



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Akedrin Tetchi Nicaise,

Enseignant-Chercheur, Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, Côte d'Ivoire

Akotto Odi Faustin,

Enseignant-Chercheur, Université Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Filière Pédologie et Agriculture Durable, Côte d'Ivoire

Kouadio Aka Niangoran Marie-Stéphanie,

Enseignant-Chercheur, Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, Côte d'Ivoire

Submitted: 20 February 2020

Accepted: 23 July 2020

Published: 31 December 2020

Corresponding author:

Akedrin Tetchi Nicaise

DOI: [10.19044/esj.2020.v16n36p296](https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n36p296)



Copyright 2020 Akedrin Tetchi Nicaise,
Distributed under Creative Commons
BY-NC-ND 4.0 OPEN ACCESS

Cite as:

Tetchi Nicaise A, Odi Faustin A, Aka Niangoran Marie-Stéphanie K. (2020). Etude De La Valeur Indicatrice Des Adventices Et Diagnostic De La Fertilité Des Sols Des Friches Cacaoyères Au Sud-Est De La Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal, ESJ*, 16 (36), 1.

<https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n36p296>

Etude De La Valeur Indicatrice Des Adventices Et Diagnostic De La Fertilité Des Sols Des Friches Cacaoyères Au Sud-Est De La Côte d'Ivoire

Résumé

En vue de déterminer le niveau de fertilité des sols à partir d'indicateurs végétaux, les agroécosystèmes où la fertilité des sols est influencée par les pratiques agricoles ont été étudiés décrits. Les inventaires floristiques et les prélèvements de sols composites ont été réalisés dans trois friches cacaoyères abandonnées (T1, T2 et T3) et sur un témoin agricole (T0) de même âge, dans un sol limoneux. Le dispositif est constitué de quatre blocs avec quatre répétitions dans deux Sous-préfectures du Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Il ressort de l'étude que le niveau de fertilité d'un sol peut s'évaluer par l'identification de deux groupes d'adventices : les espèces discriminantes ou non. Cependant, le diagnostic le plus important du bon indicateur de la fertilité du sol oriente vers les adventices indicateurs, dont la présence est discriminante. L'analyse d'ordination par la DCA a montré que les sites dominés par *C. odorata* (T1) sont riches en phosphore assimilable et en azote due à la présence de *C. pubescens* comme indicatrice. Les sols cacaocultivés abandonnés sont acides. L'un des principaux facteurs responsables de la séparation des deux Communautés était le pH qui a induit la structuration de la Communauté du sol témoin, avec *A. aspera*, *A. conyzoides* comme indicatrices. La texture limoneuse observée a permis de diagnostiquer certains problèmes liés au compactage des sols, qui peuvent être corrigés partiellement par une teneur suffisante en humus et en calcium et surtout par la pratique de l'agroforester.

Subject: Biology

Mots-clés: Adventices, Fertilité Des Sols,
Valeurs Indicatrices, Friches Cacaoyères,
Côte d'Ivoire

Study Of The Indicative Value Of Weeds And Diagnosis Of Soil Fertility In Cocoa Wasteland In The South-East Of Côte d'Ivoire

Akedrin Tetchi Nicaise,

Enseignant-Chercheur, Université Jean Lorougnon Guédé, UFR
Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, Côte
d'Ivoire

Akotto Odi Faustin,

Enseignant-Chercheur, Université Félix Houphouët-Boigny, UFR des
Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Filière Pédologie et
Agriculture Durable, Côte d'Ivoire

Kouadio Aka Niangoran Marie-Stéphanie,

Enseignant-Chercheur, Université Jean Lorougnon Guédé, UFR
Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, Côte
d'Ivoire

DOI: [10.19044/esj.2020.v16n36p296](https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n36p296)

Abstract

In order to determine the level of soil fertility from plant indicators, agro-ecosystems where soil fertility is influenced by agricultural practices were described. Floristic inventories and composite soil samples were carried out in three abandoned cocoa fields (T1, T2 and T3) and on an agricultural control (T0) of the same age, in silty soil. The system is made up of four blocks with four replications in two sub-prefectures in the South-East of Côte d'Ivoire. The study shows that the fertility level of a soil can be assessed by identifying two groups of weeds: discriminating or non-discriminating species. However, the most important diagnosis of a good soil fertility indicator is directed towards indicator weeds, the presence of which is discriminating. Ordination analysis by DCA showed that sites dominated by *C. odorata* (T1) are rich in assimilable phosphorus and nitrogen due to the presence of *C. pubescens* as an indicator. Abandoned cocoa soils are acidic. One of the main factors responsible for the separation of the two Communities was the pH which induced the structuring of the Community from the control soil, with *A. aspera*, *A. conyzoides* as indicators. The silty texture observed made it possible to diagnose certain problems related to soil compaction, which can be partially corrected by a sufficient humus and calcium content

and, above all, by the practice of agroforestry.

Keywords: Weeds, Soil Fertility, Indicative Values, Cocoa Wasteland, Côte d'Ivoire

Introduction

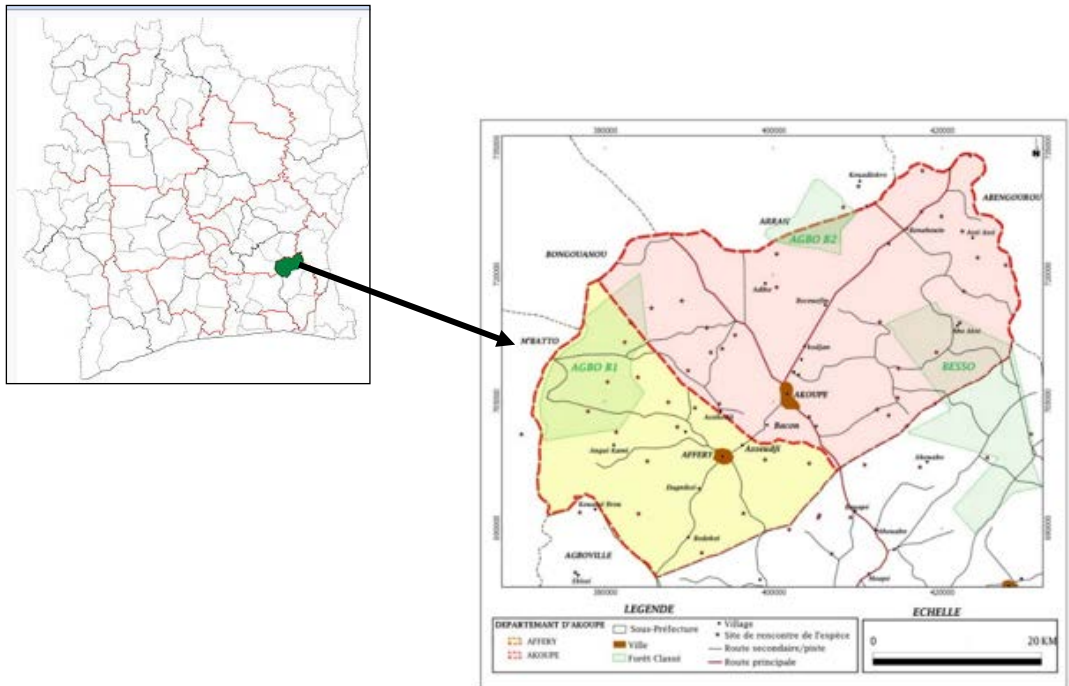
Le Sud-Est de la Côte d'Ivoire est la première boucle du cacao de Côte d'Ivoire et abrite beaucoup de cultures pérennes actuelles ou potentielles, et récemment l'hévéa. De ce fait, la zone est soumise à des défrichements successifs dont l'impact sur la dégradation des sols est bien connu en milieu agricole tropical (Roose, 1985 ; Clough et al. 2011). En effet, sous ces agroécosystèmes, la dynamique des matières organiques des sols est influencée par les pratiques agricoles (Duru et al., 2015a et b). Depuis une décennie, le déclin de la fertilité des sols et la baisse des rendements en cacao marchand préoccupent les cacaoculteurs. La cacaoculture est abandonnée et les terres sont couvertes d'une végétation herbacée dominée par les adventices dites « friches cacaoyères ». Ces dernières se caractérisent, par endroits, sous forme d'espèces d'adventices ou en association. Pourquoi ces végétaux sont ainsi implantés. Quels sont alors les facteurs déterminant cette répartition ? Quels sont les rapports entre le sol et la flore adventice qui y est installée.

Les travaux de Koné et al. (2013) ont montré que l'infestation du sol par des mauvaises herbes augmente avec la baisse de la fertilité et que, les éléments nutritifs du sol (N total, P total, K, Ca, Mg et pH) pourraient influencer la présence de la flore adventice. Pour y remédier, Il faut accompagner les paysans en regardant de façon simple, les sols sous ces sites qui n'ont pas la même manière de fonctionner. Leur diagnostic permettra de répondre à la pression foncière qui est par ailleurs très forte sur le territoire. Face à cette situation , les équipes de recherches universitaires regroupant la filière des Sciences du Sol (UFR des Sciences de la Terre des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny) et le Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole (UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé), se sont proposées de déterminer le cortège des espèces adventices qui peuvent être utilisées comme indicatrices de certains sites afin de diagnostiquer le niveau de fertilité des sols des friches cacaoyères situées dans le département d'Akoupé. Il s'est agi, dans le cadre de la présente étude, de choisir un panel contrasté et complémentaire de sols de sites délaissés, sélectionnés en fonction de l'historique et des propriétés physico-chimiques.

2. Matériel et méthodes

2.1. Sites étudiés

Les parcelles étudiées, d'une superficie moyenne d'un hectare, sont localisées dans la partie australe du département d'Akoupé (Figure 1), Nord de la Région de La Mé (Sud-Est Côte-d'Ivoire). Le département appartient à la première boucle du cacao du pays qui en compte trois. Selon Akotto et al. (2014a et b), le sol est un Plinthic Cambisols (Gleyic, Eutric, Dystric). La forêt initiale correspond à l'association à *Celtis-Triplochiton* et à la variante à *Nesogordonia papaverifera* et *Khaya ivorensis*, qui est une forme de transition avec la forêt sempervirente (Kouamé et Zoro Bi, 2010 ; Kassi et al., 2017). Les différents sites, choisis pour leur homogénéité par rapport à la pédologie, sont des sols limoneux à charge schisteuse. La forêt initiale des sites est localement remplacée par des formations secondaires ou anthropisées pour constituer des friches qui ont été l'objet du présent travail.



2.2. Dispositifs d'échantillonnage

Deux dispositifs, caractérisés par une augmentation de l'échelle d'observation (diminution de l'intervalle d'échantillonnage), ont été utilisés. Sur le site d'étude, les parcelles élémentaires (P.E.) dispersées, avec les mêmes espèces d'adventices ou association d'espèces, ont été regroupées. Ces

blocs homogènes constitués ont permis de minimiser les différences observées entre les placeaux afin que celles-ci soient imputables aux traitements. Les dispositifs sont les suivants :

- Dispositif 1 : prélèvement des échantillons de végétaux selon 4 blocs ou traitements (T) en 4 répétitions, avec un quadrillage d'au moins 10 m. Le dispositif est appliqué à trois friches cacaoyères (T1, T2, T3) et une culture ou témoin agricole (T0 ou référence).

- Dispositif 2 : prélèvement des échantillons de sols selon un transect de 100 mètres de long et avec un intervalle d'échantillonnage de 1 m. Dispositif appliqué aux 4 traitements précédents.

Les traitements correspondent aux parcelles comportant : premièrement ou en un, une très forte dominance-abondance de *Chromolaena odorata* (T1), deuxièmement une abondance moyenne de *C. odorata* combinée à une très forte proportion de *Setaria barbata* (T2), troisièmement, une faible proportion de *C. odorata* et *S. barbata*, mais une forte dominance-abondance de *Euphorbia repens*, quatrièmement, une quasi absence de *C. odorata*, mais une forte dominance-abondance de *S. barbata* et de *E. repens* (T0).

Durant l'échantillonnage, un coefficient d'abondance-dominance est attribué à chaque espèce rencontrée dans l'aire-échantillon selon l'échelle d'indice variant de 1 à 5 (Kouakou et al., 2016).

1 = espèce à faible recouvrement de la surface du sol ;

2 = espèce couvrant 5 à 50 % de la surface du sol ;

3 = espèce couvrant 25 à 50 % de la surface du sol ;

4 = espèce couvrant 50 à 75 % de la surface du sol et ;

5 = espèce couvrant 75 à 100 % de la surface du sol ont été utilisés.

Les vingt premiers centimètres ont été échantillonnés. Les 4 traitements ont été répétés 4 fois selon, soient 32 (16 x 2) parcelles ont été échantillonnées.

2.3. Méthodes analytique

La valeur indicatrice (IndVal) a été utilisée, pour mesurer l'association entre une espèce et un groupement végétal (Dufrene et Legendre, 1997). La signification statistique a été testée à l'aide du test de permutation de Monte-Carlo (De Cáceres et al., 2012). Deux indices, la spécificité « A » et la Fidélité « B », ont été calculés, pour estimer la probabilité pour qu'une espèce appartienne à un groupement cible et celle de la trouver dans plusieurs groupements végétaux. A cet effet, le coefficient de corrélation bisériale a été calculé pour préciser les conditions prévalant dans le milieu (De Cáceres et Legendre, 2009). Au total, 32 composites (16 x 2 sites) ont été séchés à l'air, passés au tamis de 2 mm et analysés. La granulométrie du sol a été déterminée par la méthode de la pipette Robinson telle utilisée par Motsara et Roy (2008). N total (N), P disponible (P), K, Ca, Mg et Na ont été analysés comme décrit

par Page et al. (1996). Les mesures de pH sont effectuées sur une suspension de terre fine (rapport 1/2.5) avec un pH-mètre après 2 heures de contact. Le pH a été mesuré sur des échantillons de sol frais.

2.4. Analyse statistique

La normalité et l'homogénéité des variances des variables du sol ont été testées par le test de Shapiro-Wilk et par le test de Levène à 5%. Des tests de comparaison multiples ont été effectués entre les traitements, pour détecter des différences significatives. Une analyse canonique discriminante (DCA) des variables du sol a été effectuée sur les environnements, pour vérifier la ségrégation entre les sites d'étude et identifier les variables les plus fortement corrélées aux groupes de sites (Friendly et Fox, 2013). La valeur indicatrice des adventices a été conduite dans le package indicpecies (De Caceres & Legendre, 2009), du logiciel R 4.0.2 (R Core Team, 2019) et de l'environnement RStudio (RStudio Team, 2018).

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats

Analyse des échantillons de végétaux

La valeur indicatrice (IndVal) des adventices ou des combinaisons d'adventices des groupements végétaux est présentée (Tableau I). Vingt espèces d'adventices ont été les plus fréquemment rencontrées parmi lesquelles 15 espèces d'adventices indicatrices ont été retenues. *Acacia nilotica* est fortement et significativement associé au groupe 1 (T1). *Achyranthes aspera* a son modèle d'abondance davantage associé à la combinaison des groupes 1 et témoin, alors que *Centrosema pubescens*, *Sida acuta*, *Dymaria cordata*, *Synedrella nodiflora* et *Digitaria sanguinalis* seraient de bons indicateurs associées à la combinaison des groupes 2 et 3.

Tableau I. Coefficient de corrélation bisériale entre les adventices et les milieux écologiques. Grt= Groupement ; Ref (témoin) = Référence ; Sig. = Niveau de significativité ; Codes de Significativité : 0 `*** 0,001 ` ** 0,01 `

Groupements	Espèces	stat	p.value	Sig.
Groupement1	<i>Acacia nilotica</i>	0.781	0.001	***
Groupement1+Ref	<i>Achyranthes aspera</i>	0.894	2,00E-04	***
	<i>Centrosema pubescens</i>	0.935	0.0002	***
	<i>Sida acuta</i>	0.889	0.0002	***
Groupement2	<i>Dymaria cordata</i>	0.887	0.0002	***
Groupement3	<i>Synedrella nodiflora</i>	0.858	0.0004	***
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	0.856	0.0004	***
	<i>Eragrostis pilosa</i>	0.848	0.0202	*
	<i>Setaria barbata</i>	0.812	0.0392	*
	<i>Torilis japonica</i>	0.812	0.0022	**
	<i>Prunella laciniata</i>	0.795	0.0020	**
	<i>Chromolaena odorata</i>	0.714	0.0468	*

Grt1+Grt2+ Ref	<i>Ageratum conyzoides</i>	0.883	0.0014	**
Grt2+Grt3+ Ref	<i>Euphorbia serpens</i>	0.845	0.0208	*
	<i>Mimosa pudica</i>	0.806	0.0226	*

Acacia nilotica peut être utilisée comme une bonne indicatrice de T1 car il est largement répandu dans des placeaux appartenant à ce groupe, bien que tous les placeaux appartenant au T1 n'incluent pas l'espèce (B = 0,75). 10 espèces entrent en combinaison de parcelles. C'est le cas avec *Achyranthes aspera* qui indique la paire T1 et T0 (A = 0,91), bien que tous les sites appartenant à la paire ne l'incluent pas (B = 0,88). En revanche, *C. pubescens* est une bonne indicatrice pour indiquer l'état de fertilité de la paire de parcelles T2 et T3. Cette espèce indique uniquement les placeaux appartenant à cette combinaison (A = 1,0000), bien que tous les sites appartenant à la combinaison ne l'incluent pas (B = 0,88). A l'inverse, *Ageratum conyzoides*, *Euphorbia serpens* et *Mimosa pudica* caractérisent en commun trois groupements de parcelles (Tableau II).

Tableau II. IndVal des adventices ou des combinaisons d'espèces des friches cacaoyères et des cultures. A=Spécificité, B=Fidélité, Prob =Probabilité, Grt= Groupement ; Sig. = Niveau de significativité ; Codes de significativité : 0 ` ***' 0,001 ` **' 0,01 ` * ' 0,05 `

Groupements	Espèces	A	B	IndVal	Prob.	Sig.
Groupement 1	<i>Acacia nilotica</i>	0,8125	0,7500	0,781	0,001	***
Groupement 1+Temoin	<i>Achyranthes aspera</i>	0,9138	0,8750	0,894	0,001	***
	<i>Centrosema pubescens</i>	1,0000	0,8750	0,935	0,001	***
	<i>Sida acuta</i>	0,9730	0,8125	0,889	0,001	***
	<i>Dymaria cordata</i>	0,9677	0,8125	0,887	0,001	***
	<i>Synedrella nodiflora</i>	0,9062	0,8125	0,858	0,002	***
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	0,9020	0,8125	0,856	0,001	***
	<i>Eragrostis pilosa</i>	0,8214	0,8750	0,848	0,031	*
	<i>Setaria barbata</i>	0,8125	0,8125	0,812	0,045	*
	<i>Torilis japonica</i>	0,8800	0,7500	0,812	0,002	**
Groupement 2	<i>Prunella laciniata</i>	0,8438	0,7500	0,795	0,005	**
Groupement 3	<i>Chromolaena odorata</i>	0,7419	0,6875	0,714	0,031	*
Grt1+Grt2+Temoin	<i>Ageratum conyzoides</i>	0,9853	0,7917	0,883	0,004	**
Grt2+Grt3+Temoin	<i>Euphorbia serpens</i>	0,9524	0,7500	0,845	0,027	*
	<i>Mimosa pudica</i>	0,9750	0,6667	0,806	0,015	*

En considérant les communautés sans combinaisons de groupements végétaux, *A. nilotica* est fortement et significativement associée à T2, tandis que *T. japonica* est davantage associée à T0 (Tableau III).

La figure 2 montre comment la couverture change avec la spécificité utilisée pour sélectionner de bons indicateurs. En effet, la couverture des espèces au niveau de trois groupements végétaux 2, 3 et celle de la référence reste maximale (100 %) puis ne décroît qu'au-delà de 0,85 ; 0,4 et 0,6, respectivement (Figure 2a). En ce qui concerne la sélection des indicateurs valides, ces résultats mettent en évidence leur insuffisance pour couvrir toute

la zone par rapport au groupement végétal cible. Cette limitation est plus sévère si une seule espèce est considérée (Figure 2b). D'une façon générale et indépendamment, il y a eu dessèchement sur l'ensemble de la place dans la période considérée. Ce dessèchement est particulièrement marqué dans le faciès à *C. odorata*. En sommes, le sol, semble influencer la distribution spatiale des adventices.

Tableau III. Corrélation entre les adventices et les milieux écologiques non combinés
 Sig. = Niveau de significativité ; Codes de Significativité : 0 ` ***' 0,001 ` **' 0,01 `

Groupements		stat	p.value	Sig
Groupement 1	<i>Achyranthes aspera</i>	0.638	0.039	*
	<i>Acacia nilotica</i>	0.781	0.001	***
Groupement 2	<i>Ageratum conyzoides</i>	0.664	0.010	**
	<i>Calopogonium mucunoides</i>	0.628	0.036	*
Groupement 3	<i>Centrosema pubescens</i>	0.725	0.009	**
	<i>Chromolaena odorata</i>	0.622	0.049	*
Référence	<i>Torilis japonica</i>	0.775	0.001	***
	<i>Sida acuta</i>	0.721	0.005	**
	<i>Euphorbia serpens</i>	0.707	0.006	**
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	0.655	0.023	*
	<i>Dymaria cordata</i>	0.651	0.032	*
	<i>Synedrella nodiflora</i>	0.650	0.023	*
	<i>Prunella laciniata</i>	0.650	0.028	*
	<i>Setaria barbata</i>	0.648	0.021	*

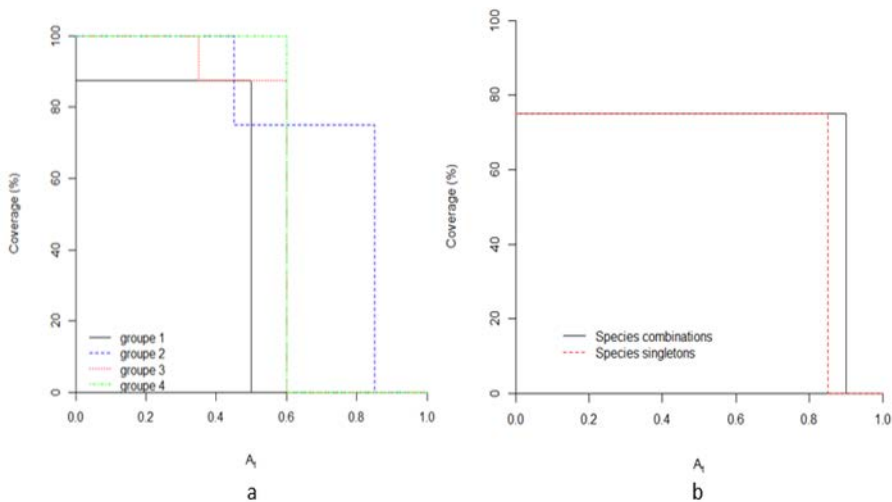


Figure 2. Taux de couverture des friches cacaoyères et de la référence agricole en fonction du type d'analyse de taxons indicateurs. (Combinaisons = toutes les combinaisons possibles, Singletons = un taxon indicateur).

3.2. Analyse des échantillons composites et distribution spatiale des adventices

Le tableau IV montre la variance de ces relations selon les indices d'abondance des espèces d'adventices. En fait, les concentrations les plus élevées de N total (15,6%), de Ca (11,81 cmol kg⁻¹) et de K (0,73 cmol kg⁻¹) sont associées à l'abondance de *S. barbata* et de *E. repens* à T0 où *C. odorata* devient rare. Cependant, l'abondance de *C. odorata* (T1) est davantage liée à une concentration élevée de P total (244,88 ppm) dans le sol, de Mg (9,31 cmol kg⁻¹) et de Na (7,79 cmol kg⁻¹). Les concentrations de P total, N total, K, Ca, Mg et Na dans le sol sont significativement différentes suivant l'absence *C. odorata* (Tableau IV).

Tableau IV: Comparaison des valeurs moyennes de la teneur en éléments nutritifs (N total, P total, Mg, K, Ca et Na) des friches cacaoyères et témoin agricole à 0–20 cm.

	N total (%)	P total (ppm)	Ca	Mg	K	Na
T0	0,156a	109,75b	11,81a	6,87c	0,73a	1,95b
T1	0,069b	244,88a	5,94b	9,31a	0,49b	7,79a
T2	0,16a	134,5b	5,34b	8,11b	0,56b	3,46b
T3	0,052b	112,75b	10,88a	8,53ab	0,27c	8,74a
Pr (>F)	1,298e ^{-07***}	5,095e ^{-11***}	2,644e ^{-08***}	0,0013**	4,1e ^{-05***}	2,186e ^{-12***}

L'analyse canonique discriminante (DCA) a permis de visualiser les différentes relations ci-avant mises en évidence entre la végétation et les facteurs du sol (Figure 3). L'analyse d'ordination montre que les deux premiers axes expliquent 92,6% de la variance totale des corrélations entre les espèces et les variables du sol. Cela indique que les variables du sol avaient un impact important sur le modèle de distribution des adventices échantillonnés. Les variables du sol discriminant les indices d'abondance des espèces d'adventices sont bien séparés.

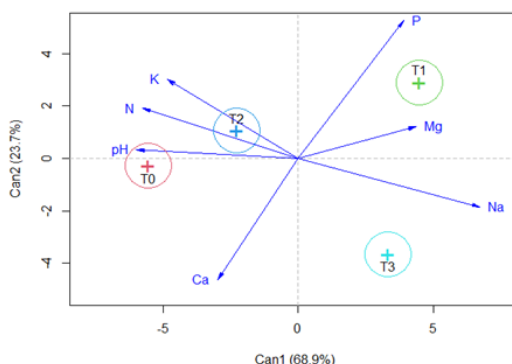


Figure 3. Diagramme d'ordination de l'analyse canonique discriminante (DCA) pour les groupements végétaux et caractéristiques du sol. (DCA avec les groupements végétaux (cercle) et variables du sol (flèches); le premier axe est horizontal et le second est vertical. Abréviations pour les groupements végétaux comme : Env1 = le premier traitement ; Env2 = le second traitement ; Env3 = le troisième traitement ; Référence = le témoin

agricole. La longueur du vecteur (variables du sol) est proportionnelle à son importance et l'angle entre deux vecteurs reflète le degré de corrélation entre les variables. L'angle entre un vecteur et chaque axe est lié à sa corrélation avec les axes).

La figure 4 montre la variance de ces relations selon les milieux écologiques (traitements). L'analyse indique que l'un des principaux facteurs affectant la répartition de la végétation est le pH du sol (Figure 4). Les espèces indicatrices sont réparties suivant un gradient du pH. Les espèces indicatrices significatives sont retrouvées en majorité dans les parcelles sous T0 (pH >6). Ce sont *T. japonica*, *S. acuta*, *E. serpens*, *D. sanguinalis*, *D. cordata*, *S. nodiflora*, *P. laciniata* et *S. barbata*. A un pH < 6, les friches abandonnées caractérisées par des espèces indicatrices mais non significatives entre T1 (*A. aspera*), T2 (*A. nilotica*, *A. conyzoides* et *C. mucunoides*) et T3 (*C. pubescens* et *C. mucunoides*) étaient principalement affectées par les variables P, K, Mg et Na du sol. Sous ces deux groupements, P et K sont partiellement liés, tandis que Mg et Na en sont très étroitement liés. Sous ces sols acides (pH < 6), *A. nilotica* est un bon indicateur du groupement 1, alors que *C. pubescens* peut, dans une moindre mesure indiquer cet environnement où la dominance de *E. repens* (groupement 3) est évidente.

Lorsqu'on évalue des paramètres liés à la texture du sol, on a pu déterminer la capacité de drainage du sol sous la couche arable. On peut donc conclure que le maintien des adventices est lié au régime de l'eau, soit que l'approvisionnement en eau soit plus facile dans les parties à végétation appauvrie en *C. odorata* (témoin). Le triangle textural illustré à la figure 5 a montré que les sols échantillonnés sous les différentes communautés végétales sont limoneux : sols à limons très fins (silt) sous la jachère agricole (T0), tandis que sous friches cacaocultivées abandonnées, les sols sont à limons fins (silt-loam). En outre, des estimations de terrain ont permis de constater une baisse de la porosité sous T0 par rapport à T1, T2 et T3.

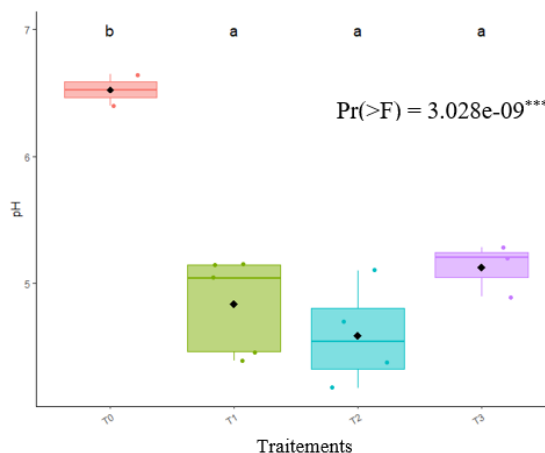


Figure 4. Variation du pH du sol en fonction des groupements végétaux.

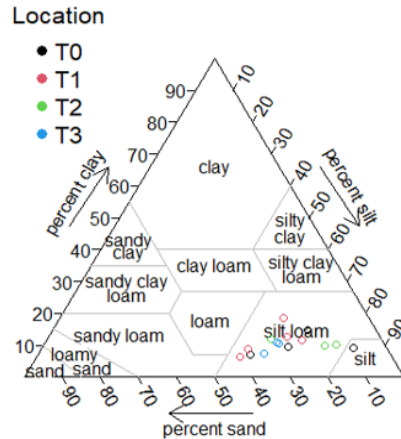


Figure 5. Triangle de texture montrant les pourcentages d'argile, de limon et de sable dans les sols de friches cacaocultivées et d'une jachère agricole.

4. Discussion

A l'instar des territoires agricoles, en général, le Sud-Est de la Côte d'Ivoire en particulier qui n'est plus la boucle de cacao, subit actuellement de fortes perturbations notamment liées aux cultures qui puisent les éléments nutritifs. Ces changements globaux comme l'ont rapporté Akodewou (2019) et Agbodan et al. (2019), interrompent le cycle des éléments nutritifs, tendant vers une diminution de la fertilité des sols agricoles. Dans les agroécosystèmes où la fertilité des sols est également influencée par les pratiques agricoles, les paysans utilisent un certain nombre d'indicateurs tels que les types de sol et les espèces végétales pour mener à bien la gestion de leur milieu (Souley et al., 2020). En effet, selon M'Biandoun et al. (2003a), les adventices interviennent d'une façon importante dans le processus de détermination du niveau de fertilité d'un sol. De ce fait, le maintien et l'amélioration de la fertilité des sols sur ce territoire sont indispensables pour garantir les performances économiques et environnementales des exploitations agricoles en ce sens que la forêt demeure au cœur d'intenses activités économiques à forte valeur ajoutée (Ikram et al., 2014)

20 espèces d'adventices différentes ont été trouvées dans l'ensemble des 32 parcelles échantillonnées. Les espèces indicatrices sont des espèces qui sont utilisées comme indicateurs écologiques des types de communauté ou d'habitat, des conditions ou des changements environnementaux (Zinsou et al., 2017). Cette étude sur l'analyse de la valeur indicatrice des espèces d'adventices des zones écologiques, apporte plus de connaissances sur la distribution spatiale et locale de ces végétaux dans l'écosystème. Les adventices font partie des plantes envahissantes dominantes dans la zone d'étude ; certaines espèces observées peuvent en être admises à la fois comme

indicatrices de fertilité et de dégradation des sols. Selon les indices d'abondance-dominance, les espèces d'adventices ont été regroupées en deux groupes.

L'analyse d'ordination montre la corrélation par la DCA entre la composition de la végétation des friches cacaocultivées, la distribution des espèces et l'environnement pédologique. Aussi, nos résultats ont-ils rapporté que les sites dominés par *C. odorata* (T1) ont une forte concentration en phosphore assimilable. Ces résultats s'expliquent par la production de litières aériennes et souterraines de *C. odorata* qui représentent le principal apport de matières organiques au sol et la ressource trophique majeure pour les organismes du sol (Bais et al., 2006). Ainsi, selon Wardle et al. (2004), dans des parcelles agricoles où *C. odorata* forme un fourré inextricable, la décomposition de la litière est un processus essentiel dans les transferts, transformations et flux des éléments des cycles du carbone (C), de l'azote (N) et du phosphore (P). Les gradients de phosphore seraient, également, dus aux inductions par les régimes de fertilisation contrastés appliqués pendant la culture cacaoyère. Le phosphore joue donc un rôle fondamental dans la distribution des adventices en ce sens que sa concentration et sa disponibilité ont déterminé dans une large mesure la fertilité du sol des sites. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Bigelow et Canham (2002) dans des travaux similaires qui ont rapporté que P est requis en quantités relativement importantes par les plantes. Ces auteurs ont observé une corrélation directe entre P et la distribution des espèces végétales dans le Nord-Est de l'Amérique. Pour Amorim et Batalha (2007), le phosphore (P) serait le principal facteur qui définit les communautés végétales au Brésil.

En outre, les résultats indiquent que dans les friches cacaoyères où *C. odorata* forme des fourrés inextricables, les sols sont limoneux fins (silt-loam) et relativement acides ($\text{pH} < 6$). Les espèces pour indiquer ce groupement (T1) ou des combinaisons de parcelles avec T2 et T3 sont, principalement, caractérisés par *C. pubescens*, et, dans une moindre mesure par *A. nilotica*, *P. laciniata*, *T. japonica*, *S. barbata*, *E. pilosa*, *D. sanguinalis*, *S. nodiflora*, *D. cordata* et *S. acuta*. Au regard des résultats des travaux de Dawoe et al. (2012) et Assémien (2018) qui ont rapporté que *C. odorata* comme indicateur de fertilité du sol respectivement au Ghana et en Côte d'Ivoire, nous admettons que les sols couverts par cette espèce a contribué à la fertilité des sols des sites sous T1. Par ailleurs, la présence de *C. pubescens* qui est une légumineuse, met en évidence un gage de forte disponibilité d'azote du sol durant l'association. Dans ce cas, le développement des adventices est facilité par de bonnes conditions de nutrition azotée comme rapporté par Bergkvist et al. (2011). L'enrichissement naturel du système en azote par les légumineuses, pourtant recherché dans les conditions de faible disponibilité chronique, peut, ici, s'avérer néfaste en facilitant le développement des adventices. C'est la

raison invoquée par Sjurssen et al. (2011) pour expliquer un renforcement du salissement après plusieurs années de pratiques d'associations annuelles céréales-trèfle blanc en conditions biologiques. Par ailleurs, sur les sites témoin qui sont caractérisés par des gradients élevés de Ca^{2+} , on y recense les espèces structurantes telles que *A. aspera*, *A. conyzoides* et dans une moindre mesure, *E. serpens* et *M. pudica*. Sous ces adventices, les sols sont limoneux très fins (silt) et moins acides ($pH > 6$). Contrairement aux sols des cacaoyères abandonnées, ceux de type jachères agricoles (T0), constituent une véritable réserve en ion Ca^{2+} . Les sols limoneux très fins de T0 (silt) sont en effet les moins acides comme le montrent les résultats expérimentaux. On constate donc que les sols les plus humides sont aussi les moins acides et inversement, montrant ainsi une variation des paramètres humidité et acidité en même temps. La répartition en fonction de l'acidité s'observant à une échelle plus locale, on constate qu'elle est en plus grande proportion sur les sols des fiches cacaoyères abandonnées. Le cation prédominant étant le calcium ; sa quantité est le principal facteur qui détermine le pH d'un sol (mesure de la teneur en H^+ de la solution du sol).

Qu'il s'agisse des cacaoyères abandonnées ou des jachères agricoles de la zone d'étude, les sols sont limoneux avec des taux en argile compris entre 0 et 10%. Ces sols diffèrent des sols sableux en ayant une plus grande tendance à former une croûte souvent très dure. S'ils sont trop labourés, ils peuvent devenir compacts et cela diminue leur capacité à laisser infiltrer l'eau pendant les périodes humides comme l'on rapporté Girard et al. (2011). Ces auteurs signalent que dans des conditions sèches, elles peuvent devenir dures et difficiles à labourer. Cependant, ils sont généralement faciles à cultiver et peuvent stocker des quantités considérables d'eau. Ils nécessitent une bonne reconsolidation. Cependant le travail du sol dans des conditions humides doit être évité. Il semble donc que la grande proportion de particules fines (limons essentiellement) dans un sol augmente l'eau retenue, même si la porosité décroît. Ceci est dû au fait que la perméabilité décroît avec la quantité de limons qui freine l'infiltration en diminuant la porosité. Les matériaux des sols T0 sont certainement moins grossiers que ceux des sols T1, T2 et T3. En effet, les particules les plus fines seraient apportées par le vent. Cela expliquerait les différences des sols témoin et friches cacaoyères pour ce qui concerne l'eau. Il est alors intéressant de pouvoir corriger les propriétés défavorables de ces sols lessivés par l'humus de type mull.

Conclusion

L'un des principaux facteurs responsables de la séparation des Communautés végétales des friches cacaoyères et de la jachère agricole est le phosphore assimilable. Ce dernier joue un rôle fondamental dans la structuration du cortège végétale dominée par *C. odorata*. Il en est de même du

pH dont l'importance dans la structuration des végétaux issus du témoin a été notée. Bien que les nutriments, en général jouent un rôle majeur dans la classification des groupes végétaux, le phosphore, en particulier était le principal facteur qui définissait la présence des espèces végétales rencontrées de la zone d'étude. Dans les systèmes sol-végétation, le sol et la végétation sont interdépendants l'un de l'autre. Le sol influence la végétation et la végétation restreint le sol. Les résultats ont non seulement montré que les facteurs du sol jouent un rôle important dans le processus de succession de la communauté végétale, mais ont également révélé que la communauté végétale jouait un rôle important dans la restauration et la reconstruction des sols. Outre les facteurs examinés dans cet article, de nombreux autres facteurs tels que la pluviométrie, le climat, etc., sont susceptibles d'affecter les communautés végétales des terres agricoles abandonnées. La répartition de ces facteurs n'est pas homogène dans l'environnement et leur abondance et le fonctionnement de l'écosystème peuvent varier selon les localités caractérisées par différents pH. Ainsi, l'étude des communautés végétales qui colonisent des sols abandonnés doit se faire en tenant compte de toutes les influences biotiques et abiotiques interdépendantes. Comprendre les relations entre la répartition de la végétation et ces variables environnementales, peut aider à améliorer la gestion, la remise en état et le développement des écosystèmes des zones humides. Dans cet article, nous n'avons pas analysé d'autres facteurs environnementaux, notamment l'atmosphère, le niveau d'eau, le climat, les précipitations ou autres, ce qui a entraîné une certaine incertitude dans cet article. Pour obtenir un meilleur support théorique, les études futures devraient viser à inclure davantage de facteurs environnementaux avec de multiples analyses. Il est de la connaissance de la texture du sol a permis de diagnostiquer certains problèmes liés à la déforestation aveugle, au compactage du sol. Cette tendance peut être corrigée partiellement par une teneur suffisante en humus et en calcium et surtout la pratique de l'agroforesterie.

References:

1. Adou, M., Delor, C., Siméon, Y., Zamblé Z.B., Konan, G., Yao, B. D., Vidal, M., Diaby, I., Cautru, J.P., Chiron, J.C., Dommanget, A. & Cocherie A. (1995). Carte géologique de la Côte-d'Ivoire à 1/200000; feuille Abengourou. Mémoire de la Direction des Mines et de la Géologie, Abidjan, Côte-d'Ivoire; n°7. 19 p.
2. Agbodan, K.M.L., Akpavi, S., Amegnaglo, K.B., Akodewou, A., Diwediga, B., Koda, D.K., Agbodan, K.A., Batawila, K., Akpagana, K. (2019). Connaissances écologiques locales sur les indicateurs de dégradation des sols utilisées par les paysans dans la zone guinéenne

- du Togo (Afrique de l'ouest). Science de la vie, de la terre et agronomie. 7 (1) : 47-55.
3. Akodewou, A. (2019). "Trajectoires paysagères et biodiversité : effets de l'anthropisation sur les plantes envahissantes à l'échelle de l'Aire Protégée Togodo et sa périphérie dans le sud-est du Togo," Thèse, Département ES : Environnements et Sociétés, Unité Propre de Recherche Forêts et Sociétés, 301 p.
 4. Akotto, O.F., Alui, K.A., Malan, D.F., Kouakou, K.J., Yao-Kouamé, A. & Kagoyiré, K. (2014a). Soil landscape and stand conditions in *Cola attiensis* in Côte d'Ivoire. International Journal of Biosciences. 4(5):102-113. doi.org/10.12692/ijb/4.5.102-11.
 5. Akotto, O.F., Kouakou, K.J., Alui, K.A., Yao-Kouamé, A. & Kagoyiré, K. (2014b). Morphopedological features of soil landscape in *Cola attiensis* Aubrév & Pellegr. (Sterculiaceae) in Affery and Akoupé (Côte d'Ivoire). International Journal of Environmental Engineering Science and Technology Research. 2(3), 1 – 9.
 6. Assémien, E.F.L. (2018). Impact de pratiques agricoles conventionnelles et innovantes sur la fertilité des sols et les acteurs microbiens impliqués dans la zone de savanes humides de Côte d'Ivoire. Biochimie [q-bio.BM]. Université de Lyon, 2018. Français. ffNNT : 2018LYSE1103ff. fftel-01896147f. 203.
 7. Bergkvista, G., Stenbergb, M., Wetterlindb, J., Ta Bå tha, B. & Elfstrand, S. (2011). Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley – effect of N dose and companion grass. Field Crops Research, 120(2): 292-298. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.11.001
 8. Clough, Y., Barkmann, J., Jührbandt, J., Kessler, M., Wanger, T.C., Anshary, A., Buchori, D., Cicuzza D, Darras K, Putra D, Erasmi S, Pitopang R, Schmidt C, Schulze CH, Seidel D, Steffan-Dewenter, I., Stenchly, K., Vidal, S., Weist, M., Wielgoss, A.C. & Tschardtke, T. (2011). Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. Proceedings of the National Academy of Sciences 108 (20): 8311-8316.
 9. De Caceres, M. & Legendre, P. (2009). Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. Ecology,
 10. URL.<http://sites.google.com/site/miqueldecaceres/>
 11. De Caceres, M., Legendre, P., Wiser, S.K. & Brotons, L. (2012). Using species combinations in indicator value analyses. Methods in Ecology and Evolution 2012, 3, 973–982.
 12. Dufrêne, M. & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67: 345–366.

13. Duru, M., Therond, O. & Fares, M. (2015a). Designing agroecological transitions; A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1237–1257. doi.org/10.1007/s13593-015-0318-x.
14. Duru, M., Therond, O., Martin, G., Martin-Clouaire, R., Magne, M.A., Justes, E., Journet, E.P., Aubertot, J.N., Savary, S., Bergez, J.E. Sarthou, J.P. (2015b). How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agron Sustain Dev* 35:1259–1281. doi:10.1007/s13593-015-0306-1
15. Friendly, M. & Fox, J. (2013). Candisc: Visualizing generalized canonical discriminant and canonical correlation analysis (Version 1.0). Retrieved from <http://CRAN.R-project.org/package=candisc>
16. Girard, M.C., Walter, C., Berthelin J. & Rémy, J.C., 2011. Sols et environnement un cours complet des exercices des suppléments en ligne-master - écoles d'ingénieur - CAPES/AGREG. Dunod, 881 p., 2011, 978-2-10-054900-9. (hal-00729393). 32. Brady, N.C.; Weil, R.R. *The Nature and Properties of Soil*, 12th ed.; Print Ice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 1999.
17. ELMzaiti, I., Zine, N.-E., & Boukil, A. (2014). Caractérisation de la flore de la forêt d'achemeche pour un aménagement intégré et un développement territorial durable de la commune rurale de Ras Jerry / Province D'El Hajeb /Maroc. *European Scientific Journal, ESJ*, 10(32). Retrieved from <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/4561>
18. Kassi, N., Tuo, Y & Zo-Bi, I.C. (2017). Diversité floristique et infiltration humaine de la forêt classée de la Besso (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 114 : 11299-11308.
19. Koné, B., Amadji, G.L., Toure, A., Togola, A., Mariko, M. & Huat, J (2013). A Case of *Cyperus* spp. and *Imperata cylindrica* Occurrences on Acrisol of the Dahomey Gap in South Benin as Affected by Soil Characteristics: A Strategy for Soil and Weed Management. *Applied and Environmental Soil Science*. Volume 2013, ID 601058, 7p .doi.org/10.1155/2013/601058.
20. Kouakou J.N., Kouamé F.K., Ipou I.J. & Gué A. (2016). Importance relative des mauvaises herbes de la culture du maïs dans le département de M'Bahiakro [Relative importance of weeds in maize cultivation in the M' Bahiakro department]. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 17(3) :768–778
21. Kouamé, N.F. & Zoro Bi, I.A. (2010). Nouveau découpage de la zone de forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. *Sciences & Nature*, (2) : 177 – 194.
22. M'Biandoun, M., Guibert, H. & Olina, J-P. (2003a). Caractérisation de la fertilité du sol en fonction des mauvaises herbes présentes. In : Jamin

- J. Y., Seiny Boukar L., Floret C. (éds), 2003. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djamena, Tchad – CIRAD, Montpellier, France. 115.
23. Motsara, M.R. & Roy, R.N. (2008). Guide to Laboratory establishment for plant nutrient analysis. Fertilizer and Plant nutrition bulletin. FAO, Rome. Chapitre 6: Mineral and organic fertilizer analysis. pp. 101-122. ISBN 978-92-5-105981-4.
24. Page, A.L., Miller, R.H. & Keeney, D.R. (1996). Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties. Part 2, vol. 9 of ASA Monograph, American Society of Agronomy, Madison, Wis, USA, 2nd edition.
25. R Core Team: R. (2019). A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, available at: <http://www.R-project.org>, 2019.
26. Roose, E. 1985. Impact du défrichement sur la dégradation des sols tropicaux, *Machinisme Agricole Tropical*, 87 : 24-36.
27. RStudio Team: RStudio. (2018). Integrated Development Environment for R, RStudio, Inc., Lewis, J.; Freitas, F. *Physical and Chemical Methods of Soil and Water Analysis; Food and Agriculture Organization (FAO): Rome, Italy, 1984; p. 275.*
28. Sjursen, T.T., Lygre, G.B., Dalen, K., Helland, V., Laegreid, T. & Svahn, J (2011). Changes in health complaints after removal of amalgam fillings. *Journal of Oral Rehabilitation*, 38(11), 835-848. doi: 10.1111/j.1365-2842.2011.02223.x.
29. Souley, S.M., Kiari, A.S., Morou, B., Synnevag, G. & Aune Jens, B. (2020). Perception paysanne du Sida cordifolia L. et facteurs socioéconomiques influençant l'adoption de son compost à l'ouest et au centre du Niger. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 35 : 345 – 369.
30. Zinsou, L.H., Agadjihouédé, H., Gnohossou, P & Lalèyè, P. (2017). Analyse et illustration de la valeur indicatrice des espèces macrobenthiques du delta de l'Ouémé au Bénin. *European Scientific Journal*. 13 (5) : 333-351.