

Évaluation statistique et spatiale de la fertilité rizicole des sols hydromorphes (gleysols) de la région du Béliér (Côte d'Ivoire)

G.F. Zro Bi¹, A. Yao-Kouamé¹ & K.F. Kouamé¹

Keywords: GIS- Evaluation- Fertility- Hydromorphic soils- Region of Belier- Ivory Coast

Résumé

En Côte d'Ivoire, et particulièrement dans la région du Béliér, la question de l'évaluation de la fertilité rizicole des sols hydromorphes est devenue une priorité, car, ces sols, qui sont en général propices pour cette spéculature sont très souvent laissés à l'abandon par les riziculteurs. Ainsi, dans cette étude, ces sols ont été décrits in situ et des échantillons ont été analysés au laboratoire. Les données résultantes ont été traitées statistiquement et comparées à des données seuils avant d'être intégrées les unes aux autres, à l'aide d'un SIG, en vue de l'évaluation de leur fertilité rizicole. Il en est ressorti que 40%, 50% et 10% de ces sols, qui couvrent une superficie totale estimée à 474,06 km², sont, respectivement, défavorables, peu favorables et favorables à la culture du riz irrigué.

Summary

Statistical and Spatial Evaluation of the Belier Region (Ivory Coast) Hydromorphic Soils Fertility for Paddy Field Cultivation

In the region of Belier localized in the centre of Ivory Coast, the agricultural production can be increased and diversified thanks to hydromorphic soils, but these soils are deserted most of the times by farmers. So, it appears very important to evaluate the fertility of these soils, in particular their fertility for paddy field cultivation. The method we adopted is based on parametric method of soils evaluation using GIS. The results show that 40%, 50% and 10% of the whole studied soils which covers 474,06 km², are, respectively, not favourable, little favourable and very favourable for paddy field cultivation.

1. Introduction

La Côte d'Ivoire regorge de nombreux atouts agro-économiques, liés à l'existence des sols hydromorphes (gleysols), qui offrent, en général, des garanties d'eau durant toute l'année, contribuant ainsi, à diminuer la pression croissante subie par les terres exondées et aussi, à favoriser une intensification et une diversification de la production agricole vivrière. Malheureusement, la plupart de ces sols sont abandonnés pour des raisons diverses. Cette étude a été réalisée pour évaluer la fertilité rizicole d'un certain nombre de ces sols dans la région du Béliér afin de déterminer les contraintes intrinsèques à ces sols, qui sont à l'origine de leur abandon. Pour ce faire, des données d'analyse de ces sols ont été traitées statistiquement, géoréférencées, comparées à des données seuils, qui sont celles utilisées, en général, comme références en agronomie (10, 11), puis, combinées dans un SIG, pour établir des cartes thématiques, qui mettent en évidence les potentialités et les contraintes de ces sols vis-à-vis de la culture du riz irrigué.

2. Matériel et méthode

2.1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude (Figure 1) fait partie de la région du

Béliér localisée au centre de la Côte d'Ivoire. Elle couvre une superficie de 2.097,6 km², délimitée par les longitudes 5°24' W et 5° W et les latitudes 6°40' N et 7°12' N. Deux principales formations géologiques caractérisent la zone (16): les roches magmatiques constituées par les granitoïdes éburnéens et les roches volcano-sédimentaires du Birrimien. Les sols brunifiés (cambisols) sont présents à l'extrême Sud-Est où ils occupent tout au plus 10% de la zone. Le reste est couvert par les sols ferrallitiques (ferralsols). Les sols hydromorphes (gleysols), qui couvrent une superficie cumulée d'environ 474,06 km²; soit 22,6% de la couverture pédologique totale (18), sont disséminés au sein de ces principales classes de sols lorsque les conditions de leur formation sont établies. Le climat de la zone ou climat "Baouléen" est un climat tropical humide de transition entre le climat équatorial humide au Sud et le climat tropical humide au Nord. Ce climat se caractérise par une pluviométrie annuelle moyenne qui varie de 1.000 à 1.400 mm (3). Le tiers de la zone est drainée vers le Sud-Ouest, en direction du fleuve Bandama quand les eaux de la partie restante s'écoulent vers l'Est, en direction de la rivière Kan.

2.2. Méthode

Pour commencer, 60 fosses pédologiques, à raison

¹ Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT) / Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. Téléphone: (225) 06 36 14 88.

*Correspondant: zraubi@yahoo.fr

Reçu le 09.01.12 et accepté pour publication le 17.10.12.

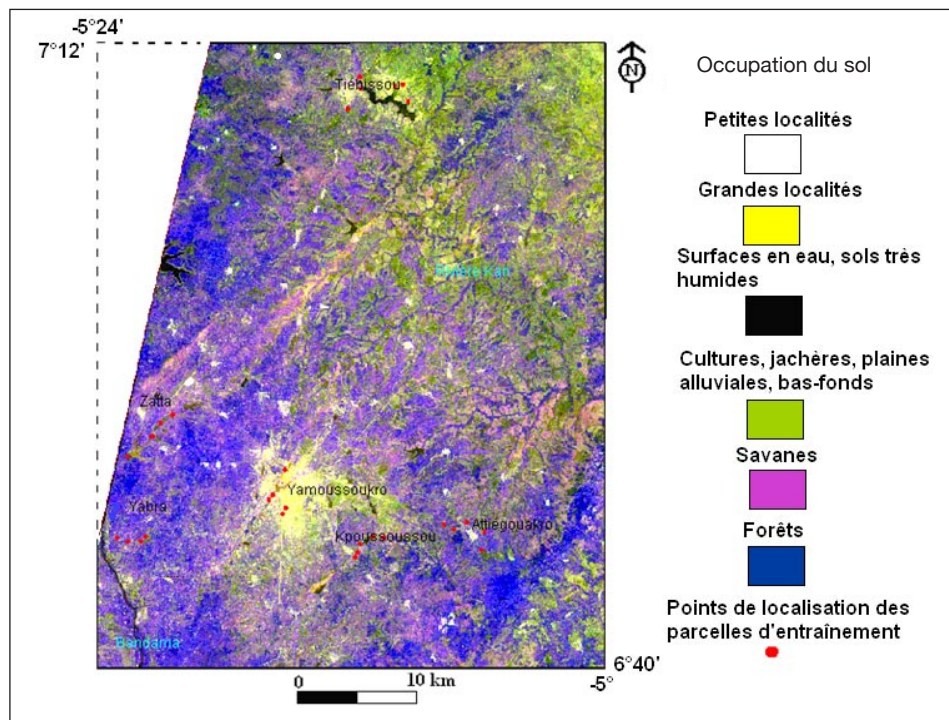


Figure 1: Composition colorée RVB (MN₁, MN₂, MN₃) des composantes de MNF (Minimum Noise Fraction) calculées à partir de 9 bandes (VNIR et SWIR) ASTER par un processus de réduction du bruit et de compression de l'information dans un nombre réduit de bandes.

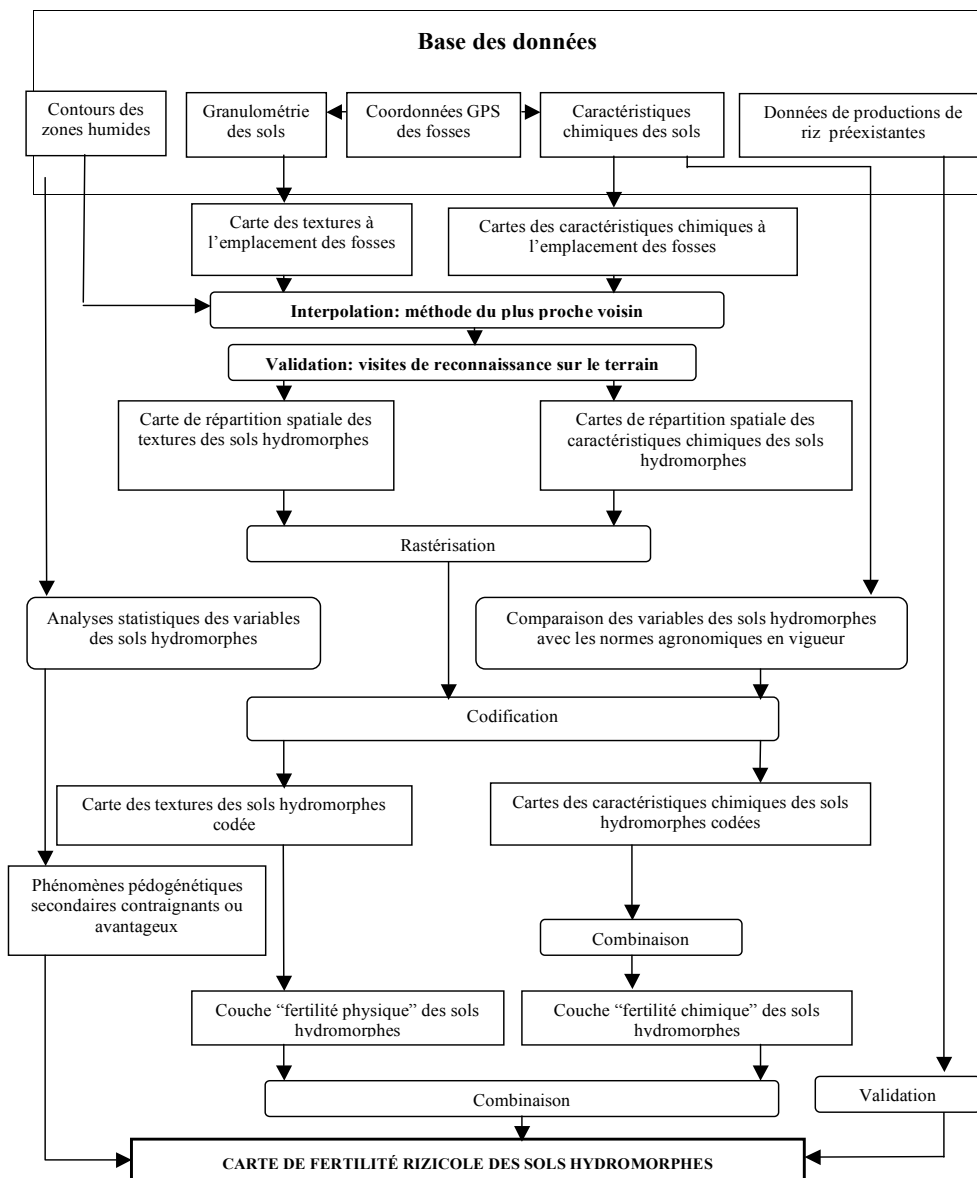


Figure 2: Modèle conceptuel des données pour l'évaluation de la fertilité rizicole des sols hydromorphes étudiés.

de 10 fosses par site, ont été ouvertes et décrites sur 6 sites différents, repérés sur des images satellitaires ASTER (18), principalement pour leur facilité d'accès. À l'emplacement des fosses, des coordonnées géographiques, à l'aide d'un GPS de marque "Garmin GPS V", ont été mesurées avec une précision moyenne de 2,5 m. Les prélèvements d'échantillons ont été effectués en observant les dispositions prévues à cet effet, pour le cas des sols cultivés (7). En définitive, 24 échantillons de sol, soit 4 échantillons par site, provenant de 24 fosses différentes, qui sont avérées représentatives de l'ensemble des sols prospectés, ont été analysés au laboratoire; ainsi, sur chacun de ces échantillons, diverses caractéristiques des sols (la texture, le pH, les taux d'azote total, de phosphore assimilable, de potassium échangeable, de carbone organique et de fer, la CEC et le rapport C/N) ont été recueillies. Ces données ont subi, à l'aide du logiciel XLSTAT (15), des traitements statistiques (matrices de corrélations de type Pearson et le test de Student à $p < 0,05$); en vue d'apprécier leur qualité d'ensemble (17). La méthode appliquée ensuite (Figure 2), grâce au logiciel SIG ARCVIEW 3.2 (8), pour déterminer la fertilité rizicole des sols, repose sur le principe de l'évaluation des terres, suivant la méthode paramétrique (14). Pour ce faire, une interpolation des variables des sols mesurées à partir des 24 fosses représentatives, a été réalisée sur l'ensemble des sols étudiés, par la méthode du plus proche voisin; la résolution spatiale a été fixée à 15 m, identique à celle des images

Tableau 1
Valeurs indicatives des taux des éléments assimilables majeurs dans les sols de riziculture irriguée (10)

| Variables des sols | Seuils | Signification agronomique |
|---|-------------------------|---------------------------|
| Taux d'azote total (N) en g/kg | $N < 0,75$ | Sol très pauvre |
| | $0,75 \leq N \leq 1,25$ | Sol pauvre |
| | $1,25 < N \leq 1,75$ | Sol moyennement pourvu |
| | $1,75 < N \leq 2,25$ | Sol riche |
| | $N > 2,25$ | Sol très riche |
| Taux de phosphore assimilable (P) en g/kg | $P < 0,1$ | Sol très pauvre |
| | $0,1 \leq P \leq 0,2$ | Sol pauvre |
| | $0,2 < P \leq 0,3$ | Sol moyennement pourvu |
| | $0,3 < P \leq 0,4$ | Sol riche |
| Taux de potassium échangeable (K) en g/kg | $P > 0,4$ | Sol très riche |
| | $K < 0,1$ | Sol très pauvre |
| | $0,1 \leq K \leq 0,2$ | Sol pauvre |
| Taux de potassium échangeable (K) en g/kg | $0,2 < K \leq 0,3$ | Sol moyennement pourvu |
| | $0,3 < K \leq 0,45$ | Sol riche |
| | $K > 0,45$ | Sol très riche |

ASTER qui ont servi à cartographier ces sols (18); les couches obtenues, qui sont des cartes thématiques monofactorielles, décrivent les répartitions spatiales d'une seule variable à la fois; elles présentent des zones homogènes définies automatiquement, par référence aux valeurs seuils des propriétés des sols (10, 11) communiquées au logiciel; ces valeurs seuils sont synthétisées dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 2
Synthèse des seuils des taux des matières organiques, du rapport C/N, de la CEC et du pH dans les sols en général (11)

| Variables des sols | Seuils | Signification agronomique | |
|---|----------------------|---|------------------------|
| Taux des matières organiques (MO) en g/kg | $MO < 14$ | Sol très pauvre | |
| | $14 \leq MO < 20$ | Sol pauvre | |
| | $20 \leq MO < 30$ | Argile < 220 g/kg | Sol bien pourvu |
| | | $220 \text{ g/kg} < \text{Argile} < 300 \text{ g/kg}$ (ou teneur en argile inconnue) | Sol moyennement pourvu |
| | | Argile > 300 g/kg | Sol pauvre |
| $30 \leq MO < 40$ | Sol bien pourvu | | |
| $MO \geq 40$ | Teneur élevée | | |
| Rapports C/N | $C/N < 15$ | Vitesse de décomposition de la matière organique croissante; besoins en azote non couverts | |
| | $15 \leq C/N < 20$ | Bonne vitesse de décomposition des matières organiques; besoins en azote couverts | |
| | $C/N \geq 20$ | Besoins en azote non couverts pour permettre une bonne décomposition de la matière carbonée | |
| Valeur des CEC en cmole (+)/kg | $CEC < 9$ | Réserve minérale faible | |
| | $9 \leq CEC \leq 12$ | Réserve minérale moyenne | |
| | $12 < CEC \leq 15$ | Réserve minérale assez élevée | |
| | $15 < CEC \leq 25$ | Réserve minérale élevée | |
| | $CEC > 25$ | Réserve minérale très élevée | |
| pH | $pH \leq 5,5$ | Sol très acide | |
| | $5,5 < pH \leq 6$ | Sol acide | |
| | $6 < pH \leq 6,5$ | Sol peu acide | |
| | $6,5 < pH \leq 7$ | Sol neutre | |
| | $7 < pH \leq 7,5$ | Sol peu alcalin | |
| | $pH > 7,5$ | Sol alcalin (basique) | |

La combinaison des couches monofactorielles, en vue d'établir des cartes thématiques plurifactorielles, a nécessité l'attribution d'un code à chaque zone homogène; ces codes traduisent la performance des classes de sol dans la satisfaction de l'exigence de la culture du riz irrigué; leurs valeurs sont croissantes selon que les classes correspondantes sont de plus en plus favorables; les valeurs croissantes des descriptifs "défavorable", "peu favorable" et "favorable" qui leur ont été associés, sont traduites, dans cet ordre, par les chiffres, 1, 2 et 3. Ainsi, le processus de détermination de la fertilité chimique des sols qui a suivi a fait intervenir 8 critères. Mais ici, sont présentées les séries de codes "1; 2; 3", "10; 20; 30" et "100; 200; 300" qui ont été attribuées aux classes de sol appartenant à 3 de ces critères (la CEC et les taux d'azote et de phosphore). On remarque alors que, la classe codée "313" résultant de la combinaison de ces 3 couches, est issue du croisement "3+10+300 = 313", où: la CEC codée "3" est favorable, le taux d'azote codée "10" est défavorable quand celui du phosphore codée "300" est favorable; tenant compte du facteur limitant induit par les taux d'azote défavorables, cette classe de sol est jugée défavorable et un nouveau code "1", "10" ou "100" correspondant à ce descriptif lui est assigné. Les classes codées "333", "233" ou "323", issues de cette même combinaison, sont favorables; celles codées "223", "222" et "322", sont peu favorables; de nouveaux codes correspondant à leurs descriptifs leurs sont affectés. De cette façon, on est arrivé à combiner toutes les 8 variables chimiques des sols pour obtenir la couche de fertilité chimique des sols. Celle de la fertilité physique des sols, représentée par la couche des textures, est une couche monofactorielle obtenue par la hiérarchisation (codification) des textures des sols en fonction des taux d'argiles, les sols les mieux fournis en argiles étant les plus favorables. La carte de fertilité rizicole des sols est issue de l'intégration des nouveaux codes attribués à la couche fertilité chimique des sols avec ceux de la couche fertilité physique, selon le principe décrit précédemment. Enfin, il a été question, à partir d'une enquête, de vérifier si les rendements rizicoles obtenus régulièrement sur les sols classés plus ou moins favorables, sont, effectivement, plus élevés que ceux obtenus sur les sols classés défavorables.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Couche fertilité physique des sols

Ces sols appartiennent à 4 classes texturales, de degrés divers d'aptitudes rizicoles. Les textures défavorables, qui sont représentées par les sables purs et la texture sableuse, comportent, pour les premiers, moins de 50 g/kg d'argiles associés à plus de 830 g/kg de sables, et, pour la seconde, 50 à 80 g/kg d'argiles associés à un taux moyen de 650 g/kg

de sables; dans le même ordre, les taux moyens de limon demeurent inférieurs à 120 g/kg et à 250 g/kg. Les sols concernés, les sables purs notamment, sont présents dans les secteurs voisins de Kpoussoussou et de Yamoussoukro tandis que les sols sableux sont observables à Tiébissou, au Nord, puis à Zatta et à Yabra, à l'Ouest. Dans l'ensemble, ces sols représentent 65% de la couverture pédologique étudiée. Les sols classés peu favorables ont 80 à 100 g/kg d'argiles; ce sont des sables limoneux, qui marquent une transition entre les sols sablo-limoneux favorables, observables dans les secteurs environnant Attiégouakro, et les sols sableux défavorables, précédemment décrits; leur taux de couverture est d'environ 15%. Les sols favorables ont une texture sablo-limoneuse; ce sont, ici, les plus pourvus en argiles (100 à 135,6 g/kg); ce taux relativement élevé des argiles favorise dans les sols, une rétention plus ou moins importante d'éléments nutritifs et de l'eau utile. Ces sols qui ont été observés sur le site d'Attiégouakro s'étendent, au total, sur 25% de l'espace d'étude, occupant principalement la partie Sud-Est du périmètre d'étude.

3.1.2. Couche fertilité chimique des sols

La couche fertilité chimique des sols distingue 3 niveaux de fertilité chimique des sols: défavorable, peu favorable et favorable. Les sols défavorables sont observables principalement au Nord du périmètre d'étude et représentent 30% des sols étudiés. En général, ces sols présentent des contraintes liées à la plupart des critères de classification utilisés. En effet, les sols à Tiébissou sont faiblement pourvus en matières organiques ($5,34 \text{ g/kg} \leq \text{MO} < 9 \text{ g/kg}$), alors qu'à Attiégouakro, les sols en sont bien fournis ($17 \text{ g/kg} \leq \text{MO} \leq 22,75 \text{ g/kg}$), sauf que pour la minéralisation de ces matières organiques, les besoins en azote ne sont pas couverts ($\text{C/N} < 15$); ces besoins ne sont pas couverts non plus pour les sols de Tiébissou, où la CEC est apparue faible également; ensuite, les taux des éléments assimilables majeurs (azote, potassium et phosphore) sont faibles à Tiébissou (respectivement: $0,3 \text{ g/kg} \leq \text{N} < 0,5 \text{ g/kg}$; $0,016 \text{ g/kg} \leq \text{K} < 0,021 \text{ g/kg}$ et $0,019 \leq \text{P} < 0,034 \text{ g/kg}$), quand, enfin, des risques de toxicité du fer, inhérents à une forte accumulation du fer facilement disponible, sont avérés très élevés dans ces sols aux environs d'Attiégouakro ($\text{Fe} > 7,5 \text{ g/kg}$). Les sols peu favorables représentent 50% de la couverture pédologique étudiée; il s'agit des sols observés dans les secteurs de Kpoussoussou, de Yamoussoukro et de Zatta, et, aussi, des sols présents à l'extrême Sud-Est, à l'Est puis dans toute la partie centrale du périmètre d'étude; leur niveau relativement moyen de fertilité chimique est dû principalement à la faiblesse des taux des éléments assimilables majeurs; ils sont caractérisés également par de faibles teneurs en matières organiques ($\text{MO} < 14 \text{ g/kg}$). Les sols favorables, présents à Yabra et surtout à Attiégouakro, ont un niveau de fertilité chimique relativement élevé,

qui résulte de leurs caractéristiques chimiques, dans l'ensemble, moyennement favorables à la riziculture irriguée. Cependant, vers Attiégouakro, où certains de ces sols renferment de fortes concentrations de fer facilement disponible ($Fe > 8 \text{ g/kg}$), l'on pourrait craindre une susceptibilité à la toxicité ferreuse.

3.1.3. Carte de fertilité rizicole des sols

Cette carte (Figure 3) présente 3 classes d'aptitude des sols à la culture du riz irrigué, à savoir: les sols défavorables, peu favorables et favorables. Les sols défavorables à la culture du riz irrigué sont des sables purs, chimiquement très pauvres, et très pauvres en argiles également; ils occupent tout le secteur Nord, ainsi qu'une partie du secteur Sud de la zone d'étude; cet ensemble représente 40% des sols étudiés dont 50% sont apparus, par ailleurs, peu favorables. Ceux-ci ont une texture sableuse défavorable et un niveau de fertilité chimique moyen; certains d'entre eux, particulièrement les sols observés dans les environs d'Attiégouakro, ont une fertilité chimique très faible ou faible, induite par des taux très élevés de fer facilement disponible. Quant aux sols favorables, ils se sont développés sur 10% des sols hydromorphes du périmètre d'étude; c'est le groupe

des sables limoneux, relativement peu favorables, et des sols à texture sablo-limoneuse adjudés favorables; cet ensemble présente, généralement, des caractéristiques chimiques favorables.

3.2. Discussion

L'étude de la variabilité spatiale des sables et des argiles dans ces sols a abouti à une corrélation négative, hautement significative ($p < 0,0001$), entre ces 2 variables; vu le taux moyen très faible ($62,59 \text{ g/kg}$) des argiles, tandis que celui des sables ($747,68 \text{ g/kg}$) reste très élevé, cette corrélation serait la preuve que, dans les sols étudiés, des phénomènes pédogénétiques secondaires s'apparentant, plus ou moins, à un lessivage (17), et, qui s'étalent sur des centaines d'années concourent à l'appauvrissement en argiles de la couche arable des sols, au profit des sables, contribuant ainsi, à réduire la fertilité des sols étudiés (1, 13).

Les coefficients de corrélation (R^2) obtenus à partir des régressions linéaires réalisées sont une expression des proportions dans lesquelles les variables dépendantes sont expliquées par les modèles. Ainsi, la série de corrélations, entre, d'une part, les argiles et les autres

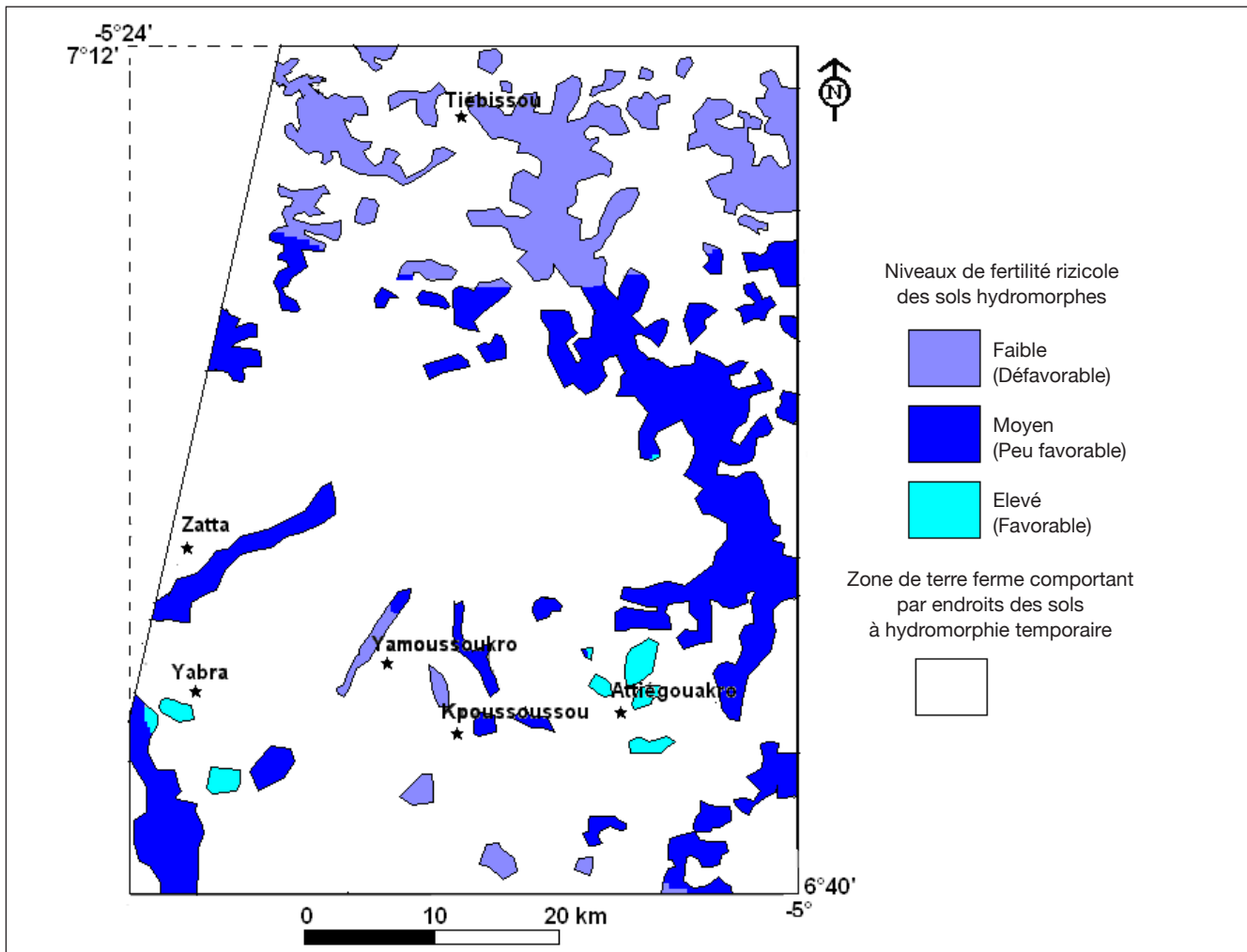


Figure 3: Carte de hiérarchisation des sols en fonction de leurs aptitudes à la mise culture du riz irrigué.

variables du sol, et, d'autre part, entre les sables et ces mêmes variables, met en exergue l'influence des argiles et des sables sur la qualité des sols étudiés. Les régressions linéaires réalisées corroborent cette idée selon laquelle, la CEC de ces sols est directement subordonnée à l'influence antagoniste du couple sables/argiles: la contribution des sables à la baisse de la CEC est estimée à 60% ($R^2= 0,600$), quand celle des argiles à sa hausse est de 66,7% ($R^2= 0,667$). Outre les argiles, d'autres variables, en particulier les matières organiques participent aussi à la fertilisation des sols; malheureusement, cette corrélation entre la CEC et les matières organiques est apparue non significative ($p= 0,086$) pour des raisons qui seraient liées à une faible intensité de l'activité microbienne dans le sol ou à la "désargilisation" de la partie supérieure du profil pédologique, qui entraînerait également une bonne partie des matières organiques disponibles. Par ailleurs, la corrélation positive hautement significative entre les argiles et le carbone organique ($p < 0,0001$), et celle entre le carbone organique et l'azote ($p < 0,0001$), sont relatives à des informations d'ordre général concernant le sol: la première met en évidence l'existence du complexe argilo-humique dans le sol, où, dans ce cas précis, 40% des matières organiques disponibles sont liées aux argiles ($R^2= 0,400$), pour former le complexe; la seconde traduit l'appareillage de ces 2 variables corrélées aux matières organiques du sol ($R^2= 0,932$). Selon l'échelle d'interprétation du pH-eau (11), les sols étudiés ont, dans leurs couches arables, des réactions acides ($5,8 < \text{pH} \leq 6$), peu acides ($6 < \text{pH} \leq 6,5$) et neutres ($6,5 < \text{pH} \leq 7$). Des valeurs plus élevées du pH (pH alcalin), fréquemment corrélatives de difficultés d'assimilabilité par les plantes de certains éléments qui leur sont indispensables (phosphore, zinc, manganèse, cuivre et fer) (2) n'ont été rencontrées nulle part. Il en est de même pour les pH très acides qui sont, très souvent, responsables des carences en oligo-éléments (9).

Conformément aux normes existantes (11), les taux de matières organiques des sols urbains de Yamoussoukro et des sols périurbains de Kpoussoussou, de Tiébissou ou de Zatta, sont globalement faibles; par contre, les sols des zones rurales d'Attigouakro et de Yabra en sont plutôt bien fournis. Le niveau de décomposition des matières organiques, donné par le rapport C/N (4), est, quant à lui, favorable dans l'ensemble des sols prospectés: l'hypothèse émise plus haut, selon laquelle, la corrélation non significative entre la CEC et les matières organiques proviendrait d'une faible activité microbienne est donc à écarter. Les taux de phosphore assimilable sont faibles ou très faibles, dans la quasi-totalité des sols prospectés. La situation des teneurs de potassium échangeable, par comparaison aux normes adoptées (11), n'est pas différente de celle du phosphore assimilable.

La CEC, qui représente la somme des cations échangeables du complexe adsorbant, y compris le potassium échangeable, présente une situation différente de celui-ci. En effet, comparées aux valeurs indicatives de CEC des sols (11), les valeurs obtenues dans les sols étudiés présentent 3 niveaux: faible, moyen et assez bon. Cette différence des CEC entre les sites prospectés est probablement due à la variation de la vitesse de minéralisation des matières organiques dans les sols (5), combinée aux effets des pratiques agricoles (surexploitation des sols, amendements organiques ou chimiques insuffisants). Au total, le niveau global légèrement faible de la CEC des sols étudiés, n'est pas sans conséquence sur la nutrition minérale du riz irrigué, qui pourrait connaître des problèmes de toxicité, plus précisément, la toxicité ferreuse, très caractéristique des sols hydromorphes des bas-fonds des régions tropicales humides. Vu donc leurs teneurs très élevées, en fer hydrosoluble, en fer acidosoluble et en fer échangeable, à partir desquelles de grandes quantités de Fe^{2+} pourraient être mobilisées, les sols hydromorphes (gleysols) de la région du Béliér présentent des risques réels de toxicité ferreuse. Par ailleurs, la corrélation positive entre les taux très élevés du fer facilement disponible et la CEC, caractérisée par de très faibles niveaux des bases échangeables, traduit la prédominance du fer sur les divers autres cations du complexe adsorbant. Il s'en suit que le fer déterminé peut jouer un rôle nutritionnel prépondérant, qui conduirait à perturber la nutrition minérale des plants de riz, ce qui constitue également, l'une des principales causes de la toxicité ferreuse (6).

Dans le modèle élaboré (Figure 2) pour évaluer la fertilité rizicole des sols étudiés, un accent a été mis sur les visites de terrain; cela a permis de constater et de corriger certaines erreurs relatives aux limites des contours des classes de sols établies. Ces erreurs qui se propagent en général dans les couches interpolées, du fait du nombre relativement peu élevé des données de base, sont inévitables. Dans le cas présent, les sols sont localisés dans des plaines alluviales où les facteurs d'évolution et de différenciation des sols (pentes, couvert végétal, géologie) sont quasiment uniformes sur un même site; ainsi, leurs caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamiques, sur chacun de ces sites, sont apparues, très peu variables. Par conséquent, l'extension, à l'ensemble de la couverture pédologique étudiée (474,06 km²), des caractéristiques physico-chimiques déterminées à partir de, seulement, 24 échantillons représentatifs de ces sols est certes accompagnée d'erreurs, mais, pas au point d'entacher sensiblement les résultats obtenus. En effet, après une enquête réalisée sur les périmètres rizicoles de la zone, il est ressorti, en absence de données statistiques chiffrées sur les rendements rizicoles, que: à Yabra, à Kpoussoussou et à Zatta, les niveaux de fertilité favorable et peu

favorable des sols sont matérialisés par une impression générale satisfaisante des riziculteurs vis-à-vis des rendements de leurs productions; sur les sites de Yamoussoukro et de Tiébissou, le niveau défavorable de fertilité rizicole des sols s'est avéré très concordant avec les rendements peu encourageants signalés par les riziculteurs, surtout à Tiébissou, où ces sols, qui ne sont pas aménagés, sont très peu affectés à la riziculture; aussi, parce que non aménagés, les sols avérés favorables à Attiéguakro, sont-ils, en général, ignorés par les riziculteurs, rendant ainsi impossible le recueil de toute impression fiable sur les niveaux des rendements rizicoles des sols.

4. Conclusion

Cette étude a consisté en l'utilisation d'un SIG et des méthodes statistiques pour évaluer l'aptitude des sols hydromorphes de la région du Béliér (Côte d'Ivoire) à produire du riz. Elle a nécessité la création d'une base de données constituée essentiellement

par les caractéristiques physico-chimiques des 24 échantillons de sol représentatifs de ces sols et par les coordonnées géographiques des fosses où ces échantillons ont été prélevés. Ces variables des sols ont été traitées statistiquement, puis, comparées à des données seuils avant d'être intégrées les unes aux autres, à l'aide d'un SIG, pour déterminer les niveaux de fertilité rizicole des sols. Il en est ressorti que: 10%, 40% et 50% de ces sols, sont, dans cet ordre, défavorables, peu favorables et favorables. Les erreurs qui se propagent, en général, dans les couches interpolées, du fait du nombre peu élevé des données représentatives, comme c'est le cas ici, ont été minimisées car ces sols sont tous localisés dans des plaines alluviales où les facteurs d'évolution et de différenciation des sols (pentes, couvert végétal, géologie) sont avérés quasiment uniformes. Cela s'est traduit par une concordance entre les niveaux de fertilité rizicoles des sols déterminés par l'étude et les rendements rizicoles obtenus régulièrement sur ces sols.

5. Références bibliographiques

- ANADER, 2003, Environmental impact analysis of the word trade organisation's agreement on agriculture on the rice sector of Côte d'Ivoire. REI, 56 p.
- Bensaadi A., 2004, Contribution à l'étude de l'état nutritionnel des vergers de pommier dans la région d'Ychemoul, Thèse ing, Agro, Univ. Batna, 188 p.
- Brou Y., 2005, Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches. Univ. des Sciences et Technologies de Lille, 212 p.
- Brown C., 2010, Les carences en azote et le rapport carbone-azote des amendements organiques. Document technique, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales, Ontario, 2 p. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/realign/aicc.htm> [Consulté en 2011].
- Ciesielski H., Sterckeman T., Baliteau J.-Y., Caria G., Goutiers V. & Willery J.-P., 2008, Évolution du pH et de la CEC des sols du Nord de la France en fonction des doses de chaulage: influence du carbone organique. *Étude et Gestion des Sols*, **15**, 3, 161-170.
- De Dorlodot S., Lutts S. & Bertin P., 2005, Effects of ferrous iron toxicity on the growth and mineral composition of an interspecific rice. *Journal of Plant Nutrition*, **28**, 1-20.
- Delaunois A., Ferrie Y., Bouche M., Colin C. & Rionde C., 2008, Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité des sols. INRA de Montpellier, 37 p.
- ESRI, 2002, <http://www.esri.fr> [Consulté en 2008].
- FAO, 2003, Les engrais et leurs applications. Précis à l'usage des agents de vulgarisation agricole. 4^e édition, Éd. FAO, IFA (Paris, France) et IMPHOS (Casablanca, Maroc), 84 p.
- Lacharme M., 2001, La fertilisation minérale du riz. Mémento Technique de Riziculture, Fascicule n° 6, 19 p.
- LANO, 2008, Analyses des terres. <http://www.lano.asso.fr/web/analyses.html> [Consulté en 2011].
- Ruellan A., Blanchart E., Brauman A., Grimaldi M., Grünberger O., Barbiero L., Chaplot V., Monga O. & Bernoux M., 2011, Les dossiers thématiques de l'IRD: les sols, des milieux vivants très fragiles. IRD, 21 p. <http://www.mpl.ird.fr/suds-en-ligne/sols/fragile/salinisation4.html> [Consulté en 2011].
- Ouattara Z., 2011, Impact du TEC de l'UEMOA sur la compétitivité du riz irrigué en Côte d'Ivoire. Rapport d'étude, PRESAO, Michigan State University, USA, 99 p.
- Sys C.E., Van Ranst E., Debaveye J. & Beernaert M., 1993, Land evaluation, part III: Crop requirements. Belgium, General Administration for Development Cooperation, 199 p.
- XLSTAT, 2007, www.xlstat.com. [Consulté en 2012].
- Yacé I., 2002, Initiation à la géologie. L'exemple de la Côte d'Ivoire et de l'Afrique de l'Ouest: pétrologie, géologie régionale. Éditions CEDA, Abidjan, 183 p.
- Yemefack M., Nounamo L., Njomgang R. & Bilong P., 2004, Influence des pratiques agricoles sur la teneur en argile et autres propriétés agronomiques d'un sol ferrallitique au Sud Cameroun. *Tropicultura*, **22**, 1, 3-10.
- Zro Bi G.F., Okaingni J.-C. & Kouamé K.F., 2011, Cartographie des sols hydromorphes de la région des Lacs (centre de la Côte d'Ivoire) par l'approche du Spectral Angle Mapper (SAM). RFPT n° 195, pp. 31-41.

G.F. Zro Bi, Ivoirien, Doctorant, Enseignant des Sciences de la Vie et de la Terre au Lycée Mixte 2 de Yamoussoukro. BP. 1069, Yamoussoukrou, Côte d'Ivoire. Courriel: zraubi@yahoo.fr

A.Yao-Kouamé, Ivoirien, Professeur Titulaire, Directeur du Département Sciences du Sol de l'Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. Courriel: yakouamealbert1@yahoo.fr

K.F. Kouamé, Ivoirien, Maître de Conférences, Directeur du Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. Courriel: kouamef@yahoo.fr