



• Contact : [c4f@cirad.fr](mailto:c4f@cirad.fr)

• [www.cocoa4future.org](http://www.cocoa4future.org)

## CARACTÉRISER ET PRÉCISER LES SYNERGIES ENVIRONNEMENTALES AUTOUR DE L'USAGE DE L'EAU LIÉES AU DÉVELOPPEMENT DE LA PISCICULTURE

**Auteurs :** Marc Oswald<sup>1,2</sup>, Alassane Traoré<sup>3,4</sup>, Barbara Bentz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ADI- Suds – Istom, 4 rue Joseph Lakanal, 4900 Angers,

<sup>2</sup> APDRA Pisciculture Paysanne, 20 rue Ampère, 91300 Massy

<sup>3</sup> Département de géographie, Université Alassane OUATTARA, BP v18, Bouaké 01- Côte d'Ivoire

<sup>4</sup> APDRA Pisciculture Paysanne-Côte d'Ivoire, 10 BP 410 Abidjan 10

### INTRODUCTION

Depuis le milieu des années 1990, en Côte d'Ivoire, une pisciculture familiale de vente, décrite comme une activité de diversification de la cacaoculture, s'est développée au centre-ouest de la zone de cacaoculture. Les premiers foyers de développement de cette pisciculture en étangs barrages ont été observés autour de Sinfra, au nord-ouest de Daloa et au sud-ouest de Gagnoa. Cette intégration offre de nombreuses complémentarités. En premier lieu, les étangs sont installés dans les bas-fonds, espaces délaissés par les cacaoculteurs. En second lieu, l'approvisionnement en viande et en poissons n'étant classiquement assuré que par achat, de nouvelles sources de revenus sont tirées de besoins locaux et sécurisent la trésorerie du ménage. En troisième lieu, la pisciculture améliore l'autosuf-

finance alimentaire de la famille en garantissant une source de protéines de qualité. Enfin, le calendrier des travaux piscicoles est relativement ajustable au cours de l'année et n'entre pas en compétition avec le celui de la cacaoculture ; par exemple, les cycles d'élevage piscicoles peuvent être agencés afin de choisir la période de récolte et de vente. Dans les foyers de développement les plus importants, des organisations pour coordonner la vente entre pisciculteurs se sont mises en place au sein de coopératives ou d'organisations de cacaoculteurs, spontanément ou en réponse à des incitations de projets.

Au-delà, l'analyse du discours des acteurs montre d'autres synergies au niveau environnemental, justifiées par des observations empiriques. Le développement des étangs barrages a ainsi permis la pratique de la riziculture inondée,

**Cocoa4Future**

Un projet de recherche en partenariat pour contribuer à la transition agro-écologique et organisationnelle de la cacaoculture ouest-africaine



ESA/INP-HB  
BP 1093  
Yamoussoukro  
Côte d'Ivoire



[c4f@cirad.fr](mailto:c4f@cirad.fr)



libérant les espaces de coteaux pour d'autres cultures vivrières ou pérennes. Cela entraîne des effets sur les nappes phréatiques (remontées de l'eau dans les puits), un enrichissement des parcelles de bas-fonds aménagées (meilleure fertilité) et une modification de l'environnement végétal périphérique aux étangs (transformation de paysages de savane en paysages forestiers dans certaines parcelles périphériques au bas-fond).

Néanmoins, des problèmes de disponibilité en eau, parfois accrus par une irrégularité des précipitations, interrogent la durabilité de ces effets *a priori* positifs.

C'est donc pour lever ces doutes qu'une étude a été conduite de 2021 à 2025, dans le cadre du projet Cocoa4Future et d'une thèse de doctorat. Cette dernière a eu pour ambition de caractériser et de préciser les synergies environnementales autour de l'usage de l'eau qu'entraîne le développement de cette pisciculture, ceci en interrogeant les relations des nappes superficielles des espaces agricoles périphériques aux aménagements (souvent des cacaoyères) avec les ressources superficielles en eau dans les étangs et les nappes associées. Ces travaux de recherche, dont les principaux résultats font l'objet de cette note de synthèse, traitent donc de l'influence des aménagements piscicoles sur les fluctuations de la nappe d'eau superficielle.

Cette étude a été initiée à partir de l'hypothèse classique que les ressources superficielles en eau au niveau des têtes de bas-fonds dépendent des pluies qui alimentent les ruissellements de surfaces et les nappes superficielles. Les principales questions que s'est posée l'étude sont :

- Quelles sont les interactions pluies-nappes de surface dans les bas-fonds au cours de l'année ?
- Comment fonctionnent les étangs barrages au fil des saisons au sein de ce système hydrologique, et quelle est la nature de leur relation avec les nappes de surface ?
- Quels sont les effets du fonctionnement de ces étangs sur les ressources en eau dans les espaces périphériques ?
- Des recommandations peuvent-elle être formulées quant à la conception et la gestion de ces étangs, ceci en tenant compte du changement climatique ?

## MÉTHODOLOGIE

Pour conduire cette étude, un dispositif a été mis en place dans trois villages (Bediala, Sinfra et Méagui) présentant un gradient climatique nord-sud (figure 1).

Neuf retenues (à raison de trois par village) ont été identifiées et ont ainsi constitué le réseau de suivi et d'observations. Grâce à un dispositif de plus d'une centaine de piézomètres, complété par quelques limnimètres et pluviomètres, les fluctuations quotidiennes de l'eau dans le sol (figure 2) et dans les retenues ainsi que les précipitations ont été observées. Sur chaque site, les différences d'altitude entre chaque piézomètre et limnimètre ont été mesurées afin d'avoir localement une représentation spatiale précise des niveaux d'eau respectifs mesurés (figure 4). Les sols concernés ont été aussi analysés et les surfaces d'alimentation de la pluie associées à chaque aménagement estimées.

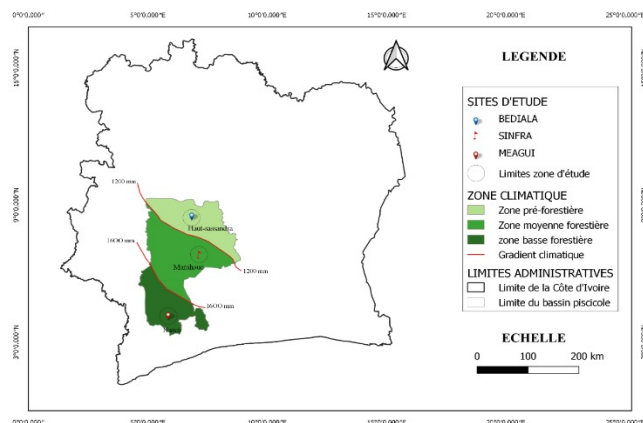


Figure 1. Localisation des trois villages retenus.



Figure 2. Mesure du niveau d'eau dans un piézomètre par le propriétaire de l'étang (à droite). Limnimètre installé sur le moine pour la lecture du niveau d'eau (à gauche). © Alassane Traoré



Figure 3. Mesure du niveau d'un piézomètre à l'aide d'un niveau de chantier pour déterminer les différences de niveau avec les autres équipements de mesure du site. © Alassane Traoré



La base de données ainsi constituée a permis d'avoir un recul sur une année entière (janvier à décembre 2023). La mobilisation de différents outils statistiques a permis d'identifier les corrélations existantes entre les niveaux d'eau et le sens des flux correspondants. Des mobilisations complémentaires d'images satellites et de modèles numériques de terrain ont

complété les outils mobilisés. En particulier, elles ont permis de déterminer les aires d'alimentation correspondant à la surface de collecte des eaux pluviales de ruissellement ou d'infiltration qui s'écoulent par gravité en surface ou de façon souterraine vers le point de vidange des étangs barrages étudiés (figure 4).

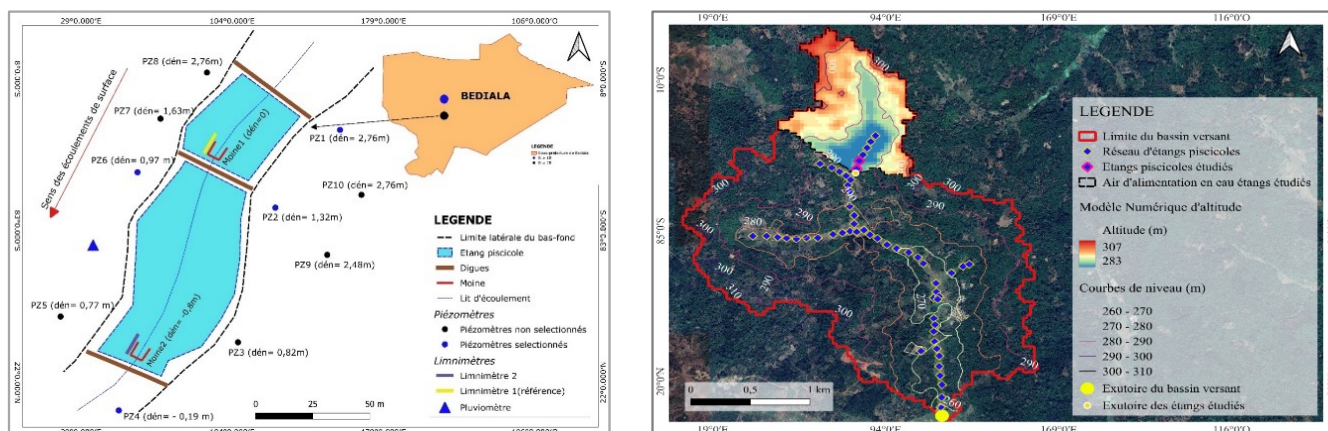


Figure 4. Dispositifs de recueil des données hydro-climatiques sur un site à Bédiala (à gauche) et cartographie de l'aire d'alimentation déterminée (à droite).

La ligne rouge représente la limite du grand bassin versant auquel s'intègre l'aire d'alimentation du site. Les losanges bleus, sont les étangs barrages identifiés au sein de ce bassin versant. Les deux étangs suivis étaient intégrés à une chaîne d'étangs (étangs se vidant les uns dans les autres).

## RÉSULTATS

Plusieurs résultats issus de cette thèse étaient plus ou moins attendus, à savoir :

- une hétérogénéité des précipitations avec un gradient croissant du nord au sud de la zone d'étude ;
- un fonctionnement des aménagements piscicoles assez classique au sud de la zone d'étude, reposant sur des débits de nappe quasi-continus et des sols assez argileux, ce qui rejoint les situations usuellement préconisées pour l'aménagement d'étangs.

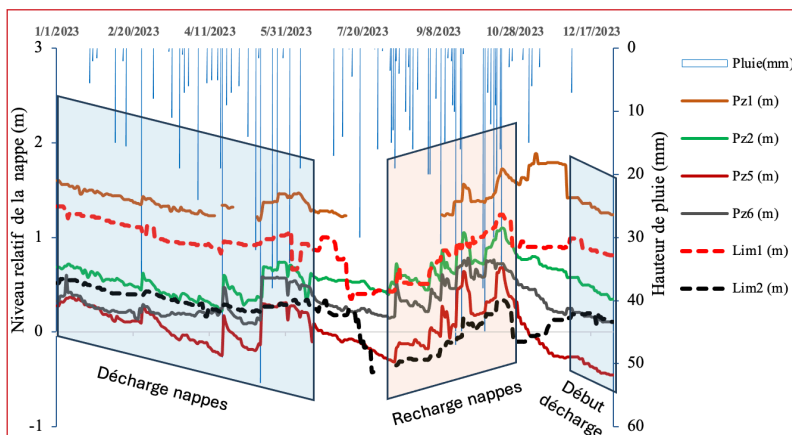
D'autres résultats se sont avérés toutefois plus surprenants :

- des aires d'alimentation des sites piscicoles de taille très variée (de l'ordre de 1 à 10 !) ;
- des sols très sableux au centre et au nord de la zone d'étude, remettant en cause la nécessaire imperméabilité des sols pour réaliser des étangs barrages ;

- une description originale du fonctionnement de ces aménagements dans ces sols majoritairement sableux et drainants, marquée par une grande différence selon les saisons (figure 5). En fin de saison des pluies, on constate une période de recharge des nappes avec un niveau de remplissage augmenté du fait de la remontée des axes de drainage dans les bas-fonds. Ceci n'est possible qu'en absence de vidange des étangs durant cette période. En gros, les étangs permettent souvent une remontée supérieure des nappes durant la saison des pluies. Durant la saison sèche, ils soutiennent les nappes et limitent leur baisse, ce qui est peu décrit par la littérature.

- Au nord de la zone d'étude en particulier, le soutien des nappes en saison sèche (figure 5) permet un accroissement des ressources en eau du bas-fond et des terres avoisinantes à la condition d'une bonne gestion des dates de vidange de ces aménagements (ce qui était le cas pour les aménagements suivis). Ceci indique un effet bénéfique vraisemblable sur les cacaoyères périphériques du fait d'une meilleure alimentation en eau par la nappe superficielle.

Figure 5. Variation des dénivelés relatifs des piézomètres du site par rapport aux pluies. En pointillé, le niveau des étangs 1 (en amont) et 2. En continu, le niveau de certains piézomètres périphériques 1 (en amont de l'étang 1), 2 est situé sur le côté de l'étang 1 et 5 et 6 sur les côtés de l'étang 2. Dans ce cas, les nappes descendent de novembre à mai et se rechargent de septembre à octobre. Les courbes indiquent que les nappes et les étangs s'alimentent mutuellement d'amont en aval, les étangs soutenant les niveaux d'eau des nappes superficielles lors de leur descente. L'interruption de la courbe des signaux du piézomètre 1 est liée à une baisse du niveau de l'eau en dessous du piézomètre.





Par ailleurs, les résultats de cette thèse révèlent des fonctionnements des aménagements piscicoles très différents de ceux attendus et expliqués dans la littérature. Ils montrent aussi une forte hétérogénéité des ressources en eau dans les bas-fonds très sableux, entraînant dès lors des recommandations pour des évolutions du référentiel :

- les têtes de bas-fonds disposant d'une disponibilité en eau faible ou insuffisante, ceci induit l'impossibilité de faire des vidanges deux fois par an tout simplement pour pouvoir conserver de l'eau. La réalisation de vidanges, lorsque le point de vidange de l'aménagement se situe en-dessous du profil d'équilibre du bas-fond, peut conduire à un drainage voire un assèchement de la nappe, alors que la réalisation parcimonieuse de vidanges peut a contrario permettre sa recharge.

- dans deux des sites étudiés du nord de la zone d'étude, des zones sableuses situées plus en aval des bas-fonds et disposant d'une aire d'alimentation importante ont présenté des ressources en eau bien meilleures, même si la gestion des crues y est plus délicate. Il s'est avéré que ces deux sites sont caractérisés par des chaînes d'étangs à savoir une succession de barrages étangs se vidant les uns dans les autres et nécessitant donc une gestion collective pour faire les vidanges (l'étang en aval devant être quasiment vide pour pouvoir réaliser sa vidange). Cette conception se révèle astucieuse dans ces situations pour valoriser cette disponibilité d'eau et la sécuriser car la possibilité de vidanges plus fréquentes devient alors possible.

- le schéma d'autoproduction par le pisciculteur de ses alevins en pratiquant des vidanges régulières s'avère majoritairement inadapté dans ces zones car les ressources en eau de ces bas-fonds ne permettent pas de réaliser les cycles promus et les vidanges associées. Par conséquent, ces techniques ne peuvent être conseillées que dans les bas-fonds disposant de ressources en eau suffisantes. Ceci pourrait induire des spécialisations de certains pisciculteurs pour l'approvisionnement des alevins, en particulier à destination de ceux disposant de sites avec de faibles réserves en eau.

Une autre application périphérique à ce travail découle de l'utilisation de modèles numériques de terrain et de cartographies. Reposant sur des clichés assez faciles

d'accès (comme ceux de Google Earth), ils donnent la possibilité de déterminer les aires d'alimentation des zones en amont des sites où des implantations sont envisagées ou à réaliser. La confection d'une note technique à destination des techniciens en aménagement d'ouvrage hydraulique dans les bas-fonds (comme les étangs barrages) leur permettrait de déterminer ce facteur indispensable à l'estimation des crues et des risques associés. Sa non-détermination aujourd'hui constitue l'une des contraintes majeures des aménagements.

## CONCLUSION

L'objectif du dispositif mis en place dans le cadre de cette étude visait à interroger l'impact en termes de disponibilité d'eau et d'évaluer les effets des étangs barrages sur la ressource en eau pour les cultures environnantes. Bien qu'il présente certaines limites (écoulements des eaux de surface non quantifiés, étude des circulations de nappes susceptible d'être davantage précisée par une mesure de leur débit et une analyse de la qualité de leurs eaux afin d'avoir une description plus précise des phénomènes effectivement à l'œuvre, évaporation et ETP non prises en compte), les résultats obtenus montrent une interaction nappes-étangs barrages déterminante du fonctionnement de ces derniers, en particulier dans les zones sableuses. Ces résultats confirment également que la conception de chaînes d'étangs est une belle innovation permettant la réalisation d'étangs dans des zones sans ressources en eau de surface permanente. L'implication et la motivation des pisciculteurs dans le suivi de ces dispositifs attestent par ailleurs que l'enjeu de la gestion de l'eau constitue une préoccupation majeure pour eux. Le fait qu'une gestion plus adaptée à chaque site permette d'entretenir cette ressource - voire ponctuellement de la restaurer - est un signe de bon augure pour accroître la résilience de ces systèmes face aux effets du changement climatique mais indique aussi une nécessaire prise de recul sur le calage des cycles d'élevage piscicoles à recommander pour entretenir cette ressource. La poursuite de ces suivis doit être envisagée en la complétant par une analyse plus fine et une quantification partielle des débits.

## Cocoa4Future

Financé par l'Union européenne et l'Agence française de développement, le projet Cocoa4Future (2020-2026) fédère de multiples compétences pour répondre aux enjeux de la cacaoculture ouest-africaine. Il rassemble ainsi des partenaires qui ont pour ambition partagée d'œuvrer ensemble pour remettre l'Humain et l'Environnement au cœur de la cacaoculture de demain. Le projet Cocoa4Future (C4F) ambitionne ainsi de contribuer à l'amélioration de la durabilité des exploitations cacaoyères d'Afrique de l'Ouest tout en préservant l'environnement par l'adaptation des systèmes de cacaoculture à l'évolution du contexte (changement climatique, expansion du virus du Cocoa Swollen Shoot, instabilité des cours mondiaux). Le projet C4F repose sur un cadre qui permet de conduire un large éventail de recherches visant deux objectifs spécifiques :

- diffuser des systèmes de cacaoculture agroforestiers performants et résilients ;
- promouvoir des leviers de durabilité socio-économique des exploitations cacaoyères.



Conception : Cirad - Martine Dupontal, 2026



ESA/INP-HB  
BP 1093  
Yamoussoukro  
Côte d'Ivoire



c4f@cirad.fr