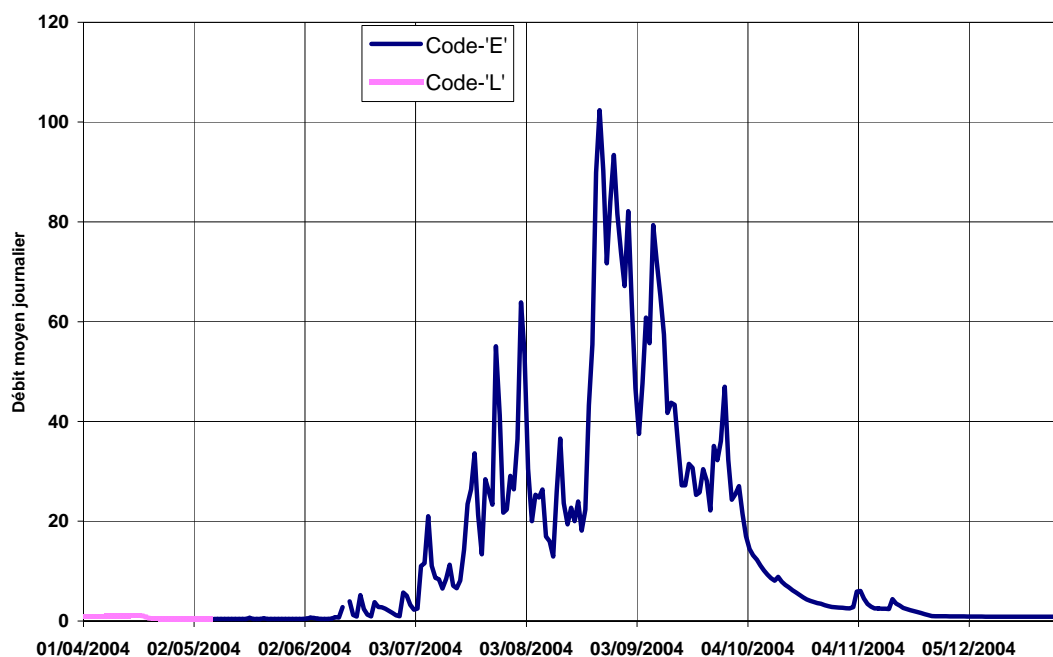


$$V_{2004} = 0.0020 \text{ km}^3$$

Commentaires : le volume écoulé en 2004 est nettement inférieur à celui de 2003.

Donga à Affon (DAF)

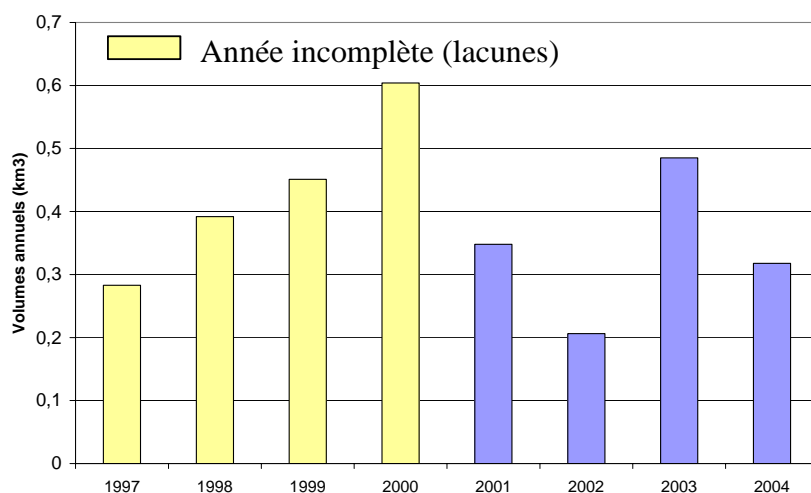
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 0%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** néant.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe.
La station est partiellement influencée par l'Ouémé en hautes eaux.

3. Volume écoulé annuel :

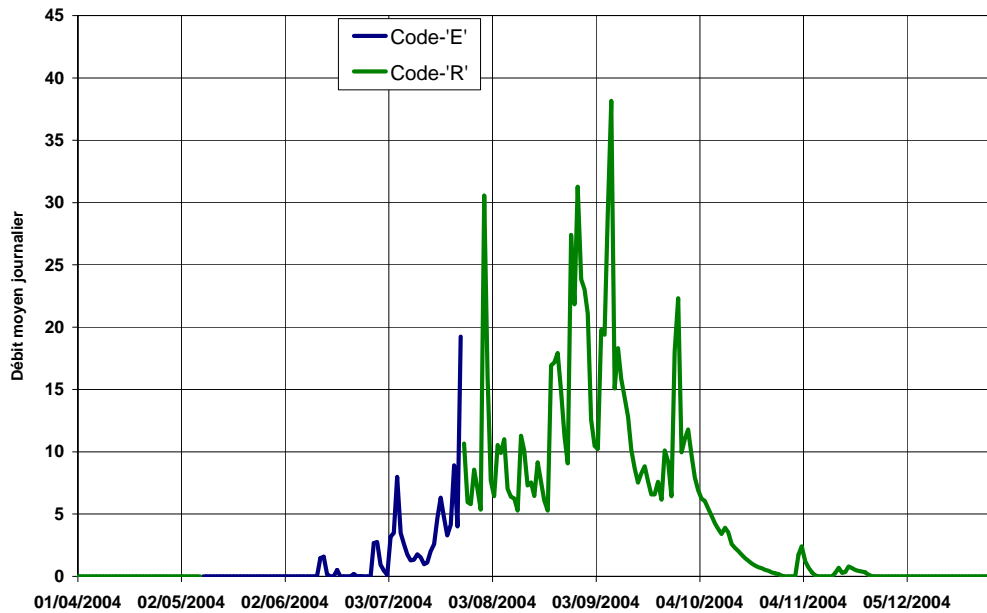


$$V_{2004} = 0.318 \text{ km}^3$$

Commentaires : les lacunes non reconstituées de 1997 à 2000 concernent essentiellement la saison sèche, les comparaisons interannuelles sont donc peu biaisées. Le volume écoulé en 2004 est plutôt faible au sein de la période disponible.

Donga au Pont (DON)

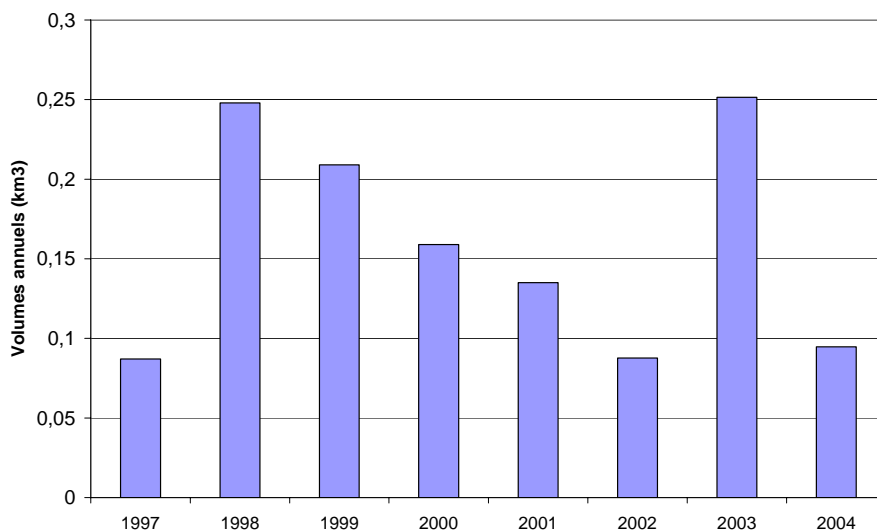
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 13.4%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement de la station. Pas de lecteur.
Les valeurs reconstituées durant la saison sont de niveau 1, l'appareil présentait un léger décalage par rapport aux contrôles.

3. Volume écoulé annuel :

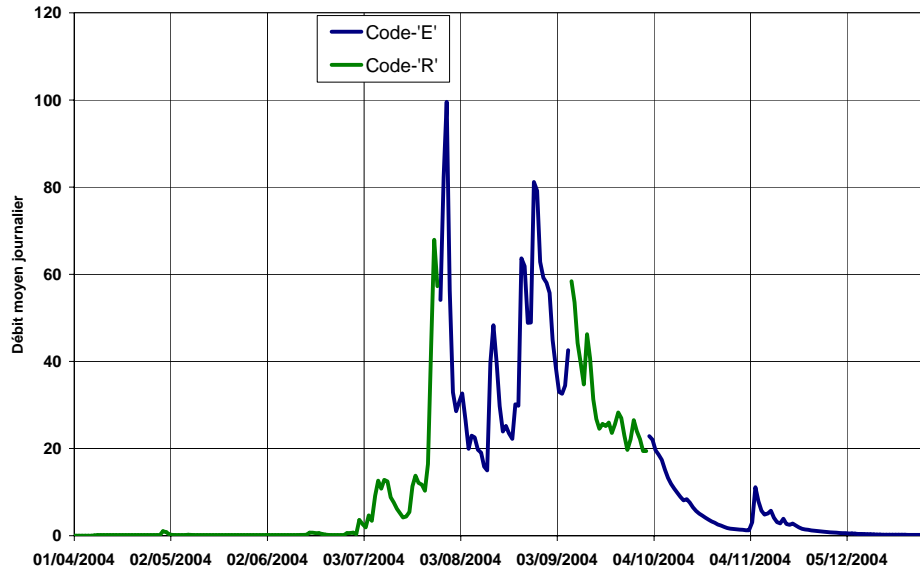


$$V_{2004} = 0.0947 \text{ km}^3$$

Commentaires : Le volume écoulé en 2004 est comparable à celui écoulé en 1997 et 2002, les deux années présentant les valeurs les plus faibles.

Térou à Igbomakoro (IGBO)

1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

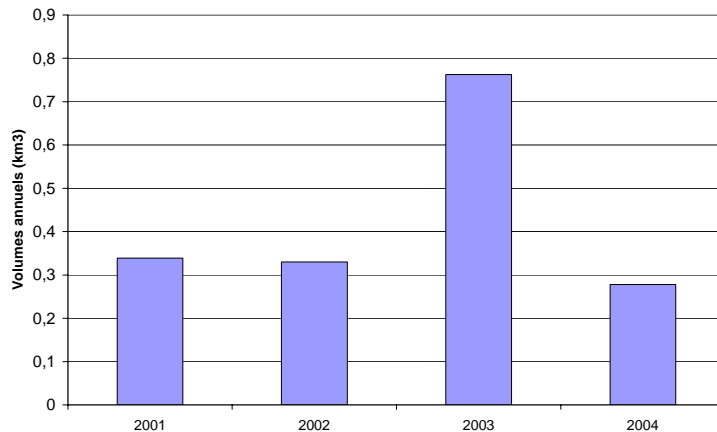
- **Lacunes (niveau R1) :** 2.5%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison

Commentaires : très bon fonctionnement du limnigraphe.

La plupart des reconstitutions sont effectuées au niveau 1. La poulie a été montée à l'envers en début de saison et on observe un décalage de un mètre au mois de septembre.

Les données lecteur sont lues sur la nouvelle échelle à laquelle il manque l'élément 300-399. Les graduations passent donc de 299 à 400 et il convient de retirer 100 cm aux valeurs supérieures à 299 cm.

3. Volume écoulé annuel :

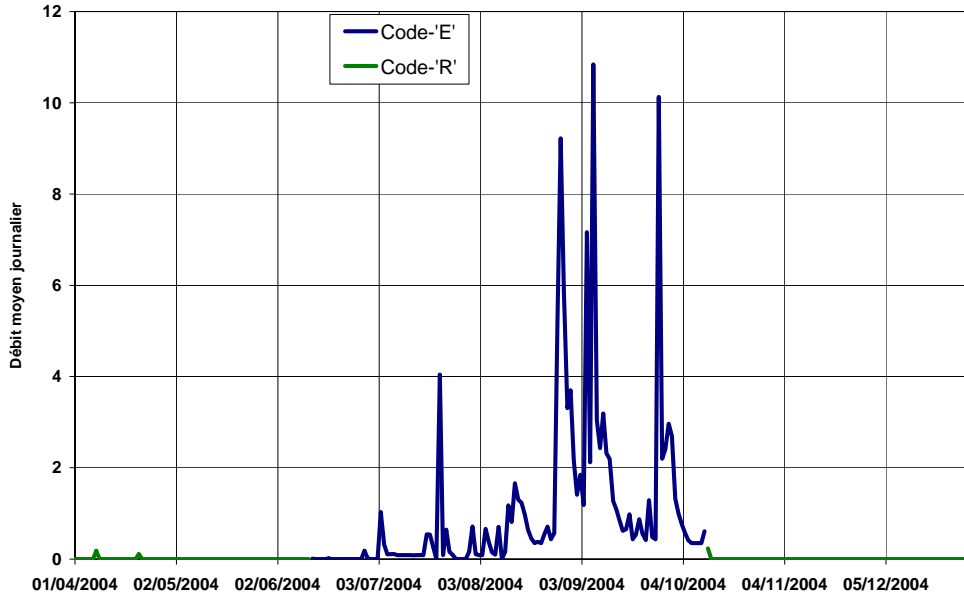


$$V_{2004} = 0.278 \text{ km}^3$$

Commentaires : Le volume écoulé en 2004 est le plus faible des quatre dernières années. Les années antérieures ne sont pas disponibles.

Donga au pont de la Route de Kolokondé (KOLO)

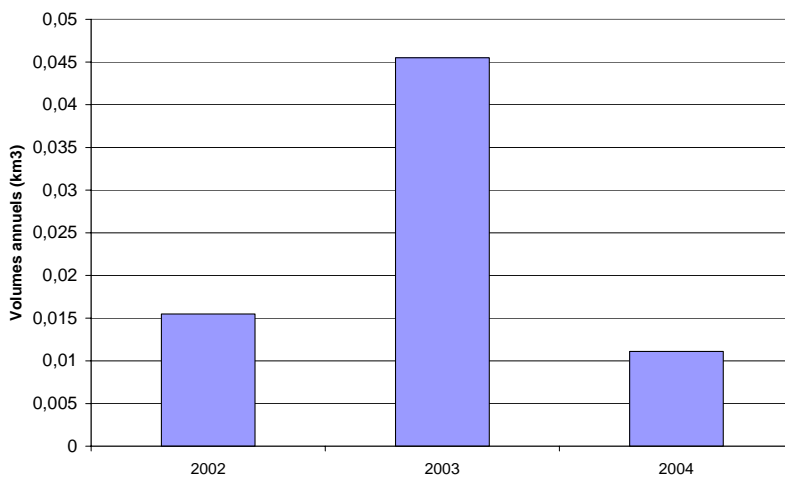
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** néant.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe.

3. Volume écoulé annuel :

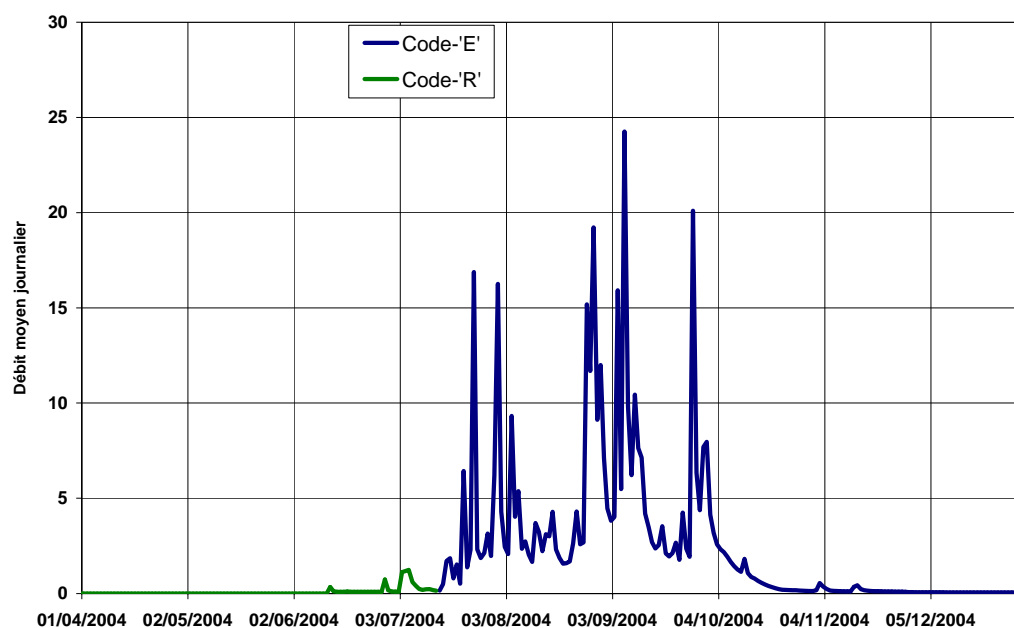


$$V_{2004} = 0.0111 \text{ km}^3$$

Commentaires : Le volume écoulé en 2004 est le plus faible observé depuis l'installation de la station.

Donga à Koua (KOUA)

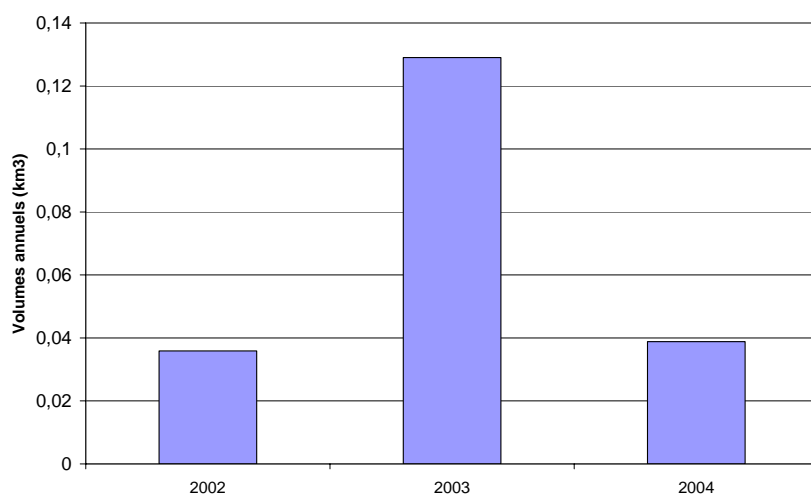
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 26.5%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe.

3. Volume écoulé annuel :

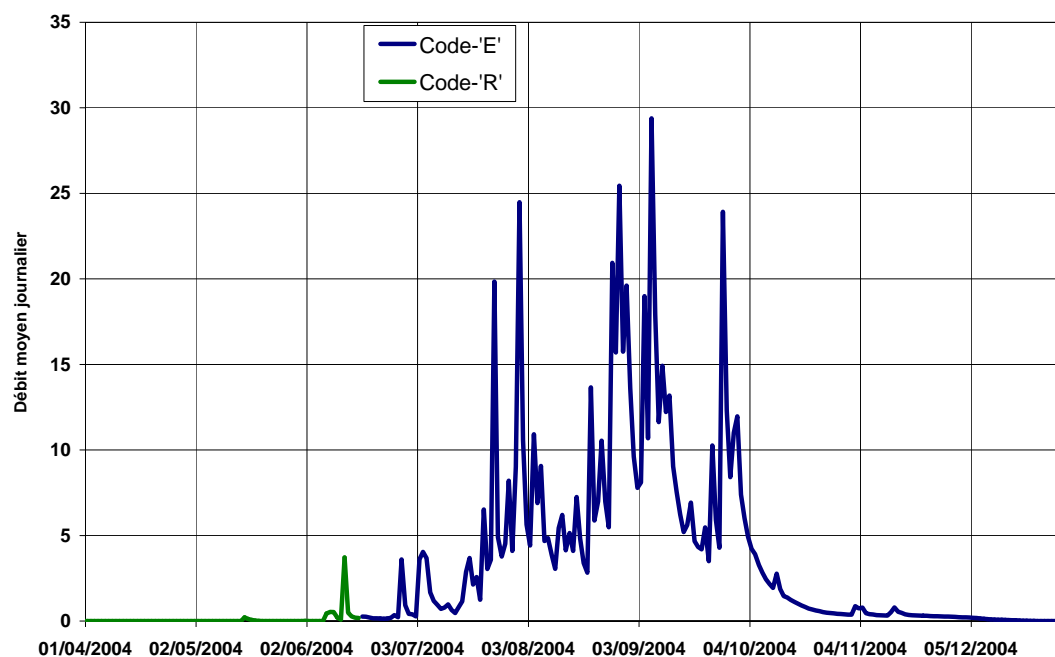


$$V_{2004} = 0.0388 \text{ km}^3$$

Commentaires : Le volume écoulé en 2004 est environ trois fois plus faible que celui observé en 2003 et comparable à celui de 2002.

Donga à Nékété (NEKE)

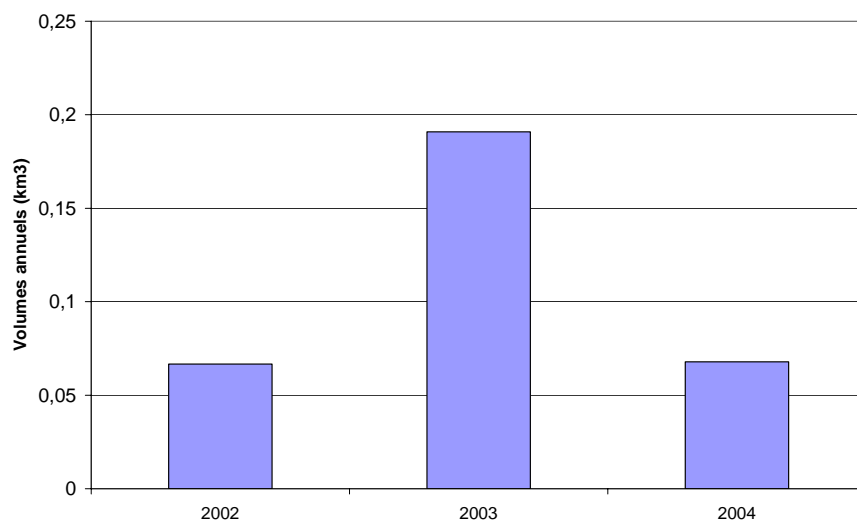
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 16.7%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison.
- **Commentaires :** bon fonctionnement du limnigraphe. Léger décalage de 4 cm du capteur en début de saison.

3. Volume écoulé annuel :

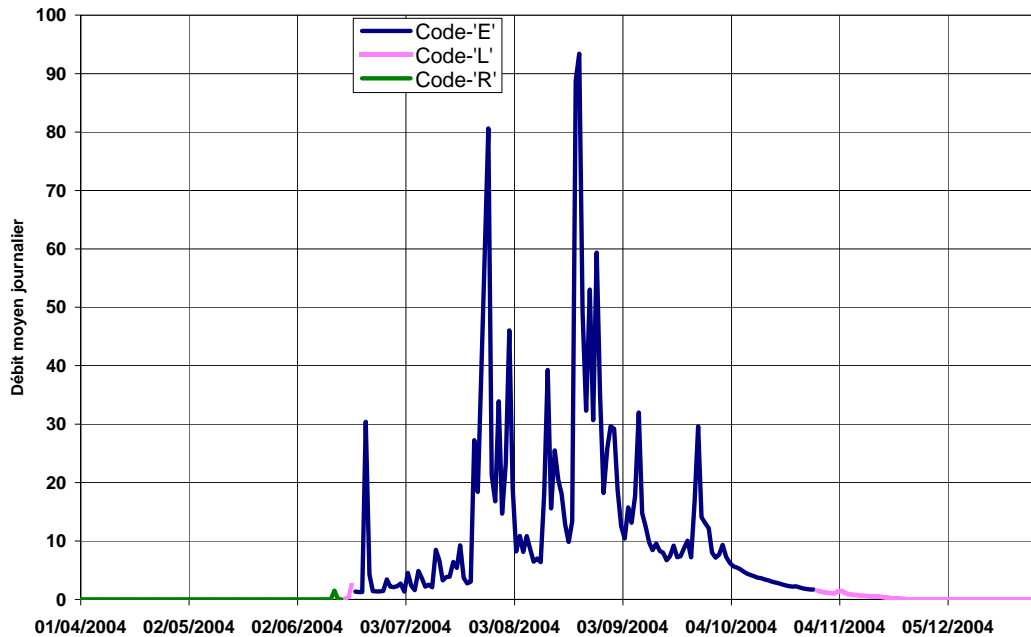


$$V_{2004} = 0.0679 \text{ km}^3$$

Commentaires : Le volume écoulé en 2004 est environ trois fois plus faible que celui observé en 2003 et comparable à celui de 2002.

Sani à Sani (SANI)

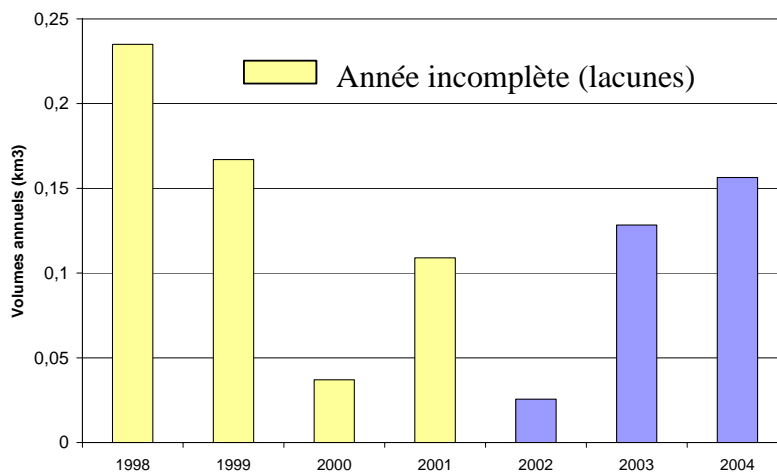
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** néant.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement du limnigraphe. Les données "lecteur" de bonne qualité ont permis d'avoir des données pour les quelques jours où l'enregistreur n'a pas fonctionné correctement.
- **Important :** contrôle aval très probable en période de crue de l'Ouéomé, obligeant à une grande prudence sur les débits de cette station.

3. Volume écoulé annuel :

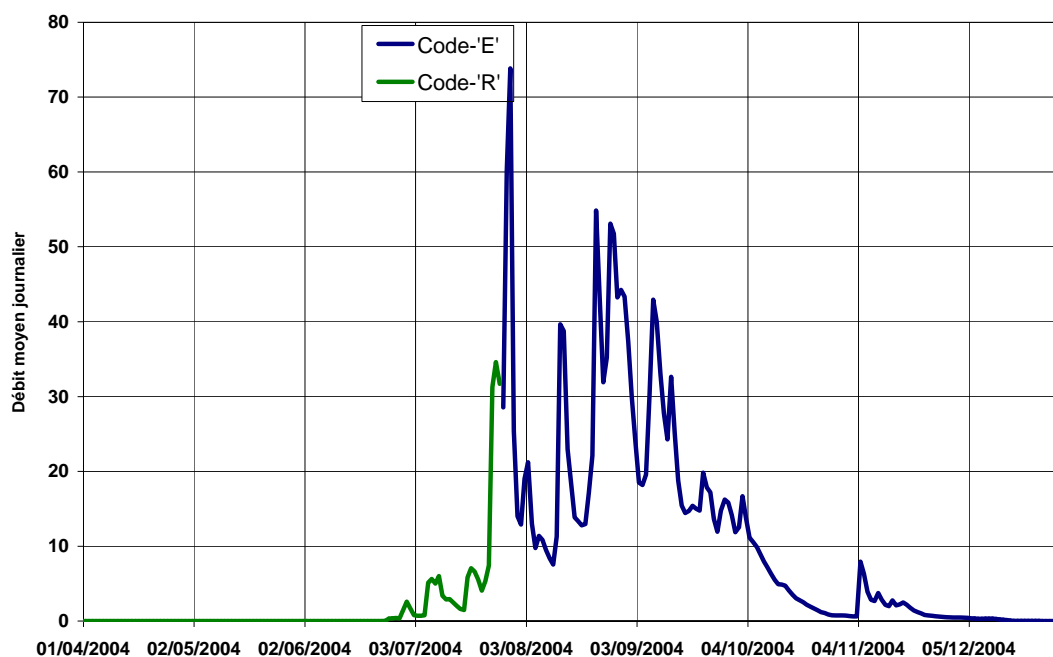


$$V_{2004} = 0.1564 \text{ km}^3$$

Commentaires : les lacunes non reconstituées de 1998 à 2000 concernent essentiellement la saison sèche, les comparaisons interannuelles sont donc peu biaisées. 2004 apparaît comme une saison humide avec un volume écoulé supérieur à 2003.

Térou à Sarmanga (SAR)

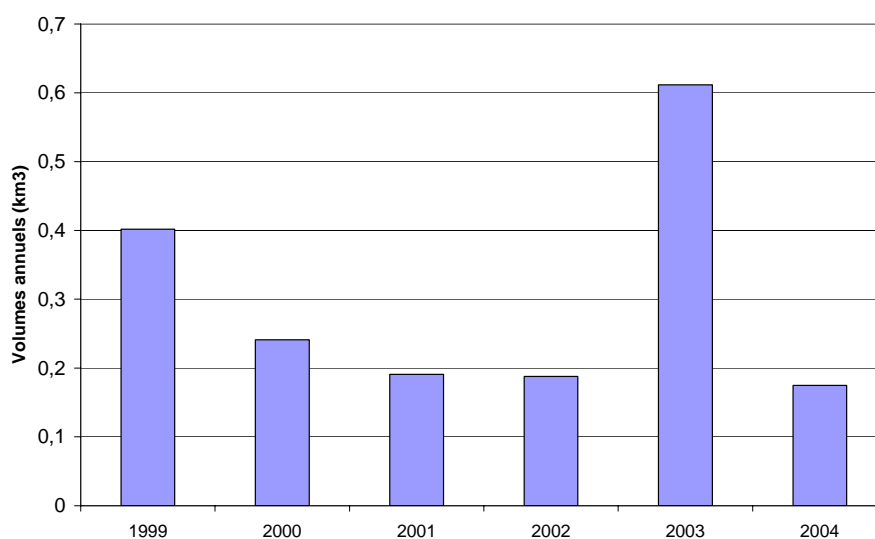
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 3.3%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison.
- **Commentaires :** très bon fonctionnement de la station. La poulie a été montée à l'envers en début de saison (d'où le code-'R').

3. Volume écoulé annuel :

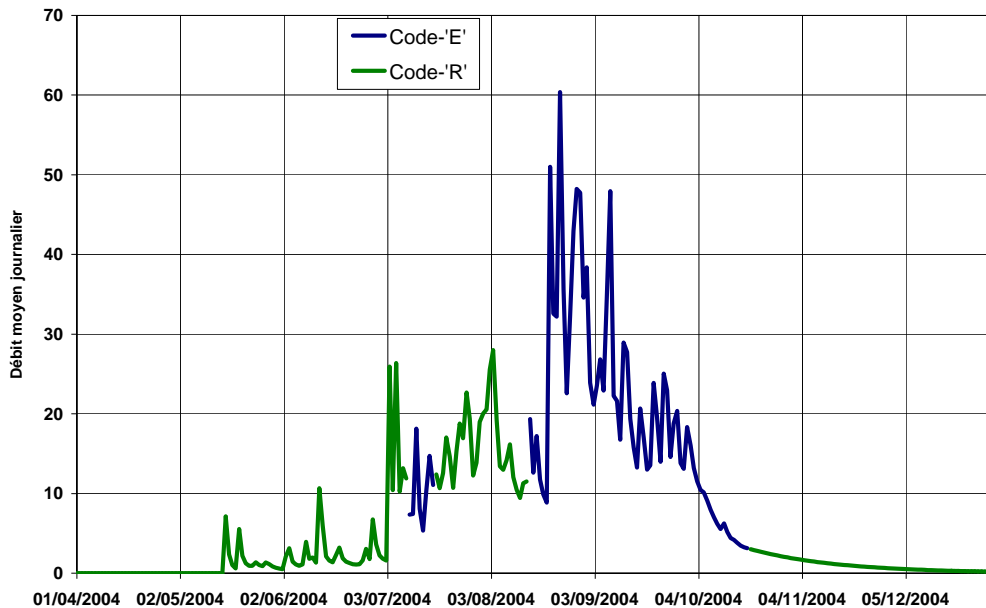


$$V_{2004} = 0.175 \text{ km}^3$$

Commentaires : le volume écoulé en 2004 est le plus faible des six dernières années. Il est plus de trois fois inférieur à celui de 2003.

Affon à Tébou (TEB)

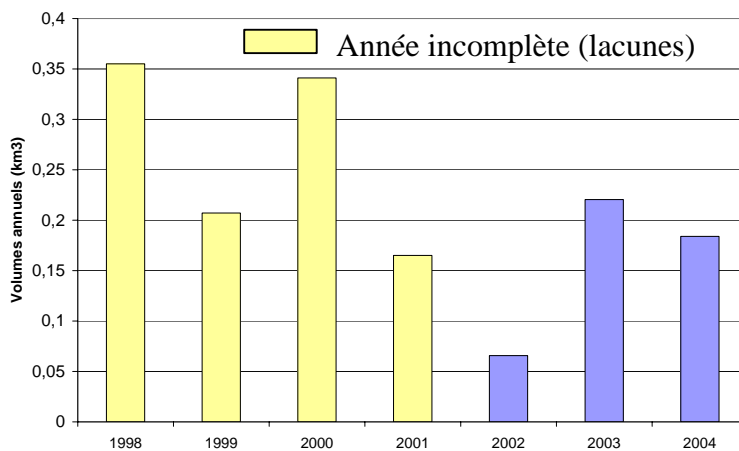
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 40%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison. Reconstitution à partir des débits de l'Ouémé à Affon-Pont 24 heures après (pas de temps 12h, $r^2 = 0.78$) du 17/07 au 13/08 (voir annexe 1). Reconstitution du tarissement en fin de saison.
- **Commentaires :** blocage du flotteur durant un mois au mois de juillet et à nouveau en fin de saison lors de la décrue.
Les données enregistrées en début de saison sont décalées de 315 cm, l'erreur de calage est du au fait que l'échelle commence à 300 cm.

3. Volume écoulé annuel :

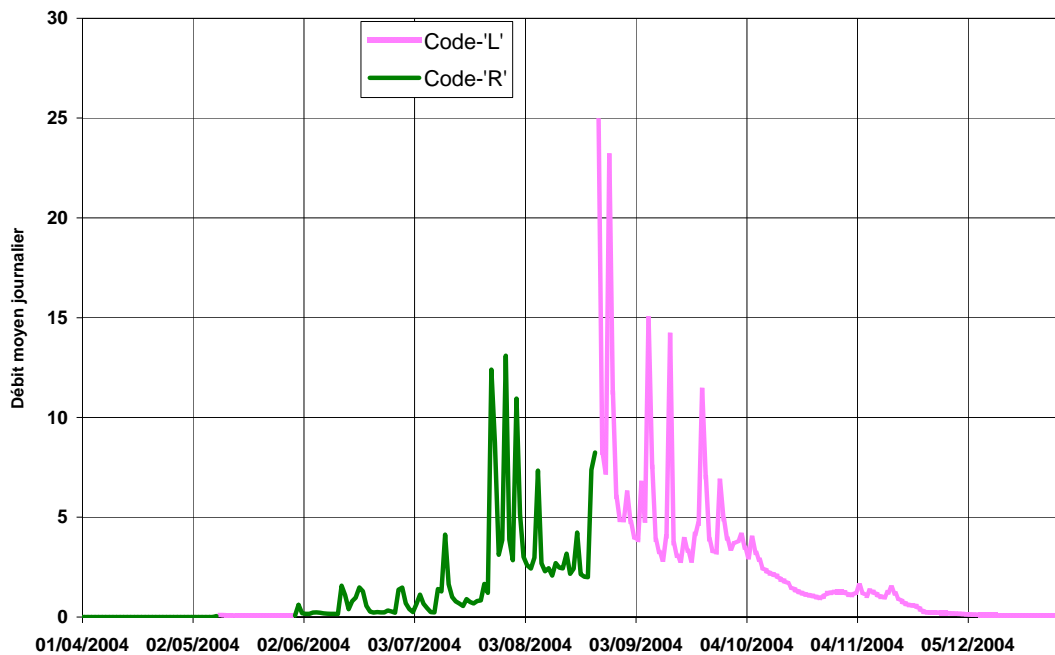


$$V_{2004} = 0.184 \text{ km}^3$$

Commentaires : les lacunes non reconstituées de 1998 à 2000 concernent essentiellement la saison sèche, les comparaisons interannuelles sont donc peu biaisées. 2004 apparaît comme étant une saison moyenne.

Wéwé à Wéwé (WEWE)

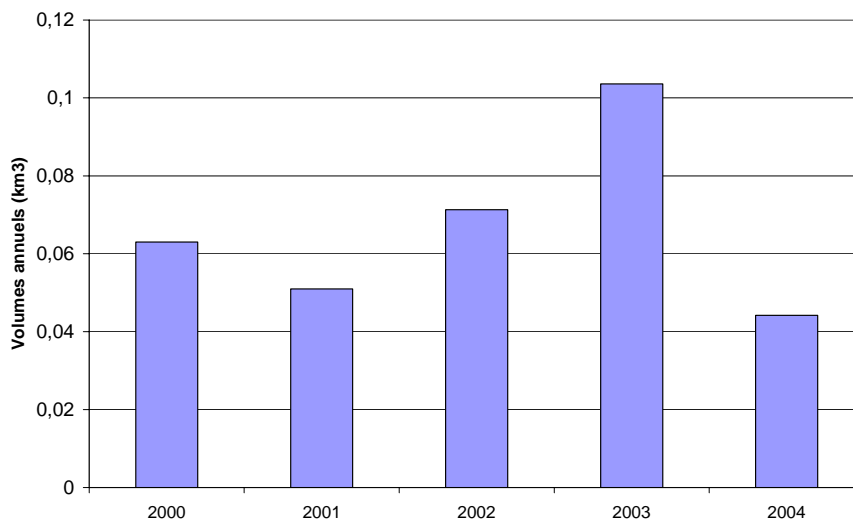
1. Hydrogramme des débits journaliers :



2. Critique des données :

- **Lacunes (niveau R1) :** 13.4%
- **Lacunes (niveau R2) :** 0%
- **Reconstitutions R2 :** hypothèse de débit nul en début de saison.
- **Commentaires :** bon fonctionnement de l'appareil jusqu'au 21/08. Le capteur est tombé en panne à cette date et n'a pas été remplacé. Les données "lecteur" de bonne qualité ont permis d'avoir des données durant le reste de la saison.

3. Volume écoulé annuel :



$$V_{2004} = 0.0442 \text{ km}^3$$

Commentaires : le volume écoulé en 2004 est le plus faible des cinq dernières années.

III. Bilan hydrologique et analyse de la saison sur l'OHHVO

Bilan hydrologique sur l'ensemble des sous-bassins

Pour chaque sous-bassin, les coefficients d'écoulement annuel ont été calculés.

Les lames précipitées ont été obtenues par krigeage des pluies décadaires disponibles aux stations pluviométriques du réseau CATCH, en moyennant les valeurs sur chaque bassin.

Les valeurs pour la Cote 238 ne sont pas disponibles car les débits ne sont pas calculés faute de courbe de tarage valable.

| Station | bassin | superficie(km2) | volume ecoulé(km3) | lame écoulée(mm) | lame précipitée(mm) | coef.d'écoulement(%) |
|---------|------------|-----------------|--------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| ARA | Donga | 12,8 | 0,002029 | 159 | 1060 | 15,0 |
| BOK | Donga | 17,4 | 0,001984 | 114 | 1345 | 8,5 |
| DAF | Donga | 1330 | 0,31768 | 239 | 1132 | 21,1 |
| DON | Donga | 586 | 0,09468 | 162 | 1113 | 14,5 |
| KOLO | Donga | 105 | 0,01111 | 106 | 1084 | 9,8 |
| KOUA | Donga | 292 | 0,038826 | 133 | 1083 | 12,3 |
| NEKE | Donga | 409 | 0,067879 | 166 | 1112 | 14,9 |
| AFP | Ouémé | 1165 | 0,22336 | 192 | 1176 | 16,3 |
| AV | Ouémé | 3283 | 0,600228 | 183 | 1147 | 15,9 |
| BETE | Ouémé | 10050 | 1,74042 | 173 | 1170 | 14,8 |
| TEB | Ouémé | 515 | 0,183889 | 357 | 1202 | 29,7 |
| Cote238 | Térou | 3133 | | | 1132 | |
| IGBO | Térou | 2334 | 0,277809 | 119 | 1170 | 10,2 |
| SAR | Térou | 1378 | 0,174774 | 127 | 1185 | 10,7 |
| WEWE | Wéwé | 293 | 0,044172 | 151 | 954 | 15,8 |
| BA | Yérou Maro | 2162 | 0,322174 | 149 | 1193 | 12,5 |
| AG | Aguimo | 402 | 0,027101 | 67 | 1017 | 6,6 |
| BO | Alpouro | 1607 | 0,30796 | 192 | 1163 | 16,5 |
| SANI | Sani | 745 | 0,156387 | 210 | 1149 | 18,3 |

Tableau 2 : Bilan hydrologique aux différentes stations pour l'année 2003

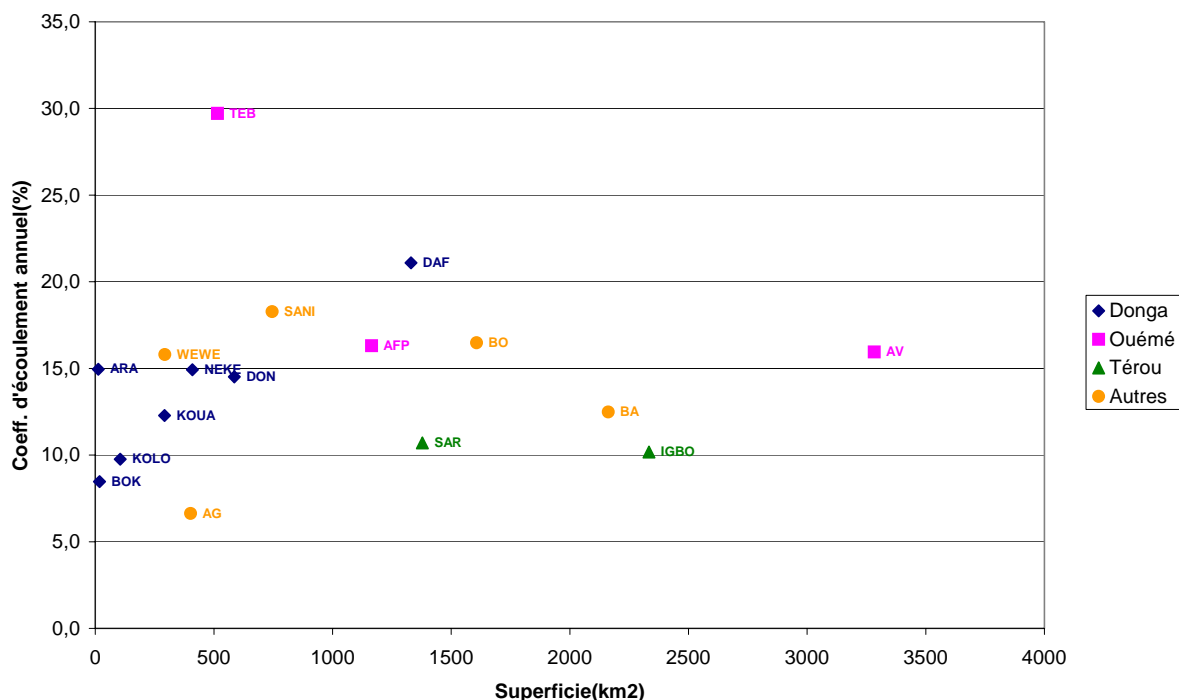


Figure 2 : coefficients d'écoulement annuels en fonction de la superficie des bassins. Les stations sont regroupées par rivière.

Pour l'année 2004, les stations du bassin de la Donga présentent des coefficients du même ordre que ceux rencontrés dans les autres bassins contrairement à l'année 2003 où ils étaient plus élevés.

Les coefficients d'écoulement se situent pour la plupart d'entre eux entre 10 et 20%.

La station de Tébou présente une valeur, très forte par rapport aux autres station, de l'ordre de 30%

Analyse de la saison 2004

On effectue ici un bref bilan de la saison à partir des écoulements de l'Ouémé à Bétérou, dont le bassin couvre 10050 km² sur les 14280 km² de l'OHHVO. La station de Bétérou a l'avantage d'être suivie depuis 1952.

Il a été montré que l'on pouvait décomposer la période 1952-1996 en une période « humide » (1952-1970) et une période sèche (1971-1996). On va comparer les lames décadaires précipitées et écoulées, cumulées sur l'année 2003, aux moyennes obtenues sur les 2 périodes.

1. Précipitations

Nous avons calculé les lames d'eau précipitées sur le bassin à partir de 3 stations pluviométriques suivies sur toute la période 1952-2003 (Bembéréké, Parakou, et Djougou).

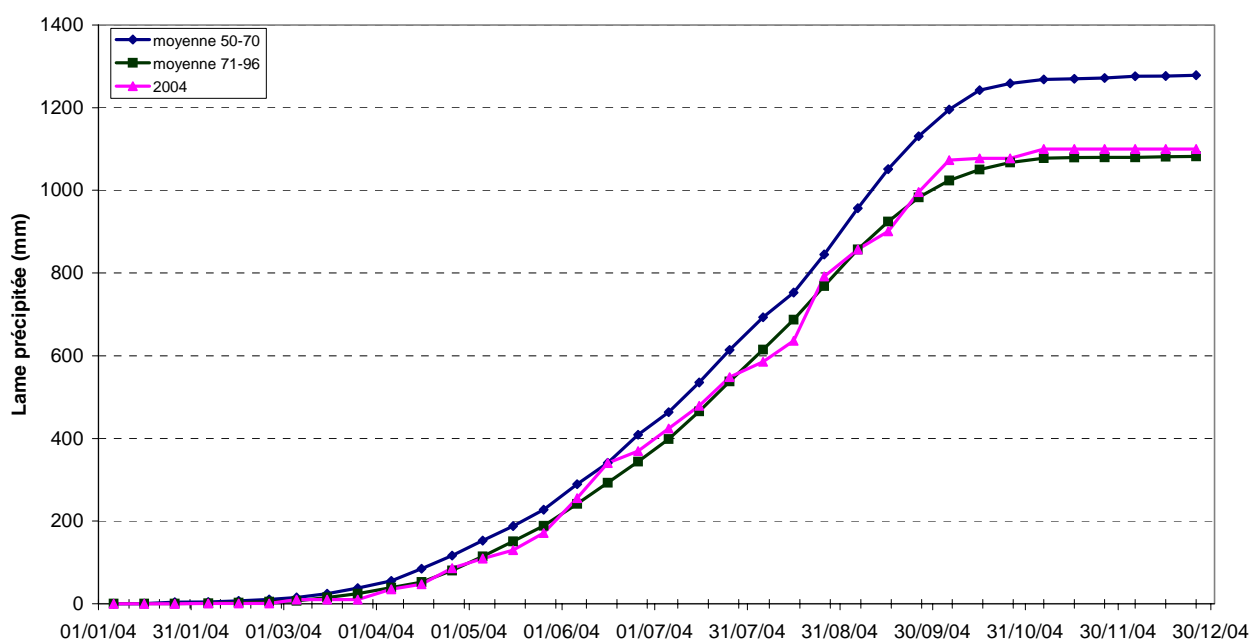
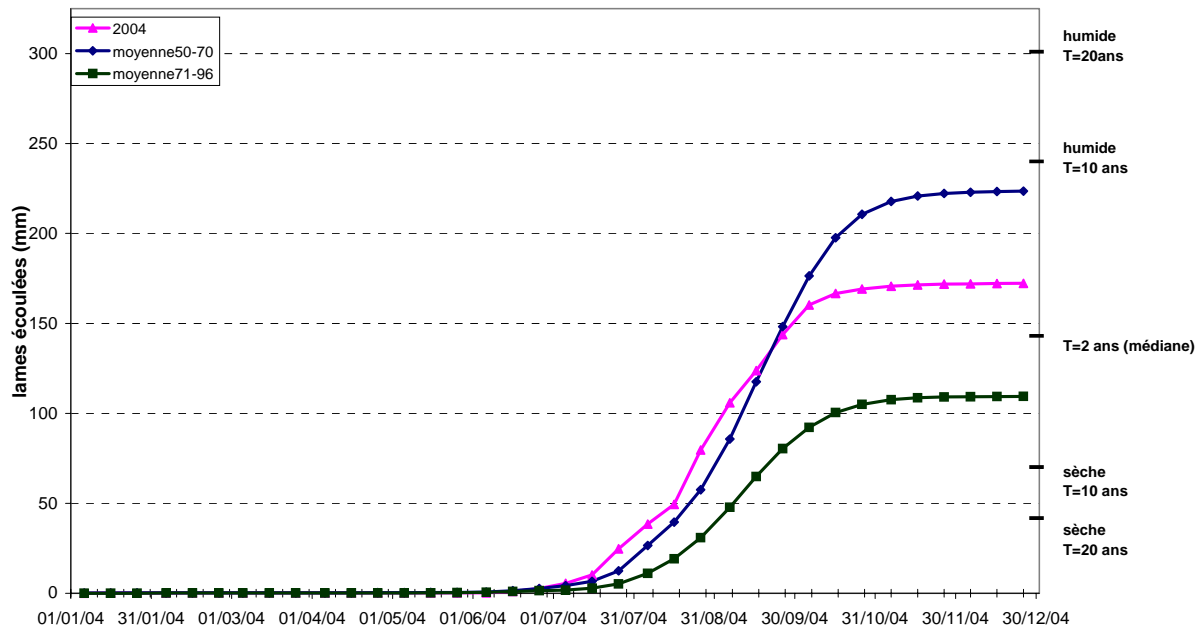


Figure 3 : lames précipitées décadaires cumulées sur le bassin de Bétérou.

La saison des pluies 2004 s'inscrit bien dans la moyenne calculée sur la période 1971-1996. En comparant la variation du cumul avec la moyenne, on visualise trois périodes plutôt pluvieuses : début juin, mi juillet et début octobre, et une période moins pluvieuse début août. Le cumul annuel est très légèrement supérieur à la moyenne de la période sèche.

2. Ecoulements



Les écoulements de la saison ont été largement excédentaires dès le début de saison.
 On remarque notamment un écoulement très important en début de saison
 Le cumul annuel est nettement supérieur au cumul moyen de la période 1971-1996.

A partir de l'ajustement de la loi des fuites effectué sur les écoulements de Bétérou (entre 1952 et 1984) dans la monographie du Bénin (« Les ressources en eaux superficielles de la république du Bénin », Le Barbé et al., 1993), on peut dire que l'année 2004 est une saison un peu plus humide que la moyenne avec un temps de retour d'environ 3 ans.

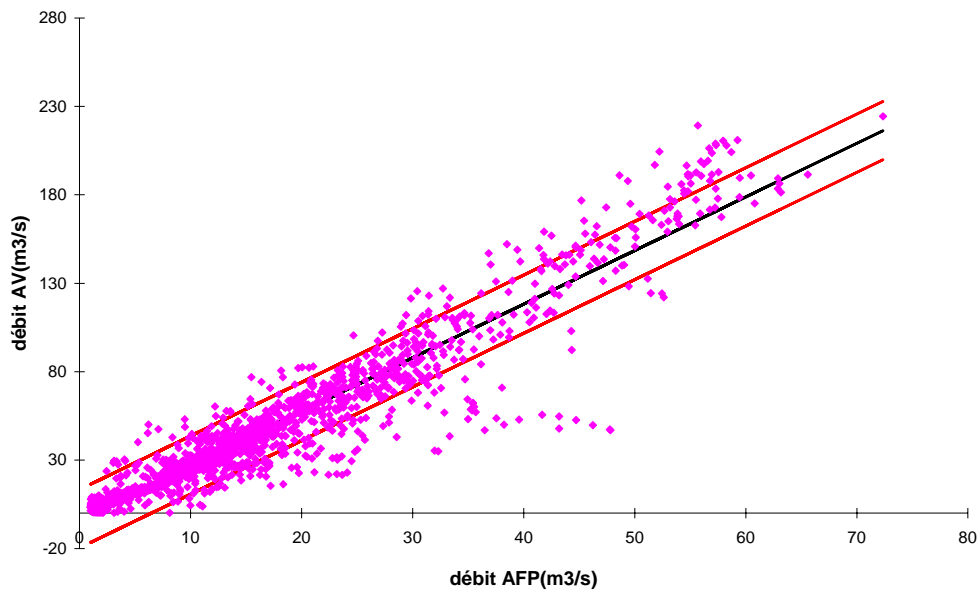
Annexe 1: Corrélations utilisées pour la reconstitution des débits en 2004

Aval Sani avec Affont-pont

Données : débits calculés au pas de temps de 6 heures

Equation : $AFP = -3.14 + 3.03 \times AV$

Coefficient de détermination : $R^2 = 0.91$



Tébou avec Affon-Pont 24 heures après

Données : débits calculés au pas de temps de 12 heures

Equation : $TEB = -1.01 + 0.78 \times (AFP-24h)$

Coefficient de détermination : $R^2 = 0.78$

