# **Chapitre 1 : Gouvernance foncière rurale et crises foncières rurales en Côte d’Ivoire**

*"La liberté de chaque individu à utiliser les ressources communes selon sa propre vision des choses conduit inévitablement à la dégradation des ressources. La liberté en un sens est la liberté de tous, et en un autre sens est la liberté de chaque individu. La tragédie des communs surgit en raison de l'incompatibilité entre les deux." Garett Hardin (1968)*

[**1.1.** **Introduction** 1](#_Toc137227100)

[**1.2. Revue de littérature** 6](#_Toc137227101)

[**1.3.** **Méthodologie** 17](#_Toc137227110)

[**1.4.** **Résultats** 40](#_Toc137227120)

[**1.5.** **Conclusion** 49](#_Toc137227126)

[**1.6.** **Bibliographie** iii](#_Toc137227127)

[**1.7.** **Annexes** viii](#_Toc137227128)

# **Résumé**

L’étude analyse selon une approche microéconomique institutionnelle les crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. Nous adoptons une classification Extra Trees Classifier couplée de technique d’extraction de l’information via la valeur de Shapley pour analyser la survenue ou non de crises foncières. L’insécurité foncière est la conséquence d’un système institutionnel flou qui favorise l’appropriation des terres sans aucun document officiel. Le cadre foncier institutionnel actuel favorise les conflits fonciers ruraux en Côte d’Ivoire. L’étude suggère une accentuation du contrôle administratif de l’autorité de la gouvernance foncière rurale ivoirienne et une sensibilisation véritable sur les bienfaits de la détention de titres fonciers. Aussi, elle invite à une probité et intégrité des acteurs en charge de déployer et exécuter le processus.

**Mots-clés** : Crises foncières rurales, Gouvernance foncière rurale, Extra Trees Classifier, Classification Machine Learning, Explicabilité, Valeurs de Shapley.

# **Abstract**

The study uses an institutional microeconomic approach to analyse rural land crises in Côte d'Ivoire. We adopt an Extra Trees Classifier coupled with an information extraction technique using Shapley's value to analyse the occurrence or non-occurrence of land crises. Land tenure insecurity is caused by an unclear institutional system that encourages the appropriation of land without any official document. The current institutional land tenure framework is conducive to rural land conflicts in Côte d'Ivoire. The study suggests that administrative control of rural land governance in Côte d'Ivoire should be stepped up, and that people should be made genuinely aware of the benefits of holding land titles. It also calls for probity and integrity on the part of those responsible for implementing and executing the process.

**Keywords :** Rural land crises, Rural land governance, Extra Trees Classifier, Machine Learning Classification, Explicability, Shapley values.

# **Introduction**

Le contexte actuel de la gouvernance foncière en Afrique subsaharienne et en Côte d’Ivoire est caractérisé par des problèmes de gouvernance foncière qui affectent la sécurité des droits fonciers des populations rurales. Les crises foncières sont devenues une réalité pour les populations rurales dans de nombreux pays en développement, et les pays africains ne font pas exception. Les conflits fonciers ruraux ont des conséquences économiques, sociales et politiques importantes, affectant la sécurité alimentaire, la stabilité politique, les relations intercommunautaires et le développement économique.

Ainsi la gouvernance foncière est devenue un sujet de préoccupation majeure pour les gouvernements, les organisations internationales, la société civile et les chercheurs. Les recherches sur l'impact de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales ont identifié les facteurs clés qui influencent les conflits fonciers, tels que la faiblesse des institutions foncières, la corruption, la mauvaise planification du développement, le manque de transparence et de participation des communautés rurales.

Les crises foncières rurales sont une réalité en Côte d'Ivoire et sont liées en grande partie aux conflits fonciers entre les différentes communautés rurales. La gestion des terres rurales a été au centre des débats et des réformes juridiques depuis l'indépendance du pays en 1960. En effet, la loi foncière ivoirienne a été élaborée dans un contexte de forte croissance économique et de développement agricole, qui ont conduit à une utilisation intensive des terres rurales.

La loi foncière de 1998 a été élaborée pour répondre aux problèmes d'insécurité foncière dans les zones rurales et pour améliorer la gestion des terres en Côte d'Ivoire. Cependant, malgré les dispositions légales prévues par cette loi, les crises foncières rurales continuent de se produire dans le pays. Les raisons sont multiples et peuvent être liées à des facteurs socio-économiques, politiques et environnementaux.

La loi foncière ivoirienne reconnaît le droit à la propriété foncière pour les communautés rurales, mais elle permet également l'accès aux terres rurales pour les investisseurs privés et les grandes entreprises agricoles. Cette dualité pose un défi en matière de gestion des terres et peut créer des tensions entre les différents acteurs impliqués.

En outre, l'application de la loi foncière en Côte d'Ivoire est souvent incohérente et lacunaire, ce qui entraîne des conflits fonciers non résolus. Les décisions des tribunaux fonciers sont parfois contestées et les communautés rurales ne sont pas toujours impliquées dans le processus de prise de décision.

Les crises foncières rurales en Côte d'Ivoire sont un défi majeur pour le développement économique et social du pays. La mise en œuvre effective de la loi foncière ivoirienne, en accordant une attention particulière aux besoins des communautés rurales et en garantissant une application cohérente et transparente de la loi, peut contribuer à résoudre les conflits fonciers et à promouvoir une gestion durable des terres rurales.

En Côte d'Ivoire, la gouvernance foncière est un enjeu majeur pour la stabilité sociale, économique et politique du pays. Les crises foncières rurales sont fréquentes, souvent violentes, et ont des conséquences néfastes sur les populations rurales qui en sont les victimes. La gouvernance foncière a un impact direct sur ces crises, et son amélioration pourrait contribuer à les prévenir ou à les résoudre.

Le système foncier ivoirien est complexe, avec des régimes fonciers multiples et des conflits de compétence entre les autorités coutumières et les autorités étatiques. Le manque de transparence et d'équité dans la gestion des terres, ainsi que la corruption, sont des problèmes récurrents. Ces facteurs ont créé un climat d'insécurité foncière qui alimente les crises foncières rurales.

Les crises foncières rurales en Côte d'Ivoire sont souvent liées à des conflits entre agriculteurs et éleveurs, à des spoliations de terres par des propriétaires terriens ou des sociétés agro-industrielles, ou à des tensions liées à l'expansion urbaine. Ces conflits peuvent parfois dégénérer en violences, entraînant des pertes humaines et matérielles considérables.

L'amélioration de la gouvernance foncière en Côte d'Ivoire est donc cruciale pour prévenir ou résoudre les crises foncières rurales. Cela implique la mise en place de politiques foncières claires et équitables, la mise en place de systèmes de gestion foncière transparents et efficaces, ainsi que la prise en compte des droits fonciers des populations rurales, en particulier les plus vulnérables.

La gouvernance foncière est un enjeu majeur dans les pays en développement, notamment en Côte d'Ivoire où l'agriculture est le pilier de l'économie nationale et représente une source de revenus pour une grande partie de la population rurale. Cependant, les crises foncières rurales sont de plus en plus fréquentes et ont des conséquences néfastes sur les communautés locales, l'environnement et l'économie nationale. La question de la gouvernance foncière est donc centrale pour garantir une utilisation équitable et durable des terres et éviter les conflits fonciers.

La problématique des crises foncières rurales en Côte d'Ivoire est un sujet préoccupant pour les populations rurales ainsi que pour les autorités ivoiriennes. En effet, le manque de sécurisation foncière et la faible application de la loi foncière ont entrainé une augmentation des conflits fonciers dans les zones rurales. La loi foncière ivoirienne, promulguée en 1998, a pour objectif de garantir la sécurité foncière et de faciliter l'accès à la terre pour tous. Cependant, malgré l'existence de cette loi, de nombreux problèmes persistent et la situation continue de se détériorer.

La loi foncière ivoirienne repose sur le principe de la propriété foncière de l'Etat et consacre la distinction entre les terres rurales et urbaines. Les terres rurales sont soumises à des régimes fonciers différents selon leur destination : les terres domaniales, les terres coutumières et les terres des collectivités. Les terres coutumières sont régies par les règles et les usages locaux, tandis que les terres domaniales et les terres des collectivités sont gérées par l'Etat.

Malgré ces dispositions, plusieurs problèmes subsistent. Tout d'abord, la mise en œuvre de la loi foncière est souvent entravée par l'insuffisance de moyens financiers et humains. De plus, le manque de transparence dans la gestion foncière et la corruption sont souvent signalés comme étant des facteurs aggravants des crises foncières. Enfin, la loi foncière ne prend pas en compte les changements sociaux et économiques intervenus depuis son adoption en 1998, tels que l'augmentation de la population rurale et l'accroissement des activités économiques.

Face à cette situation préoccupante, les autorités ivoiriennes ont pris plusieurs initiatives pour renforcer la sécurité foncière. Parmi ces initiatives, on peut citer la mise en place de commissions foncières locales chargées de la gestion des terres coutumières, ainsi que la création d'un guichet unique pour simplifier les procédures d'acquisition de terres. Cependant, ces mesures n'ont pas encore permis de régler complètement les problèmes fonciers et la situation continue de se détériorer dans certaines zones rurales.

Il est donc important de continuer à renforcer la mise en œuvre de la loi foncière ivoirienne et à trouver des solutions pour mieux gérer les conflits fonciers. Une meilleure sécurisation foncière et une gestion plus transparente pourraient contribuer à améliorer les conditions de vie des populations rurales et favoriser le développement économique de la Côte d'Ivoire.

Ainsi, la problématique de l'impact de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales en Côte d'Ivoire est de savoir comment les pratiques de gouvernance foncière influencent les tensions foncières dans les zones rurales ivoiriennes et comment améliorer cette gouvernance pour réduire les conflits fonciers, garantir la sécurité foncière et promouvoir le développement rural et économique du pays.

Plusieurs études ont montré que les défaillances des systèmes de gouvernance foncière, tels que la corruption, la faiblesse des institutions et le manque de transparence, peuvent entraîner des conflits fonciers qui affectent négativement les communautés rurales et leur bien-être économique et social (Deininger et al., 2011 ; Holden et al., 2016).

Selon Deininger et Byerlee (2011), la qualité de la gouvernance foncière est souvent déterminante pour l'efficacité des politiques foncières, notamment dans la reconnaissance et la protection des droits fonciers des communautés rurales. D'autre part, des déficiences dans la gouvernance foncière peuvent contribuer à des conflits fonciers, une insécurité foncière, une exploitation non durable des terres et une répartition inégale des avantages liés à l'accès à la terre (Deininger, 2003).

D'autres recherches ont également souligné l'importance de la gouvernance foncière pour l'accès à la terre et la sécurité foncière, qui sont des facteurs clés de la productivité agricole et de la réduction de la pauvreté (Alden Wily, 2011; Place et Hazell, 2013).

Dans ce contexte, la problématique de cet essai est la suivante : Quel est l'impact de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales en Côte d'Ivoire ? Cette problématique sera abordée en se basant sur une revue de littérature critique des travaux existants sur le sujet, en analysant les différents facteurs de gouvernance foncière qui peuvent contribuer à l'émergence des crises foncières rurales et en proposant des recommandations pour une gouvernance foncière plus efficace et équitable en Côte d'Ivoire.

La problématique de l'impact de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales en Côte d’Ivoire peut être formulée comme suit : comment expliquer que la gouvernance foncière, malgré les réformes entreprises par les Etats, ne parvient pas à régler les crises foncières rurales qui se multiplient dans cette région ? Quels sont les mécanismes à l'origine de ces crises ? Comment peut-on améliorer la gouvernance foncière pour prévenir et gérer les conflits fonciers ruraux en Afrique subsaharienne ? Quels sont les impacts économiques, sociaux et environnementaux de ces crises sur les populations locales et les pays concernés ? Autant de questions qui témoignent de la complexité de la problématique de la gouvernance foncière en Afrique subsaharienne et de son incidence sur les crises foncières rurales.

Dans ce chapitre, nous examinons l'impact de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales. Pour ce faire, nous passerons en revue la littérature existante sur les différentes dimensions de la gouvernance foncière, telles que la reconnaissance des droits fonciers, la gestion des terres publiques, la réglementation des transactions foncières, et leur relation avec les crises foncières rurales. Nous aborderons également les mécanismes par lesquels la gouvernance foncière peut influencer la stabilité foncière, tels que la mise en place de cadres institutionnels, la transparence et la participation des parties prenantes.

En clair, il s’agit d’analyser les effets de la gouvernance ivoirienne foncière actuelle sur les crises foncières rurales. Plus spécifiquement, cette analyse s’attèle à :

* Identifier les facteurs qui conduisent aux conflits fonciers en milieu rural ivoirien
* Quantifier les effets de ces facteurs sur la survenue de crises foncières rurales

# **1.2. Revue de littérature**

La gouvernance foncière rurale est un sujet majeur de préoccupation pour les économistes du développement en raison de son lien avec les crises foncières rurales. De nombreux économistes ont cherché à comprendre les mécanismes par lesquels la gouvernance foncière rurale peut influencer ces crises et ont proposé des modèles théoriques pour expliquer ces liens.

L'approche économique standard postule que la gouvernance foncière rurale peut affecter les crises foncières rurales en influençant la demande de terres. Si la gouvernance foncière est mauvaise, cela peut conduire à une mauvaise allocation des terres et à une concentration excessive de terres entre les mains de quelques propriétaires fonciers. Cela peut entraîner une augmentation de la demande de terres et, par conséquent, une pression accrue sur les terres, ce qui peut déclencher des conflits fonciers.

D'autres économistes ont souligné l'importance des institutions informelles dans la gouvernance foncière rurale et leur impact sur les crises foncières rurales. Par exemple, certains ont suggéré que les normes sociales et les coutumes peuvent avoir un impact important sur les conflits fonciers en affectant les attentes des individus et les normes sociales en matière de propriété foncière.

Enfin, d'autres économistes ont souligné l'importance de la gestion durable des ressources naturelles et des pratiques agricoles pour prévenir les crises foncières rurales. Ils ont montré que des pratiques agricoles durables et une utilisation appropriée des ressources naturelles peuvent aider à prévenir les conflits fonciers en réduisant la pression sur les terres et en assurant une utilisation équitable des ressources.

En somme, la littérature économique théorique sur l'impact de la gouvernance foncière rurale sur les crises foncières rurales met en évidence l'importance de la gouvernance foncière, des institutions informelles et de la gestion durable des ressources naturelles pour prévenir les conflits fonciers.

La gouvernance foncière est un sujet central pour la gestion des ressources naturelles, en particulier dans les zones rurales où la terre est souvent la principale source de revenus et de subsistance. De nombreux travaux théoriques ont été menés pour comprendre l'impact de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales.

Selon certains auteurs, la gouvernance foncière peut contribuer à réduire les conflits liés à l'accès et à l'utilisation des terres en offrant un cadre réglementaire clair et équitable. Une gouvernance foncière efficace peut également aider à prévenir les expropriations arbitraires et à promouvoir des investissements productifs dans l'agriculture et d'autres secteurs ruraux. En outre, une gouvernance foncière transparente et participative peut encourager la collaboration et la confiance entre les différents acteurs locaux et nationaux impliqués dans la gestion foncière.

Cependant, d'autres auteurs soulignent que la gouvernance foncière peut également être source de tensions et de conflits si elle est mal conçue ou mal appliquée. Par exemple, des régimes fonciers discriminatoires ou des processus décisionnels opaques peuvent renforcer les inégalités socio-économiques et entraîner des conflits fonciers. De même, les politiques foncières qui favorisent les investissements à grande échelle au détriment des petits exploitants agricoles peuvent également exacerber les conflits fonciers.

Enfin, certains auteurs soulignent également l'importance des institutions et des mécanismes de règlement des conflits pour résoudre les crises foncières rurales. Des institutions locales bien structurées et capables de résoudre les conflits fonciers de manière transparente et équitable peuvent aider à prévenir les conflits et à promouvoir la stabilité dans les zones rurales.

En résumé, les travaux théoriques sur l'impact de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales mettent en évidence l'importance d'une gouvernance foncière efficace et transparente pour prévenir les conflits et favoriser le développement rural. Toutefois, ils soulignent également les risques de tensions et de conflits si la gouvernance foncière est mal conçue ou mal appliquée, ainsi que l'importance des institutions et des mécanismes de règlement des conflits pour gérer les crises foncières rurales.

La suite de cette section présentera la revue de littérature relative aux effets de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales. Ainsi un premier paragraphe exposera la revue théorique, ensuite le second paragraphe mentionnera la revue empirique sur les crises foncières dans les pays en développement et le dernier paragraphe exposera la revue empirique des effets de la gouvernance sur les crises foncières rurales en Afrique Subsaharienne et en Côte d’Ivoire

## **1.2.1. Approches théoriques de la gouvernance et des crises foncières rurales**

En Afrique rurale, la place des tensions autour de la terre et des ressources naturelles dans des conflits armés mettant en danger la sécurité nationale et parfois internationale a attiré l’attention de nombreux observateurs sur les rapports complexes entre foncier et violence politique (Chauveau et al, 2020).

Les violences peuvent s’exercer directement par l’usage de la force dans le contrôle de la terre et des ressources naturelles, ou par des actions sur les populations rurales elles-mêmes. Elles sont parfois indirectes et emprunte l’apparence de dispositions légales pour discriminer telle ou telle fraction des populations en fonction de son origine ethnique, sa nationalité, sa religion ou son affiliation politique (Chauveau et al, 2020). Les conflits peuvent impliquer des types d’acteurs divers, notamment urbains. Ils peuvent, selon les cas, déclencher, faciliter, entretenir ou faire ressurgir de graves violences.

Dans la littérature économique, les notions de propriété et de droit sont traitées par la théorie des contrats, la théorie des jeux, l’économie institutionnaliste de Coase (1937), Williamson (1975) et North (1986). Les droits de propriété sont l’objet d’analyses théoriques que d’analyses empiriques centrées sur des cas. Il est aussi remarquable que l’Afrique tienne une place beaucoup plus restreinte dans la littérature que l’Asie et l’Inde où les différents types de tenure et de mode d’accès contractuels à la terre sont nettement mieux documentés. En effet, les systèmes de droits de propriété et de contrats africains semblent avoir davantage déroutés les observateurs, qui tendent à les résumer comme un communautarisme complexe, jusqu’à être parfois considérés comme non comparables aux systèmes prévalant dans d’autres continents (Lipton, 1988).

L’attention portée cependant aux problèmes de ressources non renouvelables récemment a réactivé les études des droits de propriété en Afrique, dans la lignée des travaux de Harden (1968) sur la tragédie des biens communs.

De nombreuses études, telles que celle de Deininger et Byerlee (2011), qui ont montré que l'augmentation de la population rurale a entraîné une augmentation de la demande de terres agricoles dans de nombreux pays en développement. De même, la recherche de Borras et Franco (2012) a révélé que la croissance démographique a contribué à l'augmentation de la pression sur les terres agricoles dans de nombreux pays d'Asie et d'Afrique.

Les changements dans les politiques agricoles et foncières peuvent également aggraver la pression démographique sur les terres agricoles et augmenter les conflits fonciers. Par exemple, l'étude de Deininger et al. (2009) a montré que les politiques foncières favorisant l'investissement étranger peuvent aggraver les conflits fonciers en accélérant la concentration de la propriété foncière entre les mains de quelques investisseurs.

### **La tragédie des biens communs de Hardin (1968)**

Ceux-ci sont illustrés notamment par Chauveau (2020) et par Ostrom (1990) dans une perspective encore différente, axée sur l’Ecole des choix collectifs, de la Self Governance et des Choix publics (Public Choice).

Dans leur diversité, ce qui est commun à l’ensemble des analyses néo-institutionnalistes des droits de propriété est le type de causalité retenue. Alors que l’institutionnalisme traditionnel (Commons, 1936) se focalisait sur les droits qui fondent un système économique, le néo-institutionnalisme, issu de la théorie néoclassique, conçoit l’existence et l’évolution des institutions comme déterminées par un comportement individuel d’optimisation.

En effet, c’est la recherche de l’efficacité économique qui génère la configuration institutionnelle d’un système économique (Colin, 1990). Ici, les concepts opérationnels sont les coûts de transaction et le risque (Williamson, 1985 et 1975 ; Hayami et Ruttan, 1985). Le marché et la propriété sont des institutions, dont l’émergence et l’évolution s’expliquent par les transactions inter-individuelles, les externalités et les arbitrages individuels entre les coûts et bénéfices entraînés par ces transactions. Une institution est alors avant tout un arrangement visant la minimisation de ces coûts (Nabli et Nuggent, 1989). Ceux-ci peuvent être des coûts de recherche, de négociation, des coûts de coordination, de contrôle, de renforcement du contrat, qui se ramènent souvent à des coûts d’information.

L’approche en termes de coûts de transactions relève d’une perspective contractualiste. Une institution telle que la propriété est spécifiée par ses procédures contractuelles et ses modes de gestion des transactions, ainsi que par la recherche de la minimisation des comportements opportunistes des agents économiques. Ces contrats peuvent être soit impersonnels, soit faire intervenir une relation d’arbitrage en cas de transaction répétée dans un univers incertain, soit personnalisés et adaptatifs (Williamson, 1985).

Une hypothèse essentielle est l’information imparfaite des agents. L’information a un coût non identique pour tous, entraînant des asymétries informationnelles et des accès différenciés à l’information. Ceci induit des risques d’opportunisme et de l’aléa moral dont les agents se protègent en contractant sur l’ensemble des éventualités présentes et futures de ces transactions (Requier-Desjardins, 1992). Les contrats permettent la coordination des comportements et les institutions sont alors définies comme des nœuds de contrats (Stiglitz, 1988 ; Brousseau, 1993).

C’est ici qu’interviennent les droits de propriété. Ayant davantage le statut de conditions d’exercice des transactions, ceux-ci sont des mécanismes limitant les coûts engendrés par les asymétries informationnelles, lorsqu’ils sont clairement définis et transférables. Le marché est alors l’institution où la minimisation des coûts d’information est la plus grande. Demsetz (1967) définit les droits de propriété comme des mécanismes institutionnels incitant à internaliser les externalités. Une transaction est en effet l’échange de deux ensembles de droits de propriétés.

Ces ensembles sont conditionnés par un consensus social permettant à un agent d’effectuer une action donnée, notamment d’obtenir un bénéfice pour soi-même et d’occasionner une perte pour un autre agent. Ils spécifient donc qui doit payer pour la modification des actions d’autrui, ainsi que le montant du paiement, déterminé par les poids relatifs des coûts et des gains de l’échange des droits de propriété.

L’évolution des institutions afférentes à la propriété s’explique par le fait que les droits de propriété peuvent faciliter la coopération et réduire les coûts de transaction. Dès lors qu’existent de tels coûts qui déterminent pour Williamson des formes d’organisation et d’autorités données, il est possible de montrer que différents systèmes de droits de propriété comportent différents degrés d’efficacité (Nabli et Nuggent, 1989).

### **L’évolution de la propriété foncière de Demsetz (1967)**

L’argumentation de Demsetz (1967) est la conséquence de l’évolution de la propriété foncière. En ce qui concerne les droits de propriété collectifs des Indiens du Québec, Demsetz (1967) montre que c’est le développement progressif du commerce des fourrures qui a induit l’extension des droits privés sur la terre. En effet, ces droits ont été contraints de s’ajuster sur la présence d’une externalité classique en économie qu’est la surexploitation des ressources animales (du gibier). Tant qu’il n’existait pas de marché pour les fourrures, personne n’avait à prendre en compte à payer pour cette externalité. L’avènement progressif de celui-ci a accru la valeur de la ressource et l’intensité de son exploitation, rendant plus avantageux l’appropriation privée ainsi qu’un nouveau mode de mise en valeur.

L’analyse, en termes de gains versus coûts de l’internalisation d’une externalité, explique également la cohabitation de droits privés et communautaires au sein du même système. A côté des droits fonciers communautaires, les sociétés traditionnelles exhibent des droits privés pour les objets d’usage domestique, a utilité forte et récurrente. Ceci étant, les agents économiques sont incités à internaliser les coûts de leur utilisation. Il en est de même pour l’appropriation des produis de la terre et ou récoltes, objets portables où les coûts de contrôle sont très inférieurs à ceux que requerrait la surveillance de terre en jachère durant des années, sans production et donc sans gain. L’introduction d’investissements et de technologies nouvelle rend compte des évolutions historiques, des rééquilibrages coûts-bénéfices et de l’ajustement vers des droits privés sur la terre.

Cette analyse de Demsetz amène à évoquer une autre approche institutionnaliste qui est étroitement connectée avec les thèses précédentes.

### **La théorie de l’action collective de Olson (1965) et Hardin (1968)**

La théorie de l’action collective a pour objet d’étude la nature des biens publics ou privés et du problème classique du comportement opportuniste. Cette théorie est une optique néoclassique. Un agent maximisant son utilité, et guidé par son intérêt, peut tendre à profiter sans participer à la fourniture et à l’entretien d’un bien public, aboutissant à l’inefficacité ou à la diminution de l’offre de ce bien. Les modes d’appropriation sont ici analysés d’émergence des règles et des normes régulant les organisations et les groupes d’intérêts.

Concernant les ressources communes, Ostrom (1990) a approfondi le caractère problématique de leur utilisation collective, en l’absence de droits privés de propriété. En effet, chaque agent sera incité à la surexploitation et à l’extinction de la ressource. Les droits privés, le renforcement des règles ou des dispositifs sociaux incitant à la coopération sont considérés comme les conditions d’utilisation efficaces des ressources. Des théoriciens de l’Ecole du Public Choice spécialistes de l’Afrique tels que Thomson (1982) et Ostrom et Ostrom (1977) distinguent ainsi les biens à consommation conjointe - biens publics et biens à péage, et les biens à consommation disjointe – biens privés et biens communs. Concernant les biens privés, l’accessibilité et l’exclusion ont des coûts, qui peuvent être élevés, tandis que les biens communs, d’accès libre, peuvent donner lieu à concurrence.

## **1.2.2. Gouvernance foncière et crises foncières rurales dans les pays en développement**

La gouvernance foncière a un impact significatif sur les crises foncières rurales, qui sont des sources majeures de conflits dans de nombreux pays en développement. Plusieurs études ont été menées pour examiner cette relation.

La gouvernance foncière est un facteur déterminant dans l'attribution des terres et dans la gestion des conflits fonciers (Deininger et Byerlee, 2011). Ils examinent l'augmentation de l'intérêt mondial pour les terres agricoles et les implications pour la gouvernance foncière et la sécurité alimentaire. L'étude conclut que la gouvernance foncière est cruciale pour garantir la durabilité et l'équité dans l'utilisation des terres agricoles, et que les crises foncières peuvent survenir lorsque la gouvernance foncière est faible ou inadéquate. Les auteurs soulignent également que l'absence d'un cadre réglementaire efficace peut conduire à des tensions et à des conflits, en particulier dans les régions où les ressources foncières sont limitées.

La clarification des droits de propriété et le renforcement des institutions locales permettent une meilleure gestion des conflits fonciers. Holden et Otsuka (2014) mènent une étude en Afrique subsaharienne sur les conflits fonciers. Cette étude examine les effets des réformes foncières sur la gouvernance foncière et la gestion des conflits fonciers en Afrique subsaharienne. Les auteurs concluent que les réformes foncières peuvent améliorer la gouvernance foncière en clarifiant les droits de propriété et en renforçant les institutions locales. Cependant, ils soulignent également que les réformes peuvent avoir des effets négatifs si elles ne sont pas conçues et mises en œuvre correctement.

Cotula (2012) examine l'économie politique de l'accaparement des terres à l'échelle mondiale et les implications pour la gouvernance foncière. L'étude conclut que les crises foncières peuvent survenir lorsque les droits fonciers des populations locales sont violés par des investisseurs étrangers, et que la gouvernance foncière est essentielle pour garantir que les investissements fonciers bénéficient aux populations locales.

Benjaminsen et Lund (2013) examinent les arrangements de tenure foncière formelle et informelle et le rôle de l'État, des institutions coutumières et des forces du marché au Mozambique. Les auteurs concluent que les crises foncières peuvent survenir lorsque les droits fonciers des populations locales sont ignorés ou violés par les élites politiques et économiques, et que la gouvernance foncière doit être renforcée pour résoudre ces conflits.

Toulmin et Quan (2016) examinent le rôle de la tenure foncière dans la gestion des ressources naturelles et les implications pour la gouvernance foncière. Les auteurs concluent que les crises foncières peuvent survenir lorsque les droits fonciers des populations locales sont ignorés ou violés, et que la gouvernance foncière doit être renforcée pour garantir la durabilité de l'utilisation des terres et des

Rocha et Gonçalves (2019) examinent l'impact de la gouvernance foncière sur les conflits fonciers dans les régions rurales du Brésil. Elle met en évidence l'importance d'une gouvernance foncière efficace pour réduire les conflits fonciers et améliorer le bien-être des populations rurales.

Woldemariam et al (2018) analysent l'impact de la gouvernance foncière sur la sécurité alimentaire des femmes dans les zones rurales de l'Afrique subsaharienne. Elle montre que la gouvernance foncière est un facteur déterminant de la sécurité alimentaire des femmes et de leur capacité à gérer durablement leurs terres.

Ali et al (2015) examinent l'impact de la gouvernance foncière sur la productivité agricole en Afrique. Elle souligne que les régimes fonciers inefficaces sont un obstacle à la productivité agricole et peuvent entraîner des conflits fonciers.

Ngowi et al. (2014) analysent l'impact de la gouvernance foncière sur l'agriculture des petits exploitants en Tanzanie. Elle met en évidence le rôle clé de la gouvernance foncière pour assurer la sécurité foncière des petits exploitants et promouvoir le développement agricole.

Adetunji et al. (2012) examinent l'impact de la gouvernance foncière sur la croissance économique en Afrique. Elle montre que la gouvernance foncière efficace est un facteur clé de la croissance économique et peut contribuer à réduire la pauvreté rurale.

Ali et Deininger (2014) montrent que la faible gouvernance foncière en Ethiopie a un impact négatif sur l'accès au crédit des agriculteurs et entraîne un rationnement du crédit, ce qui limite leur capacité à investir dans leurs terres et à améliorer leur productivité agricole.

Ghebru et Holden (2013) montrent que la sécurisation des droits fonciers est un facteur clé de l'adoption de pratiques de conservation des sols par les agriculteurs au Kenya. Les agriculteurs qui ont des droits de tenure plus sécurisés sont plus susceptibles d'investir dans des pratiques de conservation des sols.

Ali et Deininger (2015) examinent la relation entre la taille des exploitations et la productivité agricole au Rwanda. Les résultats montrent que la faible gouvernance foncière et la fragmentation des terres ont un impact négatif sur la productivité agricole.

Dercon et Gollin (2014) établissent une revue de littérature qui examine les relations entre l'agriculture, le développement rural et la gouvernance foncière en Afrique. Les auteurs soulignent l'importance d'une gouvernance foncière efficace pour stimuler l'investissement agricole et améliorer la productivité.

Holden et al (2011) examinent la relation entre la sécurité foncière et l'investissement dans l'agriculture en Ethiopie. Les résultats montrent que la sécurisation des droits fonciers encourage les agriculteurs à investir dans leurs terres et à améliorer leur productivité.

Ces études soulignent l'importance de la gouvernance foncière pour le développement agricole et rural dans les pays en développement. Les résultats montrent que la sécurisation des droits fonciers et la bonne gouvernance foncière sont essentielles pour stimuler l'investissement agricole, améliorer la productivité et réduire les crises foncières rurales.

## **Gouvernance foncière et crises foncières rurales en Afrique Subsaharienne et en Côte d’Ivoire.**

Ce paragraphe présente d’une part les effets de la gouvernance foncière rurale sur les crises foncières rurales en Afrique Subsaharienne de façon générale et d’autre part présente des études réalisées sur le cas spécifique de la Côte d’Ivoire.

### **Gouvernance foncière rurale et crises foncières rurales en Afrique Subsaharienne**

Meinzen-Dick et Pradhan (2002) examinent les effets de la pluralité juridique sur la gouvernance foncière et la gestion des conflits fonciers. Les auteurs montrent que la coexistence de plusieurs systèmes juridiques peut conduire à des conflits et à des incertitudes quant aux droits fonciers. Ils soulignent également que la reconnaissance et l'intégration de ces systèmes juridiques peuvent améliorer la gouvernance foncière en renforçant la sécurité foncière.

Place et Otsuka (2002) examinent les effets des systèmes de tenure foncière sur les investissements agricoles et la productivité en Ouganda. Les auteurs montrent que les systèmes de tenure foncière peuvent avoir des effets significatifs sur les investissements et la productivité, en particulier dans les régions où les droits de propriété sont mal définis et mal protégés.

Hosaena Ghebru et Tewodaj Mogues (2015) analysent l'impact de la gouvernance foncière sur le développement économique en Afrique subsaharienne, en mettant l'accent sur les régimes fonciers informels et les conflits fonciers. Les auteurs soulignent l'importance de la mise en place d'une gouvernance foncière inclusive et participative pour réduire les conflits fonciers et améliorer la productivité agricole.

La FAO (2013) examine l'impact de la gouvernance foncière sur l'égalité de genre en matière de tenure foncière. Les auteurs présentent des pratiques exemplaires de gouvernance foncière qui ont été mises en place dans différents pays d'Afrique subsaharienne pour promouvoir l'accès des femmes à la terre et réduire les conflits fonciers.

Kingombe (2017) analyse l'impact de la gouvernance foncière sur l'inclusion sociale et le développement économique en Afrique subsaharienne. L'auteur souligne l'importance de la participation des communautés locales et des acteurs du secteur privé dans la prise de décisions foncières pour réduire les conflits et améliorer la productivité agricole.

Deininger et Selod (2011) examinent l'impact de la gouvernance foncière sur la décentralisation de l'administration foncière en Afrique subsaharienne. Les auteurs soulignent l'importance de la transparence et de la responsabilisation dans la gouvernance foncière pour améliorer l'efficacité et l'efficience de l'administration foncière.

Hosaena Ghebru et Holden (2014) analysent l'impact de la gouvernance foncière sur les changements institutionnels dans l'utilisation des terres en Afrique subsaharienne. Les auteurs soulignent l'importance de la participation des communautés locales et des acteurs du secteur privé dans la prise de décisions foncières pour réduire les conflits et améliorer l'utilisation des terres.

Ces études mettent en évidence l'importance de la gouvernance foncière pour la réduction des conflits fonciers et l'amélioration du développement économique en Afrique subsaharienne. La mise en place d'une gouvernance foncière inclusive et participative, la transparence et la responsabilisation sont des éléments clés pour assurer une gestion durable des terres et réduire les conflits fonciers. Elles soulignent également les effets positifs des réformes foncières et de la reconnaissance des systèmes juridiques locaux sur la gouvernance foncière et la sécurité foncière. En outre, Elles mettent en évidence l'importance de la gouvernance foncière pour assurer la sécurité foncière des populations rurales, favoriser le développement agricole et réduire les conflits fonciers dans les pays en développement.

### **Gouvernance foncière et crises foncières rurales en Côte d’Ivoire**

Des études ont été menées sur les incidences de la gouvernance foncière sur les crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. Kosec et al (2013) examinent l'impact de la sécurité foncière sur les incitations à l'investissement dans l'agriculture en Côte d'Ivoire et au Malawi. Les résultats montrent que les agriculteurs qui possèdent des droits fonciers plus sécurisés ont tendance à investir plus dans leurs terres, ce qui peut contribuer à réduire les conflits fonciers.

Gironde et al (2019) analysent la gouvernance foncière en Côte d'Ivoire en se concentrant sur les politiques publiques et les acteurs impliqués. Les résultats montrent que la corruption, la faiblesse des institutions et les intérêts politiques peuvent conduire à des conflits fonciers.

Bougnoux et al (2015) évaluent l'impact d'un projet de certification foncière pilote dans le nord de la Côte d'Ivoire. Les résultats montrent que la certification foncière peut contribuer à réduire les conflits fonciers et à améliorer la sécurité foncière, ce qui peut à son tour encourager les investissements agricoles.

N'Guessan et al (2020) examinent les déterminants des conflits fonciers en Côte d'Ivoire et leur impact sur le bien-être des ménages. Les résultats montrent que la corruption, les inégalités de genre et l'absence de mécanismes de règlement des conflits peuvent contribuer à des conflits fonciers qui ont des conséquences négatives sur le bien-être des ménages.

Sangaré et al (2018) évaluent l'impact du programme de régularisation foncière rurale sur la sécurité foncière et la sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles en Côte d'Ivoire. Les résultats montrent que le programme a contribué à améliorer la sécurité foncière des petits exploitants, ce qui a eu un impact positif sur leur sécurité alimentaire.

Aké (2015) examine l'impact de la gouvernance foncière sur le développement rural en Côte d'Ivoire en se concentrant sur la région de Gbêkê. L'auteur constate que la mauvaise gouvernance foncière a conduit à des crises foncières dans la région, qui ont affecté la production agricole et l'accès à la terre pour les populations rurales. L'étude suggère que l'amélioration de la gouvernance foncière pourrait améliorer la sécurité foncière et favoriser le développement rural dans la région.

Fofana (2014) analyse la gouvernance foncière en Côte d'Ivoire en se concentrant sur les acteurs et les mécanismes d'attribution des terres rurales. L'auteur constate que la mauvaise gouvernance foncière a conduit à des conflits fonciers et à des crises dans les zones rurales, qui ont nui au développement agricole et économique. L'étude suggère que la réforme de la gouvernance foncière en Côte d'Ivoire pourrait contribuer à résoudre les conflits fonciers et à améliorer le développement rural.

Ouedraogo et Savadogo (2018) examinent l'impact de la gouvernance foncière sur l'accès à la terre dans les zones rurales de la Côte d'Ivoire en se concentrant sur le département de Man. Les auteurs constatent que la mauvaise gouvernance foncière a conduit à des conflits fonciers, à une faible productivité agricole et à des difficultés d'accès à la terre pour les populations rurales. L'étude suggère que l'amélioration de la gouvernance foncière pourrait contribuer à améliorer l'accès à la terre et la production agricole dans la région.

Ces études montrent que la gouvernance foncière a un impact significatif sur les crises foncières rurales en Côte d'Ivoire. Une sécurité foncière accrue et des politiques publiques plus efficaces peuvent contribuer à réduire les conflits fonciers et à améliorer le bien-être des ménages ruraux

# **Méthodologie**

Cet essai poursuit l’objectif d’analyser les crises foncières rurales au prisme de la gouvernance foncière rurale. Le modèle théorique qui étudie les incidences de l’environnement sur les crises foncières rurales est le modèle d’Hardin (1968). Ce modèle théorique permettra de dérouler la modélisation empirique qui décrit les crises foncières rurales en Côte d’Ivoire.

## **1.3.1. La tragédie des communs de Hardin (1968)**

Le modèle théorique de Hardin (1968) considère les crises foncières rurales comme résultant d'un conflit de propriété sur les ressources naturelles, notamment les terres agricoles. Dans ce cas, le modèle de la tragédie des communs de l'économiste Hardin (1968) peut être utilisé pour comprendre les mécanismes sous-jacents des crises foncières rurales.

Selon Hardin, la tragédie des communs se produit lorsque des ressources naturelles sont exploitées en commun sans régulation ni limitation. Dans ce scénario, chaque utilisateur a une incitation à maximiser son propre profit en exploitant les ressources autant que possible, ce qui conduit finalement à l'épuisement de la ressource commune. Cette situation est aggravée lorsque les utilisateurs n'ont pas de droits de propriété clairs sur la ressource commune, car cela réduit leur incitation à la protéger et à la gérer de manière durable.

Le modèle théorique de Hardin (1968) est un modèle économique qui cherche à expliquer les problèmes de surpopulation et de gestion des ressources communes, tels que les océans, les forêts et les pâturages. Le modèle est basé sur la théorie économique standard de la tragédie des communs, qui décrit les situations où les acteurs économiques agissent de manière égoïste et ne prennent pas en compte l'intérêt commun.

Le modèle suppose qu'il y a une ressource commune limitée, telle qu'un pâturage, qui est utilisée par plusieurs utilisateurs, tels que des éleveurs. Chaque utilisateur est capable de décider combien d'animaux il va faire paître sur le pâturage. Plus il y a d'animaux, plus chaque utilisateur bénéficie, mais en même temps plus la ressource se dégrade et devient moins productive. Le modèle suppose également que les utilisateurs ne communiquent pas entre eux et ne coordonnent pas leur utilisation de la ressource.

Le modèle suppose également que chaque utilisateur cherche à maximiser son propre profit en utilisant la ressource commune, mais ne prend pas en compte l'impact de son utilisation sur les autres utilisateurs. Cette situation conduit à une surutilisation de la ressource commune, car chaque utilisateur a intérêt à utiliser autant de la ressource que possible avant que les autres utilisateurs ne la consomment.

Le modèle de Hardin (1968) suggère que la seule solution à ce problème est une intervention externe, telle que la régulation gouvernementale, la privatisation de la ressource commune ou la création de quotas d'utilisation. En l'absence d'une telle intervention, la ressource commune sera surexploitée et finira par disparaître.

Dans le cas des crises foncières rurales, cette situation peut se produire lorsque les terres agricoles sont exploitées sans régulation ni limitation, par exemple en permettant aux grands propriétaires terriens d'accumuler des terres sans réglementation adéquate. Cette accumulation de terres peut conduire à une concentration de la propriété foncière, laissant peu d'opportunités pour les petits agriculteurs de cultiver leurs propres terres. Cette situation peut être exacerbée par l'absence de droits de propriété clairs pour les petits agriculteurs et les populations autochtones, qui sont souvent exclus des politiques foncières nationales.

Pour résoudre ce problème, une réglementation appropriée des terres agricoles peut être nécessaire pour éviter l'accumulation excessive de terres par les grands propriétaires terriens et pour garantir l'accès équitable à la terre pour tous les agriculteurs. Cette réglementation peut prendre la forme de programmes de réforme agraire, de révisions des lois foncières, de l'attribution de droits de propriété clairs aux communautés rurales, ou de la promotion de l'agriculture durable.

Les équations principales inspirées du modèle de Hardin (1968) sont les suivantes :

La fonction de production du pâturage :

Où  le rendement de la ressource commune et le nombre d'animaux utilisant la ressource commune

La fonction d'utilité de l'utilisateur :

Où  est l'utilité de l'utilisateur, le rendement de la ressource commune et  la quantité d'autres biens consommés par l'utilisateur

La fonction de demande de l'utilisateur :

Où le nombre d'animaux que l'utilisateur choisit de faire paître sur la ressource commune, le prix de la ressource commune et la quantité d'autres biens consommés par l'utilisateur

La fonction de coût d'utilisation de la ressource commune :

Où  est le coût d'utilisation de la ressource commune et le nombre d'animaux utilisant la ressource commune.

La fonction de profit  est :

Avec  le prix.

L'équilibre de Nash de ce jeu économique est défini par la condition suivante :

Où  le rendement de la ressource commune à l'équilibre et  la quantité d'autres biens consommés par l'utilisateur à l'équilibre

Cependant, cet équilibre n'est pas socialement optimal, car chaque utilisateur agit de manière égoïste et ne prend pas en compte l'impact de son utilisation de la ressource commune sur les autres utilisateurs. Le modèle de la tragédie des communs peut être utilisé pour comprendre les mécanismes sous-jacents des crises foncières rurales, qui résultent souvent d'un conflit de propriété sur les ressources naturelles. La réglementation appropriée des terres agricoles peut être une solution pour éviter ces crises et garantir l'accès équitable à la terre pour tous les agriculteurs.

Faire un jeu à plusieurs étapes pour dynamiser le modèle de Hardin (1968). Déterminer les différents équilibres de Nash dans la dynamique du jeu.

## **1.3.2. Modélisation empirique des crises foncières rurales en Côte d’Ivoire**

La survenue ou non de crise foncière est du ressort des classifications Machine Learning. La classification en apprentissage automatique est un domaine d'étude qui vise à développer des modèles capables de prédire la classe ou la catégorie d'un exemple à partir de ses caractéristiques. Dans cet essai, nous sommes dans le cadre d’une classification binaire qui se présente comme une fonction qui mappe les caractéristiques d'un exemple vers une classe prédite. Nous pouvons définir ce modèle comme :

où  est l'espace des caractéristiques (ou des exemples d'entraînement) ou prédicteurs (features en anglais) et  est l'espace des classes. Ici, représente la survenue ou d’une crise foncière en milieu rural ivoirien.

Chaque exemple d'entraînement est représenté par un vecteur de caractéristiques , où  est le nombre de caractéristiques. Les exemples sont généralement organisés dans une matrice  de dimensions , où  est le nombre d'exemples d'entraînement. Dans notre cas, est l’ensemble des variables qui interagissent sur les crises foncières rurales en milieu rural ivoirien. La qualité des prédictions passe par l’optimisation d’une fonction de coût.

Dans le cadre de cet essai, nous proposons une méthodologie de classification basée sur l'Extra Trees Classifier (ETC). L'ETC est un algorithme d'apprentissage automatique appartenant à la famille des arbres de décision, qui se distingue par sa capacité à générer des arbres de décision aléatoires. Dans cette section, nous présenterons l'ETC et les objectifs de notre méthodologie.

### **1.3.2.1. Extra Trees Classifier**

L'Extra Trees Classifier est une variante de l'algorithme des arbres de décision qui se caractérise par l'utilisation de plusieurs arbres de décision aléatoires pour effectuer la classification. Contrairement aux arbres de décision classiques, l'ETC sélectionne aléatoirement des sous-ensembles d'échantillons et de caractéristiques à chaque étape de construction de l'arbre. Cette randomisation permet à l'ETC d'explorer un espace de décision plus large et de réduire le surapprentissage.

#### **3.2.1.1. Randomisation de l’ETC**

La randomisation de l'Extra Trees Classifier (ETC) est une caractéristique clé de cet algorithme d'apprentissage automatique. Elle consiste à introduire de l'aléatoire dans la construction des arbres de décision pour améliorer la robustesse et la généralisation du modèle.

L'ETC sélectionne aléatoirement des sous-ensembles d'échantillons à chaque étape de construction de l'arbre. Cette randomisation est effectuée en utilisant des méthodes telles que l'échantillonnage aléatoire avec remplacement ou l'échantillonnage aléatoire sans remplacement. La probabilité qu'un échantillon particulier soit inclus dans le sous-ensemble est donnée par :

où  est le nombre total d'échantillons dans l'ensemble de données.

En outre, l'ETC sélectionne également aléatoirement un sous-ensemble de caractéristiques à chaque étape de construction de l'arbre. Cela garantit que chaque arbre utilise un ensemble différent de caractéristiques pour prendre des décisions. La probabilité qu'une caractéristique particulière soit incluse dans le sous-ensemble est donnée par :

où  est le nombre total de caractéristiques dans l'ensemble de données.

Lors de la construction des nœuds de décision dans chaque arbre, l'ETC utilise également une randomisation des seuils de décision. Au lieu d'utiliser un seuil fixe pour chaque caractéristique, l'ETC choisit un seuil aléatoire dans la plage des valeurs possibles pour la caractéristique.

Une fois que tous les arbres ont été construits, l'ETC agrège les prédictions de chaque arbre pour obtenir la prédiction finale. Cela peut être fait en utilisant un vote majoritaire pour les problèmes de classification ou en prenant la moyenne des prédictions pour les problèmes de régression.

La randomisation de l'ETC permet d'explorer un espace de décision plus large, d'améliorer la diversité des arbres et de réduire le surapprentissage. Cette approche est particulièrement utile lorsque les données sont bruitées ou déséquilibrées. En intégrant de l'aléatoire dans la construction des arbres, l'ETC offre une méthode efficace pour la classification et la prédiction dans divers problèmes d'apprentissage automatique.

#### **3.2.1.2. Socle de l’ETC**

L'ETC utilise une approche basée sur des arbres de décision aléatoires pour effectuer la classification. Un arbre de décision  est construit en partitionnant récursivement l'ensemble d'apprentissage  selon les caractéristiques et les seuils appropriés.

Soit un ensemble d'apprentissage , où ​ représente un vecteur de caractéristiques et  est l'étiquette de classe correspondante. L'objectif de l'ETC est de construire un modèle de classification  qui peut prédire l'étiquette de classe  pour un nouvel exemple  non étiqueté.

L'ETC utilise une approche d'ensemble d'arbres de décision pour effectuer la classification. À chaque étape de construction de l'arbre, un sous-ensemble aléatoire des caractéristiques est sélectionné et une partition est réalisée en utilisant la meilleure division parmi un ensemble aléatoire de seuils pour chaque caractéristique.

La division optimale est déterminée en utilisant une mesure d'impureté telle que l'indice de Gini ou l'entropie. Soit  l'ensemble des exemples dans un nœud de l'arbre , ​​ et  les ensembles résultants après une division, et  la proportion d'exemples de la classe  dans l'ensemble . L'indice de Gini  est donné par :

Où  est le nombre de classes.

La division optimale est choisie en recherchant le seuil qui minimise l'indice de Gini. Une fois que l'arbre de décision  est construit, l'ETC utilise un ensemble de  arbres de décision pour la classification finale.

Une fois que tous les arbres de décision ont été construits, la prédiction finale est obtenue en utilisant un vote majoritaire parmi les arbres. Dans le cas d'une classification binaire, l'ETC peut utiliser une règle de vote simple pour décider de la classe prédite. Pour effectuer une prédiction, les  arbres de décision sont interrogés et une règle de vote majoritaire est utilisée. Pour une classification binaire, si la majorité des arbres prédit la classe positive, alors l'ETC prédit la classe positive pour cet exemple.

L'un des avantages de l'ETC réside dans sa capacité à gérer les données bruitées et déséquilibrées (références). En utilisant la randomisation, l'ETC explore un large espace de décision, ce qui peut réduire l'impact des données bruitées. De plus, la sélection aléatoire des sous-ensembles d'échantillons et de caractéristiques peut aider à équilibrer les classes, ce qui est bénéfique pour les ensembles de données déséquilibrés.

L'Extra Trees Classifier est une variante puissante de l'algorithme des arbres de décision, qui utilise la randomisation pour améliorer les performances de classification. Grâce à sa robustesse aux données bruitées et déséquilibrées, l'ETC constitue une méthode efficace pour résoudre des problèmes de classification binaire ou multiclasse.

L'Extra Trees Classifier (ETC) n'utilise pas directement la descente de gradient pour son entraînement, contrairement à certains autres algorithmes d'apprentissage automatique. L'ETC utilise plutôt une approche basée sur des arbres de décision aléatoires qui eux, utilisent les mesures d’impureté telles que l’indice de Gini ou l’entropie. Les indices de Gini et l’entropie sont détaillés dans l’algorithme des arbres de décision que nous présentons ci-après. L’arbre de décision est le socle de l’ETC. En effet, l’ETC n’effectue qu’un vote majoritaire sur les décisions prises par les arbres décision en utilisant une randomisation sur ceux-ci.

### **1.3.2.2. Arbres de décision de classification ou Decision Tree Classifier**

Le Decision Tree Classifier (DTC) est un algorithme de classification couramment utilisé dans le domaine de l'apprentissage automatique. Il repose sur la construction d'un arbre de décision pour effectuer la classification des données en se basant sur des règles de décision. Dans cette présentation, nous aborderons les principes mathématiques fondamentaux du DTC. Ces principes fondamentaux sont l’algorithme Classification and Regression Trees (CART).

L'algorithme CART (Classification and Regression Trees) est une méthode utilisée dans les Decision Tree Classifiers (DTC) pour construire des arbres de décision. Il utilise des critères tels que l'indice de Gini ou l'entropie pour évaluer la qualité des divisions et construire un arbre optimal.

Soit un ensemble d'apprentissage , où ​ représente un vecteur de caractéristiques et  est l'étiquette de classe correspondante. L'objectif de l'ETC est de construire un modèle de classification  qui peut prédire l'étiquette de classe  pour un nouvel exemple  non étiqueté.

La construction de l'arbre de décision se fait de manière récursive en partitionnant l'ensemble d'apprentissage  en sous-ensembles plus petits en fonction des caractéristiques des données. Pour chaque nœud de l'arbre, une caractéristique et un seuil sont sélectionnés pour effectuer la division. Cette sélection se fait en évaluant différentes mesures de qualité, telles que l'indice de Gini ou l'entropie, afin de trouver la meilleure division possible.

#### **3.2.2.1. Indice de Gini**

L'indice de Gini  est une mesure de l'impureté d'un nœud dans l'arbre de décision. Pour un nœud  contenant  exemples, avec ​ exemples de la classe , l'indice de Gini se présente comme suit :

Où  est le nombre de classes.

L'indice de Gini est une mesure utilisée dans le Decision Tree Classifier (DTC) pour évaluer la qualité des divisions potentielles et la pureté des nœuds de l'arbre de décision. Il permet de quantifier la dispersion des classes dans les données. Voici une présentation des équations mathématiques de l'indice de Gini dans le contexte du DTC :

Soit un nœud  de l'arbre de décision contenant un ensemble d'exemples d'apprentissage  avec ​ exemples au total, où chaque exemple est étiqueté avec une classe ​. Nous souhaitons mesurer l'indice de Gini de ce nœud pour évaluer sa pureté.

L'indice de Gini  est calculé en utilisant la formule suivante :

Où est la probabilité conditionnelle de la classe  sachant le nœud .

Pour calculer , nous divisons le nombre d'exemples de la classe ​ dans le nœud  par le nombre total d'exemples dans le nœud :

​​ 

Où ​ représente le nombre d'exemples de la classe  dans le nœud .

L'indice de Gini mesure donc la probabilité qu'un exemple choisi au hasard dans le nœud tt soit mal classé si l'on attribue une étiquette de classe au hasard en fonction de la distribution de classe dans le nœud.

Lors de la construction de l'arbre de décision, l'indice de Gini est utilisé pour évaluer la qualité des divisions potentielles. Le DTC cherche à trouver les divisions qui minimisent l'indice de Gini des nœuds fils.

En utilisant l'indice de Gini comme critère de division, le DTC favorisera les divisions qui réduisent au maximum l'indice de Gini global . L'indice de Gini global est calculé en pondérant l'indice de Gini de chaque nœud fils par le nombre d'exemples dans ce nœud.

En maximisant l'information gagnée , le DTC choisit les divisions qui réduisent le plus la dispersion des classes et améliorent la pureté des nœuds fils.

En conclusion, l'indice de Gini est une mesure mathématique utilisée dans le DTC pour évaluer la qualité des divisions potentielles et la pureté des nœuds de l'arbre de décision. Il est calculé en utilisant la probabilité conditionnelle des classes et permet de quantifier la dispersion des classes dans les données.

#### **3.2.2.2. Entropie**

L'entropie  est une autre mesure de l'impureté utilisée dans le DTC. Pour un nœud  contenant  exemples, avec exemples de la classe , l'entropie se présente comme suit :

La mesure d'entropie est un concept fondamental utilisé dans le Decision Tree Classifier (DTC) pour évaluer la pureté des nœuds de l'arbre de décision. Elle permet de quantifier l'incertitude ou la désorganisation présente dans les données. Voici une présentation des équations mathématiques de l'entropie dans le contexte du DTC :

Soit un nœud  de l'arbre de décision contenant un ensemble d'exemples d'apprentissage  avec  exemples au total, où chaque exemple est étiqueté avec une classe ​. Nous voulons mesurer l'entropie de ce nœud pour évaluer sa pureté.

L'entropie  est calculée en utilisant la formule suivante :

où est la probabilité conditionnelle de la classe ​ sachant le nœud .

Pour calculer , nous divisons le nombre d'exemples de la classe ​ dans le nœud  par le nombre total d'exemples dans le nœud :

Où  représente le nombre d'exemples de la classe  dans le nœud .

L'entropie mesure donc la quantité d'information contenue dans le nœud . Une entropie élevée indique une grande incertitude et une désorganisation des classes, tandis qu'une entropie faible indique une plus grande pureté du nœud avec une classe majoritaire.

Lors de la construction de l'arbre de décision, l'entropie est utilisée pour évaluer la qualité des divisions potentielles. Le DTC cherche à trouver les divisions qui réduisent l'entropie globale de l'arbre, c'est-à-dire les divisions qui augmentent la pureté des nœuds fils.

En utilisant l'entropie comme critère de division, le DTC favorisera les divisions qui maximisent l'information gagnée . L'information gagnée mesure la réduction de l'entropie après la division et est calculée comme suit :

Où  est la caractéristique utilisée pour la division,  est une valeur possible de , ​ est le nombre d'exemples du nœud  ayant la valeur  pour la caractéristique , et  est le nœud fils correspondant à la valeur  de la caractéristique .

En maximisant l'information gagnée, le DTC choisit les divisions qui réduisent le plus l'incertitude et améliorent la pureté des nœuds fils.

En conclusion, l'entropie est une mesure mathématique utilisée dans le DTC pour évaluer la pureté des nœuds de l'arbre de décision. Elle est calculée en utilisant la probabilité conditionnelle des classes et mesure l'incertitude ou la désorganisation présente dans les données. L'entropie est utilisée pour évaluer la qualité des divisions potentielles et guider la construction de l'arbre de décision.

Une fois que l'arbre de décision est construit, la classification d'un nouvel exemple  se fait en le faisant traverser l'arbre de décision à partir de la racine jusqu'à une feuille correspondant à une classe spécifique. Les règles de décision associées à chaque branche de l'arbre permettent de déterminer la classe prédite pour .

Il est important de noter que le DTC peut être sensible aux variations et aux erreurs dans les données d'apprentissage, ce qui peut conduire à un surapprentissage. Pour atténuer ce problème, des techniques telles que la limitation de la profondeur de l'arbre, l'élagage et l'utilisation de validations croisées peuvent être appliquées.

Le Decision Tree Classifier est un algorithme de classification basé sur la construction d'un arbre de décision en utilisant des critères tels que l'indice de Gini ou l'entropie. Il permet de prendre des décisions de classification en se basant sur les caractéristiques des données. Cette approche mathématique permet une interprétation claire et des résultats de classification explicites.

L'algorithme CART utilise des critères de qualité de division tels que l'indice de Gini en classification pour construire des arbres de décision optimaux. Il sélectionne la meilleure caractéristique et valeur de seuil pour diviser les nœuds, créant ainsi une hiérarchie de décisions. Cette approche permet de construire des modèles de classification basés sur des arbres de décision efficaces et interprétables.

### **1.3.2.3. Validation croisée**

Il existe plusieurs méthodes pour effectuer une validation croisée. Découvrez deux des principales techniques que sont : le Train-Test split et la méthode K-Folds. Cette technique est une approche de contrôle du biais de prédiction et ou de classification Machine Learning.

Avec le Train-Test Split, on commence par décomposer l'ensemble de données de façon aléatoire. Une partie permettra d'entraîner le modèle de Machine Learning, tandis que l'autre servira pour le test de validation. C'est une technique qui se montre très efficace, excepté si les données disponibles sont limitées. Dans ce cas on peut se retrouver avec des informations manquantes, qui n'ont pas été utilisées pour l'entraînement. Les résultats obtenus peuvent ainsi être biaisés.

La technique K-Folds propose généralement un modèle moins biaisé que les autres méthodes qui existent. La principale raison est qu'elle permet de s'assurer que toutes les observations du jeu de données original puissent apparaître dans l'ensemble d'entraînement, mais aussi dans l'ensemble utilisé pour le test. Dans la situation où les données d'input sont limitées, c'est l'une des meilleures solutions à considérer.

En cas de classification binaire, la technique la mieux adaptée est le StratifiedKfold. C'est une approche qui permet d'avoir des folds stratifiés. Le pourcentage d'échantillons pour chacune des classes pouvant être maintenue par exemple dans tous les folds. Cela permet une distribution équitable des données des folds d'entraînement et de test. Ci-après, nous présentons le critère de décision de la Cross-validation

Tableau 1.1 : Critère de décision de la Cross-validation

|  |  |
| --- | --- |
| Score Cross-Validation | Interprétation |
| 0,5 | Mauvais modèle |
| ]0,5 ; 0,7[ | Modèle faible |
| [0,7 ; 0,8[ | Modèle acceptable |
| [0,8 ; 0,9[ | Modèle excellent |
| [0,9 ; 1] | Modèle parfait |

La validation croisée est une technique couramment utilisée en apprentissage automatique pour estimer les performances d'un modèle et évaluer sa capacité à généraliser sur de nouvelles données. Elle implique de diviser l'ensemble des données disponibles en plusieurs sous-ensembles pour l'entraînement et l'évaluation du modèle.

Soit  l'ensemble de données d'apprentissage complet, composé de  exemples d'apprentissage. Chaque exemple  est constitué d'un vecteur de caractéristiques  et d'une étiquette de classe ​.

La validation croisée k-fold est une technique couramment utilisée. Elle consiste à diviser l'ensemble de données  en  plis (ou folds) disjoints de taille similaire. Chaque pli est représenté par ​ avec .

Le modèle est entraîné sur  plis  et évalué sur le pli restant . Ce processus est répété  fois, chaque pli étant utilisé une fois comme ensemble de validation et  fois comme ensemble d'entraînement.

La performance du modèle est évaluée à l'aide d'une métrique appropriée, telle que l'exactitude (accuracy), la précision (precision), le rappel (recall), la F-mesure (F1-score), la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) obtenues à partir de la matrice de confusion. Pour chaque itération de la validation croisée, une valeur de performance est obtenue. La performance globale est généralement obtenue en moyennant les performances sur les  itérations.

La formule mathématique générale pour calculer la performance moyenne de la validation croisée est la suivante :

Où  représente la performance du modèle sur le pli  en utilisant le modèle entraîné sur tous les autres plis ​.

La validation croisée permet d'estimer la capacité du modèle à généraliser sur de nouvelles données et d'atténuer les effets de la variance des performances sur un seul ensemble d'entraînement et de test. Cela offre une évaluation plus robuste et fiable des performances du modèle.

### **1.3.2.4. Matrice de confusion et métriques d’évaluation**

La matrice de confusion est une représentation tabulaire utilisée en apprentissage automatique pour évaluer les performances d'un modèle de classification binaire ou multiclasse. Elle récapitule les résultats de la classification en comparant les prédictions du modèle avec les classes réelles des exemples.

La matrice de confusion est utilisée pour comprendre les erreurs de classification du modèle, identifier les classes qui sont bien ou mal prédites, et évaluer sa capacité à distinguer différentes classes. Elle est également utile pour ajuster le seuil de classification du modèle et prendre des décisions en fonction des objectifs spécifiques du problème.

La matrice de confusion est une représentation concise et informative des performances d'un modèle de classification. Elle fournit une vue détaillée des prédictions du modèle et facilite l'analyse des erreurs de classification, permettant ainsi d'améliorer et d'optimiser le modèle en conséquence.

La matrice de confusion est une matrice  de taille , où  est le nombre de classes dans le problème de classification ; ici . Chaque cellule  de la matrice représente le nombre d'exemples dont la classe réelle est  et la prédiction du modèle est . Ici, la matrice de confusion est alors de taille  et est représentée comme suit.

Tableau 1.2 : Nomenclature d’une matrice de confusion pour classification binaire

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Non-crise | Crise | Total |
| Prédiction Non-crise |  |  |  |
| Prédiction Crise |  |  |  |
| Total |  |  |  |

On obtient donc les quatre valeurs suivantes :

* **True Positives ou Vrai positif (VP)**, les valeurs réelles et prédites sont identiques et positives.
* **True Negatives ou Vrai négatif (VN)**, les valeurs réelles et prédites sont identiques et négatives.
* **False Positives ou Faux positif (FP),** les valeurs réelles et prédites sont différentes.
* **False Negatives ou Faux négatif (FN)**, les valeurs réelles et prédites sont différentes.

Parfois et par exemple pour des sujets où les classes sont déséquilibrées il vaut mieux ne pas se fier au taux de précision (*accuracy*) et plus utiliser une matrice de confusion.

La précision permet de répondre à la question : « Quelle proportion d’identifications positives était effectivement correcte ? ». La précision se calcule comme ceci :

Le rappel (*recall* en anglais ou aussi sensibilité ou encore taux de vrais positifs) permet de répondre à la question suivante : « Quelle proportion de résultats positifs réels a été identifiée correctement ? ». Le rappel se calcule comme ceci :

La spécificité est la probabilité d’une prédiction négative dans un cas négatif.

Aussi appelé *F Score* ou *F Measure*, le score F1 permet de traduire l’équilibre entre la précision et le rappel. Attention, le problème de cette métrique est qu’elle ne tient pas compte de l’éventuel déséquilibre entre les classes. Il se calcule comme ceci :

La courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) trace le taux de vrais positifs en fonction du taux de faux positifs. Le taux de vrais positifs (TVP) est l’équivalent du rappel. Il se calcule comme suit :

Le taux de faux positifs (TFP) se calcule comme ceci :

La courbe ainsi obtenue génère une aire appelée Area Under the Curve ROC (AUC). En cas de données déséquilibrées comme dans notre cas d’étude, cette métrique fournit une meilleure lecture de la performance du classifieur. Elle sera donc la métrique retenue pour l’évaluation de notre modélisation. Ci-dessous, nous présentons le critère de décision de cette métrique.

Tableau 1.3 : Critère de décision de la ROC AUC

|  |  |
| --- | --- |
| ROC AUC | Interprétation |
| 0,5 | Mauvais modèle |
| ]0,5 ; 0,7[ | Modèle faible |
| [0,7 ; 0,8[ | Modèle acceptable |
| [0,8 ; 0,9[ | Modèle excellent |
| [0,9 ; 1] | Modèle parfait |

Source : Hosmer et Lemeshow (2000)

La courbe ROC est un outil graphique d’analyse de la qualité d’ajustement d’un modèle et l’AUC fournit le pouvoir discriminant du modèle si l’on se réfère à l’interprétation usuelle de Hosmer et Lemeshow (2000). La courbe ROC est tracée en variant le seuil de classification du modèle et en calculant le TPR et le FPR correspondants à chaque seuil. Ces valeurs sont ensuite utilisées pour tracer la courbe ROC, où le TPR est représenté en fonction du FPR.

L'AUC-ROC est une mesure numérique de la performance globale du modèle, qui correspond à l'aire sous la courbe ROC. Plus l'AUC-ROC est proche de 1, meilleure est la performance du modèle pour la classification binaire.

La courbe ROC et l'AUC-ROC sont des outils importants pour évaluer la performance d'un modèle de classification binaire. Elles permettent de visualiser graphiquement la capacité de discrimination du modèle et de comparer différents modèles. L'AUC-ROC offre une mesure numérique résumant la performance globale du modèle et est largement utilisée pour prendre des décisions sur la sélection du modèle en fonction de ses objectifs spécifiques.

### **1.3.2.5. Explicabilité de l’ETC**

L'explicabilité des modèles d'apprentissage automatique est un domaine de recherche en constante évolution. L'une des approches pour expliquer les prédictions d'un modèle est l'utilisation des valeurs de Shapley, qui permettent d'attribuer une valeur d'importance à chaque caractéristique utilisée par le modèle.

L'ETC est un modèle d'apprentissage automatique qui utilise un ensemble d'arbres de décision pour effectuer la classification. Pour expliquer les prédictions de l'ETC, nous pouvons utiliser l'approche des valeurs Shapley, qui s'appuie sur la théorie des jeux coopératifs.

Les valeurs Shapley sont basées sur le concept de la contribution marginale d'une caractéristique à une prédiction donnée. Pour un modèle ETC avec  caractéristiques, les valeurs Shapley peuvent être définies mathématiquement comme suit :

où  est la valeur Shapley de la caractéristique  pour la prédiction  ;  est l'ensemble des caractéristiques ;  est un sous-ensemble de  qui ne contient pas la caractéristique  ; est la prédiction du modèle en utilisant le sous-ensemble  avec l'ajout de la caractéristique  ; est la prédiction du modèle en utilisant uniquement le sous-ensemble  sans la caractéristique  ; est la taille de l'ensemble .

Les valeurs Shapley mesurent l'importance relative de chaque caractéristique dans la prédiction du modèle. Elles quantifient la contribution de chaque caractéristique en tenant compte de toutes les combinaisons possibles avec les autres caractéristiques.

En utilisant les valeurs Shapley, nous pouvons expliquer les prédictions du modèle ETC en attribuant une importance à chaque caractéristique. Plus la valeur Shapley d'une caractéristique est élevée, plus son influence sur la prédiction est grande.

Les valeurs Shapley sont utilisées pour interpréter les prédictions du modèle ETC, identifier les caractéristiques les plus influentes, détecter les interactions entre les caractéristiques et évaluer la robustesse du modèle.

L'utilisation des valeurs Shapley pour expliquer les prédictions de l'ETC offre une approche mathématiquement rigoureuse pour comprendre l'importance relative des caractéristiques utilisées par le modèle. Cela permet d'améliorer la confiance, la transparence et l'interprétabilité des modèles d'apprentissage automatique.

Les valeurs Shapley sont basées sur la théorie des jeux coopératifs, qui est un domaine bien établi en mathématiques et en économie. Elles sont définies de manière cohérente et offrent une approche mathématiquement rigoureuse pour attribuer une importance à chaque caractéristique utilisée par le modèle.

Contrairement à certaines autres méthodes d'explicabilité, les valeurs Shapley prennent en compte l'interaction entre les caractéristiques dans le modèle. Elles permettent de quantifier l'importance relative d'une caractéristique en tenant compte de toutes les combinaisons possibles avec les autres caractéristiques. Cela permet de mieux comprendre comment les caractéristiques interagissent entre elles pour influencer les prédictions du modèle.

Les valeurs Shapley satisfont plusieurs propriétés souhaitables, telles que la symétrie, l'additivité et l'équité. Elles attribuent des contributions justes et équilibrées à chaque caractéristique en tenant compte de toutes les combinaisons possibles. Cela garantit une répartition cohérente de l'importance entre les caractéristiques et évite les biais ou les attributions injustes.

Les valeurs Shapley fournissent une interprétation intuitive de l'importance des caractéristiques. Plus la valeur Shapley d'une caractéristique est élevée, plus son influence sur la prédiction est grande. Cette interprétation facilite la compréhension et la communication des résultats aux utilisateurs, aux parties prenantes et aux experts du domaine.

Les valeurs Shapley sont conçues pour être robustes et généralisables. Elles sont basées sur une approche d'échantillonnage et tiennent compte de toutes les combinaisons possibles de caractéristiques. Cela permet d'obtenir des estimations stables et fiables de l'importance des caractéristiques, même avec des ensembles de données de différentes tailles et distributions.

En utilisant les valeurs Shapley pour l'explicabilité de l'ETC, on peut mieux comprendre l'importance relative des caractéristiques, détecter les interactions complexes entre elles et évaluer la contribution de chaque caractéristique aux prédictions du modèle. Cela permet une meilleure confiance, transparence et interprétabilité du modèle, ce qui est essentiel pour des applications critiques où la compréhension des décisions prises par le modèle est cruciale.

### **1.3.2.6. Données de l’étude**

Cette sous-section expose les données que nous utilisons dans le cadre de notre recherche. Avant de décrire ces données, nous lèverons un coin de voile sur leur source.

#### **1.3.2.6.1. Source de données**

Les données utilisées dans le cadre de ce travail sont des données secondaires de l’Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages (EHCVM) 2018-2019 de l’Institut National de la Statistique (INS) de Côte d’Ivoire obtenues sur le site de Banque Mondiale. Cette base de données est le résultat de l’enquête sur le niveau de vie en Côte d’Ivoire menée dans le courant de l’année 2018.

#### **1.3.2.6.2. Variables de l’étude**

La variable cible (target) dans notre étude est la survenue ou non de crise foncière en milieu rural. Cette donnée est obtenue par la question adressée aux individus sur les risques de désaccord liés à la parcelle de terre détenue au moment de l’enquête de l’INS. C’est cette variable qui nous permet de capter la sécurité foncière rurale dans notre étude.

Les variables explicatives ou features sont des informations socio-démographiques d’une part et des informations liées au mode d’accès à la terre d’autre part. Aussi, notons que d’autres informations collectées sur les caractéristiques du sol, des cultures pratiquées et de la zone agroécologique ont été retenues pour cette étude.

Les données socio-démographiques sont le genre de l’individu interrogé, son âge, son milieu de résidence, sa situation matrimoniale, sa religion, sa nationalité, sa classe de diplôme, son accès ou non à internet, sa catégorie socio-professionnelle, la détention ou non d’un compte bancaire, la possession ou non d’un téléphone portable et sa zone agroécologique.

Les données relatives à la parcelle concernée sont le nombre de cultures pratiquées, sa topographie, la fertilité du sol, la culture pratiquée sur la parcelle, sa superficie et le mode de gestion de la parcelle.

Quant au mode d’accès la terre, les données sont le mode d’acquisition de la parcelle et la détention de document légal attestant des droits sur la parcelle.

Nous présentons un tableau récapitulatif de données de cet essai en annexe (Annexe 1.I)

### **Techniques et rééchantillonnage et traitements des données**

Dans une optique de recherche de performance, il convient de rééchantillonner les données lorsque nécessaire. En effet, en présence de données déséquilibrées, les risques d’un mauvais apprentissage sont élevés.

De plus, il convient de traiter les problèmes liés aux échelles des valeurs car les algorithmes sont très sensibles aux valeurs numériques des variables. Pour ce fait, nous présenterons aussi une technique de mise à l’échelle ou scaling.

La classification déséquilibrée implique le développement de modèles prédictifs sur des ensembles de données de classification présentant un grave déséquilibre de classe.

Le défi de travailler avec des ensembles de données déséquilibrés est que la plupart des techniques d'apprentissage automatique ignorent et, à leur tour, ont de mauvaises performances sur la classe minoritaire, même si généralement ce sont les performances sur la classe minoritaire qui sont les plus importantes.

Une approche pour traiter les ensembles de données déséquilibrés consiste à suréchantillonner la classe minoritaire. L'approche la plus simple consiste à dupliquer des exemples dans la classe minoritaire, bien que ces exemples n'ajoutent aucune nouvelle information au modèle. Au lieu de cela, de nouveaux exemples peuvent être synthétisés à partir des exemples existants. Il s'agit d'un type d' [augmentation de données](https://machinelearningmastery-com.translate.goog/how-to-configure-image-data-augmentation-when-training-deep-learning-neural-networks/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=sc) pour la classe minoritaire et est appelé la technique de suréchantillonnage de minorité synthétique.

#### **1.3.2.7.1. Technique SMOTE**

La technique SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) est une méthode populaire utilisée pour résoudre le problème de déséquilibre de classes dans les ensembles de données en effectuant un suréchantillonnage synthétique de la classe minoritaire. Voici une présentation avec des équations mathématiques pour expliquer la technique SMOTE :

La technique SMOTE est largement utilisée dans le domaine de l'apprentissage automatique pour traiter les problèmes de déséquilibre de classes, où la classe minoritaire est sous-représentée par rapport à la classe majoritaire. SMOTE suréchantillonne synthétiquement la classe minoritaire en créant de nouveaux exemples d'apprentissage basés sur les exemples existants.

Le SMOTE génère de nouveaux exemples synthétiques en interpolant les caractéristiques de la classe minoritaire entre les échantillons existants. Pour chaque exemple de la classe minoritaire, SMOTE sélectionne aléatoirement  échantillons de la même classe et crée un nouvel exemple en interpolant linéairement les caractéristiques entre les deux échantillons.

SMOTE utilise une mesure de distance, généralement la distance euclidienne, pour sélectionner les échantillons les plus proches à utiliser dans le processus de génération synthétique. La distance est calculée entre les caractéristiques des exemples de la classe minoritaire.

Le processus de génération synthétique pour créer un nouvel exemple synthétique est défini mathématiquement comme suit :

où : Exemple minoritaire est l'exemple de la classe minoritaire pour lequel nous générons un nouvel exemple synthétique ; Exemple aléatoire est un exemple de la classe minoritaire sélectionné aléatoirement ; et  est un nombre aléatoire entre 0 et 1, qui détermine la position relative du nouvel exemple synthétique entre l'exemple minoritaire et l'exemple aléatoire.

Le processus de génération synthétique est répété jusqu'à ce que le nombre désiré d'exemples synthétiques soit atteint, augmentant ainsi la taille de la classe minoritaire.

La technique SMOTE est un outil puissant pour gérer les problèmes de déséquilibre de classes en générant de nouveaux exemples synthétiques basés sur les exemples existants. Cela permet de rééquilibrer l'ensemble de données et d'améliorer les performances des modèles d'apprentissage automatique dans la classification des classes minoritaires.

#### **Scaling**

La technique du scaling est couramment utilisée en apprentissage automatique pour mettre à l'échelle les caractéristiques (features) d'un ensemble de données. Elle vise à normaliser les valeurs des caractéristiques afin de les rendre comparables et d'améliorer les performances des modèles.

La technique du scaling, également connue sous le nom de mise à l'échelle, est une étape préliminaire importante dans le prétraitement des données en apprentissage automatique. Elle vise à ajuster les valeurs des caractéristiques d'un ensemble de données de manière à les rendre comparables et à éviter des problèmes potentiels liés aux différences d'échelle.

La normalisation Min-Max est l'une des techniques couramment utilisées pour mettre à l'échelle les valeurs des caractéristiques. Elle transforme les valeurs d'une caractéristique en utilisant la formule suivante :

où est la valeur mise à l'échelle de la caractéristique  ;  est la valeur originale de la caractéristique ; ​ est la valeur minimale de la caractéristique ; est la valeur maximale de la caractéristique. Cette équation réduit les valeurs de la caractéristique à une plage de 0 à 1, en se basant sur les valeurs minimale et maximale de la caractéristique dans l'ensemble de données.

La standardisation est une autre technique courante de mise à l'échelle des caractéristiques. Elle transforme les valeurs d'une caractéristique en utilisant la formule suivante :

Où  est la valeur mise à l'échelle de la caractéristique  ; est la valeur originale de la caractéristique ; est la moyenne des valeurs de la caractéristique ; et est l'écart type des valeurs de la caractéristique. Cette équation standardise les valeurs de la caractéristique en les transformant en une distribution centrée sur zéro avec une variance de 1.

Le choix de la technique de scaling dépend du contexte et des exigences spécifiques du problème. La normalisation Min-Max est généralement préférée lorsque les valeurs originales doivent être conservées dans une plage spécifique, tandis que la standardisation est plus appropriée lorsque les valeurs doivent être centrées sur zéro et avoir une variance unitaire.

Le scaling permet de mettre les caractéristiques à la même échelle, ce qui facilite la comparaison entre elles. Il peut aider à éviter les problèmes liés aux différences d'échelle, tels que les dominances de certaines caractéristiques sur d'autres lors de la formation des modèles. Le scaling peut améliorer la convergence et les performances des algorithmes d'apprentissage automatique, en particulier ceux qui utilisent des mesures de distance ou de similarité.

# **Résultats**

Dans cette section, nous allons présenter les résultats de notre étude en utilisant une combinaison puissante de techniques en apprentissage automatique. Nous avons appliqué la classification avec l'algorithme Extra Trees Classifier (ETC), la technique SMOTE Oversampling pour traiter le déséquilibre de classes, le scaling pour normaliser les caractéristiques, et nous avons exploré l'explicabilité des résultats à l'aide des Shapley Values.

## **1.4.1. Métriques**

La validation d’un modèle de machine learning s’effectue sur critère de performance algorithmique. A juste titre, nous présentons plusieurs métriques calculées. Le choix de la métrique est fonction de la structure du problème traité. Dans notre cas d’étude, la métrique retenue est la ROC AUC. En effet, cette métrique est le meilleur indicateur de performance en situation de données déséquilibrées

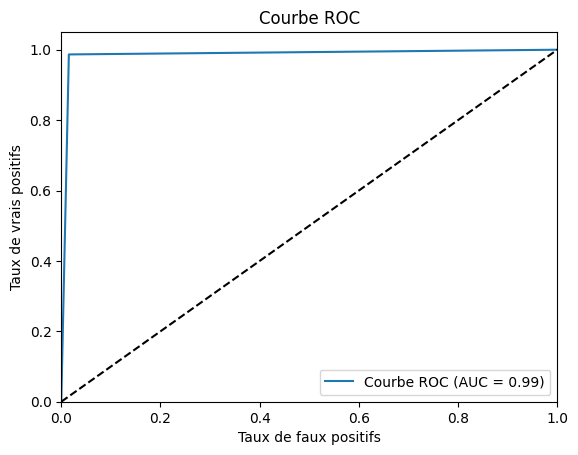
Tableau 1.4 : Métriques de l'ETC

|  |  |
| --- | --- |
| Métriques | |
| ROC AUC | 98,57% |
| CV | 99,82% |

Source : calculs de l’auteur à partir des données de l’INS 2018.

Les métriques dans le tableau ci-dessus nous témoigne des bonnes performances prédictives de la modélisation implémentée. La valeur de la validation croisée (CV) indique que le modèle est parfait et contrôle aisément les biais de classification à hauteur de 99,80%. La valeur de l’aire sous la courbe ROC (ROC AUC) indique que le modèle classe correctement la survenue ou non de crises foncières rurales en ayant une excellente capacité de distinction entre les situations de crises et les situations de non-crises. En effet, l’aire sous la courbe des correctes classifications est de 98,51% (voir figure ci-après).

Figure 1.1 : Courbe ROC



Source : calculs de l’auteur à partir des données de l’INS 2018.

Nous analysons par la suite en détail les performances sur chacune des classes prédites dans le tableau ci-après :

Tableau 1.5 : Evaluation du modèle

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Precision | Recall | F1-Score | Support |
| Classe 0 (Non-crise) | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 2619 |
| Classe 1 (Crise) | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 2619 |
|  |  |  |  |  |
| Accuracy |  |  | 0,99 | 5238 |
| Macro Average | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 5238 |
| Weighted Average | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 5238 |

Source : calculs de l’auteur à partir des données de l’INS 2018.

La Précision mesure l'exactitude des prédictions positives. Pour la classe 0, la précision est de 0,99, ce qui signifie que 99 % des instances prédites comme étant de la classe 0 sont effectivement correctes. Pour la classe 1, la précision est de 0,99, ce qui indique que 99 % des instances prédites comme étant de la classe 1 sont correctes. Globalement, la Precision est est de 0,99, ce qui indique que le modèle a correctement classé 99 % des instances dans l'ensemble de données.

Le Rappel mesure la proportion de vrais positifs correctement identifiés. Pour la classe 0, le rappel est de 0,99, ce qui indique que 99 % des instances appartenant réellement à la classe 0 ont été correctement identifiées. Pour la classe 1, le rappel est de 0,99, ce qui signifie que 99 % des instances appartenant réellement à la classe 1 ont été correctement identifiées.

Le F1-score de la moyenne harmonique de la précision et du rappel, fournissant une mesure équilibrée de la performance du modèle. Le F1-score est de 0,99 pour les deux classes, ce qui indique une grande précision à la fois pour la classe 0 et la classe 1.

La Moyenne macro est la moyenne de la précision, du rappel et du F1-score pour les deux classes, en accordant le même poids à chaque classe. Dans ce cas, la moyenne macro est de 0,98, ce qui indique une performance élevée pour les deux classes.

La Moyenne pondérée est moyenne pondérée de la précision, du rappel et du F1-score, en tenant compte du support (nombre d'instances) de chaque classe. La moyenne pondérée est de 0,99, ce qui indique une performance globale élevée, en tenant compte de la répartition des classes.

Dans l'ensemble, le modèle de classification montre une excellente performance avec une précision, un rappel et un F1-score élevés pour les deux classes, ainsi qu'une exactitude élevée et un support équilibré.

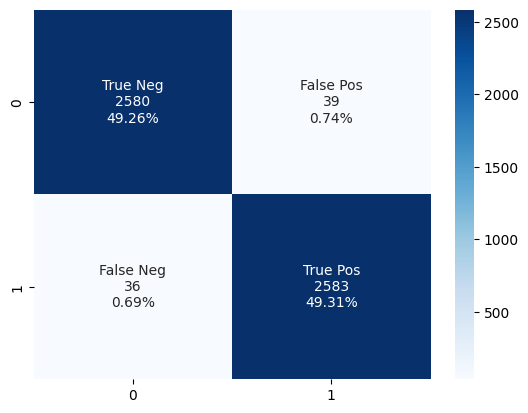
Les métriques que nous présentons sont issues de la matrice de confusion ci-après.

## **Matrice de confusion**

L'interprétation de la matrice de confusion est une étape importante dans l'évaluation des performances d'un modèle de classification en machine learning.

En interprétant la matrice de confusion, nous pouvons déterminer si notre modèle de classification a tendance à produire plus de faux positifs ou de faux négatifs, et évaluer sa capacité à distinguer correctement les différentes classes. Cela nous permet de prendre des décisions éclairées sur la manière d'améliorer notre modèle, d'ajuster les seuils de prédiction ou d'appliquer des techniques de rééquilibrage des classes si nécessaire.

Figure 1.2 : Matrice de confusion



Source : calculs de l’auteur à partir des données de l’INS 2018.

La matrice de confusion indique que 49,26% des échantillons ont été correctement prédits comme négatifs par le modèle. Ces échantillons appartiennent à la classe négative et ont été correctement identifiés comme tels. Elle indique que 49,31% des échantillons ont été correctement prédits comme positifs par le modèle. Ces échantillons appartiennent à la classe positive et ont été correctement identifiés comme tels.

En outre, elle indique que 0,74% des échantillons ont été incorrectement prédits comme positifs par le modèle. Ces échantillons appartiennent en réalité à la classe négative, mais ont été prédits à tort comme positifs. Enfin, elle indique que 0,69% des échantillons ont été incorrectement prédits comme négatifs par le modèle. Ces échantillons appartiennent en réalité à la classe positive, mais ont été prédits à tort comme négatifs.

En analysant ces résultats, on peut conclure que le modèle a une très bonne performance globale, avec une grande proportion de vrais négatifs et de vrais positifs. La faible proportion de faux positifs et de faux négatifs indique que le modèle a une capacité élevée à distinguer les deux classes.

Ainsi, nous pouvons l’utiliser effectivement comme outil d’aide à la décision dans le cadre de la prévention des crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. A présent, nous allons analyser les incidences des caractéristiques des individus étudiés sur la survenue ou non de crises foncières rurales en Côte d’Ivoire.

## **Explicabilité des crises foncières rurales en Côte d’Ivoire**

L'explicabilité de l’ETC est essentielle pour comprendre comment les caractéristiques contribuent aux prédictions des crises foncières rurales. Les valeurs SHAP (SHapley Additive exPlanations) fournissent une approche théoriquement solide pour quantifier l'importance des caractéristiques. Elles permettent de décomposer la prédiction d'un modèle en attribuant une valeur à chaque caractéristique, indiquant son impact sur la prédiction finale.

Lorsque nous obtenons des valeurs SHAP, il est important de prendre en compte l'incertitude associée à ces estimations. C'est là qu'interviennent les intervalles de confiance des valeurs SHAP. Ces intervalles nous donnent une estimation de la plage dans laquelle la véritable valeur SHAP de chaque caractéristique est susceptible de se situer, avec une certaine confiance.

Une fois que nous avons ces intervalles de confiance, il est utile de visualiser les résultats de manière concise et informative. Le summary\_plot multi\_output est un outil graphique qui affiche les valeurs SHAP moyennes pour chaque caractéristique, ainsi que les intervalles de confiance correspondants. Cela nous permet d'identifier rapidement les caractéristiques les plus influentes et de comprendre leur impact relatif sur les prédictions du modèle.

En complément du summary\_plot, les graphiques d’interaction sont une autre visualisation intéressante. Il illustre comment les prédicteurs interagissent lors de la prise de décision.

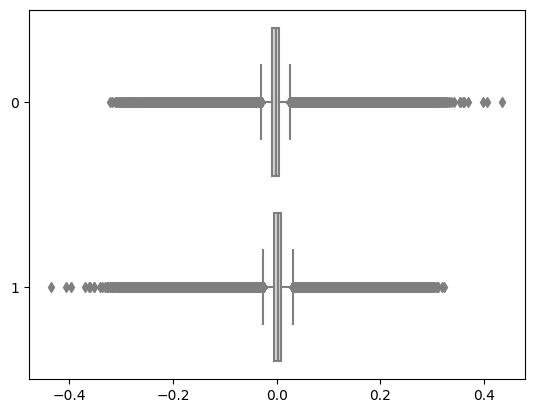
### **1.4.3.1. Intervalle de confiance de l’explicabilité SHAP**

Lorsque nous obtenons des intervalles de confiance (figure ci-après) pour les valeurs SHAP, cela signifie que nous voulons estimer la plage dans laquelle se situe la véritable valeur SHAP pour chaque caractéristique, avec une certaine confiance. Ces intervalles de confiance sont calculés à partir des données d'entraînement et permettent de prendre en compte l'incertitude associée à l'estimation.

Dans le cas des intervalles de confiance pour les situations de non-crise, nous avons un intervalle de -0,3 à 0,4. Cela signifie que, pour chaque caractéristique, la véritable valeur SHAP pour la non-survenue de crise se situe probablement dans cette plage. Une valeur SHAP positive dans cet intervalle indique une contribution positive de la caractéristique à la prédiction de la non-crise, tandis qu'une valeur SHAP négative indique une contribution négative.

De même, pour la survenue de crise, nous avons un intervalle de -0,4 à 0,3. Les valeurs SHAP positives dans cet intervalle indiquent une contribution positive des caractéristiques à la prédiction de la crise, tandis que les valeurs SHAP négatives indiquent une contribution négative.

Figure 1.3 : Intervalle de confiance des valeurs de Shapley de l'ETC



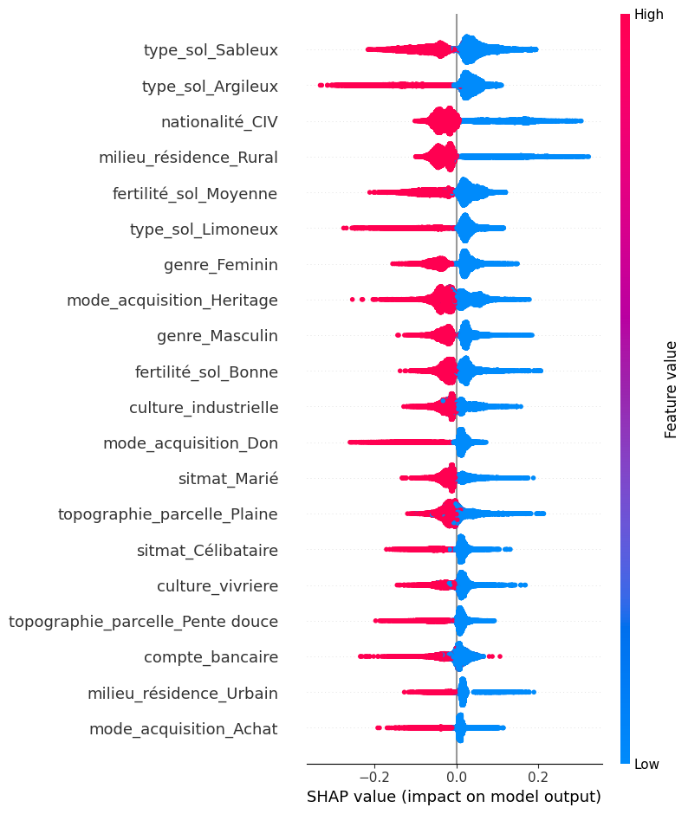
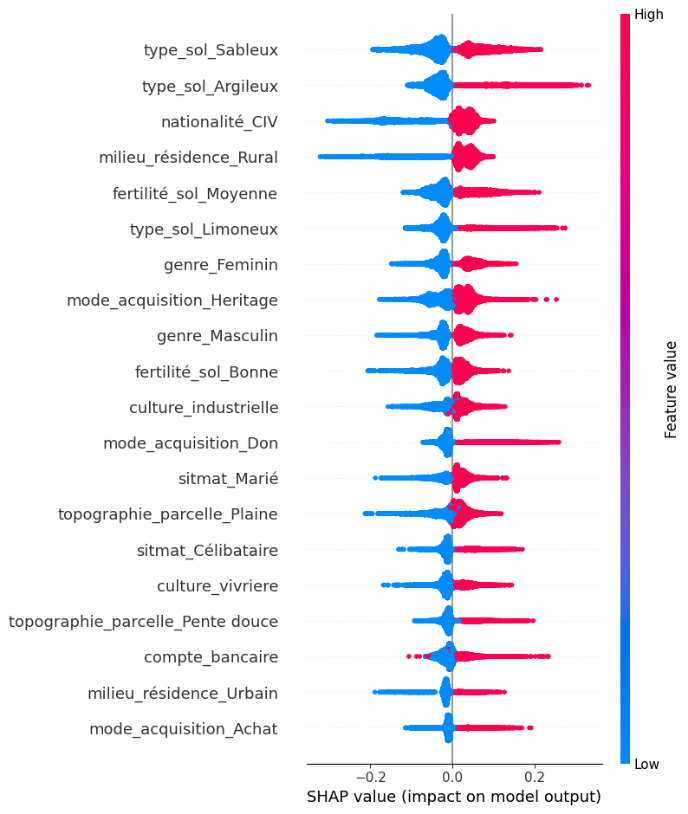
Source : calculs de l’auteur à partir des données de l’INS 2018.

En somme, les caractéristiques ont une influence négative forte sur la survenue des crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. Plus, la valeur Shap est proche de -0,4, plus l’influence est négative, tandis qu’une valeur Shap proche 0,4 indique une influence légèrement négative.

### **1.4.3.2. Interprétation des caractéristiques sur la prédiction ETC**

L’importance des caractéristiques dans une prédiction est fournie par la *Summary\_plot* de SHAP. Le *Summary\_plot* est un outil visuel pour interpréter les valeurs SHAP et comprendre l'importance des caractéristiques dans un modèle de machine learning. Il fournit une représentation synthétique des contributions des différentes caractéristiques à la prédiction globale du modèle. La figure 4 ressort quatre (04) niveaux d’importance des variables quant à la prédiction des crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. Le *Summary\_plot* de la classification des crises foncières rurales en Côte d’Ivoire est présenté par la figure ci-dessous :

Figure 1.4 : Summary\_plot Shap ETC des crises foncières rurales

|  |  |
| --- | --- |
| Figure a : Explicabilité crises | Figure b : Explicabilité non-crises |

Source : calculs de l’auteur à partir des données de l’INS 2018.

Les caractéristiques pédologiques des sols telles que les sols argileux, les sols sableux, les sols limoneux et la fertilité des sols encouragent fortement les crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. En effet, les caractéristiques chimico-physiques encouragent la survenue de crises foncières en milieu rural (Maertens et Swinnen, 2015 ; Deininger et Byerlee, 2011 ; Zoomers, 2010).

La fertilité des sols est un facteur clé dans la productivité agricole et peut donc avoir des répercussions sur les conflits fonciers. Les terres fertiles et productives sont souvent convoitées, et les différences de fertilité peuvent conduire à des inégalités d'accès à la terre, ce qui peut alimenter les tensions et les conflits fonciers.

Les différents types de sols, tels que les sols argileux, les sols sableux et les sols limoneux, ont des propriétés physiques et chimiques distinctes qui influencent les pratiques agricoles et les rendements des cultures. Les différences de rendement entre les types de sols peuvent entraîner des disparités dans l'utilisation des terres et la valorisation économique des zones agricoles, ce qui peut contribuer aux conflits fonciers.

Les caractéristiques pédologiques des sols peuvent également influencer la disponibilité et l'accessibilité de l'eau pour l'irrigation et l'agriculture. Par exemple, les sols argileux ont une plus grande capacité de rétention d'eau, tandis que les sols sableux ont une infiltration plus rapide. Les différences dans l'accès à l'eau peuvent entraîner des déséquilibres dans l'utilisation des terres et conduire à des conflits liés à l'eau et à l'irrigation.

Les caractéristiques pédologiques des sols peuvent également influencer les types d'utilisation des terres prédominants. Par exemple, les sols argileux peuvent être plus adaptés à la culture de certaines cultures, tandis que les sols sableux peuvent être préférés pour l'élevage ou d'autres utilisations spécifiques. Les différences d'utilisation des terres peuvent entraîner des tensions et des conflits entre les différents acteurs cherchant à exploiter les avantages économiques et environnementaux de chaque type de sol.

La topographie pente douce des sols influence plus les crises foncières rurales comparativement à la topographie plaine. La topographie des sols a des implications indirectes sur les conflits fonciers en raison de son influence sur les activités agricoles et les pratiques de gestion des terres. Par exemple, certaines caractéristiques topographiques peuvent affecter l'accessibilité des terres, la productivité agricole et la disponibilité des ressources en eau, ce qui peut potentiellement contribuer à des tensions foncières.

Les modes d’acquisition tels que l’héritage, le don et les achats de terre influencent fortement la survenue de crises foncières rurales (Zoomers, 2010 ; Cotula et Mathieu, 2008 ; Deininger et Castagnini, 2006 ; Durand-Lasserve, 2005 ; Feder et Feeny, 1991) en Côte d’Ivoire. L'héritage des terres est souvent basé sur des coutumes et des traditions locales. Les conflits fonciers peuvent survenir lorsque les droits de succession ne sont pas clairement établis, ce qui entraîne des litiges entre différents membres de la famille ou de la communauté. Les dons de terres peuvent également causer des tensions et des crises foncières. Dans certaines situations, les dons peuvent être perçus comme injustes ou non équitables, entraînant des conflits entre les bénéficiaires et les non-bénéficiaires.

Les transactions foncières, y compris les achats, peuvent être sujettes à des problèmes si les droits de propriété ne sont pas bien définis ou si les transactions ne sont pas correctement enregistrées. Les achats de terres peuvent être source de contentieux si les vendeurs n'ont pas le droit de vendre ou si les acheteurs ne respectent pas les règles et les normes régissant les transactions foncières. Les achats de terre peuvent être à l'origine de crises foncières si les droits de propriété ne sont pas bien définis ou si les mécanismes d'enregistrement et de validation des transactions sont faibles. Aussi, l'expansion des achats de terres par des acteurs externes peut provoquer des conflits avec les communautés rurales, qui dépendent souvent de ces terres pour leur subsistance, exacerbant ainsi les crises foncières.

Les caractéristiques socio-démographiques influencent également la survenue de crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. Les incidences du genre et de la nationalité sur les crises foncières rurales ont fait l'objet de nombreuses études, mettant en évidence des disparités et des inégalités qui peuvent affecter l'accès à la terre et les dynamiques foncières.

Les inégalités de genre peuvent jouer un rôle important dans les crises foncières rurales. Dans de nombreux contextes en Côte d’Ivoire, les femmes ont un accès limité à la propriété foncière et sont souvent exclues des décisions relatives à la gestion des terres. Cela accentue les expulsions, les déplacements forcés et les conflits fonciers.

Dans les pays où il existe des distinctions entre les citoyens nationaux et les étrangers en ce qui concerne l'accès à la terre, les personnes de nationalité étrangère peuvent être plus vulnérables aux conflits fonciers. La loi ivoirienne de 1998 relative au foncier stipule que les non-nationaux ne peuvent pas être des propriétaires de terres en Côte d’Ivoire. Cependant, ils peuvent accéder à la terre par le canal des titres d’exploitation. Il est à remarquer qu’en Côte d’Ivoire, des non-nationaux sont propriétaires de terres à cause des transactions coutumières dans cette zone du pays. Et le retour à la terre des enfants des autochtones ayant procédé à ces transactions crée des crises foncières rurales entre ceux-ci et les bénéficiaires.

La situation matrimoniale peut également avoir un impact sur les crises foncières rurales. Dans certaines sociétés où les terres sont généralement transmises par héritage patrilinéaire, les femmes non-mariées ou veuves sont confrontées à des difficultés pour maintenir leur accès à la terre après la perte d'un conjoint. De plus, les femmes mariées peuvent être confrontées à des risques accrus de spoliation foncière en cas de divorce ou de décès de leur conjoint.

Les cultures industrielles influencent plus les crises foncières rurales comparativement aux cultures vivrières en Côte d’Ivoire. L'opposition entre la culture industrielle et la culture vivrière peut avoir des implications sur les crises foncières rurales, notamment en ce qui concerne l'utilisation des terres agricoles et les tensions qui en découlent.

La culture industrielle se caractérise par une agriculture intensive axée sur la production à grande échelle de cultures commerciales destinées à la vente sur les marchés nationaux et internationaux. Les cultures industrielles peuvent inclure des cultures d'exportation telles que le soja, le maïs, le palmier à huile, le coton, etc. L'expansion de la culture industrielle peut entraîner des conflits fonciers, car elle peut entraîner l'accaparement des terres agricoles traditionnellement utilisées par les communautés locales pour leurs cultures vivrières.

La culture vivrière se réfère à la production agricole destinée à la subsistance des communautés locales et à la sécurité alimentaire. Elle comprend souvent une diversité de cultures vivrières telles que le riz, le mil, le maïs, les légumes, les tubercules, etc. Les crises foncières peuvent survenir lorsque les terres utilisées pour la culture vivrière sont réduites ou déplacées en faveur de l'expansion de la culture industrielle ou d'autres activités économiques.

Les différences entre la culture industrielle et la culture vivrière peuvent créer des tensions d'utilisation des terres. Les investissements dans l'agriculture industrielle peuvent entraîner une demande accrue de terres, ce qui peut conduire à la conversion de terres agricoles vivrières en plantations ou en exploitations industrielles. Cela peut provoquer des conflits entre les communautés locales, les agriculteurs vivriers et les investisseurs.

Les crises foncières résultant de la promotion de la culture industrielle peuvent avoir un impact sur la sécurité alimentaire des communautés locales. Lorsque les terres utilisées pour la culture vivrière sont réduites, cela peut affecter la capacité des populations locales à produire leur propre nourriture et à subvenir à leurs besoins alimentaires. Cela peut entraîner une dépendance accrue à l'égard des importations alimentaires et compromettre la souveraineté alimentaire.

# **Conclusion**

L’étude analyse selon une approche microéconomique institutionnelle les crises foncières rurales en Côte d’Ivoire. La survenue de crises foncières rurales a été présentée dans la littérature économique en faisant ressortir les déterminants des crises foncières rurales dans les pays en développement et en Côte d’Ivoire. À cet effet, une modélisation de classification machine learning basée sur la technique du bagging été mobilisée afin de prédire les crises foncières rurales et le processus qui y a conduit. L’algorithme Extra Trees Classifier ou Arbres supplémentaires a consisté à prédire les crises foncières rurales en Côte d’Ivoire avec un score ROC AUC de 98,57% contrôlant son biais (Score Cross-Validation) à hauteur de 99,82%. L’algorithme de Shapley nous a permis de rendre compte des prises de décisions du modèle nous résolvant ainsi l’épineux souci de boîte noire de la modélisation algorithmique.

L'analyse des crises foncières rurales en utilisant l'Extra Trees Classifier a permis d'identifier les facteurs clés qui contribuent à la survenue de ces crises en Côte d'Ivoire. L'utilisation du Summary\_plot de SHAP a fourni une visualisation synthétique de l'importance des différentes caractéristiques dans la prédiction globale du modèle.

Les résultats ont révélé que les caractéristiques pédologiques des sols, telles que les sols argileux, sableux et limoneux, ainsi que la fertilité des sols, jouent un rôle majeur dans l'encouragement des crises foncières rurales. La fertilité des sols est liée à la productivité agricole et peut influencer l'accès à la terre et les conflits qui en découlent. Les différences de types de sols peuvent entraîner des disparités dans l'utilisation des terres et la valorisation économique des zones agricoles, contribuant ainsi aux conflits fonciers.

La topographie des sols, en particulier une pente douce, a également été identifiée comme un facteur influençant les crises foncières rurales. Les caractéristiques topographiques peuvent affecter l'accessibilité des terres, la productivité agricole et la disponibilité des ressources en eau, contribuant ainsi aux tensions foncières.

Les modes d'acquisition foncière, tels que l'héritage, les dons et les achats de terres, ont également été identifiés comme des facteurs importants dans la survenue des crises foncières. Des litiges peuvent survenir lorsque les droits de succession ne sont pas clairement établis, lorsque les dons de terres sont perçus comme injustes ou lorsque les transactions foncières ne sont pas correctement enregistrées. L'expansion des achats de terres par des acteurs externes peut également provoquer des conflits avec les communautés locales.

Les caractéristiques socio-démographiques, telles que le genre et la nationalité, ont également une incidence sur les crises foncières rurales. Les inégalités de genre peuvent entraîner des exclusions et des tensions foncières, tandis que les différences entre citoyens nationaux et étrangers peuvent rendre les non-nationaux plus vulnérables aux conflits fonciers.

Enfin, les cultures industrielles ont été identifiées comme un facteur qui favorise davantage les crises foncières rurales par rapport aux cultures vivrières. L'expansion de la culture industrielle peut conduire à l'accaparement des terres agricoles traditionnellement utilisées par les communautés locales pour leurs cultures vivrières, entraînant ainsi des conflits d'utilisation des terres et des impacts sur la sécurité alimentaire.

Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte ces facteurs dans la gestion des ressources foncières en Côte d'Ivoire afin de prévenir les tensions et les conflits liés à la terre. Ils fournissent des informations précieuses pour les décideurs et les acteurs impliqués dans la gestion foncière, en mettant en évidence les aspects à considérer pour favoriser une utilisation équitable et durable des terres dans le pays.

Le système institutionnel foncier ivoirien actuel agit indirectement sur la survenue de crises foncières rurales en ayant pour principal canal le mode d’accès à la terre. Les résultats convergent dans le sens de ceux trouvés par Collier et Hoeffler (2004) qu’ils qualifient de « déterminants latents des conflits africains ».

La présente étude sur les crises foncières rurales se heurte, tout comme les travaux existants dans la littérature, à certaines limites qui méritent d'être soulignées. La principale limite réside dans l'indisponibilité de statistiques spécifiques sur ce phénomène.

En effet, l'étude des crises foncières rurales nécessite l'accès à des données fiables et détaillées, notamment sur les cas spécifiques de ces crises. Malheureusement, dans de nombreux pays, les statistiques officielles sur les conflits fonciers sont souvent limitées, voire inexistantes. Les informations sur les litiges fonciers, les expulsions, les déplacements forcés et d'autres aspects clés liés aux crises foncières sont souvent peu documentées et difficiles à obtenir.

Cette indisponibilité de statistiques spécifiques constitue une contrainte majeure pour les chercheurs et les décideurs qui cherchent à comprendre et à résoudre les problèmes liés aux crises foncières rurales. Sans données précises et actualisées, il devient difficile d'évaluer l'ampleur du phénomène, d'identifier les zones géographiques les plus touchées, de comprendre les causes profondes des conflits fonciers et d'élaborer des politiques efficaces pour y remédier.

En outre, l'absence de statistiques spécifiques limite également la possibilité d'effectuer des analyses comparatives et longitudinales approfondies. La compréhension des tendances et des évolutions dans le temps devient alors ardue, ce qui rend la formulation de recommandations et de solutions adaptées encore plus complexe.

Il convient également de noter que la nature souvent sensible et délicate des crises foncières rurales peut entraver la collecte de données. Les conflits fonciers peuvent impliquer des intérêts divergents, des acteurs puissants et des questions politiques sensibles, ce qui rend la collecte d'informations précises et objectives difficile. Les populations concernées peuvent être réticentes à partager des informations ou à divulguer des détails sur les conflits fonciers par crainte de représailles ou de perturbations supplémentaires.

Malgré ces limitations, la présente étude a tenté de combler cette lacune en utilisant des approches méthodologiques innovantes et en exploitant les données disponibles, notamment celles de l'INS. Cependant, il est important de reconnaître que ces données sont soumises à certaines limitations inhérentes, telles que leur couverture géographique et leur niveau de détail.

Bien que cette étude ait apporté des éclairages significatifs sur les crises foncières rurales, il est important de souligner les limites liées à l'indisponibilité de statistiques spécifiques sur ce phénomène. Des efforts supplémentaires de collecte de données et de recherche sont nécessaires pour approfondir notre compréhension de ces crises et développer des stratégies efficaces pour les prévenir et les résoudre.

À l’issu de ce travail, comme implications de politiques économiques et sociales, il serait avantageux que le système institutionnel ivoirien relatif au foncier parvienne à concilier les politiques publiques et les pratiques de transactions foncières qui prévalent en Côte d’Ivoire. Il serait donc profitable d’insister et de veiller à ce que le mode d’accès à la terre s’effectue selon le code en vigueur. Pour y arriver, nous recommandons une probité et une intégrité des agents de l’Etat en charge de l’opération. Une corruption de ceux-ci pourrait entraver le processus.

# **Bibliographie**

Aké, G. F. (2015). Gouvernance foncière et développement rural en Côte d'Ivoire : Cas de la région de Gbêkê. African Development Review, 27(2), 115-127.

Alden Wily, L. (2011). Land Rights and the Rush for Land: Findings of the Global Commercial Pressures on Land Research Project. London: IIED.

Ali, D.A. et Deininger, K.W. (2014). "Causes and implications of credit rationing in rural Ethiopia: the importance of spatial variation", Journal of Agricultural Economics, 65(1), 152-184.

Ali, D.A. et Deininger, K.W. (2015). "Is there a farm size-productivity relationship in African agriculture? Evidence from Rwanda", Land Economics, 91(2), 317-343.

Benjaminsen, T. A., & Lund, C. (2013). Formalization and informalization of land tenure arrangements: The role of the state, customary institutions, and market forces in Mozambique. Land Use Policy, 31, 663-674.

Bley, D., & Keita, S. (2019). Land governance, land tenure security and investment in sub-Saharan Africa: A gender perspective. Land Use Policy, 81, 753-761.

Borras Jr., S.M., Franco, J.C., 2012. Global land grabbing and political reactions 'from below'. Third World Quarterly 33, 1337–1357.

Christian K.M. Kingombe (2017). Land governance and the pursuit of inclusive development in sub-Saharan Africa

Collier, P., & Hoeffler, A. (2004). Greed and grievance in civil war. *Oxford economic papers*, *56*(4), 563-595.

Cotula, L. (2012). The international political economy of the global land rush: A critical appraisal of trends, scale, geography and drivers. Journal of Peasant Studies, 39(3-4), 649-680.

Cotula, L., & Mathieu, P. (2008). Les droits fonciers et la gestion des conflits : une perspective de développement. Document de travail de l'IIED n° 146. [En ligne] <https://pubs.iied.org/pdfs/14658IIED.pdf>

Deininger, K., & Byerlee, D. (2011). Rising global interest in farmland: Can it yield sustainable and equitable benefits? World Development, 39(6), 975-985.

Deininger, K., & Castagnini, R. (2006). Incidence et impact des conflits fonciers : de nouvelles preuves du Rwanda. Document de travail de la Banque mondiale n° 3900. [En ligne] <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/8752/wps3900.pdf>

Deininger, K., Ali, D.A., Alemu, T., 2009. Impacts of land certification on tenure security, investment, and land markets: Evidence from Ethiopia. Journal of Development Economics 89, 312–325.

Deininger, K., Byerlee, D., Lindsay, J., Norton, A., Selod, H., Stickler, M., 2011. Rising Global Interest in Farmland: Can It Yield Sustainable and Equitable Benefits? World Bank Publications, Washington, DC.

Deininger, K., Selod, H., & Burns, A. (2011). The Land Governance Assessment Framework: Identifying and Monitoring Good Practice in the Land Sector. Washington, DC: The World Bank.

Dercon, S. et Gollin, D. (2014). "Agriculture in African development: Theory, practice, and prospects", Annual Review of Resource Economics, 6, 471-492.

Djama, M., & Bonfoh, B. (2016). Analysing land-use changes and their impact on food security in rural Côte d'Ivoire. Agriculture and Food Security, 5(1), 19.

Durand-Lasserve, A. (2005). Foncier rural et gestion des conflits. Réseau Foncier & Développement. [En ligne] <https://basepub.dauphine.fr/bitstream/handle/123456789/1429/FoncierRural.pdf>

FAO (2013). Governing land for women and men: a technical guide to support the achievement of responsible gender-equitable governance of land tenure

Feder, G., & Feeny, D. (1991). Land tenure and property rights: Theory and implications for development policy. The World Bank Economic Review, 5(1), 135-153.

Fofana, I. (2014). La gouvernance foncière en Côte d'Ivoire : analyse des acteurs et des mécanismes d'attribution des terres rurales. Revue Tiers Monde, (218), 119-138.

Gbenou, J. D., Diasso, U., & Ouattara, B. (2019). Rural land conflicts in West Africa: Implications for food security. African Journal of Agricultural and Resource Economics, 14(1), 29-43.

Ghebru, H. et Holden, S. (2013). "Land tenure and the adoption of conservation practices", Land Economics, 89(2), 308-329.

Holden, S. T., & Otsuka, K. (2014). The roles of land tenure reforms and land markets in the context of population growth and land use intensification in Africa. Food Policy, 48, 88-97.

Holden, S., Ghebru, H., et Alemu, T. (2011). "Links between Tenure Security and Investment: Evidence from Ethiopia", Journal of Development Studies, 47(8), 1172-1195.

Holden, S., Otsuka, K., & Deininger, K. (2016). Tenure Security and Land-related Investment: Evidence from Ethiopia. Journal of Development Studies, 52(5), 640–655.

Hosaena Ghebru et Stein Holden (2014). Institutional change and the political economy of land use in Africa

Hosaena Ghebru et Tewodaj Mogues (2015). Land governance and economic development in Africa: a review of the evidence

Institutional innovation and land tenure security in sub-Saharan Africa: Impact evaluation of a pilot land certification project in northern Côte d'Ivoire (2015)

Jayne, T. S., & Muyanga, M. (2012). Land constraints in Kenya’s fast growing dairy sector: Is investment in land conservation the answer?. Food Policy, 37(1), 25-34.

Klaus Deininger et Harris Selod (2011). Land governance challenges and decentralized land administration: lessons from Africa

Land tenure security and investment incentives: Evidence from Cote d'Ivoire and Malawi" (2013)

M. Ali et al. (2015). Land governance, property rights and agricultural productivity in Africa

M. O. Adetunji et al. (2012). Land governance and economic growth in Africa

M. T. Woldemariam et al. (2018). Land governance, gender and food security in Sub-Saharan Africa

Mabikke, S. (2014). Land grabbing and its effects on rural livelihoods in Uganda: A case study of Mubende and Kiboga districts. Journal of African Studies and Development, 6(8), 163-173.

Maertens, M., & Swinnen, J. (2015). Land tenure security and investment: Evidence from West Africa. European Economic Review, 80, 1-16.

Meinzen-Dick, R., & Pradhan, R. (2002). Legal pluralism and dynamic property rights. CAPRi working paper, 23.

Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A., & Diouf, A. (2009). Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. Environmental Management, 43(5), 804-816.

Okpala, C. O., & Okpala, U. C. (2020). Effects of land governance on food security in sub-Saharan Africa: Evidence from Nigeria. Journal of Economic Structures, 9(1), 1-17.

Ouedraogo, S. R., & Savadogo, K. (2018). Gouvernance foncière et accès aux terres dans les zones rurales de la Côte d'Ivoire : le cas du département de Man. International Journal of Innovation and Applied Studies, 23(2), 336-347.

P. R. P. Rocha et M. E. B. Gonçalves (2019). Land governance and the struggles of the rural poor in Brazil

Place, F., & Hazell, P. (2013). Productivity in Agriculture: What Are the Local Impacts of External Investments? Annual Review of Resource Economics, 5(1), 437–462.

Place, F., & Otsuka, K. (2002). Land tenure systems and their impacts on agricultural investments and productivity in Uganda. Journal of African Economies, 11(1), 105-138.

S. N. Ngowi et al. (2014). The impact of land governance on smallholder agriculture in Tanzania

Sangaré et al. (2018). Assessing the impact of the Rural Land Tenure Regularization program on smallholders' tenure security and food security in Côte d'Ivoire.

Sjaastad, E., & Bromley, D. W. (2000). Indigenous land rights in Sub-Saharan Africa: Appropriation, security and investment demand. World Development, 28(8), 1439-1454.

Tchamie, G. M., & Ouédraogo, I. (2020). Land tenure insecurity and agricultural investments in Côte d'Ivoire. Land Use Policy, 90, 104250.

The determinants and welfare implications of land-related conflicts in Côte d'Ivoire (2020)

The political economy of land governance in Côte d'Ivoire" (2019) de Gironde et al

Toulmin, C., & Quan, J. (2000). Evolving land rights, policy and tenure in Africa. African Affairs, 99(395), 1-23.

Toulmin, C., & Quan, J. (Eds.). (2016). The role of land tenure in natural resource management. Routledge.

Zoomers, A. (2010). Globalization and the foreignization of space: Seven processes driving the current global land grab. Journal of Peasant Studies, 37(2), 429-447.

Zoomers, A. (2010). La gouvernance foncière et les relations de pouvoir : une perspective de développement. Journal of Peasant Studies, 37(2), 297-319.

# **Annexes**

## **Annexe 1.I : Tableau des variables de l’étude**

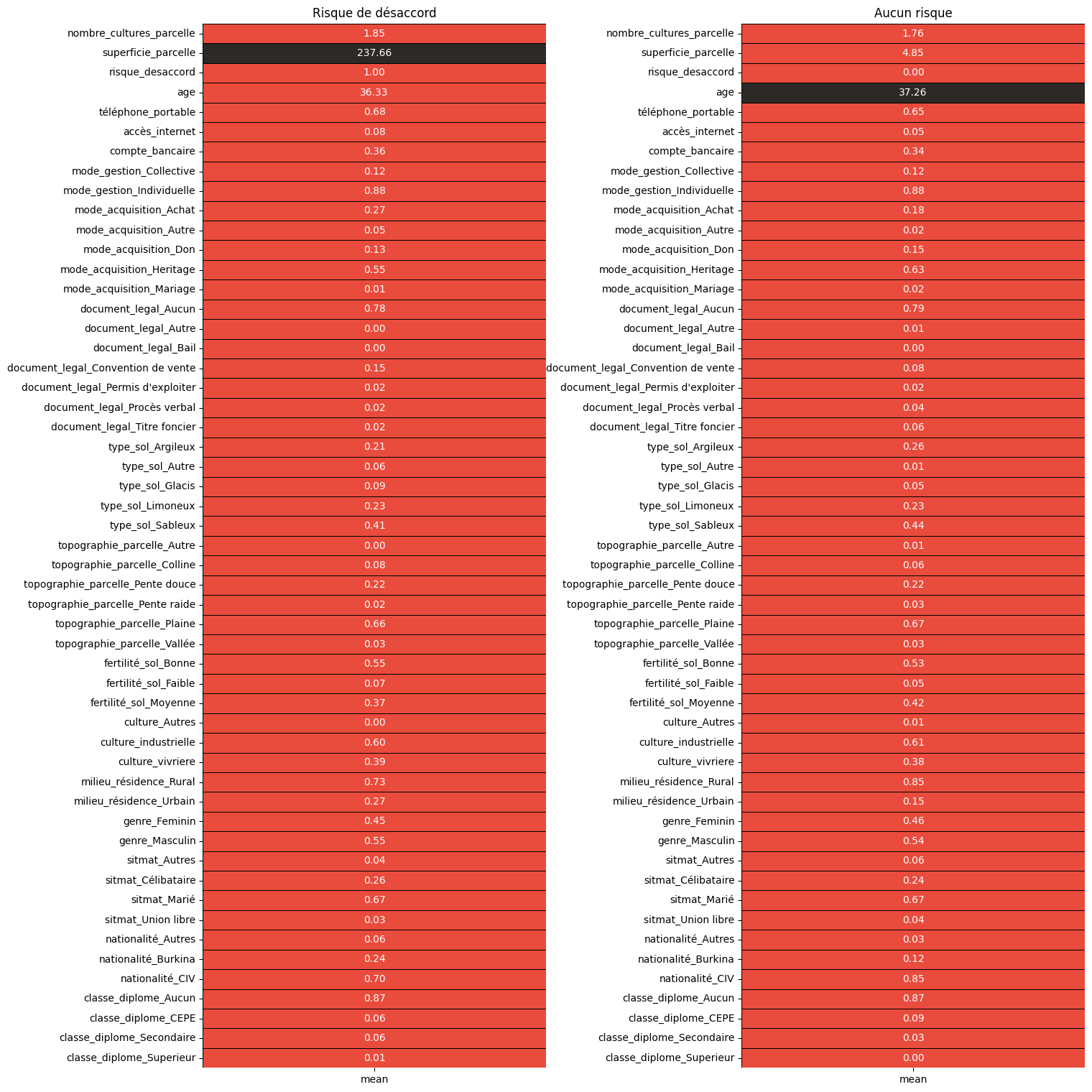
Nous présentons les variables de notre étude tout en mentionnant leurs effets attendus sur la sécurité foncière rurale.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Variables** | **Titres** | **Source des variables** |
| mode\_gestion | Mode de gestion de la parcelle | Bases de données INS |
| nombre\_cultures\_parcelle | Nombre de cultures pratiquées sur la parcelle | Bases de données INS |
| superficie\_parcelle | Superficie de la parcelle concernée | Bases de données INS |
| mode\_acquisition | Mode d’acquisition de la parcelle concernée | Bases de données INS |
| document\_legal | Type de titre de propriété détenu pour la parcelle | Bases de données INS |
| risque\_desaccord | Existence de risque de désaccord sur la parcelle dans les cinq ans futures | Bases de données INS |
| type\_sol | Type de sol | Bases de données INS |
| topographie\_parcelle | Topographie de la parcelle | Bases de données INS |
| fertilité\_sol | Fertilité du sol | Bases de données INS |
| Zone | Zone agroécologique | Bases de données INS |
| Culture | Type de culture pratiquée sur la parcelle | Bases de données INS |
| milieu\_résidence | Milieu de résidence de l’individu | Bases de données INS |
| genre | Genre de l’individu | Bases de données INS |
| age | Age de l’individu | Bases de données INS |
| sitmat | Situation matrimoniale de l’individu | Bases de données INS |
| religion | Religion pratiquée par l’individu | Bases de données INS |
| nationalité | Nationalité de l’individu | Bases de données INS |
| téléphone\_portable | Détention ou non de téléphone portable | Bases de données INS |
| accès\_internet | Accès ou non à internet par l’individu | Bases de données INS |
| type\_csp | Catégorie socio-professionnelle de l’individu | Bases de données INS |
| compte\_bancaire | Détention ou non de compte bancaire | Bases de données INS |
| classe\_diplome | Classe de diplôme de l’individu | Bases de données INS |

## **Annexe 1.II : Statistique descriptive des données**

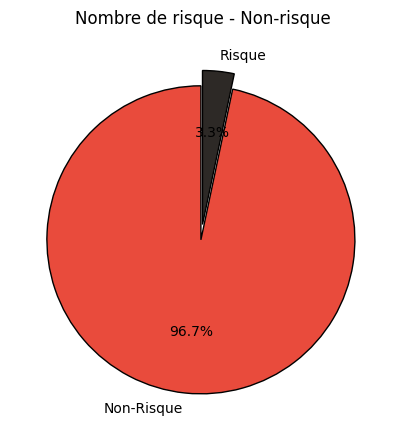
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **count** | **mean** | **std** | **min** | **25%** | **50%** | **75%** | **max** |
| **nombre\_cultures\_parcelle** | 13543.0 | 1.766078 | 0.886105 | 1.000000 | 1.00 | 2.0 | 2.0 | 5.00 |
| **superficie\_parcelle** | 13543.0 | 12.546889 | 445.035893 | 0.000009 | 0.75 | 1.5 | 3.0 | 28434.03 |
| **risque\_desaccord** | 13543.0 | 0.033080 | 0.178852 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **age** | 13543.0 | 37.227202 | 14.647026 | 14.000000 | 26.00 | 35.0 | 47.0 | 102.00 |
| **téléphone\_portable** | 13543.0 | 0.651702 | 0.476449 | 0.000000 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **accès\_internet** | 13543.0 | 0.053238 | 0.224516 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **compte\_bancaire** | 13543.0 | 0.337296 | 0.472804 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 1.0 | 1.00 |
| **mode\_gestion\_Collective** | 13543.0 | 0.121686 | 0.326935 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **mode\_gestion\_Individuelle** | 13543.0 | 0.878314 | 0.326935 | 0.000000 | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **mode\_acquisition\_Achat** | 13543.0 | 0.181127 | 0.385137 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **mode\_acquisition\_Autre** | 13543.0 | 0.023998 | 0.153047 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **mode\_acquisition\_Don** | 13543.0 | 0.147899 | 0.355013 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **mode\_acquisition\_Heritage** | 13543.0 | 0.624825 | 0.484186 | 0.000000 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **mode\_acquisition\_Mariage** | 13543.0 | 0.022152 | 0.147182 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **document\_legal\_Aucun** | 13543.0 | 0.788747 | 0.408213 | 0.000000 | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **document\_legal\_Autre** | 13543.0 | 0.009894 | 0.098981 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **document\_legal\_Bail** | 13543.0 | 0.000369 | 0.019212 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **document\_legal\_Convention de vente** | 13543.0 | 0.084029 | 0.277441 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **document\_legal\_Permis d'exploiter** | 13543.0 | 0.024367 | 0.154191 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **document\_legal\_Procès verbal** | 13543.0 | 0.035590 | 0.185273 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **document\_legal\_Titre foncier** | 13543.0 | 0.057004 | 0.231858 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **type\_sol\_Argileux** | 13543.0 | 0.261685 | 0.439568 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 1.0 | 1.00 |
| **type\_sol\_Autre** | 13543.0 | 0.015949 | 0.125284 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **type\_sol\_Glacis** | 13543.0 | 0.051613 | 0.221253 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **type\_sol\_Limoneux** | 13543.0 | 0.233257 | 0.422920 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **type\_sol\_Sableux** | 13543.0 | 0.437495 | 0.496096 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 1.0 | 1.00 |
| **topographie\_parcelle\_Autre** | 13543.0 | 0.006055 | 0.077579 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **topographie\_parcelle\_Colline** | 13543.0 | 0.060696 | 0.238780 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **topographie\_parcelle\_Pente douce** | 13543.0 | 0.215683 | 0.411311 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **topographie\_parcelle\_Pente raide** | 13543.0 | 0.025917 | 0.158895 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **topographie\_parcelle\_Plaine** | 13543.0 | 0.665362 | 0.471881 | 0.000000 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **topographie\_parcelle\_Vallée** | 13543.0 | 0.026287 | 0.159992 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **fertilité\_sol\_Bonne** | 13543.0 | 0.529572 | 0.499143 | 0.000000 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **fertilité\_sol\_Faible** | 13543.0 | 0.055379 | 0.228727 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **fertilité\_sol\_Moyenne** | 13543.0 | 0.415048 | 0.492749 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 1.0 | 1.00 |
| **culture\_Autres** | 13543.0 | 0.008787 | 0.093329 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **culture\_industrielle** | 13543.0 | 0.611238 | 0.487487 | 0.000000 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **culture\_vivriere** | 13543.0 | 0.379975 | 0.485398 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 1.0 | 1.00 |
| **milieu\_résidence\_Rural** | 13543.0 | 0.848409 | 0.358637 | 0.000000 | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **milieu\_résidence\_Urbain** | 13543.0 | 0.151591 | 0.358637 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **genre\_Feminin** | 13543.0 | 0.460533 | 0.498458 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 1.0 | 1.00 |
| **genre\_Masculin** | 13543.0 | 0.539467 | 0.498458 | 0.000000 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **sitmat\_Autres** | 13543.0 | 0.055158 | 0.228296 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **sitmat\_Célibataire** | 13543.0 | 0.243594 | 0.429267 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **sitmat\_Marié** | 13543.0 | 0.666322 | 0.471544 | 0.000000 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **sitmat\_Union libre** | 13543.0 | 0.034926 | 0.183599 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **nationalité\_Autres** | 13543.0 | 0.027542 | 0.163662 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **nationalité\_Burkina** | 13543.0 | 0.126855 | 0.332823 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **nationalité\_CIV** | 13543.0 | 0.845603 | 0.361342 | 0.000000 | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **classe\_diplome\_Aucun** | 13543.0 | 0.869822 | 0.336512 | 0.000000 | 1.00 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| **classe\_diplome\_CEPE** | 13543.0 | 0.091043 | 0.287681 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **classe\_diplome\_Secondaire** | 13543.0 | 0.034114 | 0.181528 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| **classe\_diplome\_Superieur** | 13543.0 | 0.005021 | 0.070684 | 0.000000 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |

## **Annexe 1.III : Influence des variables sur chaque modalité de la variable cible**



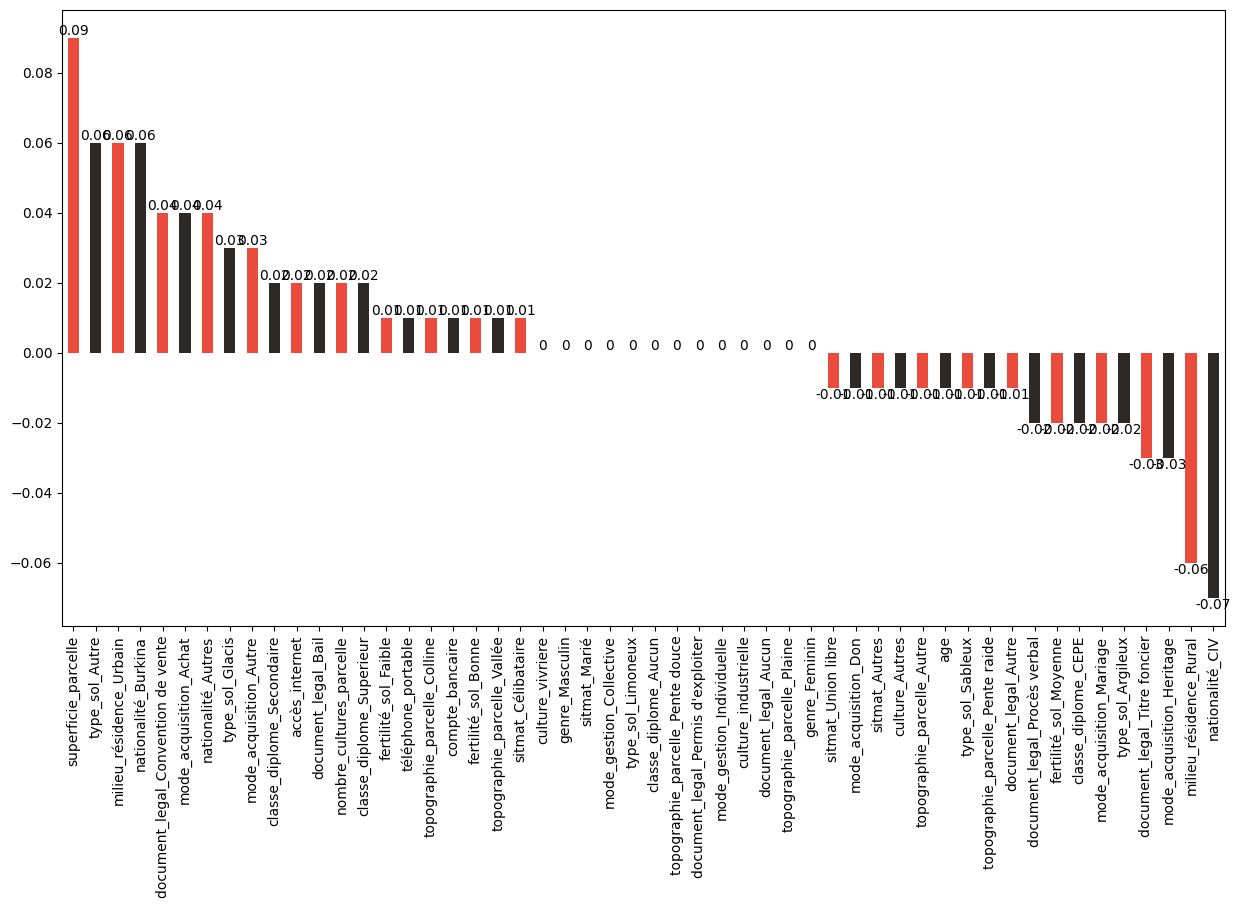
En résumé, le code crée une figure avec deux graphiques de type heatmap, chacun représentant les moyennes de la variable 'mean' pour les données où le 'risque\_desaccord' est égal à 1 (risque de désaccord) et à 0 (aucun risque).

## **Annexe 1.IV : Distribution des modalités de la target**



La distribution affiche clairement un déséquilibre entre les modalités de la target et montre une sous-représentation de la modalité d’intérêt. Ce problème a été traité par une technique de rééchantillonnage pour permettre au modèle de faire un bon apprentissage et éviter le risque de surapprentissage tourné vers la classe majoritaire.

## **Annexe 1.V : Corrélation entre variables explicatives et les crises foncières rurales**



Le corrélogramme montre une corrélation faible entre les prédicteurs et la modalité cible.