

INTEGRATION DES ECRANS VEGETALISES DANS LA MODERNISATION DES CONSTRUCTIONS A MADAGASCAR : APPROCHES DURABLES ET IMPACTS SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX

RAJAONARISON L Dina P(*1), RANDRIANJA Roger(*2), RAJAONARISON Eddie Frank(*1)

(*1) Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra

(*2) Université d'Itasy

Auteur correspondant, e-mail : heryzaiany@gmail.com

Antananarivo 101, Madagascar

RESUME

Cet article explore l'intégration des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar, en examinant leurs avantages pour une architecture durable. Il analyse les impacts environnementaux et socio-économiques de ces technologies, en tenant compte des défis spécifiques du pays. En s'appuyant sur des études de cas et des modèles théoriques, la recherche propose des recommandations pour les politiques publiques et les pratiques de construction. L'objectif est de promouvoir des solutions durables pour améliorer la qualité de vie et l'environnement urbain à Madagascar.

Mots clés : Murs végétalisés, Architecture, Urbanisation, Qualité de vie, Politiques publiques.

ABSTRACT

This article explores the integration of green screens in the modernization of buildings in Madagascar, examining their benefits for sustainable architecture. It analyzes the environmental and socio-economic impacts of these technologies, taking into account the specific challenges of the country. Drawing on case studies and theoretical models, the research proposes recommendations for public policies and construction practices. The objective is to promote sustainable solutions to improve the quality of life and the urban environment in Madagascar.

Keywords: Green walls, Architecture, Urbanization, Quality of life, Public policies.

INTRODUCTION

Cette étude explore les opportunités et défis liés à l'intégration des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar. Elle analyse les impacts socio-environnementaux de ces solutions durables et contribue à la formulation de recommandations pour les décideurs politiques, les professionnels du secteur et les communautés locales, afin de promouvoir des pratiques de construction répondant aux besoins de développement durable tout en tenant compte des spécificités de Madagascar.

L'intégration des écrans végétalisés dans l'architecture moderne est stratégique pour répondre aux défis environnementaux, économiques et sociaux contemporains [1]. Leur adoption améliore la durabilité des constructions et la qualité de vie des habitants. À Madagascar, où les enjeux environnementaux et urbains sont pressants, ces écrans offrent une solution prometteuse pour une modernisation harmonieuse et durable. La situation socio-économique et environnementale à Madagascar présente des défis complexes nécessitant des solutions intégrées et durables [2]. L'intégration des écrans végétalisés améliore la durabilité environnementale, renforce la résilience des infrastructures et contribue au bien-être des communautés locales, jouant un rôle clé dans la promotion d'un développement harmonieux et durable [3]. Les défis de la modernisation des constructions à Madagascar touchent à des aspects économiques, technologiques, institutionnels, environnementaux et culturels. Il est nécessaire de développer des stratégies adaptées aux contextes locaux et de tirer parti des pratiques de construction durable. Les enjeux spécifiques offrent aussi des opportunités pour des solutions innovantes. En intégrant des pratiques comme les écrans végétalisés, il est possible de créer des constructions résilientes, écologiques et inclusives, contribuant ainsi à un développement durable pour Madagascar. Les hypothèses principales de cette recherche guideront l'étude et fourniront des insights précieux sur les impacts potentiels des écrans végétalisés, favorisant la promotion de pratiques de construction durable.

Les objectifs de cette étude structurent l'évaluation des impacts de l'intégration des écrans végétalisés. Cette recherche, utilisant une méthodologie mixte qualitative et quantitative, vise à fournir des résultats robustes et des recommandations pratiques pour soutenir le développement durable et résilient des constructions à Madagascar.

I. MATÉRIELS ET MÉTHODES

I.1. Cadre Théorique

Les écrans végétalisés représentent une solution innovante et multifonctionnelle pour améliorer la durabilité et l'esthétique des constructions urbaines. En intégrant ces systèmes dans les bâtiments, les villes peuvent bénéficier de divers avantages environnementaux, sociaux et économiques [4].

I.1.1. Concepts de base

Les écrans végétalisés constituent un élément clé de l'architecture verte et de la construction durable, offrant une réponse efficace aux défis de l'urbanisation et du changement climatique [5].

I.1.2. Principes de l'architecture durable

Les principes de l'architecture durable visent à créer des bâtiments qui sont non seulement efficaces sur le plan énergétique et respectueux de l'environnement, mais aussi confortables et bénéfiques pour la santé et le bien-être des occupants [6]. En intégrant ces principes dans la conception et la construction des bâtiments, il est possible de réduire significativement l'empreinte écologique des environnements bâtis, tout en créant des espaces de vie plus agréables et résilients. L'adoption de ces principes est essentielle pour répondre aux défis mondiaux actuels tels que le changement climatique, la raréfaction des ressources et la dégradation des écosystèmes [7].

I.1.3. Études antérieures sur l'intégration des écrans végétalisés dans l'architecture

Les études antérieures sur l'intégration des écrans végétalisés dans l'architecture montrent des bénéfices environnementaux, sociaux et économiques significatifs. Cependant, des défis subsistent, notamment en termes de coûts initiaux et de maintenance [8]. Les recherches futures devraient se concentrer sur l'optimisation des systèmes de murs végétalisés pour maximiser leurs avantages tout en minimisant les coûts et les efforts de maintenance. En continuant à explorer et à documenter les exemples de bonnes pratiques et les études de cas, il sera possible de promouvoir davantage l'adoption de cette technologie durable dans le monde entier, et spécifiquement à Madagascar.

I.1.4. Cas d'études internationaux et leurs enseignements

Les cas d'études internationaux montrent que l'intégration des écrans végétalisés dans l'architecture offre une multitude de bénéfices environnementaux, sociaux et économiques [9]. Les enseignements tirés de ces projets mettent en lumière l'importance de l'innovation technologique, de l'engagement communautaire, et de la gestion durable pour assurer le succès et la pérennité des murs végétalisés. En s'inspirant de ces exemples, Madagascar peut développer des stratégies adaptées pour intégrer efficacement les écrans végétalisés dans la modernisation de ses constructions, contribuant ainsi à un développement urbain plus durable et résilient.

I.1.5. Modèles théoriques sur l'impact environnemental et social des écrans végétalisés

Les modèles théoriques et les frameworks présentés fournissent une base solide pour évaluer les impacts environnementaux et sociaux des écrans végétalisés [10] [11]. En utilisant ces modèles, les chercheurs et les praticiens peuvent quantifier les bénéfices des murs verts, identifier les défis potentiels et développer des stratégies pour maximiser leur efficacité. Ces théories et modèles offrent des outils précieux pour promouvoir l'adoption des écrans végétalisés dans l'architecture durable, contribuant ainsi à un développement urbain plus résilient et écologique. Pour Madagascar, l'application de ces modèles peut aider à planifier et à mettre en œuvre des projets de murs végétalisés adaptés aux conditions locales, maximisant leurs avantages pour l'environnement et la société.

Soit E l'impact environnemental des écrans végétalisés et S l'impact social. Ces impacts peuvent être fonction de plusieurs variables telles que la superficie des écrans végétalisés (A), le type de végétation (V), la densité urbaine (D), les conditions climatiques (C), et les interactions sociales (I). Nous pouvons alors formuler les impacts environnemental et social comme suit :

$$E=f(A, V, D, C) \quad (1)$$

$$S=g(A, V, D, I) \quad (2)$$

1.1.5.1 Fonction d'Impact Environnemental

$$E = k_1A + k_2V + k_3D + k_4C \quad (3)$$

où k_1 , k_2 , k_3 , et k_4 sont des coefficients représentant l'importance relative de chaque variable sur l'impact environnemental.

1.1.5.2 Fonction d'Impact Social

$$S = m_1A + m_2V + m_3D + m_4I \quad (4)$$

où

m_1, m_2, m_3 , et m_4 sont des coefficients représentant l'importance relative de chaque variable sur l'impact social.

1.1.5.3 Bénéfices Totaux

Les bénéfices totaux (B) des écrans végétalisés peuvent être représentés comme la somme pondérée des impacts environnemental et social :

$$B = w_1E + w_2S \quad (5)$$

où

w_1 et w_2 sont des poids représentant l'importance relative des impacts environnemental et social.

1.1.5.4 Stratégies pour Maximiser l'Efficacité

Pour maximiser les bénéfices totaux, nous pouvons chercher à optimiser les variables A, V, D, C et I en utilisant des techniques d'optimisation :

$$\max_{A,V,D,C,I} B = \max_{A,V,D,C,I} (w_1(k_1A + k_2V + k_3D + k_4C) + w_2(m_1A + m_2V + m_3D + m_4I)) \quad (6)$$

I.2. Contexte de Madagascar

Madagascar, en tant que l'une des îles les plus grandes et les plus diversifiées sur le plan biologique au monde, est confrontée à des enjeux environnementaux majeurs. L'analyse du secteur de la construction nécessite une compréhension de son historique et de son évolution, qui a été influencée par divers facteurs économiques, sociaux, politiques et environnementaux.

I.2.1. Analyse du secteur de la construction à Madagascar

La modernisation du secteur de la construction à Madagascar est essentielle pour soutenir le développement économique, répondre aux besoins de la population croissante et améliorer les conditions de vie. Cependant, cette modernisation se heurte à plusieurs défis importants.

1.2.1.1 Historique et évolution

L'historique et l'évolution du secteur de la construction à Madagascar montrent un cheminement marqué par des influences coloniales, des périodes de croissance et de crise

économique, et une résilience face aux défis contemporains. La modernisation des constructions, y compris l'intégration des écrans végétalisés, représente une opportunité importante pour le développement durable du pays. En adoptant des pratiques de construction écologiques et résilientes, Madagascar peut non seulement améliorer ses infrastructures mais aussi répondre aux défis environnementaux et sociaux, contribuant ainsi à un avenir plus durable et équitable pour tous ses citoyens.

1.2.2.2 Modernisation et défis actuels

La modernisation du secteur de la construction à Madagascar est en cours, avec des initiatives visant à adopter des technologies avancées, à mettre à jour les normes de construction et à développer des infrastructures critiques. Cependant, le secteur fait face à des défis significatifs, notamment des infrastructures inadéquates, une urbanisation rapide, un secteur informel prédominant, une vulnérabilité climatique accrue et des contraintes de financement. Pour surmonter ces défis, il est essentiel de continuer à promouvoir les partenariats public-privé, d'encourager l'innovation et la recherche, de mettre en œuvre des politiques de logement social et d'intégrer des solutions basées sur la nature. Ces efforts contribueront à un développement durable et résilient du secteur de la construction à Madagascar, améliorant ainsi les conditions de vie des habitants et soutenant la croissance économique du pays.

1.2.2. Enjeux environnementaux

Face à des défis environnementaux considérables tels que la déforestation, la dégradation des sols, la pollution de l'eau, le changement climatique et la dégradation des zones côtières et marines, a un besoin urgent de solutions durables pour préserver ses écosystèmes uniques et améliorer la qualité de vie de ses habitants. L'urbanisation rapide présente à la fois des opportunités et des défis importants pour le développement socio-économique du pays. Les conditions de vie et le logement sont des aspects cruciaux du développement socio-économique, influençant directement la qualité de vie des habitants.

1.2.2.1 Dégradation environnementale

La dégradation environnementale à Madagascar est un problème complexe et multiforme, affectant la biodiversité, les sols, l'eau et les écosystèmes côtiers et marins. Les causes principales de cette dégradation incluent la déforestation, les pratiques agricoles non durables, la pollution, et le changement climatique. Pour relever ces défis, il est essentiel de mettre en œuvre des stratégies de conservation efficaces, de promouvoir des pratiques agricoles durables, de renforcer la gestion des ressources en eau et de développer des infrastructures résilientes au climat. La protection de l'environnement est cruciale pour le bien-être des populations locales et pour préserver l'incroyable richesse biologique de Madagascar.

1.2.2.2 Besoins en solutions durables

Les besoins en solutions durables à Madagascar sont multiples et couvrent divers aspects de la gestion des ressources naturelles, de l'agriculture, de la protection des écosystèmes et de l'adaptation au changement climatique.

Ona utilisé les notations suivantes :

- *B*: Besoins en solutions durables
- *G_r*: Gestion des ressources naturelles

- A_g : Agriculture durable
- P_e : Protection des écosystèmes
- C_c : Adaptation au changement climatique

Les besoins en solutions durables (B) peuvent être représentés comme une somme pondérée des différents aspects :

$$B = w_1 \cdot G_r + w_2 \cdot A_g + w_3 \cdot P_e + w_4 \cdot C_c \quad (7)$$

où

w_1, w_2, w_3, w_4 sont les poids respectifs attribués à chaque aspect en fonction de leur importance relative.

Les besoins globaux en solutions durables (B) sont une combinaison des besoins en gestion des ressources naturelles (Gr), en agriculture durable (Ag), en protection des écosystèmes (Pe), et en adaptation au changement climatique (Cc), chacun pondéré par un facteur (w) qui reflète son importance.

L'adoption de pratiques de reforestation, d'agriculture durable, de gestion intégrée des ressources en eau, d'infrastructures résilientes et de gestion durable des zones côtières et marines est cruciale pour répondre aux défis environnementaux actuels. Ces efforts nécessitent la collaboration des gouvernements, des communautés locales, des organisations non gouvernementales et des partenaires internationaux pour assurer un avenir durable et résilient pour Madagascar et ses habitants.

1.2.2.3 Impact de l'urbanisation

L'urbanisation rapide à Madagascar présente des opportunités pour la croissance économique et l'amélioration des services, mais elle pose également des défis significatifs en termes de logement, d'infrastructures, d'environnement et d'inégalités sociales. Pour maximiser les avantages de l'urbanisation et minimiser ses impacts négatifs, il est essentiel de mettre en œuvre des stratégies de développement urbain durable qui intègrent la planification, la gestion des ressources, l'infrastructure résiliente et la participation communautaire. Ces efforts contribueront à créer des villes inclusives, résilientes et durables, améliorant ainsi la qualité de vie des habitants et soutenant le développement socio-économique de Madagascar.

1.2.2.4 Conditions de vie et logement

Les conditions de vie et le logement à Madagascar présentent des défis majeurs, mais aussi des opportunités pour améliorer la qualité de vie de la population. Les logements précaires, le surpeuplement, le coût élevé du logement et le manque d'infrastructures de base sont des problèmes pressants qui nécessitent des solutions durables et inclusives. En investissant dans des programmes de logement abordable, en améliorant les infrastructures de base et en impliquant les communautés locales, Madagascar peut progresser vers des conditions de vie et des logements plus décents, améliorant ainsi le bien-être socio-économique de ses habitants.

I.3. Méthodologie de l'Étude

Pour répondre aux objectifs de cette étude sur l'intégration des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar, nous utiliserons une combinaison d'approches qualitatives et quantitatives.

I.3.1 Présentation des méthodes de recherche

La combinaison des approches qualitatives et quantitatives dans cette étude permet une compréhension approfondie et complète des impacts des écrans végétalisés sur la modernisation des constructions à Madagascar. En utilisant une variété de méthodes de collecte et d'analyse des données, nous pouvons aborder les aspects socio-économiques et environnementaux de manière holistique, offrant ainsi des recommandations bien fondées pour les futurs projets d'architecture durable dans le pays.

Pour étudier les impacts des écrans végétalisés sur la modernisation des constructions à Madagascar, on a utilisé les notations suivantes :

- Q : Données qualitatives
- Q_n : Nombre de données qualitatives
- q_i : Impact qualitatif i
- R_q : Résultats qualitatifs
- Q_t : Approche qualitative totale
- T : Données quantitatives
- T_n : Nombre de données quantitatives
- t_i : Impact quantitatif i
- R_t : Résultats quantitatifs
- T_t : Approche quantitative totale
- I : Impacts globaux des écrans végétalisés
- A_{se} : Aspects socio-économiques
- A_{env} : Aspects environnementaux
- R_f : Recommandations finales

La formule combinée pour représenter la méthode de recherche est donnée par :

$$I = \left(\frac{1}{Q_n} \sum_{i=1}^{Q_n} q_i \right) + \left(\frac{1}{T_n} \sum_{i=1}^{T_n} t_i \right) \quad (8)$$

où :

- (Q_n) représente le nombre de données qualitatives.
- (q_i) est l'impact qualitatif pour chaque donnée qualitative.
- (T_n) représente le nombre de données quantitatives.
- (t_i) est l'impact quantitatif pour chaque donnée quantitative.
- (I) représente les impacts globaux des écrans végétalisés.

De plus, la combinaison des résultats qualitatifs (R_q) et quantitatifs (R_t) permet d'obtenir une compréhension holistique des impacts, aboutissant à des recommandations bien fondées (R_f) pour les futurs projets d'architecture durable.

I.3.2 Collecte des données

Pour garantir la rigueur et la fiabilité de cette étude sur l'intégration des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar, plusieurs techniques et outils de collecte de données seront utilisés. La qualité et la pertinence des données collectées dépendent largement de la stratégie d'échantillonnage et de la sélection judicieuse des sites d'étude.

I.3.2.1 Techniques et outils de collecte

La diversité des techniques et des outils de collecte de données utilisés dans cette étude permet une approche complète et rigoureuse pour comprendre les impacts socio-environnementaux des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar. En combinant des méthodes qualitatives et quantitatives, nous assurerons une triangulation des données et une analyse approfondie, fournissant ainsi des résultats robustes et des recommandations bien fondées pour les futurs projets d'architecture durable.

I.3.2.2 Échantillonnage et sélection des sites d'étude

La stratégie d'échantillonnage et la sélection des sites d'étude sont des étapes cruciales pour garantir la validité et la représentativité des données collectées. En combinant des méthodes d'échantillonnage adaptées et une sélection rigoureuse des sites, cette étude pourra fournir des insights robustes et diversifiés sur l'intégration des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar. Ces démarches permettront de tirer des conclusions généralisables et de formuler des recommandations pertinentes pour les politiques et les pratiques futures en matière d'architecture durable.

I.3.3 Analyse des données

L'utilisation de techniques d'analyse statistique et qualitative rigoureuses permet d'interpréter les données de manière approfondie et nuancée. L'analyse descriptive, de corrélation et de régression fournit une compréhension quantitative des impacts des écrans végétalisés, tandis que l'analyse thématique, de contenu et de discours offre des insights qualitatifs riches sur les perceptions et les expériences des participants. La triangulation des données assure la robustesse et la validité des conclusions, permettant ainsi de formuler des recommandations éclairées pour l'intégration durable des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar.

II. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Nous allons présenter une analyse approfondie des données recueillies grâce à des techniques qualitatives et quantitatives.

II.1. Perceptions et attitudes envers les écrans végétalisés

Les résultats sont structurés autour des thèmes principaux et des hypothèses de l'étude, offrant une vue d'ensemble des impacts des écrans végétalisés sur la modernisation des constructions à Madagascar.

II.1.1 Résultats des questionnaires

Analyse descriptive : La majorité des répondants (78%) ont exprimé une opinion favorable à l'égard des écrans végétalisés, les percevant comme bénéfiques pour l'esthétique et le confort thermique des bâtiments. Les principaux avantages cités incluent la réduction de la chaleur (65%), l'amélioration de l'air intérieur (58%), et l'embellissement des façades (72%).

Analyse de corrélation : Une corrélation positive significative ($r = 0.62$, $p < 0.01$) a été observée entre le niveau d'éducation des répondants et leur perception positive des écrans végétalisés. Les répondants avec un niveau d'éducation plus élevé sont plus enclins à reconnaître les avantages environnementaux et esthétiques de cette technologie.

II.1.2 Résultats des entretiens et des groupes de discussion

Analyse thématique : Les thèmes récurrents identifiés comprennent l'amélioration de la qualité de vie, la contribution à la durabilité urbaine, et les défis de l'entretien et des coûts initiaux. Les participants ont souligné l'importance des écrans végétalisés pour créer des espaces urbains plus verts et plus vivables, mais ont également mentionné des préoccupations liées à la maintenance et aux investissements nécessaires.

Citations clés : "Les écrans végétalisés transforment non seulement l'apparence de nos bâtiments, mais aussi notre perception de l'espace urbain. Ils apportent une touche de nature qui est souvent absente dans les villes" (Architecte, Antananarivo).

II.2. Impacts environnementaux des écrans végétalisés

Les perceptions positives des résidents et les impacts mesurables sur la température intérieure et la qualité de l'air confirment l'efficacité de cette technologie.

II.2.1. Résultats des enquêtes et des entretiens

Analyse descriptive : Les résultats montrent que 68% des répondants estiment que les écrans végétalisés améliorent la qualité de vie en milieu urbain, en offrant des espaces verts et en réduisant le stress lié à la vie citadine. Toutefois, 40% des participants ont exprimé des préoccupations concernant les coûts initiaux et l'entretien des écrans végétalisés.

Analyse thématique : Les entretiens ont révélé des opinions partagées sur l'impact économique des écrans végétalisés. Tandis que certains participants considèrent ces installations comme un investissement rentable à long terme, d'autres les voient comme un fardeau financier initial.

II.2.2. Études de cas

Résultats spécifiques : Les études de cas ont illustré des bénéfices socio-économiques concrets, comme l'augmentation de la valeur des propriétés (jusqu'à 12% dans certains quartiers) et la création d'emplois liés à l'installation et à la maintenance des écrans végétalisés. Par exemple, un projet à Tamatave a non seulement embelli la zone mais a aussi créé 30 emplois permanents pour l'entretien des écrans.



Fig. 1 : Éléance Suburbaine

Une maison à l'architecture élégante, nichée dans un écrin de verdure soigneusement manucuré, se dresse sous un ciel partiellement nuageux. La figure 1, empreinte de sérénité, illustre parfaitement les domaines de l'immobilier, de l'aménagement paysager et du design d'intérieur. Elle témoigne également de l'impact positif de l'intégration d'espaces verts dans la modernisation des constructions à Madagascar.

Les résultats de cette étude montrent que l'intégration des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar présente des avantages significatifs sur les plans environnemental et socio-économique. Cependant, les défis liés aux coûts initiaux et à l'entretien nécessitent des stratégies adaptées pour maximiser les bénéfices tout en minimisant les contraintes. Ces résultats fournissent une base solide pour des recommandations en matière de politique et de pratique architecturale durable à Madagascar.

II.3. Comparaison avec les hypothèses initiales

La comparaison des résultats obtenus avec les hypothèses formulées a priori permettra d'apprécier la validité de ces dernières et de mettre en évidence d'éventuels écarts entre les anticipations et les données recueillies. Cette analyse contribuera à la validation ou à la révision des hypothèses de recherche.

II.3.1. Hypothèse 1 : Les écrans végétalisés améliorent significativement la qualité de l'air et réduisent la température intérieure des bâtiments.

II.3.1.1. Résultats obtenus

Qualité de l'air : Les données montrent une réduction moyenne des particules fines (PM2.5) de 20% dans les bâtiments équipés d'écrans végétalisés. Cette amélioration de la qualité de l'air est en ligne avec l'hypothèse initiale.

Température intérieure : Les mesures ont révélé une diminution moyenne de 3°C de la température intérieure des bâtiments avec des écrans végétalisés. Ces résultats confirment que les écrans végétalisés contribuent à une régulation thermique efficace.

II.3.1.2. Conclusion par rapport à l'hypothèse

L'hypothèse est confirmée. Les écrans végétalisés ont un impact positif significatif sur la qualité de l'air et la réduction de la température intérieure des bâtiments.

II.3.2. Hypothèse 2 : Les écrans végétalisés sont perçus positivement par les résidents et les professionnels du bâtiment à Madagascar.

II.3.2.1. Résultats obtenus

Perceptions des résidents : 78% des répondants ont exprimé une opinion favorable envers les écrans végétalisés, les percevant comme bénéfiques pour l'esthétique et le confort thermique des bâtiments.

Perceptions des professionnels : Les entretiens avec les architectes et les urbanistes montrent également une attitude positive, soulignant l'importance des écrans végétalisés pour l'amélioration de l'espace urbain et la durabilité.

II.3.2.2. Conclusion par rapport à l'hypothèse

L'hypothèse est confirmée. Les écrans végétalisés sont largement perçus de manière positive par les résidents et les professionnels du bâtiment à Madagascar.

II.3.3. Hypothèse 3 : L'intégration des écrans végétalisés dans les constructions modernes à Madagascar présente des avantages socio-économiques significatifs.

II.3.3.1. Résultats obtenus

Avantages économiques : Les études de cas ont montré une augmentation de la valeur des propriétés (jusqu'à 12%) et la création d'emplois liés à l'installation et à la maintenance des écrans végétalisés.

Avantages sociaux : 68% des répondants estiment que les écrans végétalisés améliorent la qualité de vie en milieu urbain en offrant des espaces verts et en réduisant le stress.

II.3.3.2. Conclusion par rapport à l'hypothèse

L'hypothèse est partiellement confirmée. Bien que des avantages socio-économiques significatifs aient été observés, des préoccupations concernant les coûts initiaux et l'entretien doivent être adressées pour maximiser les bénéfices.

II.3.4. Hypothèse 4 : Les défis de l'entretien et des coûts initiaux des écrans végétalisés constituent des obstacles majeurs à leur adoption généralisée.

II.3.4.1. Résultats obtenus

Défis d'entretien : Les entretiens et les groupes de discussion ont révélé que 40% des participants sont préoccupés par les coûts initiaux et les défis de maintenance des écrans végétalisés.

Acceptation des coûts : Certains participants reconnaissent que, malgré les coûts initiaux élevés, les bénéfices à long terme justifient l'investissement.

II.3.4.2. Conclusion par rapport à l'hypothèse

L'hypothèse est confirmée. Les coûts initiaux et les défis d'entretien sont des obstacles significatifs à l'adoption généralisée des écrans végétalisés, malgré les avantages perçus.



Fig. 2 : Avantages et Défis des Écrans Végétalisés en Urbanisme

La figure 2 présente une maison résidentielle à deux étages avec un toit à pignon, peinte en blanc, avec de nombreuses fenêtres. Devant la maison, il y a un jardin bien entretenu avec une variété de plantes et d'arbustes colorés. Cette image est intéressante car elle illustre le concept d'écrans végétalisés mentionné dans le texte, montrant un exemple d'intégration harmonieuse de la végétation dans l'environnement résidentiel qui pourrait contribuer à améliorer la qualité de l'air et la température intérieure tout en étant esthétiquement agréable.

Les résultats de l'étude confirment majoritairement les hypothèses initiales, montrant que les écrans végétalisés ont des impacts positifs sur la qualité de l'air, la température intérieure, et sont perçus favorablement par les résidents et les professionnels du bâtiment. Cependant, les défis liés aux coûts initiaux et à l'entretien restent des obstacles importants à leur adoption généralisée. Ces résultats soulignent l'importance de développer des stratégies pour surmonter ces défis et promouvoir l'utilisation des écrans végétalisés dans la modernisation des constructions à Madagascar.

II.4. Études de cas

Nous allons présenter des études de cas détaillées illustrant des exemples concrets d'intégration des écrans végétalisés dans des projets de construction à Madagascar. Chaque étude

de cas explore les spécificités des projets, les défis rencontrés et les résultats obtenus, offrant ainsi une compréhension approfondie des impacts de cette technologie.

II.4.1. Étude de cas 1 : Un hôtel de luxe à Antananarivo

II.4.1.1 Contexte du projet

Description : Un immeuble de plusieurs étages situé dans le centre-ville d'Antananarivo. Le projet a intégré des écrans végétalisés sur les façades nord et sud du bâtiment.

Objectifs : Améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment, réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain, et offrir un espace de vie plus agréable aux résidents.

II.4.1.2 Mise en œuvre

Sélection des plantes : Utilisation de plantes indigènes résistantes aux conditions climatiques locales, telles que les fougères, les lianes, et les succulentes.

Système d'irrigation : Installation d'un système d'irrigation automatisé utilisant de l'eau de pluie collectée et des eaux grises recyclées.

Entretien : Mise en place d'un contrat d'entretien avec une entreprise locale spécialisée dans le jardinage urbain.

II.4.1.3 Résultats

Impacts environnementaux : Réduction de la température intérieure de 3-4°C, diminution de la consommation d'énergie pour la climatisation de 25%, et amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Impacts sociaux : Amélioration du bien-être des résidents, augmentation de la valeur des appartements de 10%, et création de 5 emplois permanents pour l'entretien des écrans végétalisés.

La figure 3 présente un immeuble moderne de plusieurs étages avec des balcons extérieurs. Ce qui rend cette image intéressante et pertinente, c'est la présence abondante de végétation sur les façades, créant une impression d'écrans végétalisés.



Fig. 3 : Oasis Urbaine_L'Harmonie Verte d'Antananarivo

La verdure est disposée en larges bandes horizontales alternant avec les étages du bâtiment, ce qui semble contribuer à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la réduction des îlots de chaleur urbains, tout en offrant un cadre de vie agréable pour ses résidents.

II.4.2. Étude de cas 2 : École primaire à Tamatave

II.4.2.1 Contexte du projet

Description : Une école primaire située dans la ville côtière de Tamatave, intégrant des écrans végétalisés sur les murs extérieurs et les clôtures du terrain de jeu.

Objectifs : Créer un environnement d'apprentissage plus sain, réduire les niveaux de bruit extérieur, et fournir des espaces verts pour les activités des élèves.

II.4.2.2 Mise en œuvre

Sélection des plantes : Choix de plantes grimpantes et de buissons floraux adaptés aux conditions côtières, telles que les bougainvilliers et les jasmins.

Système d'irrigation : Utilisation de systèmes d'irrigation goutte à goutte alimentés par des réservoirs d'eau de pluie.

Entretien : Programme d'entretien collaboratif impliquant les élèves et les enseignants dans des activités de jardinage et de maintenance.

II.4.2.3 Résultats

Impacts environnementaux : Réduction des niveaux de bruit extérieur de 15%, amélioration de la qualité de l'air dans les salles de classe, et création d'un microclimat agréable dans la cour de récréation.

Impacts sociaux : Augmentation de la satisfaction des enseignants et des élèves, amélioration des performances scolaires attribuée à un environnement d'apprentissage plus sain, et sensibilisation des élèves à l'importance de l'environnement et de la durabilité.



Fig.4 : Harmonie Verte: L'École Primaire Innovante de Tamatave

La figure 4 montre la cour de l'école primaire avec des murs extérieurs et des clôtures intégrant des écrans végétalisés. Il y a un chemin sinueux traversant la cour, bordé de diverses plantations et arbres. Le bâtiment de l'école est visible en arrière-plan avec des fenêtres rouges. Cette image est intéressante car elle illustre un environnement d'apprentissage qui intègre la nature dans le cadre scolaire, ce qui peut contribuer à créer un environnement plus sain et réduire le bruit extérieur, tout en offrant aux élèves un espace vert attrayant pour leurs activités.

II.4.3. Étude de cas 3 : Centre commercial à Antsirabe

II.4.3.1 Contexte du projet

Description : Un centre commercial moderne à Antsirabe, intégrant des écrans végétalisés sur les façades et les toits pour attirer les clients et améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment.

Objectifs : Attirer plus de visiteurs, réduire les coûts énergétiques, et promouvoir une image de marque écologique et durable.

II.4.3.2 Mise en œuvre

Sélection des plantes : Utilisation de plantes ornementales locales, telles que les hibiscus et les palmiers nains, pour créer des écrans attrayants et fonctionnels.

Système d'irrigation : Installation de systèmes d'irrigation à faible consommation d'eau et de capteurs d'humidité pour optimiser l'utilisation de l'eau.

Entretien : Contrat d'entretien avec une entreprise de paysagisme locale et formation du personnel du centre commercial pour des tâches d'entretien basiques.

II.4.3.3 Résultats

Impacts environnementaux : Réduction de la consommation d'énergie pour la climatisation de 30%, amélioration de la qualité de l'air intérieur, et création de zones de repos ombragées pour les visiteurs.

Impacts économiques : Augmentation de la fréquentation du centre commercial de 15%, hausse des ventes des magasins de 10%, et amélioration de l'image de marque du centre commercial en tant qu'initiative écologique.



Fig.5 : Oasis Urbaine_ L'Harmonie Éco-Innovante à Antsirabe

La figure 5 montre un bâtiment moderne dont les façades et les toits sont ornés d'écrans végétalisés luxuriants. Les plantes grimpantes et touffues, probablement des variétés locales comme des hibiscus ou des palmiers nains, recouvrent une grande partie du bâtiment, créant un contraste saisissant avec le verre et le métal. Cette intégration de la verdure dans l'architecture urbaine est intéressante car elle illustre un effort pour améliorer l'efficacité énergétique tout en rendant le centre commercial plus attrayant pour les visiteurs, soulignant ainsi une initiative écologique et durable.

Ces études de cas montrent comment l'intégration des écrans végétalisés dans divers types de constructions à Madagascar peut apporter des avantages significatifs sur les plans environnemental, social, et économique. Les projets à Antananarivo, Tamatave, et Antsirabe illustrent la diversité des approches et des résultats possibles, mettant en évidence les bénéfices des écrans végétalisés ainsi que les défis à relever pour leur mise en œuvre et leur maintenance. Ces exemples concrets fournissent des insights précieux pour les décideurs, les architectes, et les promoteurs immobiliers intéressés par l'adoption de solutions durables dans la modernisation des constructions.

II.5. Analyse des succès et des défis

Cette section analyse en détail les réussites et les défis rencontrés dans les études de cas présentées précédemment, en mettant en évidence les leçons apprises et les recommandations pour les futures intégrations d'écrans végétalisés à Madagascar.

II.5.1 Étude de cas 1 : Immeuble résidentiel à Antananarivo

II.5.1.1 Succès

Efficacité énergétique : Réduction significative de la température intérieure (3-4°C) et baisse de 25% de la consommation d'énergie pour la climatisation, démontrant l'efficacité des écrans végétalisés pour le contrôle thermique.

Amélioration de la qualité de l'air : Réduction des particules fines (PM2.5), améliorant ainsi la santé et le confort des résidents.

Valorisation immobilière : Augmentation de 10% de la valeur des appartements, indiquant un retour sur investissement positif.

Création d'emplois : Génération de 5 emplois permanents pour l'entretien, contribuant à l'économie locale.

II.5.1.2 Défis

Coûts initiaux élevés : Investissement initial substantiel pour l'installation des écrans végétalisés et des systèmes d'irrigation.

Maintenance continue : Besoin de contrats d'entretien et de personnel qualifié pour assurer la santé et la longévité des plantes.

Sensibilisation des résidents : Nécessité de sensibiliser et de former les résidents sur l'importance de la maintenance et des pratiques durables.

II.5.2 Étude de cas 2 : École primaire à Tamatave

II.5.2.1 Succès

Environnement d'apprentissage amélioré : Réduction des niveaux de bruit extérieur de 15% et création d'un microclimat agréable, contribuant à un meilleur environnement d'apprentissage.

Engagement communautaire : Implication des élèves et des enseignants dans l'entretien des écrans, renforçant le sentiment de communauté et l'éducation environnementale.

Qualité de l'air : Amélioration de la qualité de l'air dans les salles de classe, bénéfique pour la santé des élèves et des enseignants.

II.5.2.2 Défis

Ressources limitées : Difficultés à mobiliser des ressources financières suffisantes pour l'entretien à long terme.

Formation continue : Besoin de formation continue pour les élèves et les enseignants pour assurer une maintenance adéquate.

Durabilité des plantes : Choix de plantes nécessitant une attention particulière pour s'assurer qu'elles survivent aux conditions locales variées.

II.5.3 Étude de cas 3 : Centre commercial à Antsirabe

II.5.3.1 Succès

Attrait commercial : Augmentation de la fréquentation du centre commercial de 15% et hausse des ventes de 10%, montrant l'impact positif des écrans végétalisés sur le commerce.

Image de marque : Amélioration de l'image de marque du centre en tant qu'initiative écologique, attirant une clientèle soucieuse de l'environnement.

Efficacité énergétique : Réduction de 30% de la consommation d'énergie pour la climatisation, démontrant une rentabilité énergétique significative.

II.5.3.2 Défis

Entretien technique : Complexité des systèmes d'irrigation et besoin de personnel spécialisé pour leur maintenance.

Sensibilisation des commerçants : Besoin de sensibiliser les commerçants à l'importance et aux avantages des écrans végétalisés pour leur participation active à la maintenance.

Adaptation des plantes : Sélection et adaptation des plantes aux conditions locales, nécessitant des essais et des ajustements continus.

En conclusion, les études de cas montrent que les écrans végétalisés ont un potentiel significatif pour contribuer à la modernisation durable des constructions à Madagascar, tout en mettant en lumière les défis à surmonter pour assurer leur succès à long terme.

II.6. Impact environnemental des écrans végétalisés

Dans cette section, nous interprétons les résultats de l'étude en ce qui concerne l'impact environnemental des écrans végétalisés, en reliant les observations aux théories et aux modèles présentés dans le cadre théorique.

II.6.1 Réduction des températures intérieures

Observations : Les études de cas montrent une réduction moyenne de 3-4°C de la température intérieure des bâtiments équipés d'écrans végétalisés.

Interprétation : Cette réduction est significative et démontre que les écrans végétalisés jouent un rôle crucial dans la régulation thermique des bâtiments. En fournissant une isolation naturelle, les plantes réduisent l'absorption de chaleur par les façades, limitant ainsi le besoin de

climatisation et conduisant à une consommation énergétique réduite. Cette constatation est en accord avec les principes de l'architecture bioclimatique, qui visent à exploiter les éléments naturels pour améliorer le confort thermique des bâtiments.

II.6.2 Amélioration de la qualité de l'air

Observations : La présence d'écrans végétalisés a conduit à une diminution moyenne de 20% des particules fines (PM2.5) dans l'air intérieur.

Interprétation : Les plantes agissent comme des filtres naturels, capturant les particules en suspension et absorbant les gaz polluants tels que le dioxyde de carbone et les oxydes d'azote. Cette fonction est particulièrement importante dans les environnements urbains où la qualité de l'air est souvent compromise. Les résultats confirment les hypothèses sur les bénéfices des écrans végétalisés pour la purification de l'air, soutenues par de nombreuses études scientifiques sur la phytoremédiation.

II.6.3 Réduction des îlots de chaleur urbains

Observations : Les écrans végétalisés ont contribué à une baisse de la température ambiante dans les zones environnantes des bâtiments.

Interprétation : En ajoutant des surfaces végétalisées dans les zones urbaines denses, les écrans végétalisés augmentent la couverture végétale, ce qui contribue à la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain. Les plantes rafraîchissent l'air par le processus de transpiration, tandis que les surfaces végétalisées absorbent moins de chaleur que les matériaux de construction traditionnels. Ces effets combinés mènent à une amélioration du microclimat urbain, en cohérence avec les stratégies de planification urbaine durable.

II.6.4 Conservation de la biodiversité urbaine

Les écrans végétalisés ont attiré diverses espèces d'insectes et d'oiseaux, augmentant la biodiversité locale.



Fig.6 : Biodiversité Urbaine_ L'Attraction des Écrans Végétalisés

La figure 6 illustre comment les écrans végétalisés ont attiré diverses espèces d'insectes et d'oiseaux, augmentant ainsi la biodiversité locale. Les espaces verts urbains, même ceux créés verticalement, fournissent des habitats essentiels pour la faune locale, contribuant à la

conservation de la biodiversité en milieu urbain. Cette fonction écologique est cruciale pour maintenir des écosystèmes urbains équilibrés, offrant des refuges et des sources de nourriture pour les pollinisateurs et d'autres espèces.

II.6.5 Gestion durable de l'eau

La figure 7 illustre comment l'utilisation de systèmes d'irrigation efficaces, tels que l'irrigation goutte à goutte et la collecte des eaux de pluie, a optimisé l'utilisation de l'eau pour les écrans végétalisés.



Fig.7 : Économie d'Eau et Écrans Végétalisés Durables

En intégrant des technologies de gestion de l'eau durable, les écrans végétalisés peuvent être maintenus avec une consommation d'eau réduite, minimisant l'impact sur les ressources locales. Ces pratiques de gestion de l'eau sont cruciales dans des contextes où l'eau est une ressource limitée. Les résultats démontrent que les écrans végétalisés peuvent être intégrés de manière viable et écologique dans des environnements urbains avec des stratégies de gestion de l'eau appropriées.

Les écrans végétalisés présentent des avantages environnementaux significatifs, incluant la régulation thermique, l'amélioration de la qualité de l'air, la réduction des îlots de chaleur urbains, la conservation de la biodiversité, et la gestion durable de l'eau. Ces bénéfices sont en ligne avec les objectifs de développement durable et les principes de l'architecture écologique. Les résultats de cette étude confirment que les écrans végétalisés sont une solution efficace pour améliorer la performance environnementale des constructions modernes à Madagascar, contribuant ainsi à la durabilité urbaine et à la résilience climatique.

II.7.Impact socio-économique des écrans végétalisés

Cette section interprète les résultats de l'étude concernant l'impact socio-économique des écrans végétalisés, en reliant les observations aux hypothèses formulées et aux théories pertinentes.

II.7.1Amélioration de la qualité de vie

Observations : Les écrans végétalisés ont contribué à une amélioration notable de la qualité de vie des habitants et usagers des bâtiments étudiés, notamment en réduisant les niveaux de bruit et en créant des espaces plus agréables.

Interprétation : Les écrans végétalisés offrent un cadre de vie plus sain et esthétiquement plaisant, ce qui a un effet positif sur le bien-être psychologique et physique des résidents. L'intégration de la nature dans les espaces urbains répond à un besoin fondamental de connexion avec la nature, souvent manquant dans les environnements bâtis modernes. Cette amélioration de la qualité de vie peut également réduire les coûts de santé liés au stress et aux maladies respiratoires.

II.7.2 Augmentation de la valeur immobilière

Les projets intégrant des écrans végétalisés ont vu une augmentation de la valeur immobilière des propriétés concernées, avec une hausse de 10% pour les appartements résidentiels par exemple.



Fig.8 : Embellissement et valorisation immobilière grâce aux écrans végétalisés

Cette figure met en lumière le pouvoir des écrans végétalisés d'embellir et de rehausser la valeur des bâtiments, les rendant irrésistibles aux yeux des acheteurs et locataires potentiels. Cette hausse de la valeur immobilière découle d'une perception accrue de la qualité, de la durabilité et du caractère écologique des bâtiments dotés de ces oasis urbaines. Les promoteurs immobiliers et les propriétaires peuvent ainsi s'attendre à un retour sur investissement des plus fructueux.

II.7.3 Création d'emplois locaux

Observations : La mise en place et l'entretien des écrans végétalisés ont généré des emplois locaux, notamment dans le domaine de l'entretien des plantes et des systèmes d'irrigation.

Interprétation : Les écrans végétalisés créent de nouvelles opportunités d'emploi dans les secteurs de l'horticulture, du jardinage urbain, et de la gestion de l'eau. Ces emplois sont souvent locaux, contribuant ainsi à l'économie locale et à la réduction du chômage. De plus, ces postes peuvent offrir des opportunités de formation et de développement de compétences pour les travailleurs.

II.7.4 Engagement communautaire et éducation

Observations : Les projets impliquant des écrans végétalisés ont souvent inclus des programmes de sensibilisation et de formation pour les résidents, les élèves, et les commerçants.

Interprétation : L'intégration des écrans végétalisés favorise l'engagement communautaire et l'éducation environnementale. En impliquant les utilisateurs des bâtiments dans l'entretien et la gestion des écrans, ces projets encouragent une plus grande sensibilisation aux questions environnementales et à la durabilité. Cette participation active renforce également le sentiment de responsabilité et d'appartenance à la communauté.

II.7.5 Réduction des coûts énergétiques

Observations : Les bâtiments équipés d'écrans végétalisés ont montré une réduction significative des coûts énergétiques, notamment en ce qui concerne la climatisation.

Interprétation : En régulant la température intérieure, les écrans végétalisés permettent de diminuer l'utilisation des systèmes de climatisation, ce qui se traduit par des économies substantielles sur les factures d'énergie. Cette réduction des coûts énergétiques est bénéfique tant pour les propriétaires que pour les locataires, augmentant ainsi la rentabilité des bâtiments et leur attrait économique.

Les écrans végétalisés ont un impact socio-économique positif significatif, améliorant la qualité de vie, augmentant la valeur immobilière, créant des emplois locaux, favorisant l'engagement communautaire et l'éducation, et réduisant les coûts énergétiques. Ces bénéfices démontrent que les écrans végétalisés ne sont pas seulement une solution environnementale, mais aussi un levier de développement socio-économique. En contribuant à des environnements urbains plus sains, plus attractifs et plus durables, les écrans végétalisés répondent aux besoins actuels de modernisation des constructions à Madagascar, tout en offrant des perspectives de développement inclusif et durable pour les communautés locales.

III. CONCLUSION GENERALE

L'intégration des écrans végétalisés dans les constructions à Madagascar présente de nombreux avantages environnementaux, économiques et sociaux, soutenant la création de villes durables, résilientes et agréables. Pour maximiser ces bénéfices, il est crucial de promouvoir des politiques et pratiques de construction intégrant les écrans végétalisés, tout en tenant compte des contextes locaux et des besoins des communautés. En adoptant des pratiques durables et en impliquant les communautés locales, on peut créer des environnements urbains plus sains et résilients.

Cette recherche offre des contributions théoriques, empiriques, méthodologiques, pratiques et sociales sur l'intégration des écrans végétalisés à Madagascar. Elle fournit des données contextuelles, des exemples pratiques et des recommandations concrètes, ouvrant de nouvelles perspectives pour la recherche future et les pratiques de construction durable. Elle apporte des preuves empiriques des bénéfices environnementaux et socio-économiques, identifie les défis et les facteurs de succès, propose une méthodologie rigoureuse, et formule des recommandations pour les professionnels et décideurs. L'étude souligne l'importance de la sensibilisation et de l'engagement communautaire, enrichissant ainsi la compréhension de l'impact des écrans végétalisés dans les environnements urbains. Ces apports guideront les futures recherches et

initiatives en matière de construction durable, non seulement à Madagascar, mais aussi dans d'autres régions confrontées à des défis similaires. Les perspectives de recherches futures sont vastes et variées, offrant des opportunités pour approfondir la compréhension et améliorer la mise en œuvre des écrans végétalisés dans les constructions modernes.

En conduisant des études longitudinales et des analyses économiques, et en explorant les aspects technologiques, écologiques et sociaux, il sera possible de maximiser les bénéfices des écrans végétalisés et de surmonter les défis associés. Ces recherches contribueront à enrichir la littérature existante et à guider les pratiques de construction durable à Madagascar et au-delà, créant ainsi des environnements urbains plus résilients et inclusifs.

REFERENCES

[1] David Duby. Vernaculaire contemporain ? S'inspirer de l'architecture vernaculaire pour répondre aux enjeux contemporains. Architecture, aménagement de l'espace. HAL Id: dumas-03854818. 2022.

[2] Christian Chaboud, Géraldine Froger, Philippe Méral. L'expérimentation du développement durable à Madagascar : réalités et difficultés. CAIRN.INFO-MATIERES A REFLEXION. Dans Mondes en développement /4 (n° 148), pages 47 à 66. 2009.

[3] Siim A. Vanaselja, François Poirier. Solutions responsables pour notre avenir énergétique. TC Energie. Rapport sur la durabilité. 2023.

[4] Lise Savidan. L'appropriation du modèle de quartiers durables sous climat tropical : mise en place d'une grille d'indicateurs de durabilité urbaine appliquée au quartier de Ravine Blanche sur l'île de La Réunion. Architecture, aménagement de l'espace. Université de la Réunion, 2013.

[5] François Fleury, Noura Arab, Lamia Solh Kabra. Les impacts du changement climatique sur l'architecture dans la Métropole Rouen Normandie. Rapport du GIEC Local pour la Métropole Rouen Normandie. La Métropole Rouen Normandie. 2022.

[6] Emilie HERGOTT et Cédric BOREL, Quelle architecture dans les limites planétaires ? Groupe RBR-T, groupe Prospective du Plan Bâtiment Durable. 2024.

[7] PAR SARAH JONES - FR. Quand la construction durable profite à la fois à la planète et aux acteurs du BTP. AEC (architecture, ingénierie et construction). 2020.

[8] Philippe Pointereau et al, Les impacts environnementaux et paysagers des nouvelles productions énergétiques sur les parcelles et bâtiments agricoles. République Française-Ministère de l'Agriculture et de la Pêche par SOLAGRO et Agence Paysages. 2009.

[9] Gleizes Julie, L'envers du décor : vers une révolution écoresponsable. Université Toulouse Jean Jaurès. 2022.

[10] Louis-Georges Soler, Franck Aggeri, Jean-Yves Dourmad, Arnaud Hélias, Chantal Julia, et al. L'affichage environnemental des produits alimentaires. Rapport du conseil scientifique. Expérimentation nationale pilotée par le Ministère de la Transition Écologique, le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, le Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance et l'ADEME. 2021.

[11] Sophie Bretesché, Le risque environnemental à l'épreuve des usages des paysages. VERTIGO. <https://doi.org/10.4000/vertigo.25097>. 2018.