





## Résumé :

Le secteur de la construction au Maroc est en pleine expansion, marqué par la création de nouvelles villes (Chrafate-Tanger, Eco-Cité Zenata, etc.). Toutefois, la construction et l'utilisation des bâtiments entraînent un impact considérable sur la dégradation de l'environnement. Ce constat a conduit à l'émergence du concept de « Bâtiment vert » au Maroc. Cette émergence nécessite la mise en place d'une réglementation appropriée et des référentiels d'évaluation et de certification des bâtiments verts. Cependant, l'adoption et la mise en œuvre de ce concept « Bâtiment vert » connaît une certaine réticence liée à plusieurs obstacles dans la plupart des pays en développement, en particulier pour le Maroc. De plus, les référentiels internationaux existants, tels que : HQE, LEED et BREEAM semblent inadaptés aux pays en développement.

Cette thèse vise à dresser un état des lieux des bâtiments verts au Maroc et à développer un référentiel d'évaluation de la durabilité des bâtiments résidentiels (BuSAF). L'approche méthodologique mixte combine analyse scientométrique, enquêtes, entretiens, et études de cas. L'analyse scientométrique révèle une production scientifique limitée au Maroc (2 articles par rapport aux 159 articles dans la région MENA), soulignant le stade précoce du concept de « Bâtiment vert ». Les résultats montrent également une faible certification des bâtiments verts au Maroc entre 2014-2022 (65 HQE, 8 LEED et 1 BREEAM) et l'absence d'une réglementation spécifique au bâtiment vert. Une enquête auprès de 167 professionnels identifie 12 obstacles majeurs, tels que B2. « Manque de soutien gouvernemental » et B4. « Coûts d'investissement élevés », ainsi que 16 moteurs, dont la nécessité d'une réglementation complète (M3) et M11. « Incitations financières et non financières » pour encourager les acteurs de la construction à s'engager dans des projets verts.

Dans la seconde partie de la thèse, un référentiel d'évaluation de la durabilité des bâtiments résidentiels (*Building Sustainability Assessment Framework* : BuSAF) a été développé, intégrant les trois piliers du développement durable : « Environnemental », « Social » et « Economie ». L'étape initiale a impliqué une comparaison des référentiels existants pour sélectionner les catégories d'évaluation les plus pertinentes. Une enquête par questionnaire basée sur la technique Delphi a suivi, permettant d'établir un consensus parmi les experts marocains pour le classement des catégories. BuSAF diffère des référentiels existants en adoptant une approche holistique, avec 7 catégories environnementales, 3 catégories économiques et 3 catégories sociales. Focalisant ensuite sur le pilier environnemental de BuSAF, une analyse hiérarchique (AHP) a été utilisée pour pondérer les 7 catégories et les 29 sous-catégories environnementales. Les résultats ont identifié « Efficacité énergétique » comme la catégorie la plus importante (24%), suivie de près par « Eau » (19.50%) et « Site et écologie » (13.90%). Des fiches descriptives ont été élaborées pour chaque sous-catégorie, détaillant les méthodes, seuils de performance et niveaux de notation spécifiques. BuSAF(Env) permet de classer les bâtiments en cinq niveaux, testé sur deux études de cas réelles : le bâtiment dit « Autonome » à Rabat classé « Bon » et le bâtiment « DEFI » à Tafrouat classé « Non classé ». Les résultats ont été comparés à trois référentiels internationaux : HQE, LEED et BREEAM, montrant une convergence pour certains aspects, mais des divergences dans la catégorie « Pollution », soulignant des différences de méthodes d'évaluation et d'échelles de notation.

En conclusion, les résultats de ce travail de thèse ont permis de contribuer à une meilleure compréhension du concept « Bâtiment durable » dans le contexte marocain, ainsi que la proposition d'un projet du référentiel adapté pour l'évaluation de la durabilité des bâtiments résidentiels au Maroc. Enfin, ce travail recommande un certain nombre d'actions et de mesures à déployer au niveau national afin de favoriser l'émergence et le développement des bâtiments verts.

**Mots clés :** Bâtiment vert, Triple Bottom Line, obstacles, moteurs, Building Sustainability Assessment Framework, analyse scientométrique, Delphi, AHP, Moyen-Orient et Afrique du Nord, Maroc.



## DEVELOPMENT OF A SUSTAINABILITY ASSESSMENT FRAMEWORK FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN MOROCCO

### Abstract:

The construction sector in Morocco is experiencing substantial growth, marked by the establishment of new cities such as Chrafate-Tanger and Eco-Cité Zenata. However, the construction and operation of buildings are causing a significant impact on the environment. Consequently, the concept of “Green Building” has emerged in Morocco. The adoption and implementation of this concept face challenges particularly in developing countries like Morocco. Additionally, existing international standards such as HQE, LEED, and BREEAM were not originally developed to be suitable for developing countries.

This thesis aims to establish the current status of green buildings in Morocco and develop a sustainability assessment framework for residential buildings (BuSAF). The mixed methodological approach combines scientometric analysis, surveys, interviews, and case studies. The scientometric analysis indicates limited scientific publication in Morocco (2 papers compared to 159 articles in the MENA region), indicating the early stage of the “Green Building” concept. This is further confirmed a low certification rate for green buildings in Morocco between 2014-2022 (65 HQE, 8 LEED, and 1 BREEAM), and there is a lack of regulations for green buildings. A survey of 167 participants identifies 12 barriers, such as B2. “Lack of government support” and B4. “High investment costs” as well as 16 drivers, including a complete regulatory framework need regulation (D3) and D11. “Financial and non-financial incentives” to encourage stakeholders to engage in green projects.

In the second part of the thesis, a sustainability assessment framework for residential buildings (*Building Sustainability Assessment Framework* (BuSAF)) is proposed. This framework is based on the three pillars of sustainable development: “Environmental”, “Social”, and “Economic”. Initially, we conducted a comparative study of existing GBRS to select the most relevant evaluation categories. The second phase consisted of a questionnaire survey (in two rounds) based on the Delphi technique. The aim was to establish a consensus among the members of the panel of Moroccan experts on the classification of the categories. BuSAF adopts a holistic approach, comprising 7 environmental categories, 3 economic categories, and 3 social categories. Subsequently, the focus was on the environmental pillar of the BuSAF. The Analytic Hierarchy Process (AHP) was employed to weight the 7 categories and 29 environmental subcategories. The results identified “Energy Efficiency” as the most critical category (24%), followed by “Water” (19.50%) and “Site and Ecology” (13.90%). Descriptive sheets were developed for each subcategory, detailing methods, performance thresholds, and specific rating levels. BuSAF(Env) allows for the classification of buildings into five levels, tested on two real case studies: the building “Autonome” in Rabat achieved a performance score of 69.33 % (Good), while the building “DEFI” in Tafrouat was classified as “Not Classified”. The results were compared with assessments from three international rating systems: HQE, LEED, and BREEAM, revealing convergence in some items but divergences in the “Pollution” category, emphasizing differences in evaluation methods and rating scales.

In conclusion, this thesis contributes to the understanding of the “Sustainable Building” concept in the Moroccan context. As well as to the proposal of a preliminary reference framework adapted to the evaluation of the sustainability of residential buildings in Morocco. Finally, this thesis suggests specific actions and recommendations to promote the adoption of green buildings.

**Keywords:** Green building, Triple Bottom Line, barriers, drivers, Building Sustainability Assessment Framework, scientometric analysis, Delphi, AHP, Middle East and North Africa, Morocco.