

Research Article

ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE DÉGRADATION DE LA FERTILITÉ CHIMIQUE DES SOLS DANS LA COMMUNE RURALE DE KOUKA (BURKINA FASO)

* Jacques KONKOBO, Yélézoumin Stéphane Corentin SOMÉ and Talaridia Fulgence IDANI

Université Norbert ZONGO, Burkina Faso.

Received 18th March 2023; Accepted 19th April 2023; Published online 31st May 2023

ABSTRACT

Human activities are the main factor in soil degradation, with climatic conditions exacerbating the phenomenon. These activities are characterized by the clearing of land for cultivation and the overexploitation of soils. These actions lead to both a significant reduction in vegetation cover and a decrease in the stock of organic matter and, in turn, nutrients, particularly nitrogen, phosphorus and potassium. This study aims to assess the state of chemical soil fertility degradation in the rural commune of Kouka, in north western Burkina Faso. The methodological approach adopted is based on a physico-chemical analysis of soil samples. These samples were analyzed at the BUNASOLS laboratory using the KJELDAHL method for total nitrogen, the BRAY method for assimilable phosphorus, the photometric method for available potassium and the potentiometric method for pH. The results show four classes of soil chemical fertility degradation. These are the low, medium, high and very high class. Of the 72628.42 ha in the rural commune of Kouka, the low level degradation class occupies 1.76%, the medium level degradation class occupies 13.73%, and the high level class occupies 63.09%. The very high level of degradation affects 21.42% of the study area. Production systems and cultivation methods combined with climatic variability are the main causes of this degradation.

Keywords: Burkina Faso, Kouka, soil fertility, status, degradation.

INTRODUCTION

Selon la FAO, (2003, P. 7), la dégradation chimique des sols résulte d'une acidification, d'un épuisement des éléments nutritifs du sol, de la pollution par les déchets industriels et l'application excessive ou irrationnelle des pesticides ou des engrais chimiques. En effet, une série de processus pédologiques et chimiques entraînent une diminution de la productivité des sols. Dans l'optique d'une utilisation durable des sols agricoles, la diminution des réserves en nutriment pour les végétaux est particulièrement préoccupante. Cela signifie que la restitution par la minéralisation, la teneur du sol en nutriment diminuerait rapidement (CHIBANI S., 2016, p.14). La dégradation chimique entraîne donc une diminution des réserves nutritives et limite sérieusement la productivité du sol. Par conséquent, les sols ont une faible fertilité intrinsèque et les éléments nutritifs exportés par l'érosion hydrique ne sont pas remplacés de manière adéquate. La productivité des sols en Afrique subsaharienne est également limitée par l'aridité (faibles précipitations) et l'acidité. En effet, l'économie des pays de l'Afrique subsaharienne en général et celle du Burkina Faso en particulier repose sur l'Agriculture. Les aires de culture et la production sont majoritairement dominées par les céréales avec par ordre d'importance le sorgho, le mil, le maïs et le riz (YAMEOGO P. L., 2013, p.5524). Cependant, cette agriculture fait face à plusieurs défis liés à la croissance de la population, à la pression sur les ressources naturelles et la fertilité des sols. Pour KOULIBALY B., et al., (2010, p.5 & 185), le sol est une ressource fondamentale qui supporte la croissance des plantes et assure ainsi la production primaire dont dépend directement la population humaine. Ces auteurs ajoutent que la baisse de la fertilité du sol est considérée comme une importante cause de la faible productivité des sols tropicaux.

De nos jours, la baisse de fertilité des sols et de rendement des cultures est un problème évoqué avec insistance par les agriculteurs. Face à cette problématique, des travaux sont conduits par des institutions de recherche pour concevoir avec les producteurs, des innovations agropastorales pouvant relever la fertilité des sols et améliorer la sécurité alimentaire dans les exploitations agricoles familiales au Burkina Faso. Selon la FAO (2005, p 1), l'appauvrissement en éléments nutritifs est un aspect de la dégradation des sols. La connaissance quantitative de la perte en éléments nutritifs des plantes contribue à comprendre l'état de la dégradation des sols et peut se révéler utile pour concevoir des stratégies de gestion des éléments nutritifs. La dégradation de la fertilité chimique des sols se traduit par la perte des éléments nutritifs (N.P.K) dans le sol et l'acidification. La détermination de ce type de dégradation nécessite la mesure de la perte ou de la diminution des éléments nutritifs dans le sol et de la mesure de l'acidification à l'aide du pH des sols. De ce fait, cette étude vise à évaluer l'état de dégradation de la fertilité chimique des sols dans la commune rurale de Kouka, au nord-ouest du Burkina Faso. La dégradation chimique concerne la nature et la quantité d'éléments nutritifs stockés dans le sol. Cette dégradation résulte donc d'un déficit de ces éléments ou un déséquilibre d'éléments chimiques pour les plantes. C'est la raison pour laquelle, le type de dégradation considérée est la dégradation chimique et les sous-types sont : le déficit en éléments nutritifs et l'acidification. Pour le 1^{er} sous-type, le déficit en éléments nutritifs, les éléments nutritifs considérés sont : l'Azote total (N), le Phosphore assimilable (P) et le Potassium disponible (K). Pour le 2^{ème} sous-type, l'acidification, est une augmentation du degré d'acidité du sol. Elle se traduit par une diminution de la valeur du pH qui devient inférieur à 5,5. Les raisons qui ont guidées le choix de ces éléments sont :

- ✓ L'Azote participe au développement du feuillage et des parties aériennes des plantes ;
- ✓ Le Phosphore stimule le développement des racines, la floraison et la fructification ;

✓ Quant au potassium, il est utile à la circulation de la sève et l'assimilation des éléments nutritifs par la plante. C'est la raison pour laquelle le Ministère de l'Agriculture du Burkina Faso, à travers ses agents sur le terrain fait la promotion, la vulgarisation, l'octroi des engrais chimiques de type N.P.K aux agriculteurs pour l'enrichissement du sol en éléments nutritifs.

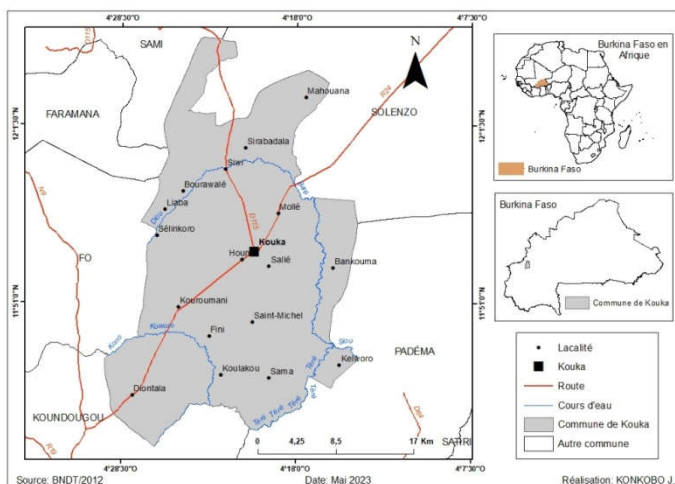
APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'approche méthodologique présente la zone d'étude, la méthode et les outils utilisés dans le cadre de ce travail.

Cadre géographique de l'étude

Situation géographique de la zone d'étude

Kouka est une Commune rurale située dans la partie Sud de la province des Banwa qui fait partie de la région de la Boucle du Mouhoun au nord-ouest du Burkina Faso. D'après la Base Nationale de Données Topographiques (BNDT), elle se situe 11°42'01" et 12° 7'30" de Latitude Nord et 4°14' et 4°30' de Longitude Ouest (Carte n°1). La commune s'étend sur une superficie d'environ 700 km², soit 11,76% du territoire provincial (5 954 km²) et 2,03% de la Région (34 497 km²).



Carte n°1 : localisation de la commune de Kouka au Burkina Faso

Situation démographique et activités socioéconomiques

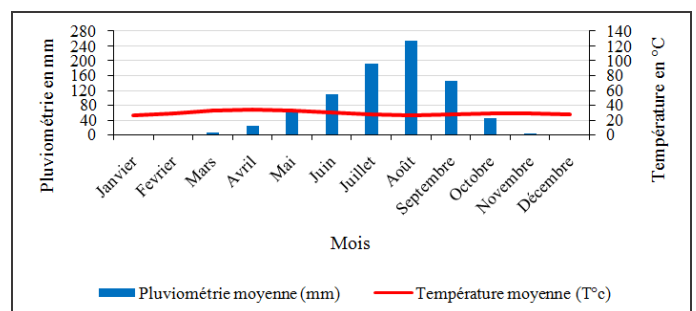
Selon les résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) du Burkina Faso de 2006 et de 2019, la population de cette commune est passée de 59118 habitants à 73717 en 2019. Sa densité qui était de 47,16 habitants au km² en 2006 a atteint 105,31 habitants au km² en 2019.

L'agriculture, principale activité socioéconomique de cette localité, occupe environ 90 % de la population active (Plan de Développement Communal Kouka, 2021, p. 34). Le système de production agricole est de type familial basé sur un mode de production extensif. C'est une agriculture de subsistance, principalement pluviale, centrée sur la production céréalière, maraîchère et de rente. L'élevage est la deuxième activité socioéconomique de la commune après l'agriculture. De type traditionnel, l'alimentation du bétail est assurée en grande partie, par le pâturage naturel. Les principales espèces élevées sont : les bovins, les caprins, les ovins, et la volaille. On rencontre principalement trois systèmes d'élevage dans la commune de

Kouka : l'élevage extensif, l'élevage semi intensif et l'élevage transhumant.

Le cadre physique de la zone d'étude

La commune rurale de Kouka bénéficie de l'influence du climat soudano-sahélien selon le découpage des domaines climatiques au Burkina Faso. Ce climat est caractérisé par une pluviométrie comprise entre 600 et 900 mm d'eau par an. C'est un climat chaud avec une longue saison sèche (7 à 8 mois) et une courte saison pluvieuse (4 à 5 mois) (Figure n°1). Avec cette quantité pluviométrique, les savanes de types très variés (savane arborée, arbustive et herbeuse), les savanes-parcs et les forêts-galeries constituent les types de végétation de la commune de Kouka. Par ailleurs, cette végétation est fortement dégradée du fait du type d'agriculture, d'élevage pratiqué et des besoins en bois des populations locales. Avec cette végétation dominée par les savanes, l'altération chimique a du mal à se réaliser et ne s'effectue que durant la saison pluvieuse. Cette absence de végétation dense fait que le système racinaire est moins développé. Par conséquent, il y a un ruissellement très fort en nappe et ravin, un écoulement des eaux de pluie bref, mais violent, une érosion latérale importante et une érosion linéaire plus forte. Ce processus morphogénique est à l'origine d'une pédogénèse dominée par la dynamique du fer (concrétion, cuirassement) et par ricochet, les sols ferrugineux tropicaux, les sols minéraux bruts, les sols peu évolués d'érosion et les sols hydromorphes sont les types de sols dominants qui sont d'ailleurs, surexploités et fortement dégradés. Cette dynamique morphogénique a donné au paysage des formes de modelés dont les plus dominants sont les plateaux cuirassés et gréseux, les buttes cuirassées et les glacis. Les facteurs humains indiquent une forte croissance démographique. La majorité de cette population pratique l'agriculture et l'élevage comme principales activités socioéconomiques. Cependant, la gestion des ressources naturelles est peu satisfaisante dans la commune. Ces ressources font l'objet d'une surexploitation, souvent anarchique, pour les besoins de production, de transformation et de satisfaction des besoins domestiques. À cela s'ajoute l'occupation anarchique des terres qui a pour conséquences la réduction de la biodiversité, l'ensablement et l'envasement des cours d'eau. Cette situation est aggravée par la variabilité climatique qui a pour conséquence directe la dégradation des sols à cause de l'insuffisance de la matière organique dans les sols engendrant l'encroustement des sols et l'érosion hydrique.



Source des données: station synoptique de Dédougou, 2021

Figure n°1: diagramme pluiothermique (période 1990 à 2020)

Méthodes

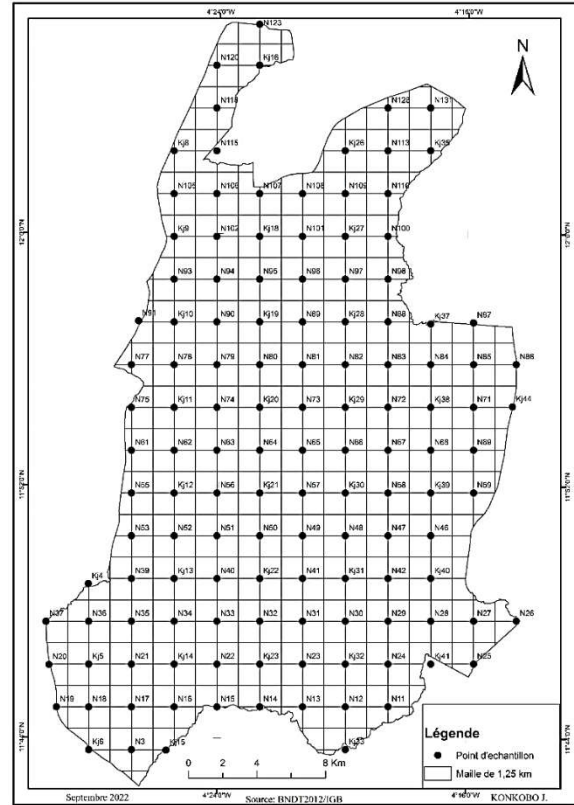
Travaux de terrain

Plusieurs méthodes existent dans la littérature pour l'évaluation de la dégradation des sols. Deux méthodes sont choisies et adaptées dans ce présent travail: (1) la méthode mise en œuvre par BRABANT P.,

(2008 & 2010). Cette méthode est publiée par l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et réalisée par le Secteur de cartographie de la délégation à l'information et à la communication de l'IRD (CSFD, 2010). (II) la méthode du BUNASOLS dont l'approche méthodologique décrite s'inspire des directives du projet GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation). La finalité de ses méthodes est d'aboutir à une cartographie de la dégradation des sols dans une zone géographique bien déterminée. L'intérêt de cartographier la dégradation des sols est de faire un état des lieux de ce qui n'est pas, peu, moyennement ou très dégradé, afin de prendre des décisions et envisager une éventuelle restauration ou préservation (LECEUYER C, 2012). Pour ce faire, BRABANT P., suggère à ce que l'on mette en place un indice synthétique d'état de dégradation des sols afin de pouvoir faire un état des lieux de la dégradation actuelle et représenter les différents états d'une zone géographique sur une carte. Afin d'élaborer la carte de l'état de dégradation de la fertilité des sols en nutriments majeurs, un indice synthétique est calculé sur la base du type de dégradation, la classe d'extension et le degré de dégradation. La combinaison de ces trois variables permet de mettre au point un indice synthétique de dégradation de la fertilité chimique des sols. L'extension est la superficie de terrain soumise au type de dégradation. L'extension de la dégradation est une donnée quantitative alors que le type de dégradation est une donnée qualitative. Le degré de dégradation est le stade de gravité (ou de sévérité) atteint par le type de dégradation dans la zone déterminée. Le degré de dégradation peut varier graduellement d'un niveau très faible à un niveau très fort. Il est donc établi des classes de répartition entre ces niveaux.

Pour le travail de terrain proprement dit, la zone d'étude a subi un maillage carré systématique avec des mailles équidistantes de 1,25 km. Des centroïdes sont générés à chaque 2,5 km. Le maillage carré a permis de prélever des échantillons de sols, au centre de celui-ci (Carte n°2). Au total, 128 points ont été générés correspondant à 128 échantillons. Le point de départ et l'orientation du maillage sont choisis en tenant compte des renseignements disponibles (obstacles, cours d'eau, habitation). Cette méthode permet une couverture uniforme du terrain à étudier. L'échantillon ponctuel est le type d'échantillon choisi dans cette étude. Il est prélevé à un emplacement précis sur le terrain, c'est-à-dire le point du centroïde. En raison du niveau d'hétérogénéité des sols, les échantillons ponctuels sont prélevés sur des petites surfaces, de l'ordre de 20 cm×20 cm. C'est donc un échantillonnage de faible profondeur. Ces échantillons sont prélevés dans des champs avec l'approbation des chefs de ménages et dans d'autres unités physiographiques qui ont été identifiées selon le lieu de prélèvement de l'échantillon grâce à la technique du maillage carré. La méthode d'échantillonnage consiste à creuser un

trou à l'aide de la pioche et à prélever le volume de sol désiré avec la truelle pour être conditionné dans un sachet plastique portant le numéro et les coordonnées géographiques du site. Ces échantillons de sols sont analysés pour déterminer leur teneur en azote total, en phosphore assimilable, en potassium disponible et en pH afin de caractériser leur degré de dégradation chimique. À l'issue de ces travaux de terrain, on obtient une base de données qui délimite chaque maillage carré.



Carte n°2: Maillage et points d'échantillonnage

Détermination de l'indice synthétique de dégradation de la fertilité chimique des sols

Cet indice est constitué à partir de deux indicateurs qualitatifs, le sous-type de dégradation (chimique), son degré et d'un indicateur quantitatif, l'extension. L'extension et le degré sont répartis en classes auxquelles est attribuée une valeur allant de 1 à 5 (cf. tableau n°1).

| Type de dégradation | Degré de dégradation | | | | | Etendue de la dégradation | | | | |
|---------------------|----------------------|--------|-------|------|-----------|---------------------------|-------|--------|--------|---------|
| | Très faible | Faible | Moyen | Fort | Très fort | 0-5% | 5-10% | 10-25% | 25-50% | 50-100% |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Source : BUNASOLS (données adaptés)

Tableau n°1: cotations des indicateurs de dégradation

En totalisant donc les valeurs de l'extension (de 1 à 5) à celles du degré (de 1 à 5) et en pondérant les valeurs, on obtient les résultats ci-dessous (tableau n°2) pour la valeur de l'indice synthétique. Par convention, on attribue une couleur à chaque valeur de l'indice, ce qui facilite beaucoup la lecture des cartes. Plus la couleur est rouge, plus le sol est dégradé et plus elle est verte, moins il est dégradé. On obtient ainsi la gamme suivante. Indice 1 : vert foncé ; indice 2 : vert clair ; indice 3 : jaune ; indice 4 : orange ; indice 5 : rouge.

| Degré de dégradation | Etendue de la dégradation des sols | | | | | Type de dégradation |
|----------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|---------|---------------------|
| | 0-5% | 5-10% | 10-25% | 25-50% | 50-100% | |
| Très faible | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Faible | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Moyen | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Fort | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Très fort | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |

Tableau n°2: combinaison des cotations d'indicateurs de dégradation

Les combinaisons des cotations d'indicateurs de dégradation sont ensuite agrégées et pondérées pour constituer ainsi l'indice synthétique de dégradation. Le tableau n°3 synthétise l'ensemble du processus d'établissement de l'indice synthétique d'état de dégradation. Cet indice permet de représenter, d'une façon simple sur une carte, l'état de dégradation des différentes zones de la superficie de terrain qui a été évaluée.

| Nombre de combinaisons des indicateurs d'extension en gras et de degré en italique | Valeur totale de la combinaison de l'extension et de degré | Qualification de l'indice d'état de dégradation | Valeur de l'indice synthétique d'état de dégradation |
|--|--|---|--|
| 1+1 | 2 | Très faible/nul | 1 |
| 1+2/2+1 | 3 | faible | 2 |
| 1+3/2+2/3+1 | 4 | | |
| 1+4/2+3/3+2/4+1 | 5 | moyen | 3 |
| 1+5/2+4/3+3/4+2/5+1 | 6 | | |
| 2+5/3+4/4+3/5+2 | 7 | fort | 4 |
| 3+5/4+4/5+3 | 8 | | |
| 4+5/5+4 | 9 | Très fort | 5 |
| 5+5 | 10 | | |

Tableau n°3: Constitution de l'indice synthétique d'état de dégradation

Méthode d'analyse des échantillons de sols

Les échantillons ont été analysés au laboratoire du BUNASOLS (Bureau National des Sols) pour déterminer les degrés des teneurs N.P.K et le pH eau des sols. Pour ce faire, chaque analyse a sa méthode.

Méthode d'analyse des teneurs de N.P.K

Pour la détermination de la teneur de l'azote total (N), du phosphore assimilable (P) et du potassium disponible (K) dans les sols, les approches suivantes sont adoptées par les techniciens du laboratoire du BUNASOLS. Les teneurs du sol en N.P.K et pH sont comparées à la teneur de référence en éléments nutritifs du BUNASOLS pour évaluer le degré et l'indice de dégradation

➤ Détermination de l'azote total

L'azote total est déterminé après une minéralisation des échantillons de sol par la méthode KJELDAHL. Cette méthode consiste en une minéralisation des échantillons de sol par l'acide sulfurique concentré, bouillant en présence d'un catalyseur au sélénium-cuivre. Cette attaque aboutit à la libération des différents éléments dans la solution. Le dosage de l'azote total est alors fait à l'auto-analyseur.

➤ Détermination du phosphore assimilable

L'extraction du phosphore assimilable se fait selon la méthode Bray I. Cette méthode consiste à extraire les formes de phosphore soluble dans de l'acide chlorhydrique en présence de fluorure d'ammonium. On utilise le rapport d'essai/solution d'extraction de 1/7. Les filtrats obtenus sont alors analysés par colorimétrie au spectrophotomètre. La densité optique des filtrats est fonction de la concentration en ions phosphore initialement présents.

➤ Détermination du potassium disponible

L'extraction du potassium est faite avec 0,1 N d'acide chlorhydrique (HCl) et 0,4 N d'acide oxalique (H₂C₂O₄). Le potassium (K) a été déterminé au photomètre à flamme, par la comparaison des intensités de radiations émises par les atomes de potassium (K) avec celles des solutions standards. Il est soumis ensuite à une centrifugation (pendant 5 mn), puis la solution est filtrée à l'aide du papier filtre ; le filtrat sert alors à obtenir le potassium. Les grilles d'interprétation des éléments N.P.K figurent dans les tableaux 4, 5 et 6 ci-dessous.

| Classe d'interprétation | Très bas | Bas | Moyen | Elevé | Très élevé |
|-------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Intervalle | <0,02% | 0,02 à 0,06% | 0,06 à 0,10% | 0,10 à 0,14% | >0,14% |

Source: BUNASOLS_2022

Tableau n°4: grille d'interprétation de l'Azote total

| Classe d'interprétation | Très bas | Bas | Moyen | Elevé | Très élevé |
|-------------------------|----------|------------|------------|-----------|------------|
| Intervalle | <5ppm | 5 – 10 ppm | 10- 20 ppm | 20-30 ppm | >30 ppm |

Source: BUNASOLS_2022

Tableau n°5: grille d'interprétation en Phosphore assimilable

| Classe d'interprétation | Très bas | Bas | Moyen | Elevé | Très élevé |
|-------------------------|----------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Intervalle | <25ppm | 25–50 ppm | 50- 100 ppm | 100-200 ppm | >200 ppm |

Source: BUNASOLS_2022

Tableau n°6: grille d'interprétation en Potassium disponible**➤ Méthode d'analyse du pH eau**

Pour déterminer le degré d'acidité des sols, la méthode potentiométrique a été utilisée. La potentiométrie est une méthode qui mesure la différence de potentiel entre une électrode plongeant dans la solution à analyser et une électrode de référence ayant un potentiel fixe et connu. Dans l'étude, cette méthode a été utilisée pour mesurer le PH du sol (échantillons des sols prélevés). Le pH eau est mesuré à l'aide d'un pH-mètre électronique dans une suspension de l'échantillon dans de l'eau distillée selon le rapport 1/2,5 (AFNOR, 1981). La grille d'interprétation du pH du sol selon le BUNASOLS figure dans le tableau 7 ci-dessous.

| Classe d'interprétation | Extrêmement acide | Très fortement acide | Fortement acide | Moyennement acide | Faiblement acide |
|-------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Intervalle | <4,5 | 4,6 – 5,0 | 5,1- 5,5 | 5,6- 6,0 | 6,1- 7,3 |

Source: BUNASOLS (Bureau National des Sols), 1990

Tableau n°7: grille d'interprétation du pH eau**Matériels utilisés**

Un outillage a été rassemblé pour le travail de terrain. Il est composé d'éléments suivant :

- un GPS pour repérer les coordonnées des sites d'observation (point a échantillonné) ;
- un appareil photo pour la prise des images illustratives ;
- une matrice de caractérisation pour la description de l'environnement physique ;
- une pioche et une truelle qui ont servi respectivement à creuser les trous et à ramasser les quantités de terre voulue ;
- des sachets plastiques et un stylo marqueur pour conditionner la terre prélevée et noter les informations afférant à l'échantillon;
- des sacs pour rassembler les échantillons de terres prélevés ;
- un laboratoire d'analyse des échantillons prélevés (laboratoire du BUNASOLS)
- Ces données sont complétées par des données cartographiques, essentiellement topographiques pour ressortir les limites exactes de la commune rurale de Kouka.

RÉSULTATS

L'analyse des échantillons de sol a permis de connaître l'état de dégradation de la fertilité chimique des sols. Des cartes ont été élaboré pour présenter la répartition spatiale des classes de dégradation.

Etat de dégradation de la fertilité des sols en pH eau et N.P.K**Répartition des sites selon leur niveau d'acidification**

Les résultats des analyses chimiques révèlent l'existence de cinq entités de sol selon la valeur du pH eau : sols faiblement acides, sols moyennement acides, sols fortement acides, sols très fortement acides et les sols extrêmement acides. Le tableau 8 montre la répartition des différents sites en fonction de la grille d'interprétation du BUNASOLS. Les valeurs du pH varient de 3,85 à 7,03. La valeur moyenne du pH est de 5,23. L'écart moyen entre les différentes valeurs du pH est de 0,41

| Classe d'interprétation | Extrêmement acide | Très fortement acide | Fortement acide | Moyennement acide | Faiblement acide à neutre |
|-------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|
| Intervalle | <4,5 | 4,6 – 5,0 | 5,1- 5,5 | 5,6- 6,0 | 6,1- 7,3 |
| Nombre de site | 7 | 49 | 42 | 22 | 8 |

Source: laboratoire BUNASOLS/données terrain, 2022

Tableau n° 8 : Répartition des sites par classe d'acidification**Répartition des sites selon leur niveau d'azote total**

Sur l'ensemble des échantillons prélevés, les analyses chimiques montrent que les teneurs moyennes des solsenazote sont de 0,05 %. Le taux d'azote varie entre 0,01 et 0,19 et l'écart entre les deux extrêmes est donc de 0,18 %. L'écart moyen entre les différentes valeurs des échantillons en azote total est de 0,02. Alors, la valeur des teneurs des sols en azote est concentrée autour de la valeur moyenne qui est 0,05. Vu la grille d'interprétation de la teneur en azote total du BUNASOLS (tableau n°9), les résultats des analyses des échantillons des différents sites montrent que les sols de la commune rurale de Kouka ont en majorité une teneur faible en azote total. Les sols de la commune de Kouka sont donc dans l'ensemble pauvres en azote total.

| Classe d'interprétation | Très bas | Bas | Moyen | Élevé | Très élevé |
|-------------------------|----------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Intervalle | <0,02 % | 0,02 à 0,06% | 0,06 à 0, 10% | 0,10 à 0,14% | >0,14% |
| Nombre de sites | 10 | 80 | 29 | 7 | 2 |

Source: laboratoire BUNASOL/données terrain, 2022

Tableau n° 9: répartition des sites par classe selon l'azote total

Répartition des sites selon leur niveau en Phosphore assimilable

Dans l'ensemble, le phosphore assimilable a une teneur dans les sols qui varie entre 1,70 ppm et 15,50 ppm et l'écart entre les deux extrêmes donc est de 13,80 ppm. La teneur moyenne est de 4,20 ppm, ce qui est très faible par rapport à la grille d'interprétation (tableau n°10). L'écart moyen entre les différentes valeurs des échantillons est de 1,28 ppm. De ce fait, la valeur des teneurs des sols en phosphore assimilable est concentrée autour de la valeur moyenne qui est 4,20 ppm. En se référant au tableau n°10 qui présente la grille d'interprétation de la teneur en phosphore assimilable du BUNASOLS, les résultats des analyses des échantillons des différents sites, montrent que les sols de la commune rurale de Kouka ont une teneur très faible en phosphore assimilable dans l'ensemble

| Classe d'interprétation | Très bas | Bas | Moyen | Elevé | Très élevé |
|-------------------------|----------|------------|------------|-----------|------------|
| Intervalle | <5ppm | 5 – 10 ppm | 10- 20 ppm | 20-30 ppm | >30 ppm |
| Nombre de site | 101 | 23 | 4 | 00 | 00 |

Source : laboratoire BUNASOLS/données terrain, 2022

Tableau n° 10: Répartition des sites par classe selon le phosphore assimilable

Répartition des sites selon leur niveau Potassium disponible

La teneur moyenne des solsenpotassium disponible est de 61,70 ppm. Dans l'ensemble, le potassium disponible dans les sols varie entre 14,81 ppm et 283,28 ppm et l'écart entre les deux extrêmes est donc de 268,47 ppm. L'écart moyen entre les différentes valeurs des échantillons est de 27,72 ppm. Alors, la valeur des teneurs des sols en potassium disponible est dispersée autour de la valeur moyenne qui est 61,70 ppm. Vu la grille d'interprétation de la teneur en potassium disponible du BUNASOLS (tableau n°11), les résultats des analyses des échantillons des différents sites montrent que les sols de la commune rurale de Kouka ont une teneur moyenne en potassium disponible dans l'ensemble.

| Classe d'interprétation | Très bas | Bas | Moyen | Elevé | Très élevé |
|-------------------------|----------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Intervalle | < 25ppm | 25–50 ppm | 50- 100 ppm | 100-200 ppm | > 200 ppm |
| Nombre de site | 8 | 53 | 52 | 14 | 1 |

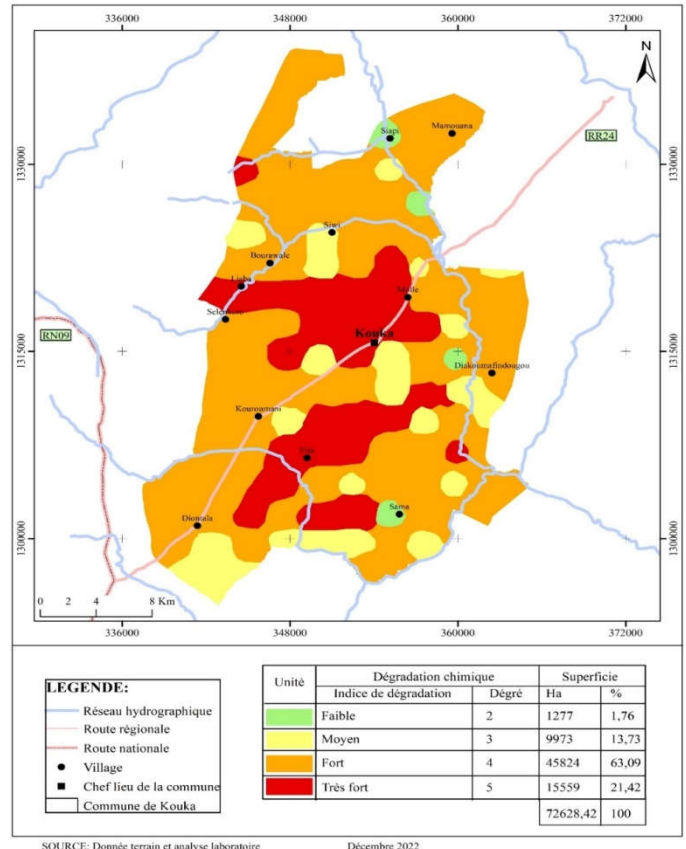
Source : laboratoire BUNASOL/données terrain

Tableau n°11: Répartition des sites par classe selon le potassium disponible

Indice de dégradation de la fertilité des sols en N.P.K et pH eau

L'indice est obtenu par la pondération (compilation) et l'agrégation des données des analyses chimiques des valeurs statistiques de N.P.K et du pH. Chaque élément chimique est affecté par une cotation en fonction de son degré et de son étendue. La combinaison des indicateurs est obtenue par addition des cotations et conduit à la définition des classes de dégradation chimique. Ainsi, le processus de détermination de l'indice de dégradation a abouti à l'élaboration de la carte de l'état de dégradation chimique des sols dans la commune

rurale de Kouka qui présente les indices, les degrés et les superficies de chaque classe (carte n°3).



Carte n° 3: Dégradation de la fertilité chimique des sols

Quatre classes de dégradation de la fertilité chimique des sols sont définies. Il s'agit de la classe de niveau faible, moyen, fort et très fort. La classe faible représente 1,76 % (1277 ha) de la superficie communale. La classe de dégradation de niveau moyen occupe 9973 ha soit 13,73 % de la commune. Celle de niveau fort occupe 45824 ha, soit 63,09 % de la superficie communale. Quant à la classe de dégradation de niveau très fort, elle affecte 15559 ha, soit 21,42 % de la superficie de la zone d'étude.

DISCUSSION

Les résultats des analyses des éléments nutritifs N.P.K ont montré que les sols dans la commune de Kouka sont pauvres en phosphore assimilable, en potassium disponible et en azote total. Les sols sont aussi acides avec un pH eau moyen et médian respectivement de 5,23 et 5,14 sur l'ensemble des échantillons de sol analysés. Or, ces macro-éléments (N.P.K) sont les principaux éléments nutritifs utilisés par les plantes, en particulier les cultures céréalières (mil, sorgho, maïs, riz). Ces macro-éléments assurent le rendement et la qualité des cultures et doivent être présents en quantité suffisante, car ils sont indispensables à la croissance des plantes.

Convergence des points de vue vers les causes de l'acidité des sols

Les causes de l'acidification ou de la baisse de la valeur du pH eau sont diversifiées selon les auteurs dans la littérature. Les explications tendent à pointer le doigt dans l'application excessive d'éléments chimiques tels que les engrais minéraux acidifiants pour pallier au déficit des sols en éléments nutritifs (Azote, Phosphore et Potassium). Toutefois, dans le contexte des cultures scoton-céréales dans la commune rurale de Kouka, le défrichement et les pratiques

agricoles qui consistent à éliminer les produits des récoltes en fin de saison hivernale, sont des méthodes culturales utilisées par les paysans. Ces méthodes privent les sols d'une couverture végétale protectrice, donc diminuent la matière organique du sol. Ce constat corrobore ceux de KOULIBALY B *et al.*, (2014, p. 2883). Ces auteurs ont démontré que la productivité des systèmes de culture coton-céréales entraîne une baisse du pH eau dans les systèmes de production cotonnière au Burkina Faso. Les travaux de BALLOT C.S.A., *et al.*, (2016, p. 17) ont aussi démontré que le pH est un élément clé de la composition chimique du sol et détermine la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes et les microorganismes du sol lorsque sa valeur est équilibrée. Pour le Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie (Burkina Faso) (2006, p. 6), l'acidification des sols est essentiellement due à la lixiviation des bases (calcium, magnésium), au prélèvement des éléments nutritifs par les plantes et à la décomposition de la matière organique. Il ajoute qu'elle provient également de l'utilisation d'engrais minéraux acidifiants comme le sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ l'urée $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, le chlorure de potassium KCl. KOULIBALY B *et al.*, (2014, p. 2888) renchérit ce constat en ajoutant que l'acidification des sols serait liée à l'utilisation d'engrais minéraux acidifiants et à la fragilisation du sol par les labours répétés au tracteur, favorisant le lessivage du calcium et du magnésium du complexe.

Des sols pauvres en N.P.K

Les résultats obtenus sur le niveau de fertilité des sols en N.P.K dans la commune rurale de Kouka pourrait être considérée comme alarmante, vu la faible teneur des sols en éléments nutritifs. Ce faible niveau de la teneur en N.P.K serait l'une des causes de la baisse de la fertilité des sols et par ricochet de la baisse de la production agricole. La baisse de la fertilité des sols est considérée par DRABO I., (2009, p.4) comme étant la principale contrainte limitant la production des terres au Burkina Faso en générale et à Kouka en particulier. Cette baisse de fertilité des sols est occasionnée par les pratiques agricoles, la pression anthropique sur les ressources naturelles. Selon la FAO, (2005, p. 5), la plupart des discussions qui ressortent dans la littérature ayant trait aux éléments nutritifs des sols ne tiennent pas compte du rôle des agriculteurs dans le processus de la dynamique de ces éléments dans les sols. En effet les agriculteurs ont une implication importante dans le cycle des éléments nutritifs dans le sol. Dans la commune de Kouka, c'est le système de culture qui est à l'origine de la baisse des éléments nutritifs des sols. Les pratiques culturales comme le défrichement sont à l'origine des lessivages des horizons superficiels des sols par l'érosion hydrique et éolienne. En effet, selon CORNET A, (2002, p. 6), le couvert végétal joue un rôle important dans la fertilisation des sols par l'apport de la matière organique. Les matières organiques permettent de maintenir et/ou d'accroître le niveau de fertilisation des sols. Elles favorisent le développement des plantes et améliorent les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols. Cependant, dans la commune rurale de Kouka, la superficie occupée par les formations végétales a connu une baisse de 14242,983 ha entre 1998 et 2018 soit 712,14915 ha/an (IDANI T. F., *et al.*, 2021, p. 495). Cette dynamique régressive du couvert végétal réduit donc la capacité de renouvellement de la matière organique du sol. Ce processus entraîne une baisse permanente des éléments nutritifs (N.P.K) nécessaires à la production notamment céréalière.

Comme l'a souligné LEMERCIER B., (2006, p.164), les besoins des sols en phosphore dépendent beaucoup de la teneur en azote : plus un sol est riche en azote, plus il a besoin de phosphore. Selon, ce dernier, le phosphore est un élément indispensable et une faible teneur en phosphore biodisponible dans le sol entraîne des risques de carence préjudiciables à la croissance des cultures. AMONMIDE I.

et al., (2019, p.1857), renchérit ses propos en ajoutant que la faible teneur des sols en phosphore serait liée aux faibles taux de matière organique observés dans les sols. D'autres auteurs comme BALLOT C. S. A. *et al.*, (2016, p.18), CHENU C et WAUGORA C, (2010, p.2) ont souligné l'importance des matières organiques dans la disponibilité du phosphore et du potassium. Les matières organiques constituent une source importante de phosphore sous forme organique. Plus il y a des matières organiques dans les sols, plus il y a de l'azote organique dans les sols car les cycles de ces éléments sont intimement liés constatent CHENU C., *et* C. WAUGORA C., (2010, p.2). Ces auteurs ont démontré que la matière organique joue un rôle très transversal. La baisse de la teneur en matière organique dans les sols peut avoir des conséquences agronomiques sévères avec des risques accrus d'érosion, une plus grande sensibilité de la structure au tassement, une diminution de la fertilité générale du sol et surtout l'appauvrissement de la biodiversité des sols.

CONCLUSION

Les résultats des analyses des éléments nutritifs ont montré que les sols dans la commune de Kouka sont acides et pauvres en phosphore assimilable, en potassium disponible et en azote total. Pourtant ces paramètres chimiques sont les principaux éléments nutritifs utilisés par les plantes, en particulier les cultures céréalières (mil, sorgho, maïs, riz). Ces macro-éléments assurent le rendement et la qualité des cultures et doivent être présents en quantité suffisante, car ils sont indispensables à la croissance des plantes. Chaque paramètre a un rôle très important à jouer dans les sols en faveur des plantes. L'azote constitue, avec le carbone, l'aliment de base de la plante. C'est le facteur déterminant des rendements par son influence favorable sur la croissance de l'appareil végétatif. Le phosphore est un facteur de croissance, car il favorise le développement des racines et est aussi un facteur de précocité pour la fécondation et la mise à fruit. Les besoins des sols en phosphore dépendent beaucoup de la teneur en azote : plus un sol est riche en azote, plus il a besoin de phosphore. Quant au potassium, il est absorbé en quantité par les plantes. Il intervient comme régulateur des fonctions de la plante et fournit une plus grande rigidité aux tissus végétaux. Le potassium est l'un des principaux constituants chimiques des minéraux. Il s'agit d'un élément majeur essentiel dans la nutrition minérale des plantes. Au regard de ce résultat, il est important de maintenir les résidus végétaux sur le terrain pour maintenir le niveau de matière organique principal du sol et arrêter la perte de matière organique du sol. Sur cette perspective, l'agroécologie ou l'agriculture de conservation est particulièrement pertinente surtout dans les localités du Burkina Faso pour augmenter la fertilité biologique des sols et par ricochet la fertilité chimique.

REFERENCES

- AMONMIDE I., DAGBENONBAKIN G., AGBANGBA C. E. *et* AKPONIKPE P. (2019). Contribution à l'évaluation du niveau de fertilité des sols dans les systèmes de culture à base du coton au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(3), pp. 1846-1860
- BALLOT C. S. A., MAWUSSI G., ATAKPAMA W., *et al.* (2016). Caractérisation physico-chimique des sols en vue de l'amélioration de la productivité du manioc dans la région de Damara au centre-sud de Centrafrique. *Agronomie Africaine* 28 (1), pp. 9-23
- BRABANT Pierre. (2010). Une méthode d'évaluation et de cartographie de la dégradation des terres. Proposition de directives normalisées, les dossiers thématiques du CSFD N°8. Août 2010. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 52 pages. [en ligne] :

http://www.csf-desertification.org/index.php/bibliotheque/publications-csfd/doc_download/139-brabant-pierre-2010-une-methode-devaluation-et-de-cartographie-de-la-degradation-des-terres
Consulté le 25 octobre 2019

CHENU C. et WAUGORA C. (2010). Les matières organiques du sol : couvrir et produire pour les protéger et les enrichir. TCS-Techniques Culturelles Simplifiées, France, pp.18-25 .

CHIBANI S. (2016), Dégradation des sols agricoles et perspectives de remédiation durable Cas de la zone Ouest de Stidia (W. de Mostaganem), Master en Agronomie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 44 p.

CORNET A., (2002): La désertification à la croisée de l'environnement : un problème qui nous concerne, Sommet Mondial du Développement Durable, quels enjeux ? Quelle contribution des scientifiques ? Johannesburg. pp. 93-130.

DRABO I. (2009). Evaluation participative de la capacité nutritive des sols et des bilans minéraux dans les exploitations agricoles du micro bassin versant du Zondoma , dans le nord du Burkina Faso, mémoire de fin de cycle en agronomie, Université polytechnique de Bobo Dioulasso, 68 P.

FAO. (2003). Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. FIAT, PANIS, Rome, Italie, 63 p.

FAO. (2005). Évaluation du bilan en éléments nutritifs du sol, Rome, 100 P.

IDANI T. F., KONKOBO J., DA D. E. C. (2021). Dynamique d'occupation des terres entre 1998 et 2018 à Kouka (BURKINA FASO) .Géovision, Numéro spécial 005, pp. 487-497.

KOULIBALY B, TRAORE O, DAKUO D, LALSAGA R, LOMPO F et ZOMBRE P. Z. (2014). Acidification des sols ferrugineux et ferrallitiques dans les systèmes de production cotonnière au Burkina Faso, Int. J. Biol. Chem. Sci. 8(6) : 2879-2890

KOULIBALY Bazoumana, TRAORE Ouola, ZOMBRE N. Prosper et al. (2010). Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. TROPICULTURA, 28, 3, pp. 184-189.

LECUYER C.(2012). Evolution de la désertification en Afrique de l'ouest, IRD, rapport de stage de Master 1, 101p.

LEMERCIER B., WALTER C., SCHVARTZ C., SABY N., ARROUAYS D. (2006). Suivi des teneurs en carbone organique et en phosphore extractible dans les sols agricoles de trois régions françaises : Analyse à partir de la Base de Données des Analyses de Terre. Etude et Gestion des Sols, Association Française pour l'Etude des Sols, 13 (3), pp.165-180.

PCD (Plan de Développement Communal Kouka. (2021).116 P.

RGPH 2006 (Recensement Général de la Population et de l'habitation du Burkina). (2008). Résultats définitifs, INSD, Ouagadougou, 52 p.

RGPH 2019 (Recensement Général de la Population et de l'Habitation). (2021). Résultats définitifs, INSD, Ouagadougou, 69 p.

YAMEOGO P. L, SEGDA Z, DAKOUO D, SEDOGO M P. (2013). Placement profond de l'urée (PPU) et amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote en riziculture irriguée dans le périmètre rizicole de Karfiguela au Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences 70, pp. 5523– 5530.
