

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Institut International Polytechnique
des Elites d'Abidjan

MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE
POUR L'OBTENTION DE LA LICENCE EN GENIE
CIVIL OPTION BATIMENT

**GESTION DES PROBLEMES D'HUMIDITE DANS
LES BATIMENTS RESIDENTIELS**

Encadrant Académique :
M. AKADJE
Ingénieur en génie civil

Présenté Par :
SOW Fatoumata Zeynab

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PARTIE I : L'HUMIDITE DANS LES BATIMENTS

CHAPITRE 1 : DEFINITIONS ET CONCEPTS CLES

- I. L'HUMIDITE DANS LE BATIMENT : NATURE ET FORMES
- II. LES ENJEUX DE LA GESTION DE L'HUMIDITE

CHAPITRE 2 : LES CAUSES DE L'HUMIDITE

- I. CAUSES LIEES A LA CONSTRUCTION
- II. CAUSES LIEES A L'UTILISATION
- III. CAUSES LIEES A L'ENVIRONNEMENT

PARTIE II : CONSEQUENCES DE L'HUMIDITE

CHAPITRE 3 : LES CONSEQUENCES DE L'HUMIDITE

- I. IMPACTS SUR LA SANTE ET LE CONFORT
- II. DEGATS MATERIELS
- III. CONSEQUENCES ECONOMIQUES ET ENERGTIQUES

PARTIE III : DIAGNOSTIC, EVALUATION ET SOLUTIONS

CHAPITRE 4 : DIAGNOSTIC DES PROBLEMES D'HUMIDITE

- I. METHODES DE DIAGNOSTIC NON DESTRUCTIVES
- II. METHODES DE DIAGNOSTIC DESTRUCTIVES
- III. ÉVALUATION DES DEGATS

CHAPITRE 5 : LES SOLUTIONS POUR PREVENIR ET TRAITER L'HUMIDITE

- I. PREVENTION : CHOIX DES MATERIAUX, CONCEPTION, ENTRETIEN
- II. TRAITEMENT : TECHNIQUES D'ASSECHEMENT, SYSTEMES DE VENTILATION, TRAITEMENTS CURATIFS

CHAPITRE 6 : ÉTUDE DE CAS : ANALYSE DE BATIMENTS CONFRONTEES A DES PROBLEMES D'HUMIDITE

- I. PRÉSENTATION DES CAS ETUDES
- II. ANALYSE DES CAUSES ET DES SOLUTIONS MISES EN ŒUVRE

PARTIE IV : PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

CHAPITRE 7 : ANALYSE CRITIQUE DES SOLUTIONS EXISTANTES

- I. COMPARAISON DES DIFFERENTES SOLUTIONS
- II. LIMITES DES SOLUTIONS ACTUELLES

CHAPITRE 8 : PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

- I. INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES ET MATERIAUX
- II. ÉVOLUTION DE LA RÈGLEMENTATION
- III. RECOMMANDATIONS POUR LA PRÉVENTION ET LE TRAITEMENT

SOW FATOUMATA ZEYNAB

CONCLUSION



DÉDICACE

À ma famille, à laquelle je dédie ce mémoire, gage de mon amour indéfectible pour elle, mais également pour son soutien.

SOW FATOUMATA ZEYNAB

REMERCIEMENTS

Aucun travail bien fait ne s'accomplit dans la solitude. Convaincu de cette vérité, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et leur soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire.

- Je remercie sincèrement l'Institut Polytechnique des Élites d'Abidjan (IIPEA) pour m'avoir offert un cadre propice à l'apprentissage et à l'épanouissement académique.
- Mes remerciements les plus chaleureux vont tout particulièrement à Monsieur AKADJE, mon encadreur et ingénieur en génie civil, pour son accompagnement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de cette aventure.
- Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à l'ensemble des membres de l'école, en particulier au corps enseignant, pour leur rigueur, leur dévouement et la qualité de l'enseignement prodigué, qui ont grandement contribué à ma formation.

Enfin, je ne saurais oublier mes parents, dont le soutien moral et financier a été un pilier inestimable dans la réussite de ce travail. Leur encouragement constant m'a permis d'aller de l'avant et de mener à bien ce projet

AVANT-PROPOS

L'habitat résidentiel que ce soit en zone rurale ou urbaine revêt une importance capitale pour le bien-être des populations, et les conditions de vie dans ces habitations influencent directement la santé et le confort des occupants. Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi de nous concentrer sur les problématiques

Liées à l'humidité dans un bâtiment résidentiel. L'objectif de cette recherche est d'examiner l'impact de l'humidité sur la structure du bâtiment ainsi que sur la qualité de vie des résidents, tout en proposant des solutions pratiques pour remédier à ces problèmes. Ce sujet est d'une grande importance dans la mesure où il permet de mieux comprendre les enjeux spécifiques aux zones rurales en matière de construction et de santé publique. Notre parcours à l'Institut International

Polytechnique des Élites d'Abidjan (IIPEA) au cours de l'année académique 2024-2025 nous a offert l'opportunité d'acquérir les compétences nécessaires pour aborder cette problématique avec une approche méthodique et rigoureuse, et nous a permis de mener à bien cette étude dans un contexte à la fois pratique et académique.

RÉSUMÉ

Notre mémoire se concentre sur l'analyse des problèmes d'humidité dans un bâtiment à usage d'habitation situé en zone rurale, avec une attention particulière portée sur l'impact de ces problèmes sur la structure et la santé des occupants. Nous avons exploré comment une gestion efficace de l'humidité peut améliorer les conditions de vie dans ce contexte spécifique. Dans notre introduction, nous avons posé le cadre de notre étude en décrivant l'importance de la gestion de l'humidité dans les bâtiments résidentiels, notamment dans les zones rurales où les défis peuvent être accentués par des conditions environnementales particulières. Nous avons ainsi défini les objectifs de notre recherche, formulé les questions de recherche pertinentes et justifié le choix du sujet. Le deuxième chapitre est consacré à la revue de la littérature, où nous avons examiné les travaux précédents sur les différents types d'humidité (ascensionnelle, infiltrations, condensation), leurs causes et leurs effets sur les bâtiments et les occupants. Nous avons également étudié les solutions techniques proposées pour gérer ces problèmes. Le troisième chapitre décrit la méthodologie employée pour notre étude de cas, en détaillant les méthodes de diagnostic et les techniques d'analyse, tant quantitatives que qualitatives. Nous avons également discuté des outils et des procédures utilisés pour collecter et analyser les données. Le quatrième chapitre présente les résultats de notre analyse, incluant une présentation détaillée des données quantitatives sur les niveaux d'humidité, les dégâts matériels, et les symptômes de santé des occupants, ainsi qu'une analyse qualitative des perceptions des occupants et des experts sur les solutions mises en place. Dans le cinquième chapitre, nous avons interprété les résultats en les confrontant aux théories et aux études précédentes, tout en discutant des implications pratiques pour la gestion de l'humidité dans les bâtiments résidentiels. Nous avons formulé des recommandations pour améliorer la gestion de l'humidité, en mettant en avant les meilleures pratiques et les solutions techniques adaptées aux conditions spécifiques des zones d'habitation. Nous avons conclu notre mémoire par une évaluation globale de notre recherche, confirmant si les hypothèses posées étaient vérifiées, récapitulant les résultats obtenus, et proposant des pistes pour des recherches futures. Nous avons également présenté des recommandations pratiques pour les gestionnaires de bâtiments afin d'améliorer la gestion des problèmes d'humidité et, par conséquent, la qualité de vie des occupants.

SOW FATOUMATA ZEYNAB

ABSTRACT

Our thesis focuses on the analysis of moisture problems in a residential building located in rural areas, with particular attention to the impact of these problems on the structure and health of occupants. We explored how effective moisture management can improve living conditions in this specific context. In our introduction, we set the framework for our study by describing the importance of moisture management in residential buildings, particularly in rural areas where challenges can be exacerbated by particular environmental conditions. We defined the objectives of our research, formulated relevant research questions and justified the choice of subject. The second chapter is devoted to the literature review, where we examined previous work on different types of moisture (ascending, infiltration, condensation), their causes and effects on buildings and occupants. We also looked at the technical solutions that were proposed to deal with these problems. The third chapter describes the methodology used for our case study, detailing both quantitative and qualitative diagnostic methods and analytical techniques. We also discussed the tools and procedures used to collect and analyze data. The fourth chapter presents the results of our analysis, including a detailed presentation of quantitative data on humidity levels, property damage, and health symptoms of occupants, as well as a qualitative analysis of the perceptions of occupants and experts on the solutions implemented. In the fifth chapter, we interpreted the results by comparing them with previous theories and studies, while discussing practical implications for moisture management in residential buildings. We have made recommendations to improve moisture management, highlighting best practices and technical solutions adapted to the specific conditions of rural areas. We concluded our thesis with an overall evaluation of our research, confirming whether the assumptions made were verified, summarizing the results obtained, and proposing leads for future research. We also provided practical recommendations for building managers to improve the management of moisture issues and, as a result, the quality of life of occupants.

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Principales causes de l'infiltration	6
Figure 2 : Destruction du plafond par vapeur d'eau.....	7
Figure 3 : Destruction de la maison par absence de ventilation naturelle	7
Figure 4 : Dégradation du mur en bois	10
Figure 5 : Formation des cloques.....	11
Figure 6 : Formation des moisissures.....	12
Figure 7 : Développement des moisissures.....	12
Figure 8 : Technique des injections.....	17

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Immeuble ancien en centre-ville	18
Tableau 2 : Maison individuelle récente	18
Tableau 3 : Bâtiment industriel.....	19
Tableau 4 : tableau comparatif des différentes solutions.....	21
Tableau 5 : tableau récapitulatif des recommandations.....	25

INTRODUCTION

L'humidité dans les bâtiments résidentiels en Côte d'Ivoire est un problème récurrent, influencé par des facteurs environnementaux et humains. Ce phénomène est notamment amplifié par les défauts de construction, les infiltrations d'eau, une ventilation inadéquate, et des conditions climatiques spécifiques à la région. Dans un pays où le climat tropical humide prédomine, l'humidité affecte non seulement la durabilité des structures, mais également la santé et le bien-être des occupants. La pertinence de ce sujet réside dans l'ampleur de ces effets. Ce travail vise à répondre aux enjeux croissants liés à l'humidité dans les bâtiments résidentiels. La motivation derrière cette étude est d'approfondir la compréhension des causes et des effets de l'humidité, ainsi que de proposer des solutions adaptées au contexte ivoirien. Dans le cadre de la réalisation du projet, nous nous sommes posés les questions ci-dessous :

Comment identifier les sources d'humidité et proposer des techniques de gestion efficaces ? Quelle est la revue des causes principales de l'humidité dans les bâtiments ? Quelle est l'analyse des conséquences sur les structures et les occupants ?

Pour répondre à cette problématique, nous adoptons une approche méthodologique basée sur une revue de la littérature, l'analyse des méthodes de diagnostic, et une étude de cas spécifique. Cette dernière permettra d'illustrer l'application pratique des solutions proposées. Une attention particulière sera accordée à la comparaison avec d'autres études similaires, ainsi qu'à l'évaluation de l'efficacité de celle-ci.

PARTIE I : L'HUMIDITE DANS LES BATIMENTS

SOW FATOUMATA ZEYNAB

Chapitre 1 : Définitions et concepts clés

I. L'humidité dans le bâtiment : nature et formes

L'humidité dans un bâtiment désigne la présence d'eau sous forme de vapeur d'eau dans l'air intérieur ou sous forme liquide dans les matériaux de construction. Cette présence d'eau peut provenir de diverses sources et se manifester de différentes manières.

- **Humidité relative :**

C'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air et la quantité maximale de vapeur d'eau que cet air peut contenir à une température donnée.

- **Point de rosée :**

C'est la température à laquelle l'air devient saturé en vapeur d'eau et où la condensation se produit.

- **Les différentes formes d'humidité :**

Humidité ascensionnelle : L'eau du sol remonte par capillarité dans les murs.

Condensation : La vapeur d'eau contenue dans l'air se transforme en liquide lorsqu'elle rencontre une surface froide.

Infiltrations : Pénétration d'eau de pluie à travers les toitures, les façades ou les fondations.

Humidité de construction : Présence d'eau dans les matériaux de construction lors de la construction, qui s'évapore progressivement.

II. Les enjeux de la gestion de l'humidité

La gestion de l'humidité dans les bâtiments est un enjeu majeur pour plusieurs raisons :

- **Santé et confort des occupants** : L'humidité excessive favorise le développement de moisissures et d'acariens, responsables de problèmes respiratoires et d'allergies.
- **Dégâts matériels** : L'humidité provoque la dégradation des matériaux de construction (pourriture du bois, corrosion des métaux, efflorescence des sels), réduisant ainsi la durée de vie du bâtiment.
- **Conséquences énergétiques** : L'humidité augmente la consommation énergétique, car elle réduit l'efficacité des systèmes de chauffage et favorise les pertes de chaleur.

- **Conséquences économiques :** Les réparations liées aux problèmes d'humidité peuvent être coûteuses, et la présence d'humidité peut diminuer la valeur d'un bien immobilier.

CHAPITRE 2 : LES CAUSES DE L'HUMIDITE

SOW FATOUMATA ZEYNAB

I. CAUSES LIEES A LA CONSTRUCTION

- **Défauts d'étanchéité à l'air :**

Fissures : Les fissures dans les murs, les plafonds ou les fondations permettent à l'eau de pluie de pénétrer à l'intérieur et à l'humidité de l'air extérieur de diffuser.

Joints mal réalisés : Les joints entre les différents éléments de construction (fenêtres, portes, revêtements) peuvent être une source d'infiltration d'air s'ils ne sont pas correctement étanches.

Matériaux poreux : Les matériaux poreux comme la brique ou le béton absorbent l'humidité du sol, en particulier dans les zones en contact direct avec celui-ci.

- **Ponts thermiques :**

Zones de déperditions thermiques : Les ponts thermiques sont des zones où la température est plus basse que dans le reste de la construction. Lorsque l'air chaud et humide entre en contact avec ces zones froides, la vapeur d'eau se condense, formant de l'eau liquide.

Exemples concrets : Les angles des murs extérieurs, les jonctions entre les murs et les planchers, les zones autour des ouvertures (fenêtres, portes) sont des endroits particulièrement sensibles à la formation de ponts thermiques.

- **Matériaux hygroscopiques :**

Absorption de l'humidité : Les matériaux hygroscopiques ont la capacité d'absorber l'humidité de l'air ambiant, en particulier lorsque l'humidité relative est élevée.

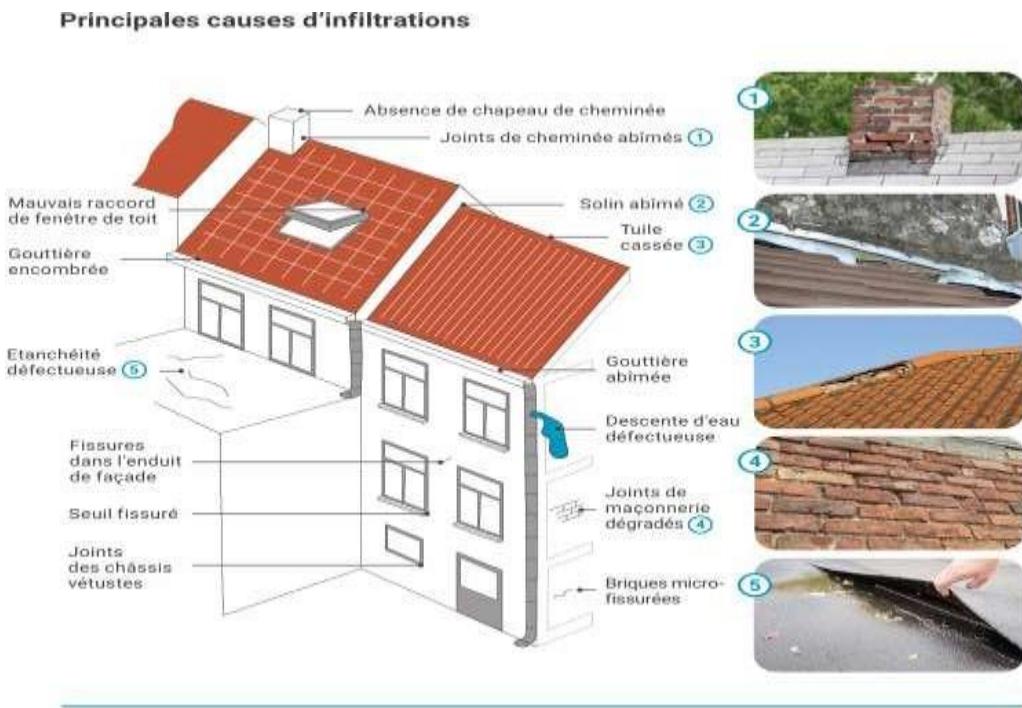
Conséquences : Le gonflement des matériaux peut entraîner des fissurations, des décollements de revêtements et des déformations.

- **Mauvaise ventilation :**

Ventilation insuffisante : Une ventilation insuffisante empêche le renouvellement de l'air intérieur et l'évacuation de la vapeur d'eau produite par les activités domestiques.

Systèmes de ventilation défectueux : Les VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) peuvent être mal dimensionnées, mal installées ou mal entretenues, réduisant ainsi leur efficacité.

II. Causes liées à l'utilisation



- **Activités domestiques :**

Cuisine : La cuisson, la vaisselle et la douche produisent de grandes quantités de vapeur d'eau.

Salle de bains : La douche, le bain et le lavage produisent également beaucoup de vapeur d'eau.

Séchage du linge : Le séchage du linge à l'intérieur, surtout en hiver, augmente considérablement l'humidité de l'air.



- **Manque de ventilation :**

Fermeture prolongée des fenêtres : La fermeture des fenêtres empêche le renouvellement de l'air et favorise l'accumulation d'humidité.

Absence de ventilation naturelle : Dans les bâtiments anciens ou mal isolés, l'absence de ventilation naturelle peut aggraver les problèmes d'humidité.



- **Condensation superficielle :**

Surfaces froides : Les surfaces froides, comme les vitrages simples, les murs extérieurs mal isolés ou les ponts thermiques, favorisent la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air.

III. Causes liées à l'environnement

- **Infiltrations d'eau de pluie :**

Toitures endommagées : Les tuiles cassées, les gouttières bouchées ou les raccords défectueux peuvent entraîner des infiltrations d'eau.

Façades mal entretenues : Les fissures, les enduits dégradés ou les joints mal réalisés peuvent permettre à l'eau de pluie de pénétrer dans les murs.

Fondations mal isolées : Une mauvaise étanchéité des fondations peut provoquer des remontées capillaires et des infiltrations d'eau du sol.

- **Capillarité :**

Ascension de l'eau du sol : L'eau du sol peut remonter par capillarité dans les murs, en particulier dans les bâtiments anciens construits avec des matériaux poreux.

- **Montée des eaux souterraines :**

Zones inondables : Les bâtiments situés dans des zones à risque d'inondation peuvent être soumis à des remontées d'eau par le sol.

PARTIE II : LES CONSEQUENCES DE L'HUMIDITE

SOW FATOUMATA ZEYNAB

CHAPITRE 3 : LES CONSEQUENCES DE L'HUMIDITE

SOW FATOUMATA ZEYNAB

L'humidité excessive dans un bâtiment entraîne une série de conséquences néfastes pour la santé des occupants, la structure du bâtiment et l'environnement.

I. IMPACTS SUR LA SANTE ET LE CONFORT

- **Problèmes respiratoires :** L'humidité favorise le développement de moisissures et d'acariens, qui libèrent des spores et des allergènes dans l'air. Ces particules peuvent provoquer des allergies, de l'asthme, des rhinites, des sinusites et d'autres problèmes respiratoires.
- **Maladies :** Les moisissures peuvent produire des mycotoxines, des substances toxiques qui peuvent entraîner des maladies plus graves, comme des infections pulmonaires ou des troubles neurologiques.
- **Irritations cutanées :** Le contact prolongé avec des surfaces humides ou moisis peut provoquer des irritations cutanées, des démangeaisons et des eczémas.
- **Fatigue et maux de tête :** L'humidité élevée peut entraîner une sensation de fatigue, des maux de tête et une diminution de la concentration.
- **Troubles du sommeil :** Un environnement humide et froid peut perturber le sommeil et favoriser l'apparition d'insomnies.

L'humidité, surtout lorsqu'elle est constante et excessive, crée un environnement favorable à diverses affections cutanées. Elle peut entraîner une macération de la peau, une obstruction des pores et favoriser le développement de champignons, de bactéries ou de levures. Parmi les maladies les plus fréquentes liées à l'humidité, on trouve les mycoses cutanées (ou dermatophyties), qui touchent souvent les plis corporels comme l'aine, les aisselles ou les espaces entre les orteils. Ces infections provoquent des rougeurs, des démangeaisons, des desquamations, et parfois des fissures. L'eczéma de contact et la dermatite atopique sont également aggravés par l'humidité, car elle affaiblit la barrière cutanée et augmente la sensibilité aux irritants. La miliaria ou boutons de chaleur est une affection causée par le blocage des glandes sudoripares, entraînant des éruptions cutanées, des picotements et une sensation de brûlure, fréquente chez les personnes vivant dans des environnements chauds et humides. L'intertrigo, une inflammation des plis cutanés, survient également avec la transpiration excessive et le manque d'aération, souvent accompagnée d'infections secondaires. D'autres affections comme la bromhidrose (mauvaise odeur due à la

décomposition de la sueur par des bactéries) ou la folliculite (infection des follicules pileux) sont couramment observées dans les zones humides. Pour prévenir ces maladies, il est recommandé de maintenir une bonne hygiène, de garder la peau sèche, de porter des vêtements respirants et de consulter un dermatologue en cas de symptômes persistants. Parmi les spécialistes reconnus dans le domaine, on peut citer le Dr Sandra Lee (dermatologue américaine connue sous le nom de Dr Pimple Popper), le Dr Nina Roos (dermatologue française), ou encore le Dr Howard Murad (dermatologue et chercheur). Sources : Journal of the American Academy of Dermatology, DermNet NZ, Organisation Mondiale de la Santé (OMS), Haute Autorité de Santé (France).

II. DEGATS MATERIELS

- **Dégradation des matériaux :** L'humidité provoque la dégradation de nombreux matériaux de construction :

Bois : Pourriture, développement de champignons, déformation



Béton : Fissuration, effritement, apparition de salpêtre.

Peintures et revêtements : Décollement, formation de cloques, apparition de moisissures.

Métaux : Corrosion, rouille.

Les remontées capillaires



- **Développement de moisissures** : Les moisissures se développent sur les surfaces humides, créant des taches noires, vertes ou brunes. Elles peuvent pénétrer profondément dans les murs et les matériaux de construction.



rop d'humidité ? Les moisissures apparaissent ! A fortiori dans les anciens bâtiments. (Photo VIBE asbl)

- **Dégénération des isolants** : L'humidité réduit l'efficacité des isolants, entraînant des pertes de chaleur et une augmentation des factures énergétiques.

III. Conséquences économiques et énergétiques

- **Coûts de réparation** : Les travaux de remise en état d'un bâtiment humide sont souvent coûteux et peuvent nécessiter la démolition et la reconstruction de certaines parties.
- **Perte de valeur immobilière** : Un bâtiment humide est moins attrayant pour les acheteurs et sa valeur marchande est diminuée.

- **Surconsommation énergétique :** L'humidité augmente les besoins en chauffage, car les murs humides sont moins isolants. Elle peut également entraîner des problèmes de condensation sur les fenêtres, réduisant ainsi la luminosité et le confort.
- **Coûts de santé :** Les problèmes de santé liés à l'humidité peuvent entraîner des dépenses médicales importantes.

PARTIE III : DIAGNOSTIC, EVALUATION ET SOLUTIONS

CHAPITRE4 :DIAGNOSTIC DES PROBLEMES D'HUMIDITE

SOW FATOUMATA ZEYNAB

Le diagnostic des problèmes d'humidité est une étape cruciale pour déterminer l'origine et l'étendue des dégâts, et ainsi mettre en œuvre les solutions adaptées. Il existe différentes méthodes de diagnostic, qui peuvent être classées en deux catégories principales : les méthodes non destructives et les méthodes destructives.

I. Méthodes de diagnostic non destructives

Ces méthodes permettent d'évaluer l'état d'un bâtiment sans endommager les structures. Elles sont généralement utilisées en première intention pour obtenir une vue d'ensemble des problèmes.

- **Visites sur site et observations visuelles :**

Taches d'humidité : Sur les murs, les plafonds, les sols.

Moisissures : Présence de colonies de moisissures sur les surfaces.

Efflorescences salines : Dépôts blancs sur les murs.

Décollements de revêtements : Peintures, papiers peints, enduits.

Odeurs de moisi : Une odeur caractéristique de moisi est souvent le signe d'un problème d'humidité.

- **Mesures hygrométriques :**

Humidimètre : Mesure le taux d'humidité dans les matériaux de construction (bois, plâtre).

Hygromètre : Mesure l'humidité relative de l'air.

- **Thermographie :**

Caméra thermique : Permet de visualiser les différences de température et de détecter les zones humides, les ponts thermiques et les infiltrations.

- **Carottages non destructifs :**

Carottiers à percussion : Prélèvement de petits échantillons de matériaux sans endommager la structure.

- **Endoscopie :**

Caméra endoscopique : Permet d'inspecter l'intérieur des murs, des planchers et des combles.

II. Méthodes de diagnostic destructives

Ces méthodes nécessitent de réaliser des ouvertures dans les murs ou les planchers pour accéder aux zones humides. Elles sont généralement utilisées en complément des méthodes non destructives pour confirmer un diagnostic ou pour évaluer l'étendue des dégâts.

- **Carottages destructifs :**

Carottiers à rotation : Prélèvement d'échantillons plus importants pour une analyse en laboratoire.

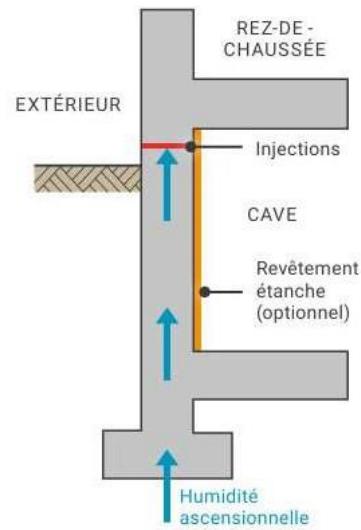
- **Ouvertures de murs :**

Dépose de revêtements : Pour accéder aux murs et aux planchers.

Démontage de plinthes : Pour observer l'état des murs en bas.



Injectons de produit hydrophobe contre l'humidité ascensionnelle dans un mur de cave © Technichem



La technique des injections fonctionne uniquement si le mur est poreux, donc en maçonnerie de brique ou de pierre. Elle ne fonctionne pas pour les murs en béton.

Il est vivement conseillé de faire appel à une société spécialisée dans le traitement par injection, qui utilise des produits munis d'un agrément technique (ATG) et respecte la Note d'information technique 252 de Buildwise. Ces travaux sont généralement garantis au minimum 20 ans.

III. ÉVALUATION DES DÉGATS

L'évaluation des dégâts permet de déterminer l'origine de l'humidité, l'étendue des zones touchées et la nature des matériaux endommagés. Elle est essentielle pour établir un diagnostic précis et définir les travaux de réparation nécessaires.

- **Analyse des matériaux :**

Prélèvements d'échantillons : Pour analyse en laboratoire (humidité, présence de sels, de moisissures).

- **Étude des causes :**

Recherche des causes : Infiltrations, remontées capillaires, condensation, défauts de construction.

- **Détermination de l'étendue des dégâts :**

Cartographie des zones humides : Pour visualiser l'importance des zones touchées.

- **Évaluation des risques :**

Risques pour la santé : Développement de moisissures, risques allergiques.

Risques pour la structure du bâtiment : Affaiblissement des matériaux, risques d'effondrement.

Les différents types de dégâts liés à l'humidité :

- **Taches d'humidité :** Sur les murs, les plafonds, les sols.
- **Moisissures :** Apparition de colonies de moisissures sur les surfaces humides.
- **Efflorescences salines :** Dépôts blancs sur les murs, dus à la cristallisation des sels contenus dans les matériaux.
- **Décollements de revêtements :** Peintures, papiers peints, enduits.
- **Pourriture du bois :** Dégradation du bois par des champignons.
- **Corrosion des métaux :** Rouille des éléments métalliques.
- **Fissures :** Dans les murs, les plafonds, les sols.

CHAPITRE 5 : LES SOLUTIONS POUR PREVENIR ET TRAITER L'HUMIDITE

SOW FATOUMATA ZEYNAB

La prévention et le traitement de l'humidité sont essentiels pour préserver la santé des occupants, la durabilité des bâtiments et le confort de vie. Il existe une multitude de solutions, qu'il convient d'adapter à chaque situation spécifique en fonction des causes identifiées lors du diagnostic.

I. **PREVENTION DE L'HUMIDITE**

La prévention est la meilleure façon de lutter contre l'humidité. En choisissant les bons matériaux, en adoptant une conception adaptée et en effectuant un entretien régulier, il est possible de limiter considérablement les risques d'apparition de problèmes d'humidité.

1) Choix des matériaux

Matériaux peu hygroscopiques : Privilégier les matériaux qui absorbent peu l'eau, comme le béton cellulaire, les enduits minéraux ou les peintures respirantes.

Matériaux résistants à l'humidité : Utiliser des matériaux adaptés aux zones humides, comme les carreaux de céramique dans les salles de bains et les cuisines.

2) Conception du bâtiment

Isolation thermique : Une bonne isolation thermique permet de réduire les risques de condensation sur les surfaces froides.

Étanchéité à l'air : Une enveloppe du bâtiment étanche à l'air empêche les infiltrations d'air humide.

Ventilation : Mettre en place un système de ventilation adapté pour renouveler l'air intérieur et évacuer l'humidité.

3) Entretien régulier

Toiture : Vérifier régulièrement l'état de la toiture et effectuer les réparations nécessaires.

Façades : Entretenir les façades pour éviter les infiltrations d'eau.

Chauffage : Réguler le chauffage pour éviter les variations de température trop importantes.

Ventilation : Nettoyer régulièrement les VMC et les grilles d'aération.

II. TRAITEMENT DE L'HUMIDITE

Lorsque des problèmes d'humidité sont constatés, il est nécessaire de mettre en œuvre des traitements adaptés pour assainir le bâtiment.

1) Techniques d'assèchement

Déshumidificateurs : Ces appareils permettent d'absorber l'humidité de l'air et de la rejeter sous forme d'eau.

Chauffage : Un chauffage doux et continu peut aider à assécher les murs et les sols.

Ventilation mécanique contrôlée (VMC) : Un système de VMC permet de renouveler l'air intérieur et d'évacuer l'humidité.

2) Systèmes de ventilation :

SOW FATOUMATA ZEYNAB

Ventilation naturelle : Ouvrir les fenêtres régulièrement pour renouveler l'air.

Ventilation mécanique : Installer une VMC simple flux ou double flux pour assurer une ventilation efficace.

3) Traitements curatifs :

Injection d'hydrofuges : Pour traiter les remontées capillaires.

Remplacement des matériaux endommagés : Enlever les matériaux moisissus ou pourris et les remplacer par des matériaux sains.

Traitements fongicide : Pour éliminer les moisissures et empêcher leur réapparition.

CHAPITRE 6 : ÉTUDE DE CAS : ANALYSE DE BATIMENTS CONFRONTEES A DES PROBLEMES D'HUMIDITE

L'étude de cas permet d'illustrer de manière concrète les différentes problématiques liées à l'humidité dans les bâtiments, ainsi que les solutions mises en œuvre. En analysant des exemples réels, il est possible de mieux comprendre les mécanismes à l'œuvre et d'identifier les bonnes pratiques.

I. PRESENTATION DES CAS ETUDES

Pour cette étude, nous allons nous intéresser à trois cas de figure typiques :

1. **Un immeuble ancien en centre-ville** : Ce type de bâtiment est souvent confronté à des problèmes d'humidité liés à la présence de murs épais en pierre, à l'absence d'isolation et à des remontées capillaires.

2. **Une maison individuelle récente :** Les maisons individuelles récentes peuvent également être touchées par des problèmes d'humidité, notamment en raison de défauts de construction, d'une mauvaise ventilation ou d'une isolation insuffisante.
3. **Un bâtiment industriel :** Les bâtiments industriels sont souvent soumis à des conditions d'humidité particulières liées à leurs activités. Les problèmes d'humidité peuvent entraîner des dégradations importantes des structures et des équipements.

II. **ANALYSE DES CAUSES ET DES SOLUTIONS MISES EN ŒUVRE**

Pour chaque cas étudié, nous allons procéder à une analyse approfondie des causes des problèmes d'humidité et des solutions mises en œuvre pour y remédier.

Cas 1 : Immeuble ancien en centre-ville

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Causes : Remontées capillaires, ponts thermiques, matériaux poreux, absence d'isolation. |
| <ul style="list-style-type: none">• Solutions : Injection d'hydrofuges, pose d'une barrière étanche à l'eau, isolation thermique par l'intérieur ou par l'extérieur, ventilation mécanique contrôlée (VMC). |

Cas 2 : Maison individuelle récente

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Causes : Défauts d'étanchéité à l'air, ponts thermiques, condensation sur les vitrages, mauvaise ventilation. |
|--|

- **Solutions :** Réparation des défauts d'étanchéité, isolation thermique complémentaire, installation d'une VMC, régulation du chauffage.

Cas 3 : Bâtiment industriel

- **Causes :** Infiltrations d'eau, condensation sur les équipements, rejets d'humidité liés aux process industriels.
- **Solutions :** Réparation des toitures et des façades, installation de systèmes d'extraction d'air, traitement des surfaces, adaptation des process industriels.

Pour chaque cas étudié, nous pourrons approfondir les analyses en répondant aux questions suivantes :

- Quels sont les signes révélateurs des problèmes d'humidité ?
- Quelles méthodes de diagnostic ont été utilisées pour identifier les causes ?
- Quelles sont les conséquences des problèmes d'humidité sur le bâtiment et sur les occupants ?
- Quelles sont les solutions techniques mises en œuvre ?
- Quels sont les coûts des travaux ?
- Quelle est la durée des travaux ?
- Quels sont les résultats obtenus ?

PARTIE IV : PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

SOW FATOUMATA ZEYNAB

CHAPITRE 7 : ANALYSE CRITIQUE DES SOLUTIONS EXISTANTES

SOW FATOUMATA ZEYNAB

Après avoir étudié les causes de l'humidité et les différentes méthodes de diagnostic, il est essentiel d'analyser de manière critique les solutions existantes pour traiter ces problèmes. Cette analyse permettra d'identifier les avantages et les limites de chaque solution, et ainsi de choisir la ou les solutions les plus adaptées à chaque situation.

I. **COMPARAISON DES DIFFERENTES SOLUTIONS**

Les solutions pour traiter l'humidité sont nombreuses et variées. Elles peuvent être classées en plusieurs catégories :

- **Solutions préventives :**

Choix des matériaux

Conception du bâtiment

Entretien régulier

- **Solutions curatives :**

Techniques d'assèchement

Systèmes de ventilation

Traitements curatifs

Tableau comparatif des différentes solutions :

Solution	Avantages	Inconvénients	Coût
Injection d'hydrofuges	Traitement efficace des remontées capillaires	Effet limité dans le temps, peut altérer l'aspect des matériaux	Moyen à élevé
Pose d'une barrière étanche à l'eau	Solution durable pour les remontées capillaires	Travaux invasifs, coût élevé	Élevé
Isolation thermique	Réduit les risques de condensation, améliore le confort thermique	Coût important pour une rénovation complète	Élevé
Ventilation mécanique contrôlée (VMC)	Renouvelle l'air, évacue l'humidité	Coût d'installation et d'entretien, bruit potentiel	Moyen
Déshumidificateurs	Assèche rapidement l'air, efficace pour les petites surfaces	Coût d'achat et de fonctionnement, ne traite pas les causes du problème	Moyen
Traitements fongicide	Élimine les moisissures	Effet temporaire si les causes de l'humidité ne sont pas traitées, produits chimiques potentiellement dangereux	Faible à moyen

II. LIMITES DES SOLUTIONS ACTUELLES

Malgré la diversité des solutions proposées, certaines limites sont à prendre en compte :

- **Coût :** Certaines solutions peuvent être très coûteuses, notamment pour les bâtiments anciens ou de grande taille.
- **Invasivité :** Certains travaux peuvent être très invasifs et nécessiter de nombreux désagréments pour les occupants.

- **Effet temporaire :** Certaines solutions ne traitent que les symptômes et non les causes profondes du problème, ce qui peut entraîner une réapparition de l'humidité.
- **Impact environnemental :** Certains produits utilisés pour traiter l'humidité peuvent être polluants ou dangereux pour la santé.

Il est important de noter que le choix de la solution la plus adaptée dépendra de plusieurs facteurs :

- La nature du problème d'humidité (remontées capillaires, condensation, infiltrations)
- L'importance des dégâts
- Le type de bâtiment (ancien, neuf, industriel)
- Le budget disponible
- Les contraintes techniques et réglementaires

CHAPITRE 8 : PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

SOW FATOUMATA ZEYNAB

I. INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES ET MATERIAUX

Le domaine du traitement de l'humidité est en constante évolution, grâce aux avancées technologiques et à la mise au point de nouveaux matériaux. Ces innovations offrent de nouvelles perspectives pour prévenir et traiter les problèmes d'humidité de manière plus efficace et durable.

- **Nouveaux matériaux d'isolation :** Les matériaux isolants ont fait d'énormes progrès en termes de performance thermique et d'étanchéité à l'air. Les isolants biosourcés, comme la laine de bois ou la ouate de cellulose, offrent une alternative écologique et performante.
- **Systèmes de ventilation intelligents :** Les VMC double flux à haut rendement énergétique sont de plus en plus répandues. Certaines sont équipées de capteurs d'humidité qui ajustent automatiquement le débit d'air en fonction des besoins.
- **Revêtements et peintures innovants :** Les revêtements hydrofuges et les peintures respirantes permettent de protéger les façades et les murs intérieurs tout en laissant les murs "respirer".
- **Systèmes de déshumidification intelligents :** Les déshumidificateurs connectés permettent de contrôler à distance l'humidité intérieure et de s'adapter aux variations climatiques.

II. ÉVOLUTION DE LA REGLEMENTATION

La réglementation thermique et environnementale évolue régulièrement pour encourager la construction de bâtiments plus performants énergétiquement et plus respectueux de l'environnement. Les normes de construction imposent des exigences de plus en plus strictes en matière d'isolation, d'étanchéité à l'air et de ventilation.

- **RT 2020 et prochaines normes :** Les dernières réglementations thermiques imposent des niveaux d'isolation thermique très élevés, ce qui contribue à réduire les risques de condensation et d'humidité.
- **Normes de ventilation :** Les normes de ventilation sont de plus en plus strictes pour assurer un renouvellement d'air suffisant et limiter les problèmes liés à l'humidité.

III. RECOMMANDATIONS POUR LA PREVENTION ET LE TRAITEMENT

Pour prévenir et traiter efficacement les problèmes d'humidité, il est recommandé de suivre les conseils suivants :

- **Faire réaliser un diagnostic précis :** Avant d'entreprendre des travaux, il est essentiel de faire réaliser un diagnostic précis par un professionnel pour identifier les causes des problèmes d'humidité et choisir les solutions adaptées.
- **Privilégier les solutions globales :** Les solutions les plus efficaces sont souvent celles qui prennent en compte l'ensemble du bâtiment et qui combinent différentes techniques (isolation, ventilation, traitement des matériaux).
- **Choisir des matériaux de qualité :** Privilégier les matériaux de construction de qualité, peu hygroscopiques et résistants à l'humidité.
- **Entretenir régulièrement son logement :** Une bonne maintenance permet de prévenir l'apparition de problèmes d'humidité et d'allonger la durée de vie du bâtiment.
- **Suivre les évolutions réglementaires :** Se tenir informé des dernières réglementations en matière de construction et de rénovation pour s'assurer de réaliser des travaux conformes aux normes en vigueur.

Tableau récapitulatif des recommandations :

Recommandation	Objectif
Diagnostic précis	Identifier les causes des problèmes
Solutions globales	Traiter les problèmes à la source

Matériaux de qualité	Limiter les risques d'humidité
Entretien régulier	Prévenir l'apparition de problèmes
Suivre la réglementation	S'assurer de la conformité des travaux

CONCLUSION

Cette étude a permis d'explorer en profondeur la problématique de l'humidité dans les bâtiments, un phénomène complexe résultant de l'interaction de nombreux facteurs intrinsèques et extrinsèques au bâtiment. Des fondamentaux de la physique de l'humidité aux solutions techniques les plus avancées, en passant par l'analyse de cas concrets, nous avons mis en évidence les enjeux liés à ce phénomène.

Les conséquences de l'humidité sur les bâtiments sont multiples et peuvent avoir des impacts significatifs sur leur durée de vie, leur valeur et la santé de leurs occupants. Les dégradations des matériaux, les problèmes de confort et les risques pour la santé sont autant de conséquences directes de l'humidité.

L'état des lieux des connaissances actuelles montre que les solutions techniques pour traiter l'humidité sont variées et en constante évolution. Les innovations technologiques, telles que les nouveaux matériaux isolants, les systèmes de ventilation intelligents et les traitements hydrofuges, offrent de nouvelles perspectives pour prévenir et traiter l'humidité de manière plus efficace et durable.

Les perspectives de recherche futures sont nombreuses et prometteuses. Elles portent notamment sur le développement de modèles numériques plus précis pour simuler le comportement hygrothermique des bâtiments, l'étude de l'impact des changements climatiques sur l'apparition et la fréquence des problèmes d'humidité, l'évaluation de l'efficacité à long terme des différentes solutions techniques et l'approfondissement des liens entre l'humidité et la qualité de l'air intérieur.

La maîtrise de l'humidité dans les bâtiments est un enjeu majeur pour garantir un habitat sain, durable et confortable. Une approche globale, combinant diagnostic précis, choix judicieux des matériaux, mise en œuvre de solutions adaptées et suivi régulier, est indispensable pour obtenir des résultats satisfaisants. Les professionnels du bâtiment, les décideurs politiques et les occupants ont un rôle essentiel à jouer pour relever ce défi.

BIBLIOGRAPHIE

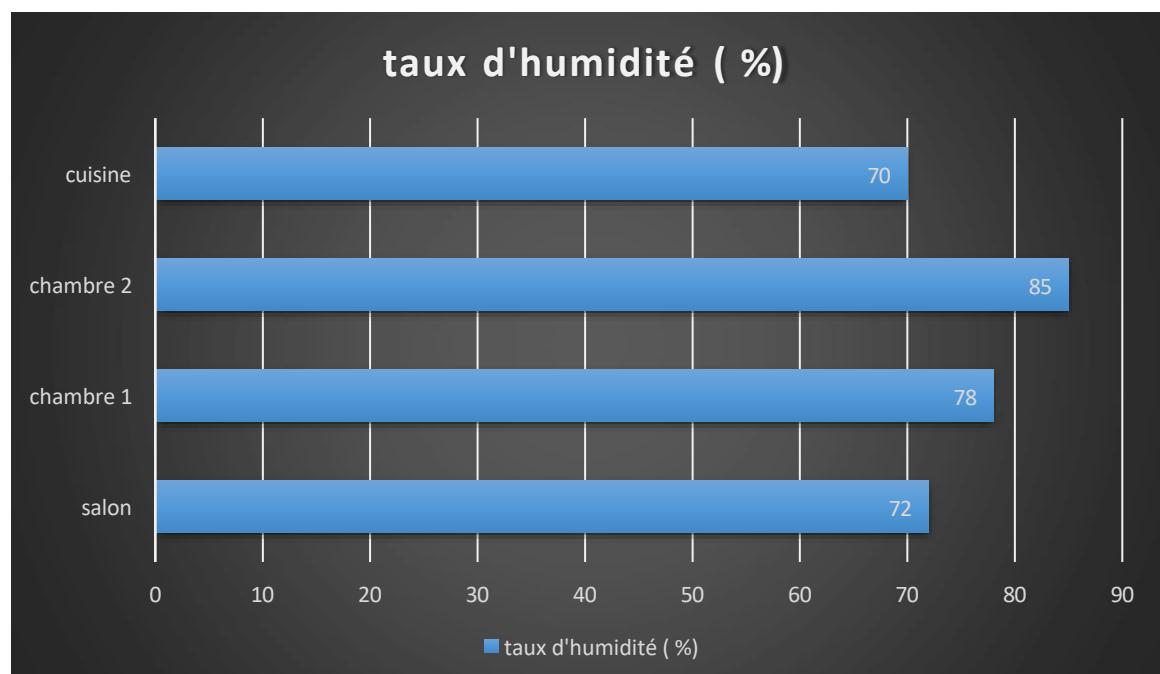
Documents consultés

- AGEDEN, (24/06/2015). Humidité dans le bâtiment Origines et solutions, Saint-Martin-d'Hères : 6p
- ADEME (Agence de la transition écologique). (2018). *Lutter contre l'humidité dans les bâtiments : Causes, effets et solutions techniques.*
- Homegrade.brussels, l'humidité dans le logement : diagnostic et solutions
- Bruxelles environnement, institut pour la gestion de l'environnement : problèmes d'humidité dans la maison
- Livre blanc humidité : quelles sont les solutions ?
- Allard, F., & Haghigat, F. (2003). *Indoor Air Quality in Buildings: A Comprehensive Guide for Architects and Engineers.* Springer
- AGEDEN (2015). "Humidité dans le bâtiment - Origines et solutions."
- Allard, F., & Haghigat, F. (2003). *Indoor Air Quality in Buildings: A Comprehensive Guide for Architects and Engineers.* Springer.
- AGEDEN (2015). "Humidité dans le bâtiment - Origines et solutions."
- Agence Qualité Construction (AQC), "Pathologies dans le bâtiment : humidité et moisissures".

ANNEXE

Les tableaux et graphiques présentés ici apportent un éclairage essentiel sur l'ampleur et les caractéristiques des problèmes d'humidité dans le bâtiment. Ces supports visuels permettent non seulement de comprendre la répartition des taux d'humidité et des dégâts, mais aussi de visualiser l'impact direct sur la santé des occupants. Ils sont indispensables pour structurer la prise de décision en termes de solutions techniques à apporter.

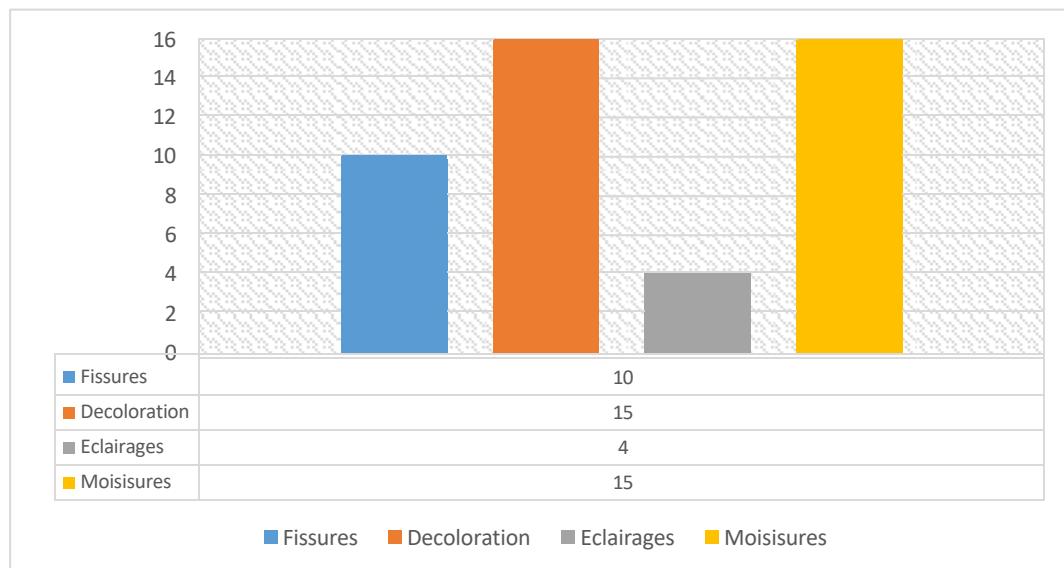
Graphique 1 : Répartition des Niveaux d'Humidité par Pièce



Source :

Allard, F., & Haghighe, F. (2003). *Indoor Air Quality in Buildings: A Comprehensive Guide for Architects and Engineers*. Springer

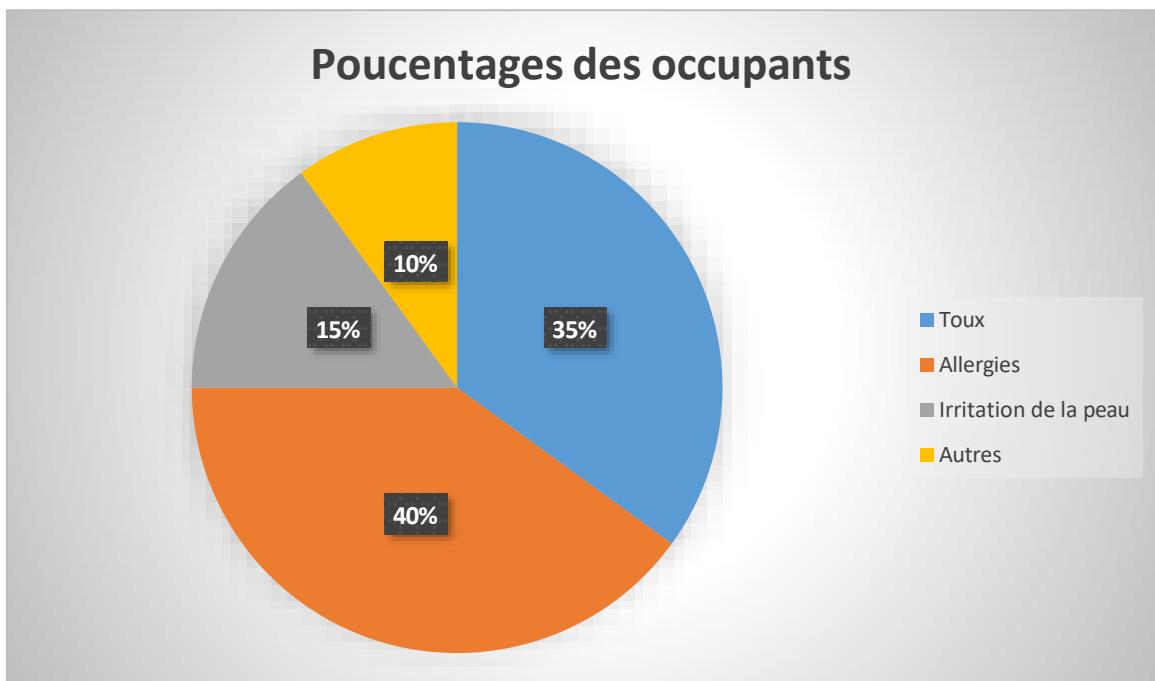
AGEDEN (2015). "Humidité dans le bâtiment - Origines et solutions."



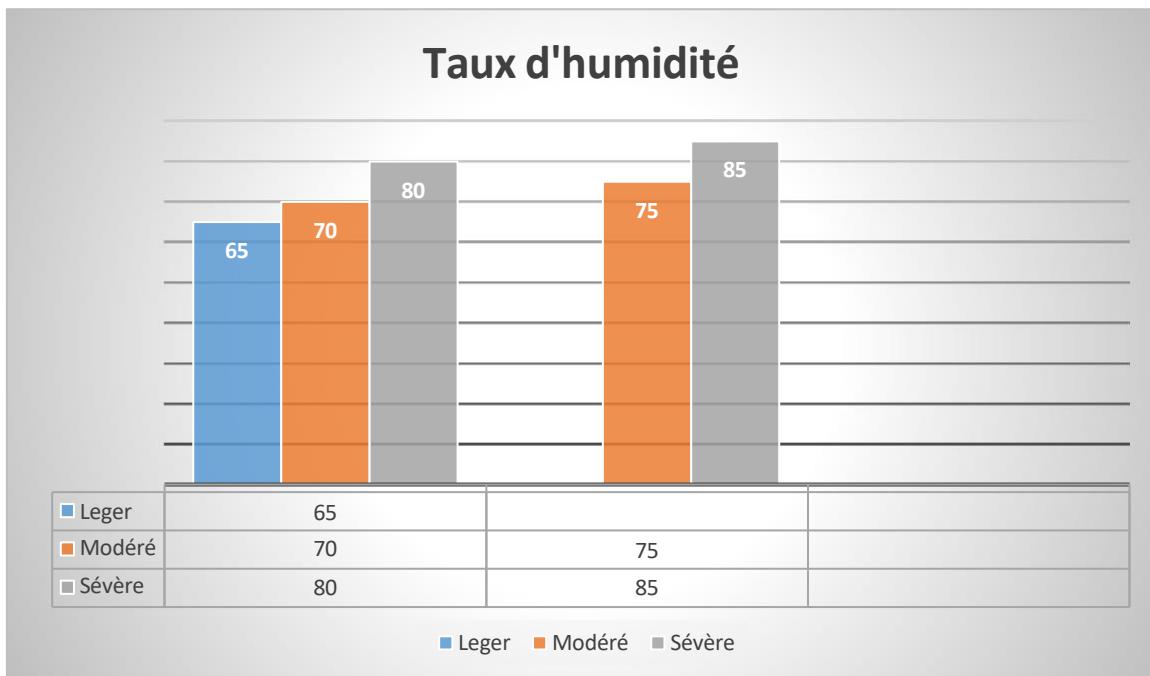
Graphique 2 :
Fréquence des
Types de Dégâts
Matériels

Source :

Agence Qualité Construction (AQC), "Pathologies dans le bâtiment : humidité et moisissures".

Graphique 3 : Répartition des Symptômes de Santé des Occupants**Source :**

Bornehag, C.G., Blomquist, G., Gyntelberg, F., et al. (2001). "Dampness in buildings and health: Nordic interdisciplinary review of the scientific evidence on associations between exposure to 'dampness' in buildings and health effects (NORDDAMP)." *Indoor Air*, 11(2), 72-86.

Graphique 4 : Relation entre Taux d'Humidité et Dégâts Matériels**Source :**

Allard, F., & Haghigat, F. (2003). *Indoor Air Quality in Buildings: A Comprehensive Guide for Architects and Engineers*. Springer.

AGEDEN (2015). "Humidité dans le bâtiment - Origines et solutions."

Table des matières

DÉDICACE.....	A
REMERCIEMENTS.....	3
AVANT-PROPOS.....	4
RÉSUME.....	5
ABSTRACT	6
SOMMAIRE	1
LISTES DES FIGURES.....	7
LISTES DES TABLEAUX.....	8
INTRODUCTION	9
Chapitre 1 : Définitions et concepts clés.....	11
I. L'humidité dans le bâtiment : nature et formes	12
Les enjeux de la gestion de l'humidité	12
CHAPITRE 2 : LES CAUSES DE L'HUMIDITE	14
I. CAUSES LIEES A LA CONSTRUCTION.....	15
II. Causes liées à l'utilisation.....	16
III. Causes liées à l'environnement.....	18
CHAPITRE 3 : LES CONSEQUENCES DE L'HUMIDITE.....	20
I. IMPACTS SUR LA SANTE ET LE CONFORT	21
II. DEGATS MATERIELS	22
III. Conséquences économiques et énergétiques	24
PARTIE II : DIAGNOSTIC, EVALUATION ET SOLUTIONS	25
CHAPITRE 4 : DIAGNOSTIC DES PROBLEMES D'HUMIDITE	26
I. Méthodes de diagnostic non destructives	27
II. Méthodes de diagnostic destructives.....	28
III. ÉVALUATION DES DEGATS.....	29
CHAPITRE 5 : LES SOLUTIONS POUR PREVENIR ET TRAITER L'HUMIDITE	31
I. PREVENTION DE L'HUMIDITE	31
1) Choix des matériaux	32
2) Conception du bâtiment	32
3) Entretien régulier.....	32
II. TRAITEMENT DE L'HUMIDITE	32
1) Techniques d'assèchement.....	32
2) Systèmes de ventilation	32
3) Traitements curatifs.....	33

SOW FATOUMATA ZEYNAB

I. PRESENTATION DES CAS ETUDES	34
II. ANALYSE DES CAUSES ET DES SOLUTIONS MISES EN ŒUVRE	35
TROISIEME PARTIE : PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	37
CHAPITRE 7 : ANALYSE CRITIQUE DES SOLUTIONS EXISTANTES.....	38
I. COMPARAISON DES DIFFERENTES SOLUTIONS	38
II. LIMITES DES SOLUTIONS ACTUELLES.....	39
CHAPITRE 8 : PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	41
I. INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES ET MATERIAUX	41
II. ÉVOLUTION DE LA REGLEMENTATION.....	42
III. RECOMMANDATIONS POUR LA PREVENTION ET LE TRAITEMENT	42
CONCLUSION	44
BIBLIOGRAPHIE	46
ANNEXE	47