

# PROJET DE CARTOGRAPHIE DES SOLS RAPPORT FINAL

Emmanuel Kassin<sup>1</sup>, Didier Snoeck<sup>2</sup>, Jean-Claude Nguessan<sup>3</sup>, Albert Yao-Kouamé<sup>3</sup>, Mameri Camara<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> CNRA, <sup>(2)</sup> CIRAD, <sup>(3)</sup> Université Félix Houphouët-Boigny

<i>Établissement de la cartographie des sols de la Côte d'Ivoire .....</i>	<i>3</i>
<b>1. Présentation générale du projet.....</b>	<b>5</b>
1.1. <i>Objectifs.....</i>	<i>5</i>
1.2. <i>Régions de cacaoculture considérées dans cette étude.....</i>	<i>5</i>
1.3. <i>Présentation succincte de la méthodologie utilisée pour établir la nouvelle cartographie .....</i>	<i>5</i>
<b>2. Activités.....</b>	<b>6</b>
2.1. <i>Présentation.....</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Matériel et méthodes .....</i>	<i>6</i>
<b>3. Résultats principaux de la cartographie des sols.....</b>	<b>8</b>
3.1. <i>Présentation.....</i>	<i>8</i>
3.2. <i>Description des principales zones climatiques .....</i>	<i>8</i>
3.3. <i>Principaux résultats du diagnostic du sol.....</i>	<i>9</i>
3.4. <i>Discussion .....</i>	<i>15</i>
<b>4. Références bibliographiques .....</b>	<b>17</b>

## Résumé / Avant-propos :

### Établissement de la cartographie des sols de la Côte d'Ivoire

En Côte d'Ivoire, après plus de 50 ans de cacaoculture (*Theobroma cacao*), la fertilité des sols s'est dégradée à tel point que la productivité des plantations de cacao a régressé. Pour atténuer ce déclin de la fertilité et favoriser la productivité de la cacaoculture, les planteurs doivent utiliser des engrais organiques et minéraux en respectant les meilleures pratiques de fertilisation, lesquelles exigent une connaissance approfondie de la composition du sol.

De nombreux producteurs n'emploient habituellement pas l'engrais. La cacaoculture avait coutume de se pratiquer sur les sols forestiers fertiles qui n'ont longtemps pas nécessité un apport d'engrais. De plus, les cacaoculteurs hésitent en général à investir dans l'engrais en raison de son coût élevé et du risque qu'il représente pour cette raison. Cependant, le déclin de la fertilité des sols cultivés impose aux planteurs de changer leurs façons de faire.

Un bon programme de fertilisation doit tenir compte de la plante et du sol. Chaque espèce végétale a ses propres besoins nutritionnels et sa manière individuelle de prélever des substances nutritives dans le sol. Par exemple, certaines plantes ont un développement optimal dans les sols riches en calcium, contrairement à d'autres. Le sol supplée aux besoins nutritionnels de la plante, mais il ne peut lui fournir que ce qu'il contient ; il y a différents types de sols selon les éléments nutritifs qu'ils renferment. La teneur des sols en éléments nutritifs dépend de plusieurs facteurs, dont des facteurs géologiques (nature de la « roche mère », matériau géologique originel dont dérive le sol et qui influence sur sa composition chimique), environnementaux et climatiques, ainsi que de l'évolution du sol, des méthodes d'exploitation agricole, ou encore des associations de cultures, etc.

L'Initiative pour l'engrais cacao est un groupement public-privé qui vise à restaurer la fertilité des sols dans les régions de cacaoculture de la Côte d'Ivoire afin d'assurer la viabilité à long terme de l'industrie nationale du cacao. Les partenaires de l'Initiative lancée à Abidjan le 21 novembre 2012 sont des industriels du cacao, des fabricants d'engrais, des négociants en cacao, des organisations de la société civile et les pouvoirs publics. Ces partenaires apportent à l'Initiative des connaissances, des ressources, des infrastructures et des réseaux qui lui permettent d'aider les cacaoculteurs à obtenir des rendements performants et à respecter des pratiques agricoles bénéfiques pour la pérennité de leurs exploitations.

Pour soutenir efficacement les planteurs ivoiriens, les membres de l'Initiative ont fait élaborer une carte des sols des régions de cacaoculture du pays. Les préconisations actuelles relatives à l'engrais pour le cacao en Côte d'Ivoire datent des années 1970, et reposent sur des cartes des sols établies à la même époque. Or, le paysage du cacao en Côte d'Ivoire a profondément changé en ce qui concerne la localisation et l'âge des exploitations. Avec une cartographie des sols actualisée, la filière pourra fournir aux planteurs des directives précises sur les engrais nécessaires à l'amélioration des sols qu'ils cultivent et à l'obtention d'un rendement de culture plus important. La cartographie sera un élément fondamental des tentatives de la filière pour aider les planteurs à augmenter leurs récoltes, à générer un revenu plus important et à assurer la viabilité de leurs exploitations à long terme. L'élaboration de la nouvelle carte a été confiée au Centre national de recherche agronomique (CNRA) de la Côte d'Ivoire.

Le CNRA a prélevé des échantillons de sol dans différentes régions ivoiriennes de cacao-culture. Chaque échantillon a été référencé par les informations GPS définissant son lieu exact de prélèvement. Ces échantillons ont été analysés pour caractériser leur composition physique, chimique et organique. Le CNRA a ensuite réuni les informations existantes et les nouvelles données recueillies sur des cartes montrant les zones pour lesquelles l'apport de certains éléments fertilisants serait bénéfique.

Par ailleurs, l'Initiative soutient les cacao-culteurs ivoiriens en menant les actions essentielles suivantes :

- Acheminement de l'engrais cacao jusqu'aux exploitations en se servant des chaînes de valeur et des mécanismes de mise à disposition existants dans les industries du cacao et de la fertilisation ;
- Augmentation de l'accessibilité économique de l'engrais pour les cacao-culteurs, de manière à faire jouer la concurrence et les économies d'échelle ;
- Formation et conseils adéquats pour l'emploi de l'engrais dispensés au niveau des exploitations ;
- Promotion de l'acquisition de connaissances communes, par des études sur la réponse du rendement à l'engrais, la justification économique de la fertilisation pour les planteurs, et la maturité de ceux-ci vis-à-vis de l'engrais ;
- Engagement d'un dialogue avec les autorités ivoiriennes au moyen de la plate-forme nationale du cacao mise en place par l'administration.

Chaque organisation participant à l'Initiative a contribué à la réalisation de ces objectifs. En aidant les planteurs à augmenter les récoltes dans les exploitations existantes, l'Initiative a concouru à limiter l'extension des superficies cultivées et la déforestation. Elle a également permis aux planteurs concernés d'améliorer leurs conditions de vie en leur montrant en quoi la cacao-culture peut être une activité rentable et pérenne.

Ce rapport précise la méthodologie et les résultats de la nouvelle tentative d'établissement d'une cartographie des sols.

## 1. Présentation générale du projet

### 1.1.Objectifs

L'objectif général de ce projet de recherche était d'établir une cartographie actualisée montrant l'état de la fertilité des sols dans les régions de cacaoiculture de la Côte d'Ivoire. L'idée était que cette cartographie actualisée serve de base au développement de formules d'engrais cacao adaptées.

### 1.2.Régions de cacaoiculture considérées dans cette étude

Les régions de cacaoiculture de la Côte d'Ivoire sont situées dans le sud du pays dans 13 districts administratifs (voir Figure 1, page 8). Le climat de ces régions est tropical et caractérisé par de faibles amplitudes thermiques (température comprise entre 26° et 30°C) et une hygrométrie élevée (entre 80 et 90 %). Il y a deux saisons des pluies, une de mars à juillet et une autre de septembre à octobre. La pluviométrie moyenne de ces régions varie entre 1200 et 2000 mm par an.

### 1.3.Présentation succincte de la méthodologie utilisée pour établir la nouvelle cartographie

À l'aide de cartes géologiques et pédologiques de la Côte d'Ivoire, l'équipe du CNRA a d'abord établi une « carte de base » des zones de cacaoiculture. Afin d'associer à cette carte de base des paramètres caractéristiques des éléments nutritifs du sol, les chercheurs ont prélevé des échantillons de sol dans une gamme diversifiée de parcelles de cacaoyers situées dans des « unités de surface » sélectionnées. Ces unités de surface ont été définies pour représenter des régions ayant le même climat, type de sol et substrat géologique. Le CNRA a prélevé 575 échantillons de sol et 480 échantillons de feuilles de cacaoyer sur des sites situés dans les différentes régions représentatives de l'ensemble des zones cacaoyères. Les chercheurs ont ensuite effectué des analyses pour évaluer les propriétés physiques, chimiques et organiques du sol dans ces régions à l'aide de la « Méthode diagnostic sol ».<sup>1</sup>

Une fois ces analyses terminées, le CNRA a superposé les données de diagnostic sur la carte de base. Comme les chercheurs avaient établi les unités de surface sur la base de leurs propriétés pédologiques, ils ont pu généraliser les résultats obtenus grâce aux données ponctuelles à l'ensemble des unités de surface cultivées en cacao. Le CNRA a ainsi établi une cartographie des sols, véritable inventaire géospatial de la fertilité.

---

<sup>1</sup> Méthode décrite pour la Côte d'Ivoire et récemment utilisée au Ghana par Snoeck *et al.* (2010).

## 2. Activités

### 2.1.Présentation

Cette partie décrit la façon dont le CNRA a collecté les données, puis les a représentées sur une carte montrant l'apport d'engrais recommandé en fonction des régions. Le Centre a d'abord créé une carte intégrant des informations pédologiques et climatiques. Des régions présentant des caractéristiques pédologiques, de température et de pluviométrie communes ont été représentées par des « unités de surface ». Les chercheurs ont ensuite prélevé des échantillons de sol dans 575 sites répartis dans toute la Côte d'Ivoire, puis les ont analysés pour en déterminer les propriétés physiques, chimiques et organiques. Une fois ces analyses effectuées, le CNRA a développé un système d'encodage pour mettre en évidence le mode de fertilisation nécessaire dans les différentes unités de surface. Ces informations ont été intégrées à la carte de base pour créer une cartographie complète des sols des régions de cacaoculture de la Côte d'Ivoire.

### 2.2.Matériel et méthodes

#### Établissement de la carte de base

Le CNRA s'est procuré des données pédologiques et géologiques sous la forme de cartes d'images géoréférencées (raster) produites par le service cartographique de l'Institut de recherche pour le développement (IRD) en France. L'équipe du CNRA a ensuite vectorisé ces cartes à l'aide du système d'information géographique libre et open source QGIS (Qgis.org). Au moyen du logiciel QGIS, le CNRA a délimité des unités pédologiques et leur a associé les données collectées dans les différentes régions. Suivant le même principe, le Centre a vectorisé les cartes climatiques, bornant les différentes régions climatiques, de façon à cartographier par région des informations sur la température et la pluviométrie.

Les régions ayant un climat similaire (température et pluviométrie) et des propriétés pédologiques identiques ont été regroupées en « unités de surface », homogènes sur le plan des propriétés du sol et du climat. Ayant ainsi défini 132 unités de surface au total, l'équipe de recherche a valorisé la cartographie de ces unités en créant une carte spécifique à la thématique du cacao.

#### Collecte d'échantillons de sol

Les chercheurs du CNRA devaient connaître l'état du sol dans les unités de surface pour déterminer les besoins en éléments fertilisants. L'équipe a donc recueilli des échantillons de sols dans des plantations de cacaoyers situées dans les unités de surface réparties dans l'ensemble des régions de production du cacao. Sur chaque plantation, les chercheurs ont collecté 30 échantillons élémentaires, qu'ils ont mélangés pour générer un échantillon composite par plantation. Les parcelles sélectionnées ont été géoréférencées par GPS, et les points obtenus ont été positionnés sur la carte de base. Étant donné le nombre et la taille des unités de surface, 575 points ont été nécessaires pour couvrir toute la région de cacaoculture.

#### Analyse des échantillons de sol

Pour déterminer les besoins nutritionnels des cacaoyers situés dans les unités de surface considérées, les chercheurs ont rejeté les échantillons de sol trop saturés. Ils n'ont pas non plus pris d'échantillons dans les zones où les planteurs venaient d'épandre de l'engrais ou un autre matériau susceptible de modifier le diagnostic (par ex., apport de fiente de poulet).

L'analyse des échantillons de sol avait pour but d'évaluer les besoins en macroéléments et microéléments. Ces besoins ont été interprétés à partir de la détermination des caractéristiques physiques et chimiques du sol.

De plus, pour chaque parcelle de cacao ayant fait l'objet d'un prélèvement, l'équipe du CNRA a enregistré des paramètres agronomiques supplémentaires susceptibles d'éclairer les résultats chimiques. Ces facteurs étaient les arbres associés (afin d'établir l'existence d'éventuelles espèces concurrentes des cacaoyers), l'épaisseur de la litière, la densité de plantation, l'âge des cacaoyers et l'estimation par le planteur du rendement en cacao.

### **Création de cartes des besoins en éléments fertilisants**

L'analyse des caractéristiques physiques et chimiques des sols réalisée par le CNRA a permis de mettre en évidence les quantités d'éléments nutritifs disponibles à l'heure actuelle. Ayant déterminé les teneurs et divers rapports en éléments nutritifs, l'équipe a calculé l'apport en éléments fertilisants nécessaire pour ramener les teneurs existantes aux valeurs optimales pour les cacaoyers. Pour faire ces calculs, les chercheurs se sont appuyés sur la Méthode diagnostic sol mise au point par Jadin *et al.* (1985).

### 3. Résultats principaux de la cartographie des sols

#### 3.1.Présentation

Cette partie résume les résultats du CNRA concernant les types de sols présents dans les différentes régions de cacaoculture de la Côte d'Ivoire, l'évaluation globale de la teneur en éléments nutritifs des sols et les préconisations spécifiques à chaque élément nutritif visant à améliorer la qualité des sols et à augmenter les récoltes de cacao.

#### 3.2.Description des principales zones climatiques

Les zones les plus favorables à la cacaoculture ont été déterminées à partir de deux paramètres climatiques principaux : la température et la pluviométrie. Ces régions sont représentées sur la Figure 1.

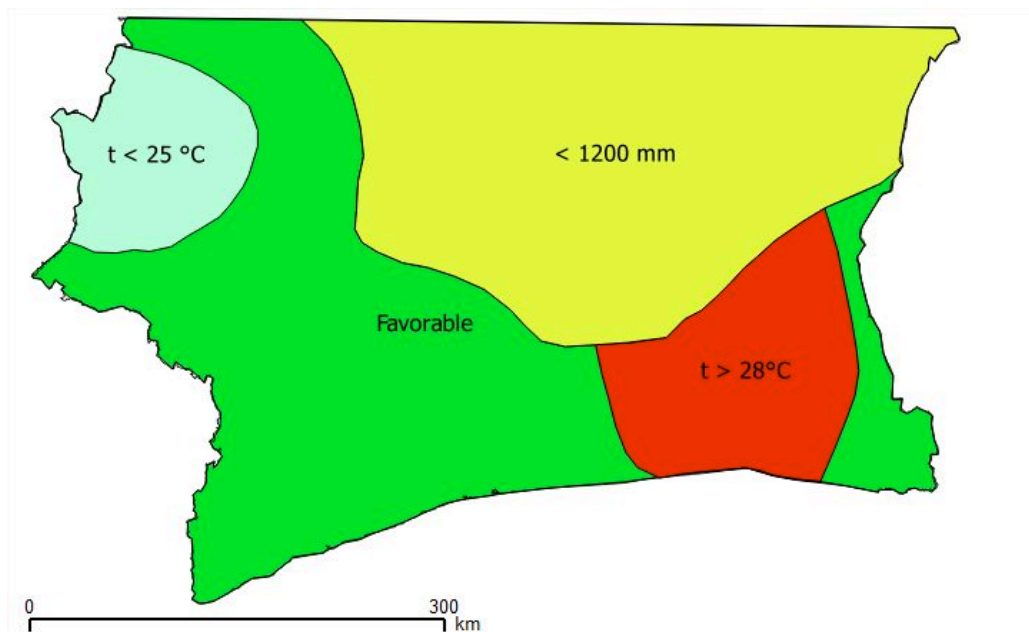


Figure 1 : carte représentant les zones climatiques favorables à la production de cacao.

Les zones les plus favorables à la cacaoculture se situent en général au sud de la Côte d'Ivoire, à l'exclusion d'une région du pays où la température, supérieure à 28 °C, constitue un élément défavorable. Une aire située à l'ouest du pays est également désavantageuse, car présentant une température moyenne inférieure à 25 °C. De plus, la zone située au nord, caractérisée par une pluviométrie annuelle inférieure à 1200 mm, est trop sèche. En dehors de ces restrictions, les zones de cacaoculture s'étendent au-delà de la zone optimale, jusque dans les zones les plus sèches, couvrant tout le sud du pays.

Les cartes climatiques et pédologiques ont été combinées pour former la carte des unités de surface, représentée dans la Figure 2.



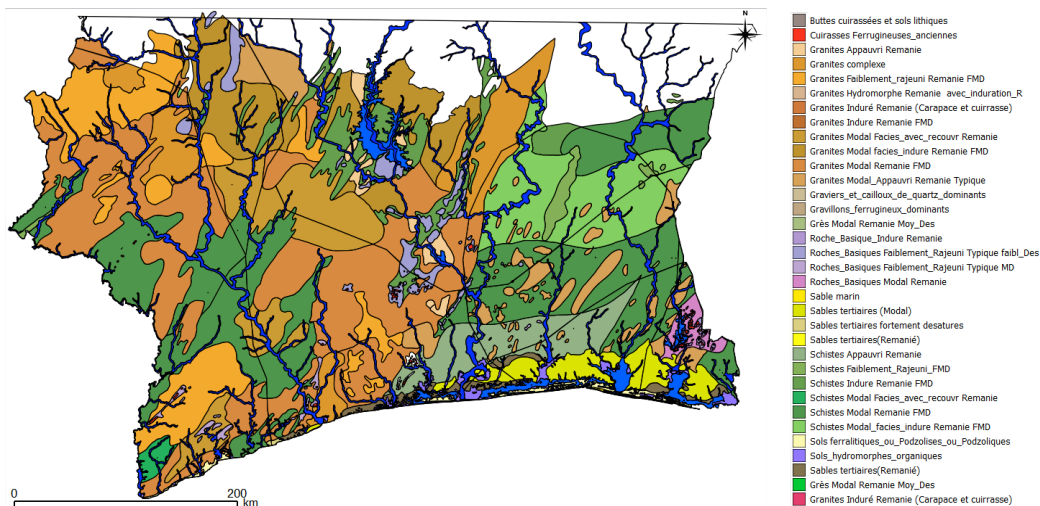


Figure 2 : carte représentant les unités de surface résultant de la combinaison des données pédogénétiques et climatiques.

Les unités sont représentées par un code couleur en fonction de leurs caractéristiques pédogénétiques (type de sol) (Figure 2, légende et Tableau 1). Chaque unité de couleur se subdivise en unités plus petites au niveau de l'intersection avec les surfaces climatiques. La carte de base comporte 132 unités de surface.

Selon ces résultats, environ 72 % des cacaoyers de la Côte d'Ivoire sont cultivés sur six grands types de sol<sup>2</sup>s, ayant deux origines géologiques, granitique et schisteuse. Les six types de sols suivants représentent plus de 6 % de la superficie des terres dans la ceinture du cacao :

- Granite faiblement rajeuni, remanié
- Granite modal, faciès avec recouvrement, remanié
- Granite modal, faciès induré, remanié
- Granite modal, remanié
- Schiste modal, faciès induré, remanié
- Schiste modal, remanié

### 3.3.Principaux résultats du diagnostic du sol

#### Macoéléments

Grâce à l'analyse des caractéristiques physiques et chimiques des sols, le CNRA a mis en évidence les quantités d'éléments nutritifs disponibles à l'heure actuelle. Ayant déterminé les teneurs en éléments nutritifs et divers ratios de ces éléments entre eux, l'équipe a calculé l'apport en éléments fertilisants nécessaire pour ramener les teneurs existantes aux valeurs optimales pour les cacaoyers.

<sup>2</sup> Selon la classification française (CPCS, 1967).

Pour effectuer ces calculs, les chercheurs se sont appuyés sur la Méthode diagnostic sol<sup>3</sup> mise au point par Jadin *et al.* (1985).

Concernant seulement les macroéléments dont certaines valeurs de seuil sont nécessaires pour améliorer la cacaoculture, les chercheurs ont observé que :

- 82 %** des sols étaient pauvres en azote.
- 57 %** étaient pauvres en carbone organique.
- 81 %** des sols étaient pauvres en phosphore.
- 34 %** des sols étaient pauvres en potassium.
- 61 %** des sols étaient pauvres en calcium.
- 37 %** des sols étaient pauvres en magnésium.

Comme la croissance des cacaoyers est favorisée par l'existence de certains ratios entre macroéléments du sol, les chercheurs se sont penchés sur l'équilibre entre les éléments nutritifs pour déterminer les besoins actuels.

#### Azote :

Le rapport entre la somme des bases échangeables, principaux cations se trouvant dans le sol, et l'azote ( $\Sigma$  (bases échangeables)/N) est l'indicateur principal permettant de déterminer les besoins en azote. La Figure 3 représente la distance des différents points  $\Sigma$  (EB)/N par rapport à une ligne optimale.

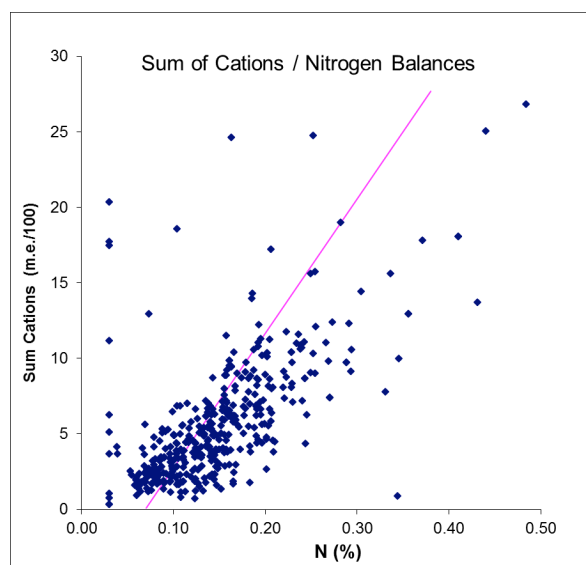


Figure 3 : équilibre entre les bases échangeables et l'azote

<sup>3</sup>Voir [Koko et al., \(2011\) dans Agronomie africaine 23 \(3\): 217 – 225](#) et la [présentation du CIRAD](#).

37 % des points sont situés sous la ligne optimale et seront donc susceptibles de répondre à une fertilisation par l'azote. Les points situés au-dessus doivent être fertilisés par les cations correspondants pour se rapprocher du rapport optimal indiqué dans la Figure 3.

Selon ces résultats, 23 % des sols répondront positivement à un apport d'engrais azoté.

Ce graphique montre aussi qu'à l'exclusion de 20 points de prélèvement d'échantillons, l'ensemble des points pourront atteindre l'équilibre optimal avec de faibles doses d'azote.

La Figure 4 représente les unités de surface susceptibles de répondre à un apport d'engrais azoté, et celles qui ne le sont pas.

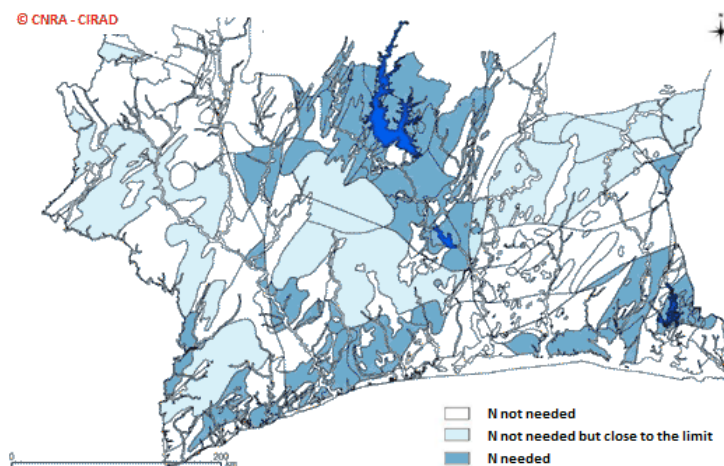


Figure 4 : carte des zones répondant à une fertilisation par l'azote (bleu foncé) ou n'y répondant pas (bleu clair et blanc).

Selon cette figure, les parcelles de cacaoyers établies sur des sables tertiaires et des sols granitiques ont moins besoin d'azote que les parcelles situées sur des sols schisteux.

La carte met en évidence des besoins en azote à l'est et dans une zone s'étendant en V vers le sud. Ces résultats sont logiques, étant donné l'âge avancé des plantations de ces régions. De même, dans le sud-ouest et au sud, les besoins en azote sont à relier au lessivage considérable des sols ayant eu dans ces zones (par ex. à Grand Béréby). Il faut donc privilégier un apport d'azote sous la forme de nitrates.

### Phosphore :

Les besoins en phosphore sont déterminés à l'aide du ratio azote phosphore et du rapport entre la somme des bases échangeables et le phosphore. La Figure 5 représente la carte des unités de surface susceptibles de répondre à un apport de phosphore. La valeur des couleurs employées indique la quantité de phosphore nécessaire.

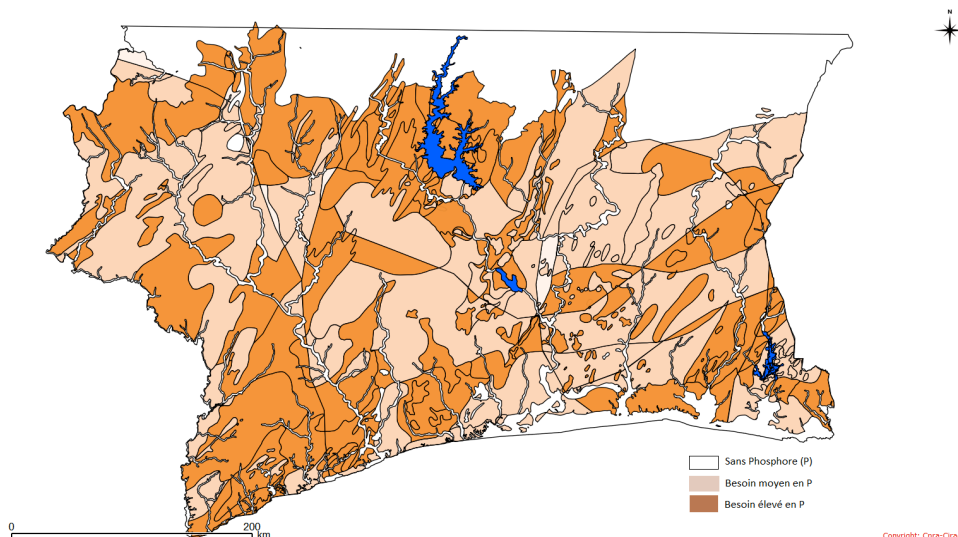


Figure 5 : carte des zones répondant au phosphore, et des zones n’y répondant pas (blanc). L’orange clair indique un besoin faible ; l’orange foncé un besoin important.

Selon ces résultats, 96 % des sols répondront favorablement à un apport d’engrais riche en phosphate.

#### Potassium, calcium, magnésium :

Les chercheurs ont déterminé les besoins en cations en s’appuyant à la fois sur les seuils et l’équilibre des ions entre eux. Les valeurs seuils ne sont pas suffisantes à elles seules pour déterminer les besoins du sol et les corrections à effectuer ; il faut aussi un équilibre optimal entre les bases (potassium, calcium et magnésium) les plus favorables à la croissance du cacaoyer. Pour chaque point de prélèvement, le CNRA a déterminé les besoins élémentaires en potassium, calcium et magnésium par la comparaison des ratios avec l’équilibre idéal (8:68:24). Ces points sont représentés sur la Figure 6.

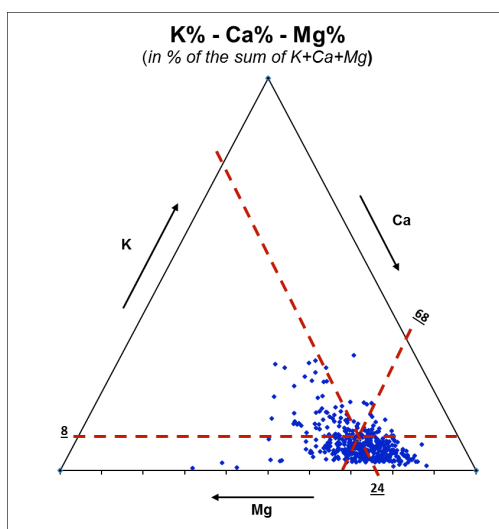


Figure 6 : valeurs du rapport potassium/calcium/magnésium aux points de prélèvement par rapport à l’équilibre optimal en cacaoculture.

Selon cette figure, 68 % des sols des échantillons prélevés présentent un rapport K/Ca/Mg équilibré, donc l'état des sols pourrait aisément être corrigé par une fertilisation adaptée.

L'observation de la saturation en bases échangeables montre qu'environ 11 % des sols présentent une saturation inférieure à 40 %. Les Figures 7, 8 et 9 indiquent la localisation des unités de surface qui répondraient favorablement au potassium, au calcium et au magnésium, codées en fonction des quantités nécessaires.

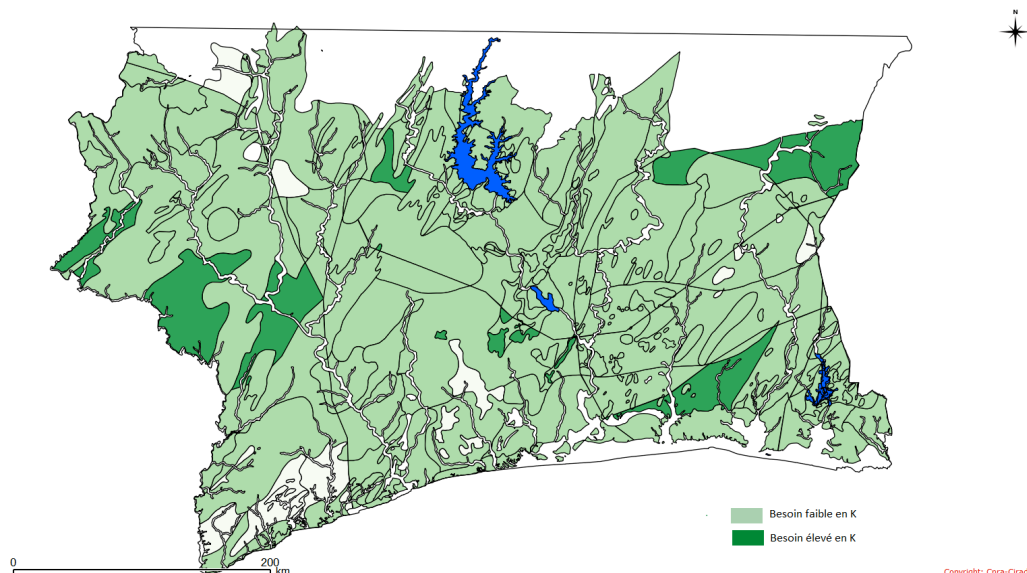


Figure 7 : carte des zones répondant au potassium. Le vert clair indique un besoin faible ; le vert foncé, un besoin important.

Selon les résultats du diagnostic sol réalisé, 69 % des sols sont déficitaires en potassium.

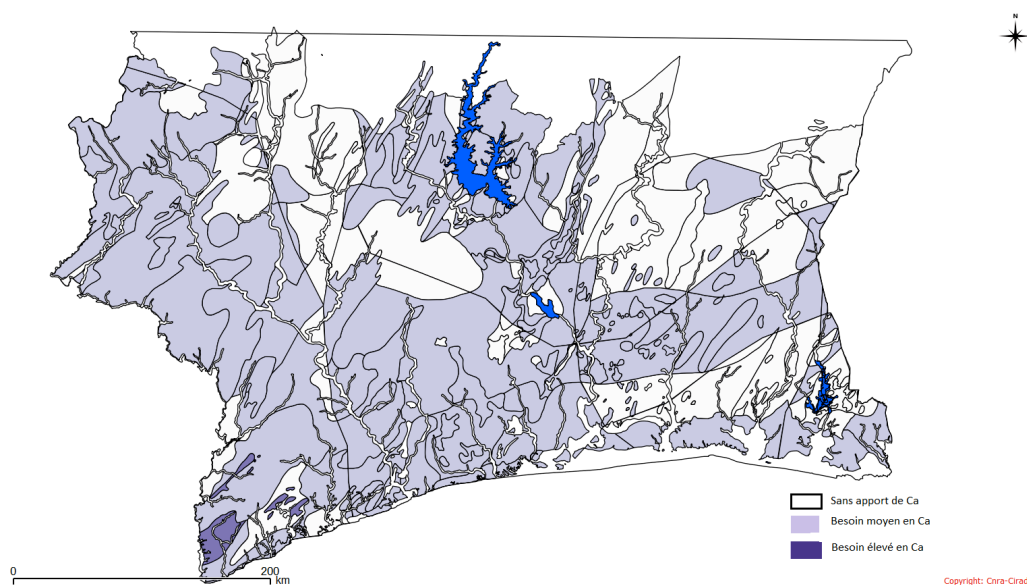


Figure 8 : carte des zones répondant à un apport de calcium (bleu) ou n'y répondant pas (blanc). Le bleu clair indique un besoin faible ; le bleu foncé, un besoin important.

Selon les résultats du diagnostic sol réalisé, 46 % des sols sont déficitaires en calcium.

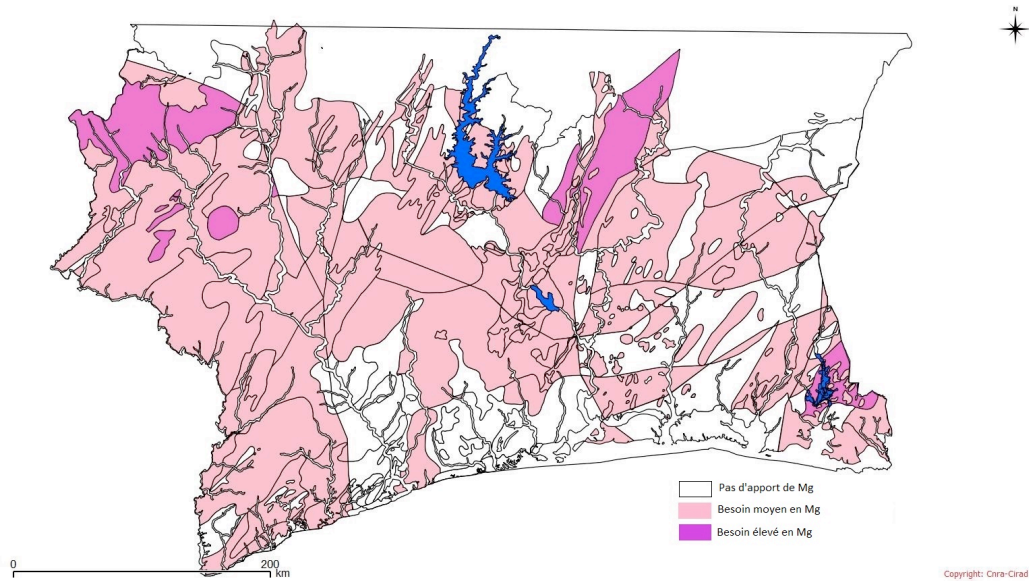


Figure 9 : carte des zones répondant au magnésium (rose), ou n’y répondant pas (blanc). Le rose clair indique un besoin faible ; le rose foncé, un besoin important.

Selon les résultats du diagnostic sol réalisé, 55 % des sols sont déficitaires en potassium.

### Microéléments

Les résultats relatifs aux microéléments sont les suivants :

- 11,3 %** des sols des échantillons prélevés sont déficitaires en bore.
- 1,4 %** en manganèse
- 2,6 %** en cuivre.
- 4,0 %** en zinc.
- 0,0 %** en fer.

La Figure 10 montre les unités de surface où une carence en bore a été constatée.

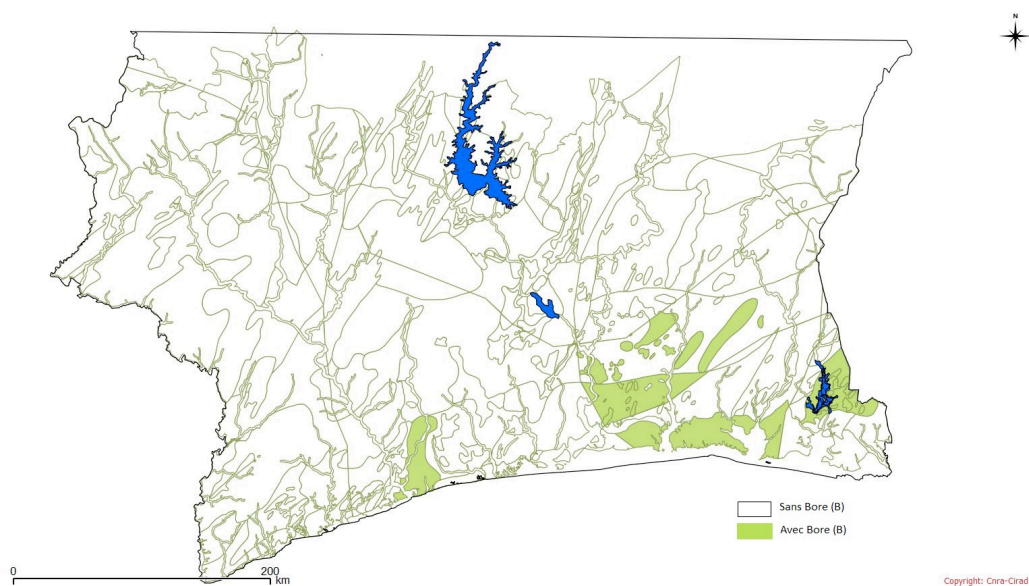


Figure 10 : carte des zones présentant une carence possible en bore (vert), et n’en présentant pas (blanc).

Pour mieux comprendre l'état du sol, le CNRA a aussi étudié son acidité, représenté par la Figure 11. Selon celle-ci, environ 22,7 % des sols ont un pH inférieur à 5,5, et sont donc trop acides pour le cacaoyer.

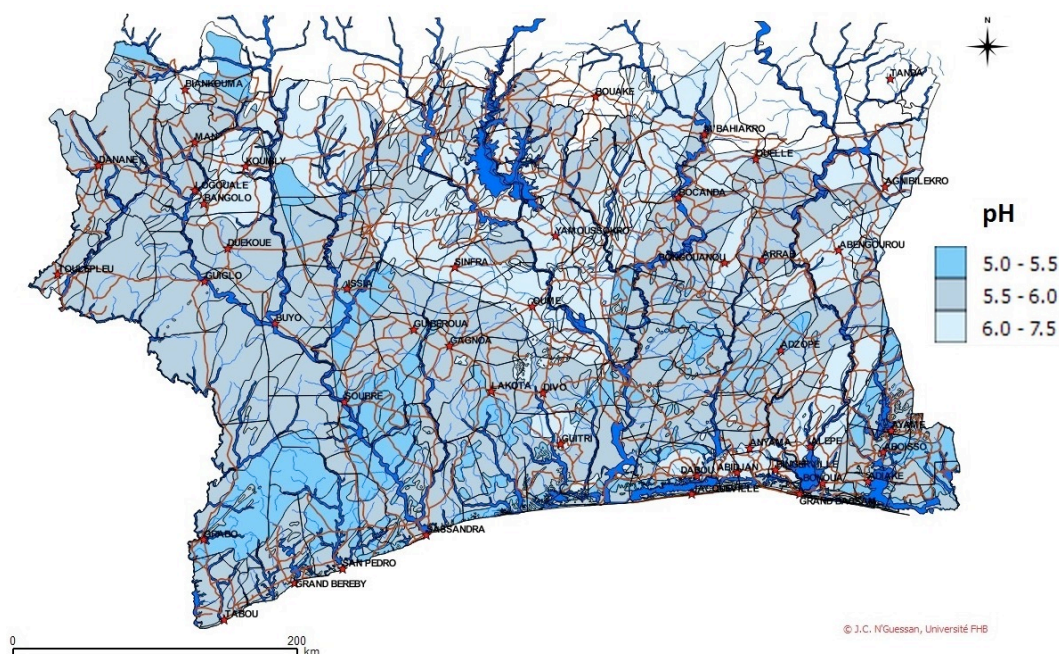


Figure 11 : carte de l'acidité des sols (pH).

### 3.4. Discussion

Selon ces cartes, les besoins en éléments nutritifs ont évolué et ne correspondent pas exactement aux préconisations actuelles relatives à la fertilisation, établies dans les années 1970. Le CNRA a noté une évolution des besoins en éléments nutritifs par rapport aux corrections recommandées par P. Jadin en 1975 (Jadin, 1975). En particulier, en appliquant la même méthode de diagnostic du sol que celle employée en 1975, l'on peut voir qu'aucun besoin en azote n'avait été mis en évidence dans le diagnostic précédent alors que 23 % des échantillons prélevés pour le diagnostic de 2015 indiquent la nécessité d'une fertilisation azotée. Le CNRA observe en effet que 86 % des échantillons sont déficitaires en azote et en matière organique. Or, on sait que 90 % de l'azote mesuré dans la terre végétale d'une plantation cacaoyère provient de la matière organique (Harteminck et Donald, 2005), ce qui permet de penser qu'il vaudrait mieux apporter de l'azote au sol par l'ajout de matière organique plutôt que par une fertilisation minérale.

Les besoins en potassium, calcium et magnésium ont augmenté. Ce résultat est conforme au constat d'appauvrissement généralisé du sol lié à la quasi-absence de fertilisation ces trente dernières années. Cet effet dépressif a également été mis en évidence par des études de sol précédentes concernant le Ghana (Appiah, 1997 ; Afrifa, 2006).

En revanche, les besoins en phosphore demeurent inchangés, puisque relativement semblables à ceux observés en 1975 par Jadin.

## 4. Conclusion

Le diagnostic du sol réalisé par le CNRA à la demande de l'Initiative a fourni un ensemble de données robustes, livrant des informations utiles pour l'actualisation des préconisations d'augmentation des récoltes de cacao, destinées aux planteurs. Cette étude a généré des données sur les niveaux de macroéléments et de microéléments, ainsi que sur les équilibres optimaux entre ceux-ci, qui pourront donner lieu à une action.

Les cartes, valeurs et ensembles de données produites par le CNRA ont été essentiels pour les objectifs de la filière, à savoir l'augmentation des rendements de la cacaoculture, la mise en œuvre de techniques favorables aux conditions de vie des planteurs et à la viabilité à long terme de l'industrie du cacao en Côte d'Ivoire.

Au moment où le Conseil du café-cacao prend la relève avec sa plate-forme nationale du cacao, les fondations posées par l'Initiative sont précieuses en ce qu'elles contribueront à la communication de préconisations actualisées aux planteurs. Les partenariats et les réseaux tissés peuvent aider les cacaoculteurs à avoir accès aux ressources et à l'éducation dont ils ont besoin pour mettre en œuvre les techniques de fertilisation nécessaires. L'association de ces mesures permettrait aux cacaoculteurs de prospérer, tout en fournissant une matière première précieuse aux entreprises, aux producteurs et aux consommateurs du monde entier.



#### 4. Références bibliographiques

1. Afrifa A. A., Ofori-Frimpong K., Appiah M. R., Acquaye S., et Snoeck D. (2006). Nitrogen, phosphorus and potassium budget under the cocoa ecosystem: Produce harvesting phase. Communication à la 15<sup>ème</sup> conférence internationale sur la recherche cacaoyère. San José, Costa Rica. (COPAL, éd.).
2. Appiah M. R., Ofori-Frimpong K. et Afrifa A. A. (2000). Evaluation of fertiliser application on some peasant cocoa farms in Ghana. Ghana Jnl agric. Sci. 33: 183–190.
3. Jadin P. (1975). L'utilisation du diagnostic sol pour l'estimation des besoins en engrais des cocoyers ivoiriens. Café Cocoa Thé 19 (3): 203–220.
4. Jadin P. et Snoeck J. (1985). La méthode du diagnostic sol pour calculer les besoins en engrais des cocoyers. Café Cocoa Thé 29(4): 255–272.
5. Snoeck, D., Afrifa, A., Ofori Frimpong, K., Boateng, E., et Abekoe, M. (2010). Mapping fertilizer recommendations for cocoa production in Ghana using soil diagnostic and GIS tools. West African Journal of Applied Ecology, 17: 97–107.
6. Fert'ILL, 2003. Quelle forme d'engrais minéral choisir ? Fiche n°50, avril 2003, 2p.
7. Hartemink AE. (2005). Nutrient stocks, nutrient cycling, and soil changes in cocoa ecosystems: A review. Advanced in Agronomy 86: 227–253.