

Analyse croisée des objectifs de performance de la réglementation RE2020 et des certifications HQE et BREEAM pour les constructions neuves

Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur 2iE avec grade de MASTER

SPECIALITE : Bâtiment et Travaux Publics

Présenté et soutenu publiquement le 23/01/2023 par

Stanislas CAKPO MONNONDE (20150043)

Directeur de mémoire :

PATRICIA ARLABOSSE

Professeur, Directrice adjointe du centre [RAPSODEE UMR CNRS 5302](#),

DECROLY DJOUBISSIE DENOUWE

Enseignant-chercheur en structures de Génie Civil

Structure d'accueil : CITAE

Maitre de stage : JOHANNA HOCQUART

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Patricia ARLABOSSE

Membres et correcteurs : ELSA WEISS

JOHANNA HOCQUART

DECROLY DJOUBISSIE DENOUWE

Promotion [2022/2023]

Table des matières

REMERCIEMENT	4
ACRONYME	5
RESUME	6
ABSTRACT	7
INTRODUCTION	8
1. PRESENTATION CITAE	11
Organigramme du Groupe	12
Stratégie de l'entreprise Citae.....	12
SWOT CITAE.....	14
Contexte de l'étude	14
2. PRESENTATION GENERALE DU BATIMENT DURABLE	15
3. PERFORMANCE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT DURABLE	17
Chiffre clés	18
4. PRESENTATION DE LA RE2020, NF HQE ET DU BREEAM	19
RE2020	19
1. Contextes et objectif de la RE2020.....	19
2. Apport de la RE2020 à la RT2012	20
3. Indicateur et niveau du besoin Bioclimatique	23
4. Indicateur et niveau de confort d'été DH.....	24
5. Indicateur et niveau de performance énergétique Cep,nr, Cep Ic _{énergie}	25
6. Indicateur Carbone, Analyse du cycle de vie ACV	26
5. MISSION DE LA CERTIFICATION PRESENTATION DES CERTIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES	
FRANCE	28
6. NF HABITAT ET NF HABITAT HQE	28
1. Contexte et engagements de la certification NF habitat HQE et NF habitat	28
Les quatre engagements de la certification NF habitat, NF habitat HQE	29
2. Qualité de vie.....	29
3. Respect de l'environnement	29

4.	Performance économique	29
	Exigence et performance de la certification NF habitat HQE.....	30
1.	SE sécurité et sûreté	30
2.	QAI Qualité de l'air intérieur	30
3.	QE Qualité de l'eau	30
4.	RES Résilience vis-à-vis des risques	30
5.	Confort Hygrothermique	31
6.	QUALITÉ ACOUSTIQUE.....	31
7.	PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE.....	31
	Obtention de la certification NF HABITAT HQE	32
7.	<u>BREEAM</u>	<u>33</u>
	Engagement de la certification BREEAM.....	33
1.	3 déclinaisons de la certification	0
8.	<u>MODE D'ÉVALUATION.....</u>	<u>1</u>
9.	<u>DIFFÉRENTES RÉFÉRENCES DE LA CERTIFICATION BREEAM</u>	<u>4</u>
	Analyse comparative des certifications BREEAM et HQE	4
10.	<u>APPORT DE LA RE2020 AUX CERTIFICATIONS</u>	<u>7</u>
11.	<u>ANALYSE CRITIQUE</u>	<u>8</u>
12.	<u>ÉTUDE DE CAS PRATIQUE</u>	<u>8</u>
	Projet visant la certification BREEAM (Projet Mercedes)	8
	Objectif de certification.....	9
	Proposition de profil et étude de faisabilité.....	9
	Réalisation de l'étude RT2012 du projet.....	11
1.	Information Projet	12
2.	Hypothèse d'utilisation.....	13
	Zonage du bâtiment	17
13.	<u>RÉSULTAT DE L'ÉTUDE RT2012.....</u>	<u>18</u>
	Coefficient Bio	18
	Coefficient Cep	19

TIC :	20
Définition.....	20
3. Tic projet.....	21
<u>14. ETUDE DE CONCEPTION PASSIVE</u>	<u>21</u>
<u>15. LIMITE DE L'ETUDE.....</u>	<u>23</u>
<u>CONCLUSION.....</u>	<u>24</u>
<u>16. ANNEXES</u>	<u>24</u>
Emetteurs.....	27
Ventilation.....	29
<u>17. BIBLIOGRAPHIE.....</u>	<u>38</u>

Tableau 1: 6 indicateurs de la RE2020 répondant aux exigences minimales (source : GUIDE RE2020 page 5)	20
Tableau 2: Evolution de le RT2012 (Source: référentiel RE2020)	22
Tableau 3: Evolution de le RT2012 (Source : référentiel RE2020).....	23
Tableau 4: Maisons individuelles ou accolées	25
Tableau 5: Logements collectifs	25
Tableau 6: Valeurs moyennes et max des indicateurs IC énergie, CEP, CEP nr	26
Tableau 7: Résumé labels, profil	32
Tableau 8 : scoring.....	2
Tableau 9 : Pondération Shell&CORE et Fully Fitted	2
Tableau 12 : Projet certifiable en HQE &BREEAM.....	5
Tableau 13: comparaison des certification (Performance énergétique)	6
Tableau 14 : Extrait du profil BREEAM (partie ENERGIE).....	10
Tableau 15 : Extrait du programme environnemental (ENE01)	11

Figure 1: Schéma du développement durable Source : UVED	15
Figure 2: Émission brute de gaz à effet de serre MteqCO2 selon renovo énergie	16
Figure 3: objectif 2020	17
Figure 4: décomposition des éléments du bâtiment du point de vue énergétique source : pastel. Archine-ouvert.fr.....	18
Figure 5: chiffres clés 2021 source : ffbâtiment.com.....	19
Figure 6: Source : synthèse nf-habitat_HQE.....	30
Figure 7: Résultat extrait de l'outil résilience	31
Figure 8: Pondération Shell&CORE et Fully Fitted	3
Figure 9: Axe, orientation des 2 certifications	4
Figure 10: Vue 3D	9
Figure 11: Réalisation 3D sur Pléiades.....	12
Figure 12 : Implantation dans sont environnement.....	12
Figure 13: Zonage Sous-sol	18
Figure 14: Graphique Bbio Projet-Max.....	19
Figure 15/ Graphique Cep.....	20
Figure 16: Zonage RDC	35
Figure 17/ Zonage R+1	36
Figure 18 : Zonage R+2	37

REMERCIEMENT

DÉDICACE

Je dédie le présent mémoire à toute ma famille en particulier à ma mère SOSSI Martine qui ne cesse de me soutenir jour et nuit financièrement, matériellement et moralement. Je remercie ma responsable Johanna HOCQUART pour sa patience, son accompagnement et ses apports durant mon stage qui m'ont permis de monter en compétence et de m'avoir permis d'intégrer CITAE. Je remercie ma tutrice Patricia ARLABOSSE à l'école IMT Mines Albi d'avoir accepté m'assister durant ce stage. Je tiens à remercier mon école 2iE qui m'a donné l'opportunité de participer à ce programme de mobilité double diplôme qui pour moi reste de loin une opportunité et expérience formidable. Je remercie mes amis et tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu au cours des cinq dernières années de formation.

ACRONYME

NF : Norme Française

HQE : Haute Qualité Environnement

BREEAM Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CERQUAL

RE2020 : Règlementation énergétique 2020

E+C- : Energie Positive et Réduction Carbone

BBCA : Bâtiment Bas Carbone

UNEP FI : UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME FINANCE INITIATIVE

GES : Gaz à Effet de Serre

ODD : Objectif Développement Durable

BD Bâtiment durable

BIM : Building Information Modeling

AMO : Assistance Maitrise d'ouvrage

PBD : Plan Bâtiment Durable

SDP : Surface De Plancher

ELAN : Evolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique

RT2012 : Règlementation Thermique 2012

COV : Composé Organique Volatils

STD : Simulation Thermique Dynamique

SED : Simulation Energétique Dynamique

DCE : Dossier de Consultation Entreprise

RESUME

L'urgence écologie est désormais un sujet d'inquiétude pour tous. La raréfaction des ressources naturelles, des ressources non-renouvelables, la pression démographique et la réalité du changement climatique, force l'Homme à remettre en question ces pratiques, sur l'ensemble des secteurs. L'objectif de ce sujet porte sur les certifications environnementales des bâtiments qui sont des outils visant à accélérer la transformation des pratiques de l'acte de construire. Les deux certifications les plus populaires en France sont : la NF Habitat HQE (française) et le BREEAM (anglaise). La NF habitat est une certification française de l'organisme CERQUAL, qui a pour mission d'attester que les logements sont de bonne qualité et performants sur le plan technique. Elle est applicable sur les constructions maisons et constructions logement. L'évaluation du NF habitat est subdivisée sur 14 cibles réparties sur 4 domaines (énergie dans le bâtiment, Environnement, Confort des habitants, la santé dans le bâti). La deuxième certification est le BREEAM est une certification anglaise reconnue sur le plan internationale et deuxième en France. Cette certification, bien qu'elle soit applicable principalement dans le secteur tertiaire, partage les mêmes rubriques que la NF Habitat avec cependant quelque divergence. Le sujet portant sur l'aspect l'énergétique des certifications, il a été étudié la réglementation RE2020 qui est la réglementation en vigueur depuis le premier janvier 2022 pour les logements et le 01 juillet 2022 pour les bâtiments tertiaires. Cette réglementation fixe les objectifs de performance énergétique que doit atteindre un bâtiment lambda en France métropolitaine. Il a été par la suite conclu que les deux certifications se réfèrent au référentiel de la RE2020, pour les exigences à minima. Le BREEAM donne la possibilité d'aller au-delà de la RE2020 en fonction des niveaux de certification visés. Le NF Habitat HQE cependant donne la possibilité de viser des labels permettant d'augmenter la performance du bâti telle que E+C-, BBCA, Bâtiment Biosourcé, Effinergie.

ABSTRACT

The ecological emergency is now a matter of concern for all. The scarcity of natural resources, non-renewable resources, demographic pressure and the veracity of climate change, force people to question their practices, in all sectors. The objective of this subject relates to the environmental certifications of buildings which are tools aimed at accelerating the transformation of the practices of the act of construction. The two most popular certifications in France are: NF Habitat HQE (French) and BREEAM (English). The Nf habitat is a French certification from the QUALITEL organization, whose mission is to certify that housing is of good quality and technically efficient. The evaluation of the NFhabitat is subdivided into 14 targets spread over 4 areas (energy in the building, environment, comfort of the inhabitants, health in the building). The second certification BREEAM is internationally recognized English certification and second in France. This certification shares the same headings as the NF Habitat with however some divergence. Indeed, BREAM attaches more importance to the management aspect, Following the example of HQE which has integrated it as a specific component of its reference system. The subject relating to the energy aspect of the certifications, it was studied the RE2020 regulation which is the regulation in force fixing the energy performance objectives that a lambda building must achieve in metropolitan France. It was subsequently concluded that the two certifications refer to the RE2020 standard, for the minimum requirements. The BREEAM gives the possibility of going beyond the RE2020 according to the levels of certification targeted. The NF Habitat HQE on the other hand gives the possibility of aiming for labels allowing to increase the performance of the building such as E+C-, BBCA, Biosourcé Building, Effinergie.

INTRODUCTION

Depuis la création de la terre l'être humain a assisté à des évolutions considérables pour l'amélioration de ses conditions de vie. Le monde a connu une avancée scientifique, ces avancées ont permis à l'homme de réaliser des prouesses sur le plan technologique. Cela permet à l'être humain de s'entretenir, de converser partout dans le monde, de se déplacer pour n'importe quelle destination en quelques heures, réaliser des transplantations, la capacité de remplacer des organes défaillants, stocker des quantités inestimables de métadonnée dans des micro-puces accessible de n'importe où sur la terre.

Toutes ces avancées scientifiques bien qu'elles aient participé au développement du monde ont d'un autre côté des conséquences impactant sur la planète.

En général, les activités humaines ont des répercussions sur l'environnement. Ces répercussions sont entre autres des rejets (émission de polluants, eaux usées, production de déchets), elle modifie et dégrade le sol, elles utilisent et font disparaître les ressources naturelles.

En 2022 le monde enregistre une température de 1.5° au-dessus des valeurs moyennes, les forêts subissent la déforestation. En 2017 plus de 2400 arbres ont été coupés chaque minute (Planetscope, s.d.). En 2020 un gigantesque incendie a dévasté l'Australie et a provoqué une prolifération de phytoplancton, ces feux ont tué directement ou indirectement près de trois milliards d'animaux.

Au cours des dernières années, Suite à la prise de conscience international de l'urgence climatique , les industries de l'immobilier et de la construction ont été encouragées à se mettre au vert, conformément aux efforts de nombreux acteurs internationaux pour lutter contre le changement climatique.

Selon l'Initiative financière du Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP FI), en 2015, le secteur de la construction représentait 40 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) et 36 % de la consommation mondiale d'énergie. Les investisseurs immobiliers devront faire d'énormes investissements à court terme dans la protection de l'environnement pour atteindre l'objectif de l'Accord de Paris sur le climat de 77 % des émissions totales de dioxyde de carbone (CO2) du secteur du bâtiment entre 2015 et 2050, selon l'UNEP-FI.

Pour contribuer à atteindre les objectifs de l'Accord de Paris sur le climat et les 17 objectifs de développement durable (ODD), l'ONU met en place un système permettant d'encourager les investisseurs en immobilier à déployer des capitaux dans les projets de développement immobilier impliquant des bâtiments durables. Le terme Bâtiment durable (BD), permet de caractériser tout bâtiment respectueux de l'environnement. Il s'agit d'un bâtiment dont l'impact sur l'environnement est faible tout en assurant un environnement intérieur sain et confortable. Malgré leurs bienfaits sur plan scientifique, ces immeubles ne représentent actuellement que 1% du parc Immobilier mondial (Dridi et De Serres, 2017). Investisseurs, promoteurs, entrepreneurs et utilisateurs ont des attentes et des perceptions différentes du bâtiment durable, ce qui malheureusement contribue à ralentir leur déploiement dans la société.

Dans le but de renforcer l'engagement des responsables et promoteurs immobiliers, des systèmes ont été mis en place permettant d'évaluer l'impact d'un projet de construction de la phase avant-projet sommaire à la déconstruction. Ce système permet à toute personne curieuse ou intéressée par un projet, d'être informée sur les performances d'un bâtiment vis-à-vis des objectifs 2050.

La durabilité est actuellement une tendance importante dans le développement des entreprises. En conséquence, de plus en plus d'entreprises prennent conscience de la façon dont leurs activités commerciales affectent l'environnement. Pour cette raison, elles cherchent à prendre des décisions éclairées sur la réduction de leur empreinte carbone.

Le mouvement vers plus de durabilité dans les opérations commerciales apporte de nombreux avantages. La valeur vert « valeur patrimoniale » correspond à la plus-value financière qu'aurait un bien immobilier de qualité ayant fait l'objet d'une attention particulière dans sa réalisation ou dans sa rénovation sur les thématique énergétiques et environnementales par rapport à un bien immobilier. Cette notion en lien avec la performance environnementale et la valeur d'une construction est probable tant que le bâtiment respecte les fondamentaux de l'immobilier.

La valeur verte peut prendre deux formes, une survalue des biens immobiliers certifiés pour les marchés tournés à la hausse et une décote pour les immeubles non verts pour les marchés tournés à la baisse car il semble logique que les personnes participant à l'acte de construire et de rénover soient rémunérées en fonction des performances finales.

Les certifications, créées par l'Etat ou par des organismes privés, en parallèle des lois et réglementations, ont pour vocation de certifier de la qualité d'un bâtiment au-delà des normes réglementaires. Ces certifications participent entre autres à l'évolution des réglementations. Ce sont des normes dites volontaires car elles sont initiées par des professionnels d'un secteur qui définissent ensemble des critères communs pour leurs services. Elles traduisent un engagement plus fort car elles ne sont pas obligatoires.

Comme certification il y a le BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) qui est le standard de certification bâtiment le plus connu dans le monde. Il y a la certification NF Habitat HQE (Haute Qualité Environnement) qui est la certification la plus répandue en France bien que la NF Habitat HQE concerne que le secteur résidentiel et que le BREEAM n'intervienne que dans le secteur tertiaire.

Ces certifications s'alignent à la taxonomie européenne qui est un système de classification clair et détaillé, utilisé pour définir les activités économiques durables sur le plan environnemental

Premièrement, il sera question de développer un peu plus en profondeur ces deux certifications dans l'optique de réaliser une comparaison des différents critères d'évaluation de la performance énergétique de ces différentes certifications.

L'objectif de l'étude sera donc de réaliser une analyse croisée de la certification BREEAM et de la certification NF habitat HQE sur le plan énergétique.

Au-delà de l'analyse, la réglementation énergétique RE2020, s'inscrit dans la démarche de certification des nouveaux bâtiments en France tels que les logements collectifs et individuelles, le bâtiment à usage bureaux etc.... Il sera donc présenté dans sa globalité la réglementation RE2020, ces objectifs, son impact dans le secteur de la construction et son apport sur le plan énergétique aux différentes certifications.

Pour terminer le rapport, il sera traité un cas pratique de bâtiment en cours un certifié BREEAM VERY GOOD selon le référentiel V6. Une synthèse suivie d'une conclusion suivra cette étude donnant une appréciation sur l'aspect énergétique des certifications.

1. PRESENTATION CITAE

Citae, une des filiales du groupe BTP Consultants

Le groupe BTP Consultants est une société qui se place aujourd'hui comme un expert du BTP. Alliant la connaissance technique, l'assistance et l'expertise au conseil, BTP consultants au travers ses différentes filiales est au cœur de l'innovation urbaine. Les différents services proposés par le groupe BTP Consultants peuvent se décliner en plusieurs entités :

- BTP Consultants : Contrôleur technique référent technique sur des missions de contrôle et vérification en conformité avec la réglementation en vigueur à travers le métier de contrôleur technique.



Contrôleur technique aussi sur des missions de gestions des risques sur les opérations de BTP à travers la Coordination Sécurité et Protection de la Santé.

- Citae : L'accompagnement des collectivités, les promoteurs, les bailleurs, etc. sur leurs opérations de bâtiments à propos des sujets de l'énergie et du bâtiment durable ; les usages, le bien-être, la santé et l'accessibilité ainsi que les bâtiments connectés.



- MBAcity : Responsable de missions d'accompagnement des collectivités, promoteurs, bailleurs, etc. sur le sujet du Building Information Management (BIM). Le BIM permet de partager les données de l'ensemble des acteurs d'une opération de BTP à travers une maquette numérique qui est une représentation visuelle des caractéristiques physiques et fonctionnelles du bâtiment.



- BTP Diagnostics (depuis le 1er Septembre 2021) : Spécialiste des diagnostics immobiliers (amiante, plomb, diagnostic technique globale, ...)



+NEXTIIM

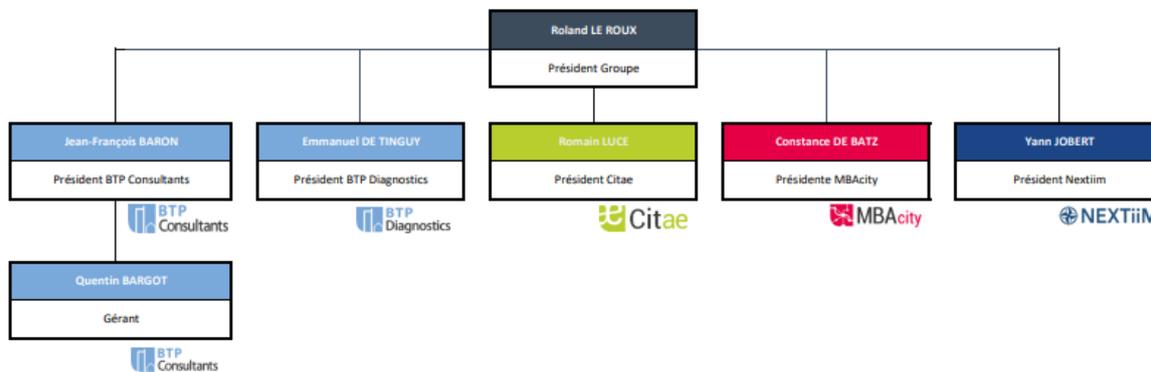
NEXTIIM : est spécialisé dans les diagnostics immobiliers, les pathologies du bâtiment et les contrôles immobiliers dans la région pays de la Loire.



Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Organigramme du Groupe



Stratégie de l'entreprise Citae

Ce paragraphe détaillera la stratégie et les enjeux pour Citae durant les prochaines années.

Citae - Ambitions en chiffres 2021 → 2022 :

- Chiffre d'affaires consolidé de Citae : 6 M€ → 7,2 à 7,4 M€
- Montant d'Affaires Nouvellement Enregistrées (ANE) consolidées : 6,5 M€ → 8 à 8,2 M€
- Nombre de collaborateurs dans la société : 55 → 60 collaborateurs

Tout comme le Groupe BTP Consultants, Citae a également mis en place une stratégie « CAP 2025 » qui définit précisément ses objectifs pour les 4 prochaines années.

Citae - Ambitions en chiffres 2022 → 2025 :

- Chiffre d'affaires consolidé de Citae : 7,2 à 7,4 M€ → + 10M€
- Nombre d'implantations : 7 → 10 implantations
- Nombre de collaborateurs dans la société : 60 → 80 collaborateurs

En complément de ces ambitions chiffrées, Citae souhaite apporter une approche durable sur l'ensemble de la chaîne de valeur tout long de son cycle de vie.

De plus, Citae ambitionne également de devenir le leader du conseil en environnement et en usages pour les acteurs majeurs de l'immobilier. Enfin, l'entreprise souhaite être reconnue pour son expertise, son engagement sociétal et son positionnement innovant.

Afin de tendre vers ces ambitions, Citae s'est donné un certain nombre d'enjeux pour l'année en cours 2022 mais également pour les horizons 2025.

Voici la liste de ces différents enjeux (2022 / 2025) :

Enjeux 2022 :

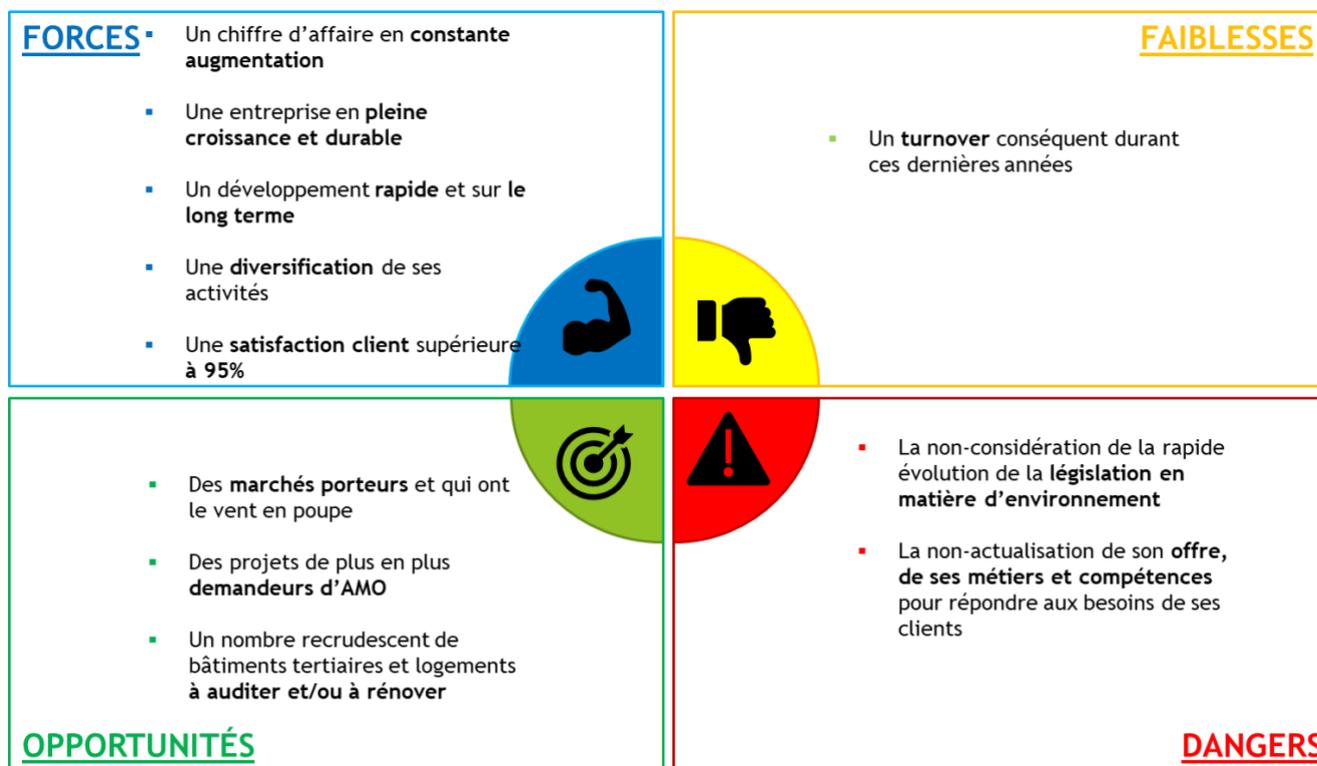
- Pérenniser les missions existantes et finaliser les produits en cours de développement
- Développer son positionnement dans la rénovation énergétique
- Accroître les missions de montage CEE sur l'ensemble des actifs immobiliers
- Développement de la macro-région Sud-Est et création de la macro-région Nord
- Alléger et optimiser ses process administratifs et internes
- Développer les missions d'AMO Performances Energétiques (RE 2020, ...) et d'Optimisations Energétiques
- Développer la visibilité de Citae sur les enjeux du vieillissement de la population
- Réaliser des missions de concertations des usagers
- Accroître la présence de Citae sur le tertiaire
- Sensibiliser sur le marché de l'AMU en France
- Développer l'AMO Biodiversité et l'AMO Qualité de l'Air Intérieur
- Enrichir les missions d'AMO technique CVC, GTB, CFO et d'audits énergétiques



Enjeux 2025 :

- Devenir leader en certifications environnementales sur l'ensemble du cycle de vie et sur tous les actifs
- Devenir leader de l'AMO Economie Circulaire et de l'AMO Accessibilité Universelle
- Développer les missions d'AMO Performances Energétiques (RE 2020, ...) et d'Optimisations Energétiques
- Affirmer le positionnement sur l'exploitation de Citae
- Être identifié comme acteur incontournable sur la thématique bas carbone

SWOT CITAE



Contexte de l'étude

Dans le but de faciliter l'accès aux marchés importants, de promouvoir l'application de pratiques modèles de construction, de favoriser la motivation des acteurs intervenant du secteur de la construction, ces dernières années, la certification des bâtiments est devenue une obligation pour certains promoteurs de l'immobilier et pour d'autre un outil de cotation de la qualité d'un projet. La certification permet au promoteur et acquéreur de valoriser leur actif et de mettre en avant les performances et les qualités des bâtiments

Il existe actuellement plusieurs programmes de certification de bâtiment qui sont adoptés et utilisés, parmi ceux ceux-ci, il y a le LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), le BREEAM, la NF Habitat, NF Habitat HQE et HQE bâtiments durables. Ces certifications sont les plus rependu en France. Le sujet s'est porté sur les deux, les plus connu et abordable dans le contexte européen plus précisément la France (NF Habitat et BREEAM).

La demande de certification étant accentuée sur ces deux programmes en France, il serait donc intéressant d'évaluer ces deux outils sur le plan environnemental et énergétique. C'est dans cette optique qu'il a été décidé de réaliser une étude comparative entre ces deux outils en vue de définir la complémentarité et la valeur ajoutée qui subsiste entre les deux certifications en termes de performance

énergétique. de comprendre ou d'être fixé sur la certification la plus exigeante et la performante en termes de performance énergétique.

2. PRESENTATION GENERALE DU BATIMENT DURABLE

Suite à la crise pétrolière en 1970, on découvre les conséquences du développement industriel sur la planète. Cela a fait naître l'idée de ce que l'on nomme « l'écodéveloppement ». Cette Crise agit alors comme un déclencheur de la prise de conscience face à la nécessité de mettre sur pied un modèle énergétique.

Ainsi voit le jour en 1974 la première réglementation thermique suivie d'une réflexion sur la façon de réduire les factures énergétique dans les bâtiments neufs.¹

Le terme développement durable a été introduit par la commission mondiale sur l'environnement (Gro Harlem Brundtland) qui le définit comme étant un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.

L'année 1987 voit la publication du rapport Brundland qui traite la nécessité d'adopter un modèle de développement n'ayant pas d'influence négative sur les générations futures.

En 1992, le sommet de la terre de Rio, tenu sous l'égide des nations unies, officialise la notion de développement durable et ces trois piliers (économie, écologie, social) : un développement écologiquement soutenable.



Figure 1: Schéma du développement durable Source : UVED

À partir des années 90, les investissements en recherche et développement se sont multipliés afin d'expérimenter de nouveaux matériaux et de nouvelles sources d'énergie qui pourraient remplacer les énergies fossiles, mais aussi accroître l'efficacité énergétique. Le Protocole de Kyoto permet de combiner croissance économique et durabilité dans le contexte du développement durable. Parmi ses

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Institut 2iE - Rue de la Science -01 BP 594-Ouagadougou 01 - BURKINA FASO Tél. : (+226) 25. 49. 28. 00 -Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Email : 2ie@2ie-edu.org- www.2ie-edu.org

Page 15 sur 74

engagements figurent des recommandations étroitement liées au développement économique dans le secteur de la construction.

Objectifs énergétiques pour les horizons 2030 et 2050

Dans la perspective de promouvoir l'accord global sur le climat, le parlement Européen établi des objectifs énergétiques ambitieux pour 2030 et plus large sur 2050.

En 2009, le paquet énergie climat adopté par l'Union Européenne avait fixé trois objectifs (2020) :

- Diminuer de 20% les émissions de gaz à effet de serre des pays de l'EU
- Atteindre 20% d'énergie renouvelable dans le mix énergétique européen
- Réaliser 20% d'économies d'énergie

Révisé en 2018, les objectifs de réduction du CO₂ de l'UE pour 2030 passe à 55% et la neutralité carbone en 2050.

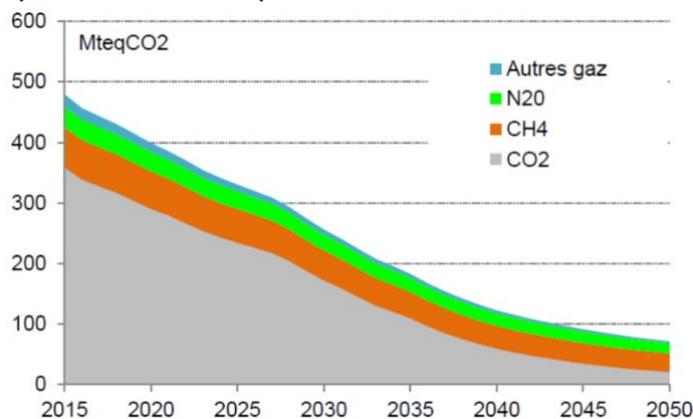


Figure 2: Émission brute de gaz à effet de serre MteqCO₂ selon renovo energie

Situation Actuelle en France

En France, les consommateurs tout comme les pouvoirs publics sont conscients de la nécessité de protéger l'environnement et de privilégier une architecture écologique, cela devient clair que s'engager dans une démarche de développement, c'est aussi penser des bâtiments durables et c'est dans cette optique que le dispositif Plan Bâtiment Durable a été mis en place.

Ce dispositif PBD a été lancé en 2009 et réunit de nombreux acteurs du secteur du bâtiment et de l'immobilier. De ces échanges et réflexions est sortie une charte pour l'efficacité énergétique des bâtiment tertiaires publics et privés et une charte de mobilisation pour la rénovation énergétique des copropriétés.

Ces démarches s'inscrivent dans la volonté de PBD d'atteindre les objectifs horizon 2050 qu'est la neutralité carbone en énergie. Cela sera possible si une moyenne de 5000 logements sont rénovés pas an ou encore une baisse de la consommation énergétique dans le secteur tertiaire de 40% en 2030 et de 60% en 2050.²

Après réflexion le PBD a fixé des orientations permettant aux acteurs de faire évoluer la rénovation énergétique en ne se focalisant pas uniquement sur les passoires thermiques et les bâtiments publics. Le PBD annonce alors sa volonté de soutenir au développement de Garantie de performance énergétique et le déploiement du tiers financement pour une architecture durable ou Bioclimatique.²

Malgré son investissement la France n'a pas pu atteindre les objectifs 2020 qui était la réduction de la consommation en énergie primaire de 23%.

En %

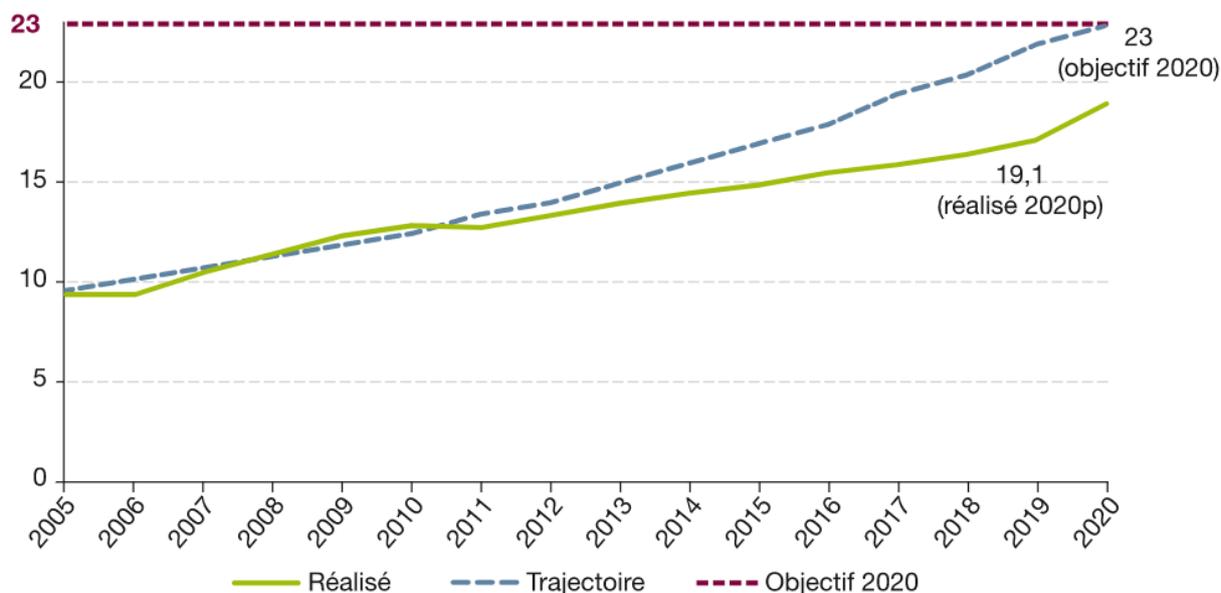


Figure 3: objectif 2020

3. PERFORMANCE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT DURABLE

La performance énergétique d'un bâtiment défini comme étant la quantité d'énergie nécessaire permettant aux occupants de répondre aux besoins énergétiques lié à usage du bâtiment et aux activités qui y sont menées.

Les systèmes techniques, sources de consommation énergétique sont entre autres :

- Le chauffage lié à la production et distribution de chaleur
- Le refroidissement lié à la production et distribution du froid
- La ventilation mécanique liée au renouvellement d'air intérieur
- La production d'eau chaude sanitaire ESC, par la production et distribution d'eau chaude
- Eclairage artificiel, pour la visibilité en zone obscure

La performance énergétique du bâtiment varie principalement en fonction des quatre éléments suivants

- ✓ La géométrie : Les éléments géométriques et organisationnels du bâti, y compris les dimensions du bâtiment, sa communication avec l'environnement et la répartition des espaces intérieurs
- ✓ L'enveloppe : elle se définit par l'ensemble des parois du bâti séparant l'espace intérieur des agressions extérieures, les éléments séparant l'extérieur y compris les pertes thermiques et les apports solaires.
- ✓ Matériaux : Les éléments associés à l'inertie du bâtiment tel que les planchers, parois verticales

✓ Systèmes : équipements techniques du bâtiment, incluant les systèmes de ventilation, d'éclairage, de chauffage de refroidissement et le système d'ECS
 Ces aspects du bâtiment peuvent jouer sur sa performance, d'une part les aspects (géométrie, enveloppe, Matériaux) déterminent les besoins énergétiques du bâtiment et d'autre part les systèmes permettent de répondre à ces besoins à travers la consommation d'énergie³.

La figure ci-dessous présente les éléments principaux du bâtiment qui interviennent dans la détermination de sa performance énergétique. Ainsi, la conception énergétique peut être définie comme dimensionnement des éléments influant sur la consommation d'énergie des postes réglementaires.

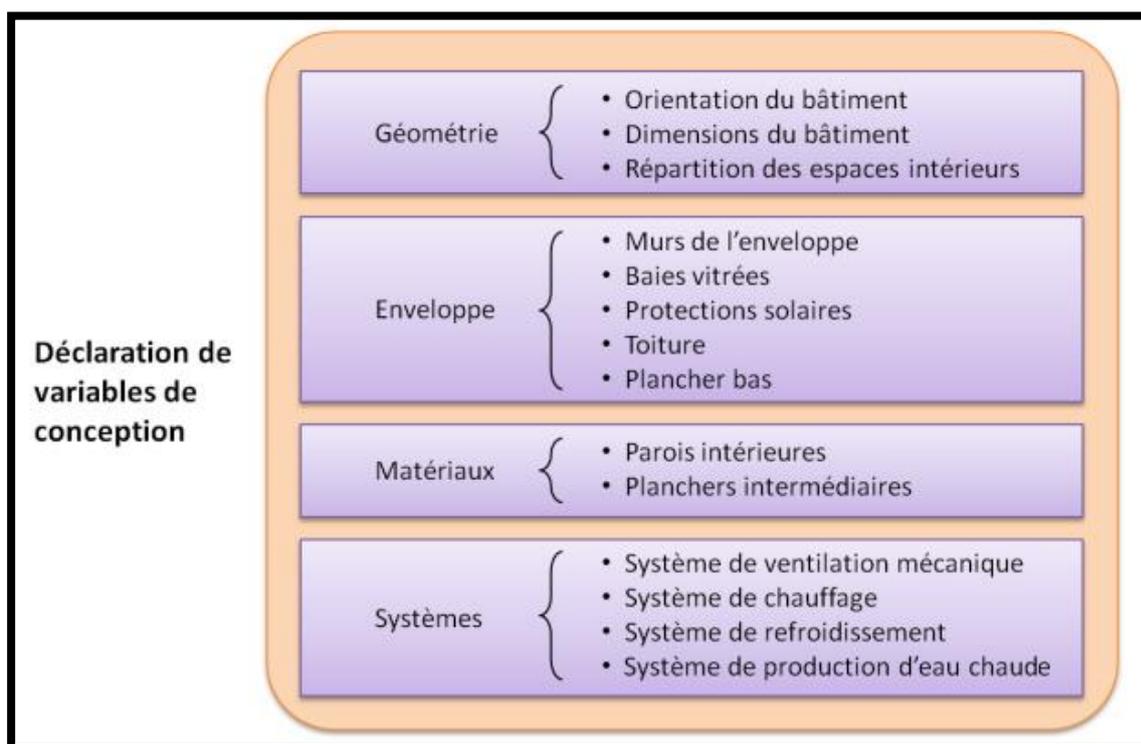


Figure 4: décomposition des éléments du bâtiment du point de vue énergétique source : pastel. Archine-ouvert.fr

Chiffre clés

Le secteur du bâtiment est l'un des secteurs les plus concernés par les enjeux du développement durable. Les statistiques françaises sur lesquelles entreprises, institutions et experts s'accordent sont impressionnantes. Le secteur du bâtiment représente environ 40 % des émissions de Gaz à effet de serre (CO₂) des pays développés, 37 % de la consommation d'énergie et 40 % des déchets produits.

Sur le plan économique, le secteur du bâtiment représente 10 % du produit intérieur brut français et représente, à l'échelle mondiale, près de 100 millions d'emplois. En France, les grandes et moyennes entreprises représentent plus de 300 000 entreprises, ces entreprises correspondent à environ 1,2 million d'actifs dont plus de 900 000

salariés et près de 290 000 artisans⁵. Ces quelques chiffres illustrent le poids économique du secteur ainsi que son importance dans la prise en compte des enjeux du développement durable.

De 2021 à avril 2022, les travaux dans le secteur du bâtiment totalisent plus de 149 milliards euro, cela correspond à un investissement de 68 milliards euros dans la construction neuve et investissement de 81 milliard dans l'entretien et amélioration.⁶

Parmi les nouvelles constructions, le secteur tertiaire (bâtiments administratifs, bâtiment industriel et de stockage, bâtiment agricole, bureaux, commerces hébergement) compte 61 milliards euro d'investissement soit 28 milliards d'euros en construction neuve et 33 milliards dans l'entretien et rénovation, le tout pour une création de 25 077 000 m² de surface de plancher SDP. Le secteur logement collectif et individuel comptabilise un investissement de 88 milliards d'euros dans la construction dont 40 milliards d'euros en construction neuve et 48 millions en entretien et amélioration le tout pour une création de 32 637 000 m² de surface de plancher.⁶

Il résulte de ces chiffres, 54,4% des investissements vont dans l'entretien et la rénovation, cela est dû aux faites qu'il y a plus de surface dans existant que de surface créer. Cela prouve d'un autre coté l'intérêt des acteurs de la construction pour la rénovation.

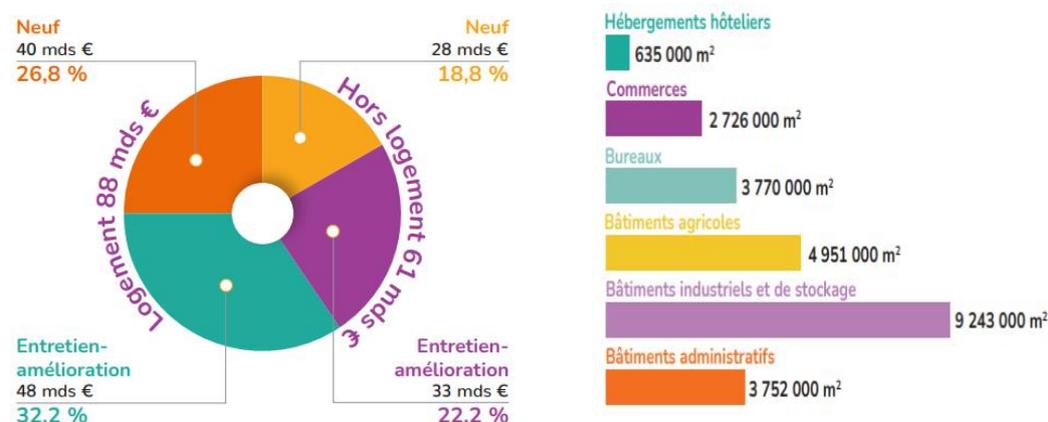


Figure 5: chiffres clés 2021 source : ffbâtiment.com

4. PRESENTATION DE LA RE2020, NF HQE ET DU BREEM

RE2020

1. Contextes et objectif de la RE2020

La performance énergétique, environnementale et sanitaire des constructions neuves s'inscrivent dans une exigence de lutte contre le changement climatique, de sobriété de la consommation des ressources et de préservation de la qualité de l'air dans le bâtiment (Loi ELAN : Evolution du logement, de l'aménagement et du numérique). Cette loi répond aux objectifs d'économie d'énergie, de limitation de l'empreinte

carbone par le stockage du carbone de l'atmosphère durant le cycle de vie d'un bâtiment, de recours à des matériaux issus de ressources renouvelables et d'amélioration de la qualité de l'air⁷(loi ELAN article L111-9).

Sur le plan carbone l'article 178 précise que les produits de construction et équipement, les modalités de calcul et de formalisation des informations nécessaires au respect des exigences mentionnées à l'article L111-9.

Cette loi rédigée en 2018 oblige les acteurs du secteur à réfléchir au-delà de la réglementation thermique en vigueur c'est-à-dire, revoir à la hausse les performances énergétiques et environnementale de réglementation thermique RT2012. La RT2012 est la réglementation thermique qui s'applique à certains bâtiments tertiaires et tous les bâtiments résidentiels, née du Grenelle de l'Environnement, et qui fait suite à la réglementation précédemment en vigueur (RT2005). .

La RE2020 impose des critères de performance énergétique plus ambitieux que ceux de la RT2012De même elle intègre la performance environnementale des bâtiments à travers trois objectifs :

- Prioriser la sobriété énergétique et à la décarbonation de l'énergie,
- Diminuer l'impact carbone de la construction des bâtiments,
- Garantir le confort en cas de forte chaleur.

2. Apport de la RE2020 à la RT2012

Energie	Bbio [points]	Besoins bioclimatiques	Evaluation des besoins de chaud, de froid (que le bâtiment soit climatisé ou pas) et d'éclairage.	EVOLUTION
	Cep [kWhep/(m ² .an)]	Consommations d'énergie primaire totale	Evaluation des consommations d'énergie renouvelable et non renouvelable des 5 usages RT 2012 : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires +	EVOLUTION
	Cep,nr [kWhep/(m ² .an)]	Consommations d'énergie primaire non renouvelable	1. éclairage et/ou de ventilation des parkings 2. éclairage des circulations en collectif 3. électricité ascenseurs et/ou escalators	NOUVEAU
Carbone	Ic_{énergie} [kg eq. CO ₂ /m ²]	Impact sur le changement climatique associé aux consommations d'énergie primaire	Introduction de la méthode d'analyse du cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des énergies consommées pendant le fonctionnement du bâtiment, soit 50 ans.	NOUVEAU
	Ic_{construction} [kg eq. CO ₂ /m ²]	Impact sur le changement climatique associé aux « composants » + « chantier »	Généralisation de la méthode d'analyse du cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des produits de construction et équipements et leur mise en œuvre : l'impact des contributions « Composants » et « Chantier ».	NOUVEAU
Confort d'été	DH [°C.h]	Degré-heure d'inconfort : niveau d'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude	Évaluation des écarts entre température du bâtiment et température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents, elle varie entre 26 et 28°C).	NOUVEAU

Tableau 1: 6 indicateurs de la RE2020 répondant aux exigences minimales (source : GUIDE RE2020 page 5)

Les 5 usages réglementaires de la RT 2012 (chauffage, le refroidissement, l'éclairage, la production d'eau chaude sanitaire et les auxiliaires) sont toujours présents. La RE2020 y ajoute la mobilité des occupants internes au bâtiment et d'autres auxiliaires (ascenseurs, parkings et parties communes)

Les principales évolutions de la RE2020

Principales évolutions	RT 2012	RE 2020
Périmètre d'évaluation des consommations énergétiques des usages immobiliers	5 usages RT : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires	5 usages RT 2012 : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires, auxquels s'ajoute : <ul style="list-style-type: none"> ▶ la consommation d'électricité nécessaire au déplacement des occupants à l'intérieur du bâtiment, s'il y en a : ascenseurs et/ou escalators ; ▶ la consommation d'électricité pour les parkings des systèmes suivants : systèmes d'éclairage et/ou de ventilation, s'il y en a ; ▶ la consommation d'électricité des circulations en logement collectif pour l'éclairage.
Indicateur des besoins énergétiques : Bbio en points	Besoins énergétiques du bâtiment pour en assurer le chauffage, le refroidissement et l'éclairage	Bbio RT 2012 modifié par : <ul style="list-style-type: none"> ▶ Prise en compte systématique des besoins de froid (qu'un système de climatisation soit installé ou pas les besoins de froid seront calculés).
Indicateur des consommations conventionnelles d'énergie : Cep en kWh/(m².an)	Chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires Dédution faite de toute production d'électricité à demeure	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Prise en compte d'usages immobiliers supplémentaires (cf. périmètre d'évaluation). L'indicateur ne comptabilise pas, en tant que consommations d'énergie, les énergies renouvelables captées sur la parcelle du bâtiment et autoconsommées. ▶ Pénalisation forfaitaire des consommations en cas d'inconfort d'été potentiel.
↳ Pour le calcul de Cep : Coefficient de conversion en énergie primaire	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Electricité = 2,58 ▶ Autres énergies importées par le bâtiment = 1 ▶ Energie renouvelable captée sur le bâtiment = 0 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Electricité = 2,3 ▶ Bois = 1 ▶ Réseau urbain de chauffage ou de froid = 1 ▶ Autres énergies non renouvelables = 1 ▶ Energie renouvelable captée sur le bâtiment ou la parcelle = 0

Tableau 2: Evolution de le RT2012 (Source: référentiel RE2020)

Indicateur des consommations conventionnelles d'énergie : Cep,nr en kWh/(m ² .an)	N'existe pas	Nouvel indicateur, proche de l'indicateur Cep, introduit pour la RE 2020 : il prend en compte uniquement des consommations en énergie primaire non renouvelable du bâtiment. Les économies d'énergie doivent porter en priorité sur les énergies non renouvelables.
↳ Pour le calcul de Cep,nr : Coefficient de conversion en énergie primaire		<ul style="list-style-type: none"> ↳ Électricité = 2,3 ↳ Énergies renouvelables = 0 ↳ Réseau urbain de chauffage : 1 – Taux EnR&R ↳ Réseau urbain de froid : 1 ↳ Autres énergies non renouvelables = 1
Indicateur de confort d'été : DH en °C.h	Ticref : température intérieure maximale atteinte au cours d'une séquence de 5 jours très chauds d'été	Degré-heure d'inconfort noté DH en °C.h : niveau d'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude. Il s'agit de la somme de l'écart entre la température de l'habitation et la température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents).
Sref : surface de référence	<ul style="list-style-type: none"> ↳ S_{RT} pour le résidentiel ↳ Surface utile (SU) pondérée d'un coefficient pour le tertiaire 	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Surface habitable (SHAB) pour le résidentiel ↳ Surface utile (SU) pour le tertiaire
Scénarios météorologiques		Les scénarios météorologiques sont mis à jour par : <ul style="list-style-type: none"> ↳ l'actualisation des années de référence : années-type dont la constitution a été effectuée sur la base de fichiers Météo-France sur la période de janvier 2000 à décembre 2018 ; ↳ la modification de deux stations météo : La Rochelle remplacée par Tours et Nice par Marignane.
Scénario d'occupation		Les scénarios d'occupation ont été ajustés pour rendre compte de manière plus réaliste du comportement des usagers. Néanmoins, il s'agit toujours de scénarios conventionnels et de profils moyens, de sorte que les résultats ne peuvent être utilisés comme outil de prédiction des consommations.

Tableau 3: Evolution de le RT2012 (Source : référentiel RE2020)

3. Indicateur et niveau du besoin Bioclimatique

➤ Le Bbio :

Le Bbio traduit la conception et la performance de l'enveloppe d'un bâtiment indépendamment des systèmes énergétiques à travers le besoin bioclimatique pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel. La composante refroidissement n'existait pas dans le Bbio RT 2012 pour les bâtiments non climatisés et fait son apparition dans le Bbio RE 2020 pour l'ensemble des bâtiments. Ce qui ne permet pas de comparer directement le Bbio max de la RT 2012 et celui de la RE 2020, puisque le périmètre du Bbio dans la RE 2020 est plus large

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Institut 2iE - Rue de la Science -01 BP 594-Ouagadougou 01 - BURKINA FASO Tél. : (+226) 25. 49. 28. 00 -Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Email : 2ie@2ie-edu.org - www.2ie-edu.org

Page 23 sur 74

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de Bbio_maxmoyen
Maisons individuelles ou accolées	63 points
Logements collectifs	65 points

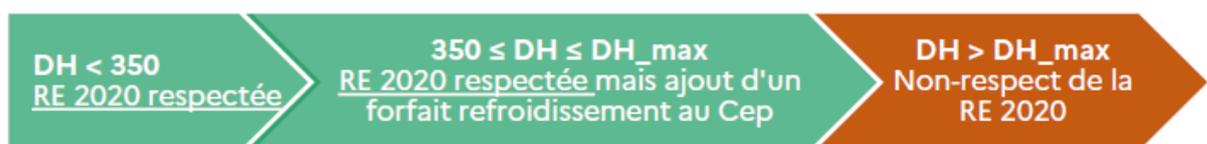
Comme pour la RT2012, le Bbio_max moyen est calculé pour prendre en compte les contraintes de chaque bâtiment (zone géographique présence de comble, surface moyenne des logements, surface du bâtiment, zone de bruit) d'où la formule suivante :

4. Indicateur et niveau de confort d'été DH

La TIC se fait remplacer par l'indicateur degré heure dans la **DH**. Le DH donne la durée d'inconfort perçu par l'occupant (par rapport à la température de confort variant entre 26 et 28°).

À le DH se calcule via les paramètres suivants :

- L'occultation du bâtiment (volets roulant, brise soleil, orientation, BSO etc.)
- La gestion automatique des protections solaire,
- Le degré d'inertie et de déphasage du bâtiment (isolation par extérieur, toiture végétalisée etc.)
- Système de rafraîchissement basse consommation ou passifs (brasseur d'air, bardage ventilé, puits canadiens etc.)



	Catégorie 1 « sans contrainte extérieure »	Catégorie 2 « avec contrainte extérieure »
DH_max	1 250	1 850

Tableau 4: Maisons individuelles ou accolées

	Valeur de DH_max		
	Catégorie 1*, sauf parties de bâtiments climatisés en zones H2d et H3	Catégorie 1 climatisée** : Pour les zones H2d et H3	Catégorie 2
***Smoy _{lgt} ≤ 20 m ²	1 250	1 600	2 600
20 m ² < Smoy _{lgt} ≤ 60 m ²	1 250	1 700 – 5* Smoy _{lgt}	2 850 – 12,5* Smoy _{lgt}
Smoy _{lgt} > 60 m ²	1 250	1 400	2 100

Tableau 5: Logements collectifs

5. Indicateur et niveau de performance énergétique Cep,nr, Cep Ic^{énergie}

Le Cep,nr : cet indicateur exprime en kWh d'énergie primaire/(m².an), la consommation d'énergie primaire non renouvelable du bâtiment, calculée pour des conditions de fonctionnement conventionnelles, pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la mobilité des occupants interne au bâtiment dans le cas du collectif et du tertiaire, les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire et de ventilation.

Le **Cep** en kWh d'énergie primaire/(m².an). Cet indicateur reprend l'ensemble des postes du Cep,nr mais cette fois en ajoutant les consommations d'énergie renouvelable, comme le bois, aux consommations d'énergie non renouvelables. Cet indicateur ne comptabilise pas, en tant que consommations d'énergie primaire, les énergies renouvelables captées sur la parcelle du bâtiment, pour l'usage du bâtiment.

Ic^{énergie} : cet indicateur traduit l'impact environnemental (émissions de CO₂) des consommations d'énergie primaire du bâtiment (renouvelables et non renouvelables) durant sa vie en œuvre. Il est exprimé en kg équivalent CO₂/m², noté kgeqCO₂/m²

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de Cep,nr_maxmoyen	Valeur de Cep_maxmoyen	Valeur de Ic _{énergie} _maxmoyen
Maisons individuelles ou accolées	55 kWhep/(m ² .an)	75 kWhep/(m ² .an)	160* kgCO ₂ /m ²
Logements collectifs	70 kWhep/(m ² .an)	85 kWhep/(m ² .an)	560** kgCO ₂ /m ²

Tableau 6: Valeurs moyennes et max des indicateurs IC énergie, CEP, CEP nr

6. Indicateur Carbone, Analyse du cycle de vie ACV

L'**ACV** a pour objet l'étude des impacts environnementaux générés pendant l'ensemble de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières avant fabrication jusqu'à la fin de vie, en passant par son utilisation.

L'ACV constitue donc un outil d'aide à la décision complet en matière environnementale. Pour un projet de construction donné, une ACV, prenant en compte ou non l'ensemble des étapes du cycle de vie et des produits de construction, permet d'évaluer les avantages et les inconvénients de différentes solutions constructives, ainsi que cibler les familles de matériaux sur lesquelles il convient de concentrer les efforts d'optimisation de la qualité environnementale.

Avant d'être un outil d'aide à la décision, l'ACV est tout d'abord un outil de calcul permettant de mesurer, grâce à de nombreux indices environnementaux, l'impact de la mise en place d'un projet de construction/rénovation de bâtiment. La méthode de calcul de l'ACV est dérivée de l'input-output analysis qui vise à quantifier tous les impacts environnementaux directs et indirects dus à une demande particulière, sur toute sa durée d'utilisation voire au-delà. L'approche globale et multicritères qui caractérise cette méthode lui confère un intérêt indéniable, celui d'éviter les transferts d'impacts (ou effet rebond) sur toute la chaîne de production. Cette discipline s'est grandement développée ces dernières années avec l'avènement de l'écologie industrielle.

L'ACV est aujourd'hui reconnue comme une méthode permettant de quantifier les impacts environnementaux de toutes les phases de vie d'un produit ou service.

⇒ Le cycle de vie d'un bâtiment

L'impact environnemental d'un produit peut se calculer grâce à cette équation

Equation 6 : calcul des impacts environnementaux :

$$\sum_i \left([Q_i] \times [R_i] \times \begin{bmatrix} \text{Emissions de GES } i \\ \text{Acidification } i \\ \dots \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} \text{Emissions de GES tot} \\ \text{Acidification tot} \\ \dots \end{bmatrix}$$

Avec :

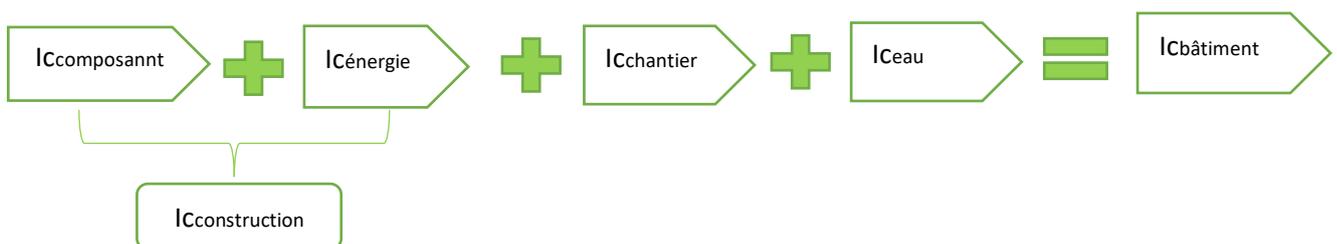
- Q_i : quantité du composant i
- R_i : nombre de renouvellement du composant i ($= \frac{PER_{\text{bâtiment}}}{PER_i}$)
- $\begin{bmatrix} \text{Emissions de GES } i \\ \text{Acidification } i \\ \dots \end{bmatrix}$: vecteur des impacts dus au composant i
- $\begin{bmatrix} \text{Emissions de GES tot} \\ \text{Acidification tot} \\ \dots \end{bmatrix}$: vecteur somme des impacts totaux

Équation 1: calcul ACV

Pour effectuer ce calcul, il est donc nécessaire d'avoir plusieurs informations :

- Les types de produits utilisés.
- La quantité de chaque produit utilisé dans le projet.
- L'impact environnemental par unité de mesure : Cette dernière information est fournie par des fiches environnementales de chaque produit, disponibles sur des bases de données.

La RE2020 définit l'indicateur **Icbâtiment** comme étant l'indicateur permettant d'évaluer l'impact d'un bâtiment de la phase conception à la déconstruction. Ainsi, **Icbâtiment** peut être calculé à partir de la formule suivante :



Icomposants : traduit l'impact sur le changement climatique de la production des composants du bâtiment, de leur transport, de leur mise en œuvre et de leur utilisation, non-compris les besoins en eau et en énergie de la phase d'exploitation du bâtiment. En revanche, leur maintenance, leur réparation et leurs remplacement éventuels au cours de la période de 50 ans sur laquelle porte l'analyse, puis leur fin de vie sont bien pris en compte.

ICénergie est l'indicateur mesurant l'impact sur le changement climatique, à l'horizon 50 ans, des émissions de GES relatives aux consommations d'énergie du bâtiment

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

pendant exploitation du bâtiment. Il est calculé avec la méthode dynamique à partir des consommations d'énergies finales de chaque vecteur énergétique sur 50 ans, qu'il faut multiplier par le facteur d'émission associé, le tout multiplié par le coefficient moyen de pondération de l'impact sur le changement climatique (l'ACV dynamique) égal à 0,79.

$$Ic \text{ énergie} = \left(\sum \text{Energie finale consommée} * \text{Facteur émission} \right) * 0,79$$

Équation 2: CALCUL Ic énergie

5. MISSION DE LA CERTIFICATION PRESENTATION DES CERTIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES FRANCE

Les certifications de construction durable selon ADEME sont fondées sur des référentiels qui s'appuient sur les travaux d'instances associative ou privées et portées par organisme officiel et indépendant. Certaines certifications ont une reconnaissance des pouvoirs publics puisqu'elles conditionnent l'octroi de certaines aides publiques.

Ces certifications sont délivrées par des organismes certificateurs qui ont pour mission d'attester la conformité d'une opération de construction sur la base des caractéristiques contenues dans un cahier des charges (référentiel). Ces référentiels basés sur les normes et réglementations, labels sur la construction durable, fixent des objectifs ou exigences, cotés donnant à un bâtiment une note basée sur les résultats obtenus. Cette note donne au bâtiment certifié une cotation permettant de le situer sur le plan environnemental et énergétique.

6. NF HABITAT ET NF HABITAT HQE

Délivré par Cerqual, NF Habitat a pour mission d'attester que les logements sont de bonne qualité et performant techniquement (une bonne qualité de vie dans le logement, une performance économique et un respect de l'environnement).

HQE est un label ayant pour objectif de réduire l'impact d'un projet de construction sur l'environnement (le chantier ou lieux d'exécution du projet doit avoir une faible nuisance aussi bien sonore qu'au niveau de traitement des déchets.)

Le HQE va au-delà du NF Habitat en augmentant les exigences en terme de qualité de vie, de respect de l'environnement et de performances économiques.



1. Contexte et engagements de la certification NF habitat HQE et NF habitat

La certification NF Habitat, NF Habitat HQE est une certification française avec pour objectif, l'accompagnement des acteurs du secteur de la construction face à l'évolution des exigences environnementales et énergétiques en leur permettant de bénéficier de signes de qualité reconnus sur le plan nationale et internationale, lisible et accessibles, en cohérence avec les enjeux actuels et future du secteur.

Au service des maîtres d'ouvrage, bailleurs ou promoteur, la certification adaptée et conçue pour les bâtiments de logement et résidences services permet de valoriser les projets par une approche multicritère du confort et du respect de l'environnement.

	NF HABITAT HQE
ORGANISME	CERQUAL
Lancement du référentiel	2015
Fonctionnement des exigences	Prérequis Niveau de performance à points
Niveau de certification	Pass, BON, très bon, excellent, exceptionnel

Les Quatre engagements de la certification NF habitat, NF habitat HQE

Cette certification est axée sur 3 facteurs qui sont :

2. Qualité de vie

La qualité de vie est définie comme étant, un lieu de vie plus sûrs et qui favorisent la santé, des services qui facilite le bon vivre et des espaces agréables à vivre, pratique et confortable. Il faut aussi compter les services autour qui facilitent le bien vivre ensemble.

3. Respect de l'environnement

Respect de l'environnement est une utilisation raisonnée des énergies et des ressources naturelles, la limitation des pollutions et la lutte contre le changement climatique, une prise en compte de la nature et de la biodiversité.

4. Performance économique

C'est une optimisation des charges et des coûts, une amélioration de la valeur patrimoniale, financière et d'usage, et une contribution au dynamisme et au développement des territoires.

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Institut 2iE - Rue de la Science -01 BP 594-Ouagadougou 01 - BURKINA FASO Tél. :(+226) 25. 49. 28. 00 -Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Email : 2ie@2ie-edu.org- www.2ie-edu.org

Page 29 sur 74

Exigence et performance de la certification NF habitat HQE

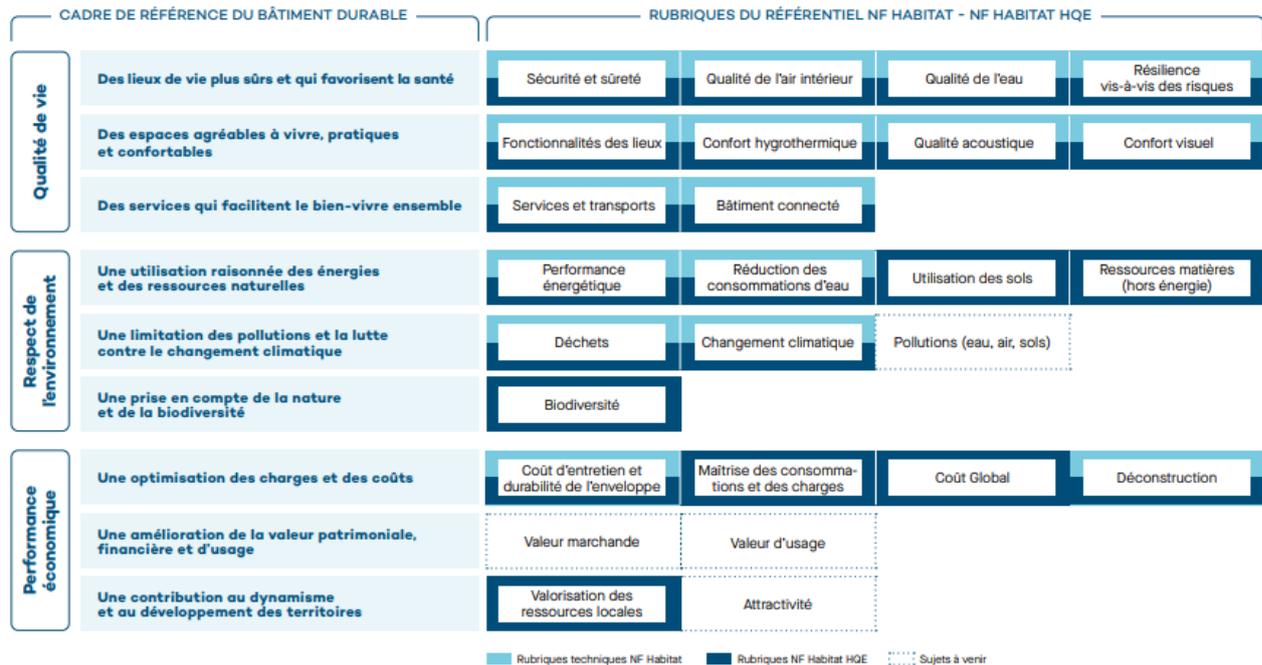


Figure 6: Source : synthèse nf-habitat_HQE

1. SE sécurité et sûreté

La rubrique SE renforce la protection des personnes (risque de chute, sécurité incendie, sécurité électrique), contrôle leur exposition à des substances toxiques ou ondes électromagnétiques, limite l'accès des personnes étrangères au site et créer un climat de sécurité aux abords du bâtiment.

2. QAI Qualité de l'air intérieur

La QAI contribue à assurer la qualité de l'air intérieur au travers des informations sanitaires (étiquettes COV) sur les produits de construction mis en œuvre et des disposition techniques d'installation d'aération et de ventilation.

3. QE Qualité de l'eau

La QE contribue à assurer le maintien de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans les réseau internes du bâtiment.

4. RES Résilience vis-à-vis des risques

La rubrique RES a pour objectif d'accompagner les maîtres d'ouvrage dans la prise en compte des effets des aléas climatiques qui peuvent concerner leurs opérations. Ces aléas sont les vagues de chaleur (canicules), les pluies intenses/inondations, les tempêtes, les mouvements de terrain, les sécheresses et les températures moyennes plus élevées. Il s'agit ici d'anticiper le changement climatique et l'augmentation

potentielle de la fréquence des événements climatiques extrêmes. Les bâtiments doivent pouvoir traverser ces événements au mieux et retrouver un fonctionnement normal le plus rapidement possible, tout ceci en conservant un niveau de confort acceptable pour les occupants.

Priorité calculée		Priorité choisie
P 2	Vagues de chaleur	P 1
P 3	Pluies intenses	P 3
P 1	Tempêtes	P 1
P 1	Mouvements de terrain	P 1
P 2	Sécheresse	P 2
P 2	Elévation des températures	P 1

Figure 7: Résultat extrait de l'outil résilience

L'outil permet de déterminer les aléas pouvant impacter sur le bâtiment. Il faudra ensuite traiter deux de ses aléas selon l'ordre de priorité calculé ou choisi.

5. Confort Hygrothermique

La rubrique CH a pour objectif de limiter les surchauffes du bâtiment lors des périodes estivales. Cette maîtrise de la température du logement est permise par le contrôle des apports solaires et par l'utilisation de l'inertie du bâtiment.

6. QUALITÉ ACOUSTIQUE

La rubrique QA est composée d'exigences pour l'amélioration de la qualité acoustique des bâtiments d'habitation. Elle est également complétée par un guide technique de référence permettant d'évaluer à la conception la qualité acoustique des constructions.

7. PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

La rubrique PE a pour objectif d'évaluer la performance énergétique en termes de réductions des consommations énergétiques des bâtiments et des émissions de gaz à effet de serre. Elle permet également d'apprécier la qualité technique des systèmes de chauffage, d'eau chaude sanitaire.

Toute opération en NF habitat est soumise à la réglementation thermique et énergétique en vigueur (le cas actuel, la RE2020)

Les exigences sont :

Le respect d'indicateur

Cep, Cep nr, Bbio tels que

- Cep inférieur ou égal à Cep_max
- Bbio inférieur ou égale à Bbio_max
- Cep,nr inférieur ou égal à Cep,nr_max
- Le niveau de perméabilité à l'air Q4Pa-surf est inférieur ou égal à Q4Pa-surf_max
- Les caractéristiques thermique minimales et les exigences de moyens de la RE2020 sont respectés

Obtention de la certification NF HABITAT HQE

Label et profil lié au NF Habitat HQE

La certification NF Habitat HQE avec ces exigences donne la possibilité d'obtenir des labels permettant d'atteindre des niveaux de performance énergétique et environnementale.

Certification NF Habitat ou NF Habitat HQE OU NF Habitat HQE « Profil Supérieur			
Labels (Energétique et Carbone) Période RT20112	Labels (Energétique et Carbone) Période RE2020	« Profil » NF HQE	Labels / Certifications
<ul style="list-style-type: none"> - BBCA - E+C- - Effinergie (Effinergie + / BEPOS / BEPOS +) - Effinergie Rénovation - RT2012 – 10% / - 20% - RT2012 « collectif anticipé » – 10% / - 20% 	<ul style="list-style-type: none"> - RE2020 - Seuils 2025 - RE2020 - Seuils 2028 - RE 2020 - Performance améliorée - Label Effinergie RE2020 <p>PAS DE NOUVEAUX LABELS RENO CAR RE2020 applicable au NEUF SEUL</p>	<ul style="list-style-type: none"> Profil Bas Carbone-V3.3 Profil Air Intérieur-V3.3 Profil Biodiversité-V3.3 Profil Economie Circulaire-V3.3 	<ul style="list-style-type: none"> - Biodiversity - Effinature - R2S Résidentiel

Tableau 7: Résumé labels, profil

7. BREEAM

Engagement de la certification BREEAM

BREEAM « Building Research Establishment Environmental Assessment Method ». Fondé en 1990 par le BRE (Building Research Establishment) (BRE), il lui donne la définition suivante :

« La méthode d'évaluation environnementale la plus utilisée pour les bâtiments et les collectivités. Elle établit la norme des meilleures pratiques en matière de conception durable et est devenue la mesure ou référence, utilisée pour décrire la performance environnementale d'un bâtiment. »

Cette méthodologie garantit que les bâtiments sont performants en matière de construction, d'exploitation et de conception durables. Le BREEAM est une certification pouvant être utilisée pour certifier à la fois les bâtiments neufs et les bâtiments réhabilités.

BREEAM est utilisé dans plus de 70 pays, dont plusieurs en Europe ont franchi une étape supplémentaire pour développer des systèmes BREEAM spécifiques à chaque pays et gérés par des opérateurs de systèmes nationaux (NSO). Ces pays sont : les Pays-Bas (BREEAM NL), l'Espagne (BREEAM ES), la Norvège (BREEAM NOR), la Suède (BREEAM SE) et l'Allemagne (BREEAM DE).

	BREEAM
ORGANISME	BRE
CREATION	1990
Lancement du référentiel	2008
Fonctionnement des exigences	Prérequis suivant les niveaux de certification crédit avec des points associés
Niveau de certification	Pass Good, VERY GOOD, EXCELLENT, OUSTANDING

1. 3 déclinaisons de la certification

Le BREEAM est une certification internationale basé sur un référentiel reconnu permettant de benchmarker les actifs selon des critères déterminés. L'applicabilité des critères tient compte du cadre normatif existant ayant fait l'objet d'une évaluation et d'une reconnaissance par le BRE. En complément un système de pondération national permet d'adapter la notation (poids des thèmes environnementaux) au contexte environnemental du pays concerné. Ailleurs le référentiel se décline en 3 options, selon le cycle de vie de l'opération :

□ **BREEAM New Construction** pour les bâtiments neufs ;

Les nouvelles normes de construction BREEAM donnent un cadre pour fournir des actifs nouvellement construits, durables et hautement performants qui soutiennent le succès commercial, tout en créant un impact environnemental et social positif.

Le BREEAM New Construction est certifiable selon trois modalités. Il est possible de mener une opération de certification sur des projets en **SHELL ONLY, SHELL AND CORE** et en **FULLY FITTED**

a) **SHELL ONLY ASSESSMENT**

Cette option d'évaluation est disponible lorsque la portée des travaux du promoteur couvre les nouveaux travaux de construction sur l'enveloppe du bâtiment et les aménagements extérieurs :

- Murs extérieurs, fenêtres, portes (extérieures), toit, murs intérieurs centraux, planchers structuraux
- Zones paysagères, voiries (lorsqu'elles sont présentes et dans le cadre des travaux).

b) **SHELL AND CORE ASSESSMENT**

Cette option est disponible lorsque la portée des travaux du constructeur couvre les travaux de l'enveloppe, comme décrit dans l'option 1, plus la mise en œuvre des systèmes. Les travaux et service durant la construction concernent l'installation de systèmes de transport centraux ou communaux, de systèmes d'alimentation en eau, d'aménagement d'espaces communs, d'installation de systèmes mécaniques et électriques centraux, y compris les système CVC. Les systèmes seront généralement centralisés avec une distribution plafonnée à chaque zone louée (pour un futur raccordement dans le cadre des travaux d'aménagement d'un locataire).

Un projet de construction en shell only ou shell and core est défini comme un projet dans lequel la portée des travaux du promoteur est la conception et la construction du bâtiment de base uniquement, laissant une gamme de travaux d'aménagement à terminer avant que le bâtiment puisse être occupé.

c) **Fully fitted**

Cette option permet d'évaluer le bâtiment dans sa totalité, elle est retenue dans le cas des propriétaires-occupants.

- **BREEAM RFO** (refurbishment and fit-out), pour les bâtiments sujets à des travaux de rénovation ou d'aménagement ;

BREEAM Refurbishment and Fit-out 2015 est un système multicritère d'évaluation de la qualité des immeubles rénovés et des surfaces locatives. Il permet de promouvoir la fourniture de rénovation et aménagement, afin d'atténuer les impacts du cycle de vie des bâtiments existants sur l'environnement d'une manière robuste et Manière rentable. Ceci est réalisé grâce à l'intégration et à l'utilisation du programme par les clients et leurs équipes de projet aux principaux les étapes du processus de conception et de travaux de rénovation ou d'aménagement

- **BREEAM In Use**, pour les bâtiments existants.

Les normes BREEAM In-Use fournissent un cadre permettant aux investisseurs immobiliers, aux propriétaires, aux gestionnaires et aux occupants de déterminer et de conduire des améliorations durables de la performance opérationnelle de leurs actifs, conduisant à l'analyse comparative, à l'assurance et à la validation des données d'actifs opérationnels.¹⁰

8. MODE D'ÉVALUATION

BREEAM évalue la performance d'un bâtiment sur un large éventail de facteurs environnementaux. La performance du bâtiment évaluée sur la base de l'approvisionnement, la conception du bâtiment, la construction et l'exploitation et mise en valeur du développement durable par rapport à une série d'objectifs basés sur des critères de performance environnementale et énergétique.

Il se concentre sur la valeur durable selon les thématiques suivantes :

- Énergie
- Aménagement du territoire et écologie
- Eau
- Santé et bien-être
- Pollution
- Transport
- Matériaux
- Déchets Management



Les enjeux de réduction des émissions de carbone, conception à faible impact environnemental, adaptation au changement climatique, valeur écologique et la protection de la biodiversité sont particulièrement approfondis.

Niveaux BREEAM	% Score		Star System
UNCLASSIFIED	<	30%	-
PASS	≥	30%	★
GOOD	≥	45%	★ ★
VERY GOOD	≥	55%	★ ★ ★
EXCELLENT	≥	70%	★ ★ ★ ★
OUTSTANDING	≥	85%	★ ★ ★ ★ ★

Tableau 8 : scoring

Facteur	Pondération Shell&Core	Pondération Fully fitted
Man (Management)	10,77%	11,11%
Hea (Santé Confort)	15,15%	20,70%
Ene (Energie)	16,64%	17,39%
Tra (Transport)	7,50%	6,63%
Wat (Eau)	6,24%	5,52%
Mat (Matériaux)	16,23%	14,35%
Wst (Déchets)	7,50%	6,63%
LE (Ecologie)	11,86%	10,49%
Pol (Pollution)	8,12%	7,18%
Inn (Innovation)	10,00%	10,00%

Tableau 9 : Pondération Shell&CORE et Fully Fitted

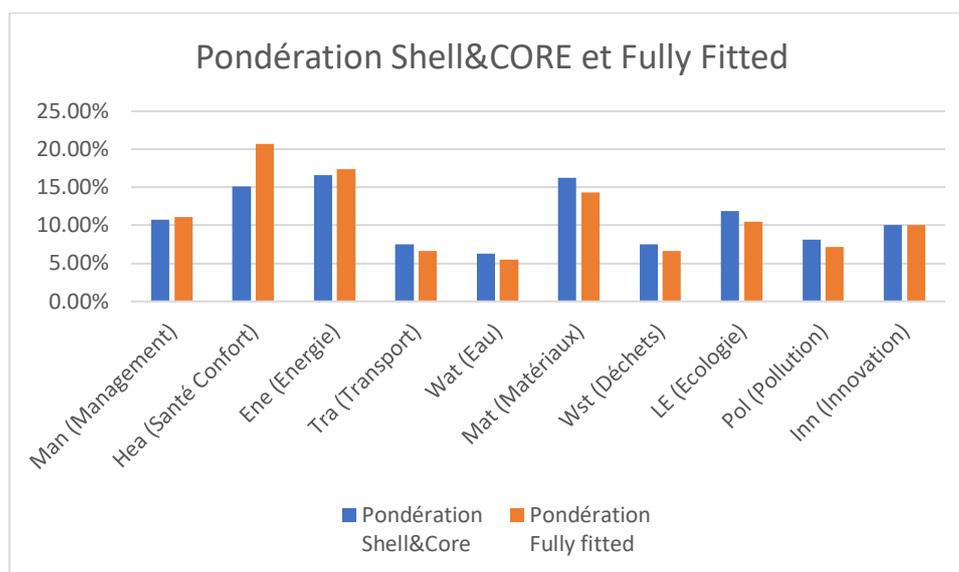


Figure 8: Pondération Shell&CORE et Fully Fitted

En BREEAM, la performance énergétique d'un bâtiment est comparée à celle d'un bâtiment de référence. Ce bâtiment respecte les normes de performance énergétique des bâtiments. Le calcul d'amélioration par rapport aux normes actuelles (calcul d'indice de performance énergétique), BREEAM prend en compte trois données : la demande énergétique opérationnelle, la consommation énergétique primaire et les émissions totales de dioxyde de carbone résultantes.

Gestion de l'énergie dans la certification BREEAM,

Le BREEAM évalue sur 10 points l'aspect énergie dans le bâtiment. Parmi ces critères on compte :

- **La santé et le bien être** : Ce point évalue les domaines tel que le confort thermique issue d'une étude de simulation thermique dynamique (STD) et la qualité de l'air pour les utilisateurs finaux du bâtiment.
- **L'énergie** : Ce point évalue, utilisation d'énergie renouvelable, l'équipement à faible consommation, compteur intelligents et existence d'un système de suivi et de contrôle. Il est demandé dans cette rubrique une étude de simulation d'énergétique dynamique (SED)
- **La pollution** : Dans cette partie, il est question des émissions de carbone, directement liées à la consommation d'énergie. Celle-ci peuvent être mesurer grâce aux systèmes de gestion de l'énergie (SGE) et ses calculateurs de CO2
- **L'innovation** : Cette catégorie est actuellement la flexible car, les caractéristiques du bâtiment sont examinées au cas par cas.

9. DIFFERENTES REFERENCES DE LA CERTIFICATION BREEAM

Analyse comparative des certifications BREEAM et HQE

Comparaison entre BREEAM ET NF HQE

Selon NICOLAS Régnier, président de Green soluce, l'augmentation de la délivrance de certification environnementales s'explique par trois principales raisons :

- Exigence de conformité avec les objectifs environnementaux fixés par le Grenelle de l'environnement et nécessité d'anticiper des réglementations toujours strictes
- Impératif de minimiser la facture énergétique et de maîtriser les charges d'exploitation ;
- Prise en compte de l'aspect environnemental des bâtiments qui devient créateur de valeur pour les actifs immobiliers.

Les systèmes de certification sont de plus en plus adaptés au contexte territorial afin de faciliter leur mise en œuvre.

Sur le plan environnemental, les 2 certifications ont des rubriques similaires autour de deux axes qui sont :

- Respect de la planète : exigences orientées vers l'économie des ressources naturelles et limitation des impacts environnementaux
- Respect des Hommes Exigences orientées vers le confort, la santé des usagers.

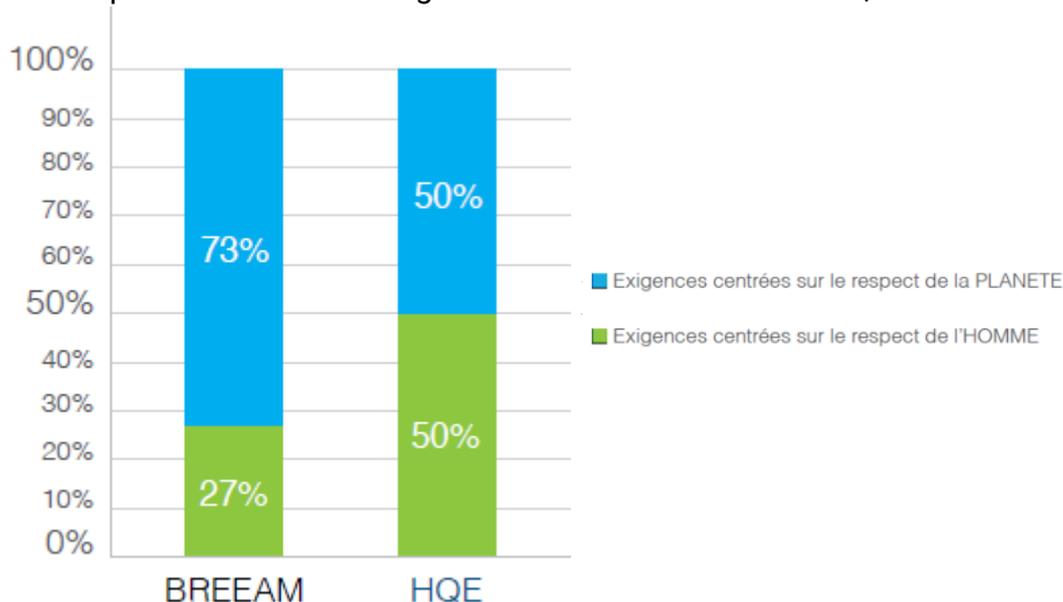


Figure 9: Axe, orientation des 2 certifications

Les champs couverts par les deux certification s'étende sur l'échelle des quartier, incluant la rénovation, la construction neuve, et l'exploitation du bâti.

		HQE	BREEAM
Rénovation		Oui	Oui- Version IRFO 2015
N E U F	Aménagement intérieur	Non	Oui – Version IRFO 2015
	Bâtiment culturel	Oui	Non (bespoke)
	Hôtel	Oui	Non (bespoke)
	Hôpital	Oui	Non (bespoke) Oui (en Angleterre)
	Logistique	Oui	Non (bespoke)
	Commerces	Oui	Oui – Version NC 2016
	Industrie	Non	Oui – Version NC 2016
	Route	Oui – HQE infrastructure	Oui – Breeam Infrastructure
Exploitation		Oui-Exploitation	Breeam in use
Quartier		HQE Aménagement	Breeam Communities

Tableau 10 : Projet certifiable en HQE & BREEAM

	EXIGENCE	BREEAM	NF Habitat HQE
Reduction of energy use and carbon emissions	Réduction des consommations	ETUDE RT/RE2020	ETUDE RT/RE2020
	Efficacité énergétique de la conception	ETUDE SED	/
Energy monitoring	Compteurs divisionnaires pour les principaux systèmes consommateurs d'énergie	Compteur d'énergie plus monitoring	/
	Compteurs divisionnaires pour les charges énergétiques importantes et les espaces loués	Sous compteur communicants sur chaque usage d'énergie	/
External lighting	Eclairage extérieur	OUI	OUI
Low carbon design	Analyse de conception passive - Gain de 5% à 10%	OUI	Bbio -10%

	Analyse de conception passive - Gain de 20%	Non	Bbio-20%
	Étude de faisabilité pour des émissions de carbone faibles ou nulles	OUI	BBCA, RE2020-10%, RE2020-20%
Energy efficient transportation systems (Ascenseurs)	Consommation énergétique	OUI	OUI
	Caractéristiques écoénergétiques	OUI	/

Tableau 11: comparaison des certification (Performance énergétique)

Le tableau ci-dessus représente le croisement des critères BREEAM partie énergie, aux exigences du NF Habitat HQE.

Réduction des consommations : Cette exigence a pour objectif d'encourager, les bâtiments conçus pour minimiser la demande d'énergie opérationnelle, la consommation d'énergie primaire et les émissions de CO₂. Pour répondre à cette exigence, une étude simulation thermique dynamique permet d'optimiser l'enveloppement. Ces simulations se font sur la base de la RT2012 OU RE2020. Cette étude est réalisée en BREEAM et en HQE.

Efficacité énergétique de la conception : Pour répondre à cette exigence du BREEAM, les acteurs se base sur la simulation énergétique dynamique qui permet de calculer les consommations énergétiques d'un projet en tenant compte de l'exploitation du bâtiment et de ses équipements. Cette exigence ne figurant pas en NF Habitat, elle n'est donc pas obligatoire par contre le choix des équipements efficient ayant un rendement bien défini sont obligatoire en HQE.

Energy monitoring : Cette exigence encouragée l'installation de compteurs divisionnaires d'énergie pour permettre le suivi de la consommation d'énergie opérationnelle. Permettre aux gestionnaires et aux consultants après le transfert de comparer les performances réelles avec les objectifs afin d'éclairer la gestion continue et de réduire tout écart de performance. Pour répondre à cette exigence, il est demandé l'installation de compteur communicant sur chaque usage de l'énergie en plus d'un système de monitoring des consommations sur les bâtiments de plus de 1000 m² de surface utile. Pour plus de crédit, il est aussi demandé de mettre en place un système de monitoring sur chaque niveau/cellule du bâtiment.

Cette exigence n'est pas référencée en NF habitat HQE par contre la RT2012/RE2020 impose l'installation de système permettant d'évaluer la consommation d'énergie.

External lighting : l'exigence encourage la spécification de luminaires économes en énergie pour les zones extérieures des pays en développement. En BREEAM les crédits sont atteints seulement si l'efficacité moyenne des éclairages est supérieure à 70

lm/W et que l'installation est sur horloge. L'espace circulations piétonne doit être sur détecteur de présence pour économie d'énergie.

On retrouve en NF Habitat HQE l'exigence éclairage des circulations communes extérieures et des cheminements extérieurs qui exige un contrôle de l'éclairage extérieur avec une réduction de l'éclairage à 30% entre 23h et 5h au minimum en restant supérieur à 20 lux.

Analyse de conception passive, Étude de faisabilité pour des émissions de carbone faibles ou nulles : l'adoption de mesures de conception qui réduisent la demande énergétique des bâtiments, les émissions de carbone associées et maximisent les énergies renouvelables sur site. Le BREEAM répond à cet exigence par l'étude STD et SED permettant de justifier une réduction des besoins énergétiques de soit 5% pour 1 crédit ou 2 crédit si -10% de gain atteint.

L'analyse de conception passive ne fait pas partie des exigences de la certification NF Habitat HQE, néanmoins elle est atteignable si le projet vise les tels que : labels EFFINERGIE RE2020, RE2020-10% et RE2020-20%. Le label EFFINERGIE RE2020 renforce les exigences de la réglementation énergétique sur plusieurs indicateurs. Parmi ces indicateurs, on cite le Bbio avec une réduction de -15% par rapport au Bbio référence, on compte aussi la réduction de 10% de la consommation d'énergie primaire non renouvelable

Energy efficient transportation systems Ascenseurs (Consommation énergétique) : Reconnaître et encourager la spécification de systèmes de transport économes en énergie. Pour répondre à cette exigence du BREEAM il faudra par exemple effectuer une analyse comparative des consommations sur les ascenseurs à installer sans le bâtiment. A l'instar du BREEAM, la NF habitat exige que l'ascenseur e performance énergétique, il y a en option deux point de plus si les ascenseurs possèdent des systèmes de récupération d'énergie sur le freinage.

Energie efficient transportation systems Ascenseurs (Caractéristiques écoénergétiques) : Cet exigence en BREEAM est atteignable en justifiant les appareils avec VVVF, et que les éclairages dans les ascenseurs sont en led supérieur à 70lm/w. La NF Habitat ne répond pas à cette exigence

10.APPORT DE LA RE2020 AUX CERTIFICATIONS

Après analyse des deux certifications, on constate que la RE2020 bien qu'elle soit une Réglementation énergétique permet atteindre les objectifs sur le plan énergétique, un

bâtiment exemplaire respectant les normes européennes de la construction, permet d'atteindre les performances d'un bâtiment de référence.

La RE2020 est donc l'outil primordiale en France permettant de mettre à niveau sur le plan énergétique et environnemental un bâtiment respectant les nouvelles normes européennes de la construction.

11. ANALYSE CRITIQUE

Après la présentation des deux certifications, on constate que sur le plan performance, le BREEAM a plus d'exigence que la NF Habitat et NF Habitat HQE.

Le constat est que ces deux certifications partent sur la même base, la RT2012. Cette réglementation est pour les deux certifications une base de calcul de performance énergétique et environnementale car elle leur permette d'estimer la consommation moyenne au mètre carré de chaque bâtiment, de déterminer indice carbone, le Besoin Bioclimatique et le Taux d'inconfort en période de canicule pour les projets sujet à la RE2020. De même elle permet d'estimer la consommation en énergie primaire et en énergie non renouvelable.

Le BREEAM étant plus exigeant que la NF Habitat, NF Habitat HQE, il n'en est pas moins que la certification NF Habitat, donne la possibilité d'aller au-delà des exigences en mettant en option les labels qui offrent la possibilité d'attendre des performances énergétiques, bioclimatique et environnementale.

12. ETUDE DE CAS PRATIQUE

Projet visant la certification BREEAM (Projet Mercedes)

Le bâtiment est de type R+4 avec un sous-sol d'une surface SDP de 5772m²

Surface utiles : 8371.9m²

- Effectif : 50 personnes
- La partie Atelier est exclue de la certification (1413 m²)



Figure 10: Vue 3D

Objectif de certification

Référentiel	BREEAM International New Construction V6
Type de certification	fully fitted-aménagé
Typologie de bâtiment	Retail
Niveau de certification	VERY GOOD 

Proposition de profil et étude de faisabilité.

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Institut 2iE - Rue de la Science -01 BP 594-Ouagadougou 01 - BURKINA FASO Tél. :(+226) 25. 49. 28. 00 -Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Email : 2ie@2ie-edu.org- www.2ie-edu.org

À la suite d'un entretien avec les acteurs, différent intervenant du projet et après étude du dossier de consultation entreprise, un profil est établi selon les critères imposés par la certification. Ce profil permet à CITAE de fixer des objectifs au client et des directives à suivre pour obtention de ces crédits. Une fois ce profil exposé au client un programme est rédigé (Faisabilité).

Energy	Ene 01	Reduction of energy use and carbon emissions	Réduction des consommations	9	1
			Efficacité énergétique de la conception	4	4
Energy	Ene 02	Energy monitoring	Compteurs divisionnaires pour les principaux systèmes consommateurs d'énergie	1	1
			Compteurs divisionnaires pour les charges énergétiques importantes et les espaces loués	1	1
Energy	Ene 03	External lighting	Eclairage extérieur	1	1
Energy	Ene 04	Low carbon design	Analyse de conception passive - Gain de 5%	1	1
			Analyse de conception passive - Gain de 10%	1	0
			Étude de faisabilité pour des émissions de carbone faibles ou nulles	1	1
Energy	Ene 06	Energy efficient transportation systems (Ascenseurs)	Consommation énergétique	1	1
			Caractéristiques éco-énergétiques	2	2
Energy	Ene 08	Energy Efficient Equipment	Equipements efficients	2	0

Tableau 12 : Extrait du profil BREEAM (partie ENERGIE)

Le programme est le recensement des Critères, crédit visé en précisant le rôle de chaque intervenant du projet ainsi que les justificatifs à transmettre au BRE servant d'attestation que les clauses rédiger dans les CCTP ont été bien mise en exécution.

Critère BREEAM	ENE 01	1/9 crédits
-----------------------	--------	-------------

Le calcul RT 2012 doit être réalisé et mis à jour à chaque modification du projet.

Les hypothèses du calcul RT sont intégrées au marché.

Les prestations réalisées en phase exécution doivent être en cohérence avec ce calcul. Une mise à jour du calcul RT pourra être demandée au BET Fluides en phase réception.

Afin d'optimiser la performance du bâtiment, l'atteinte des valeurs suivantes est préconisée :

- $U_{\text{mur ext}} \leq 0,2$
- $U_{\text{toiture}} \leq 0,15$
- $U_{\text{plancher bas}} \leq 0,2$
- $U_w \leq 1,2 - S_w \leq 0,67 - T_I \geq 0,71$
- Présence d'occultations extérieures

Documentation spécifique à fournir (hors pièces de marché classiques)

PHASES	RENDUS	ACTEURS
PRO	Note de calculs thermique	CITAE
PRO	CV de l'ingénieur thermicien	CITAE
EXE	Note de calculs thermique MAJ	CITAE

Tableau 13 : Extrait du programme environnemental (ENE01)

Le tableau 15, présente l'exigence énergie ENE01 qui donne les directives pour le calcul thermique et les justificatifs qui doivent être envoyés au BRE.

Réalisation de l'étude RT2012 du projet.

Donnée du Site

Description	Données
<u>Département</u>	69 - Rhône
<u>Zone climatique</u>	H1 c
<u>Altitude</u>	307
<u>Classe d'exposition aux bruits</u>	BR1
<u>Température de base extérieure</u>	-11 °C
<u>Température de base intérieure</u>	19 °C

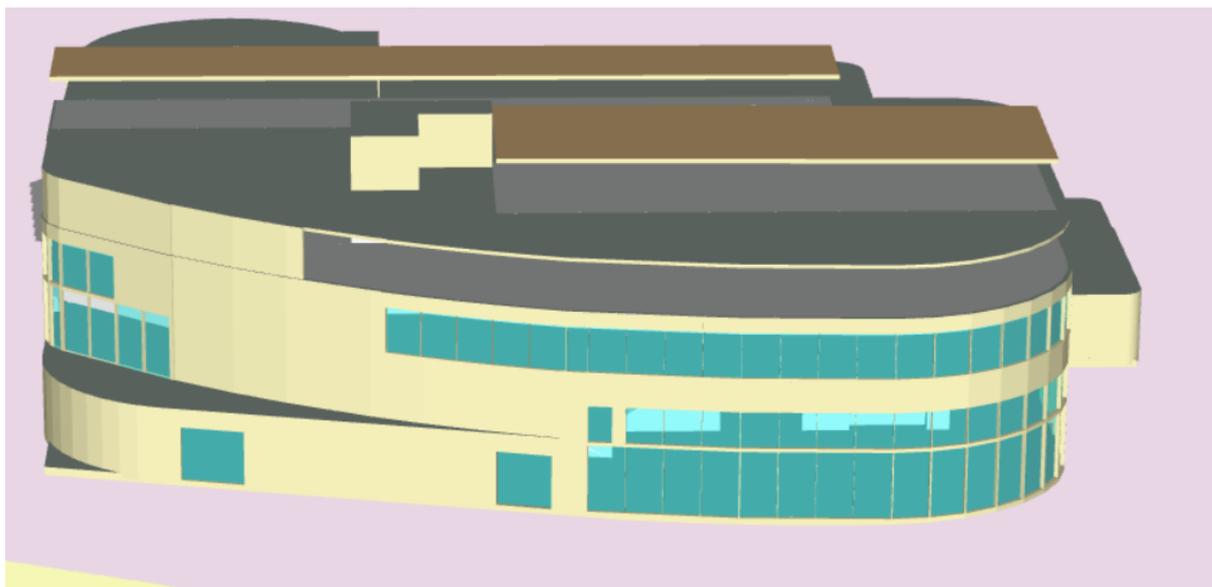


Figure 11: Réalisation 3D sur Pléiades

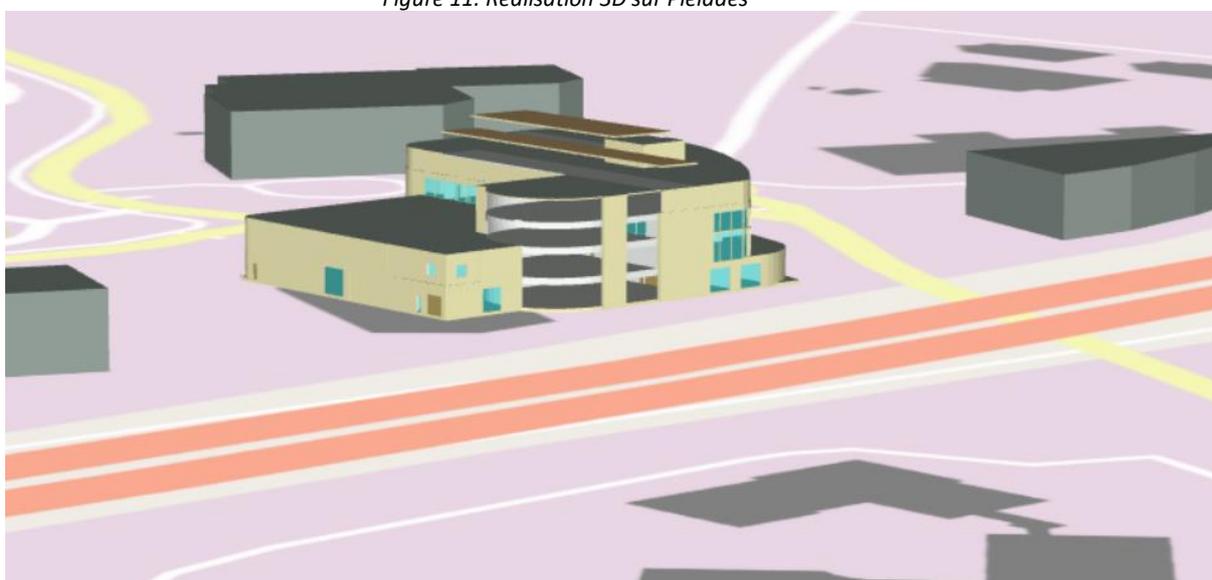


Figure 12 : Implantation dans sont environnement

La réalisation de l'étude passe d'abord par une validation des hypothèses de calcul. Il sera question dans un premier de temps de Faire des hypothèses de simulation en se basant sur les informations récoltées dans les CCTP entreprises, Plans fluides, Plan architectures Plan VRD.

1. Information Projet

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Institut 2iE - Rue de la Science -01 BP 594-Ouagadougou 01 - BURKINA FASO Tél. :(+226) 25. 49. 28. 00 -Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Email : 2ie@2ie-edu.org- www.2ie-edu.org

Enveloppe du bâtiment	Système poteau poutre béton avec les parois extérieures en acier double peau sur isolation en laine minérale Facade Rideau orientée au sud (gain d'énergétique et solaire important)
Système de chauffage/refroidissement	systèmes VRV(Volume de réfrigérant variable)
Eau chaude sanitaire ECS	Ballon électriques (dans les sanitaires , ballon thermodynamique dans les vestiaires)
Système VMC	Centrale double flux récupérant l'énergie via un échangeur de chaleur (air préchauffé à 21°C par des bactéries électriques)
Panneaux PV	Ombrière PV au R+4 (Puissance installée 110 kWc)

2. Hypothèse d'utilisation

Partie commerce

L'occupation nominale de la zone commerciale est prévue de 09h à 19h. L'occupation est réduite pour les périodes creuses du matin, du midi et du soir. La concession est supposée fermé le dimanche et les jours fériés (8 jour/an).

Il est considéré un taux d'occupation de 1 personne / 100m² soit (0,01p/m²).

Créneaux	Occupations
09h00 – 10h00	13 personnes
10h00 – 12h00	26 personnes
12h00 – 14h00	13 personnes
14h00 – 18h00	26 personnes
18h00 – 19h00	13 personnes
19h – 09h00	0 personnes
Week-end	
Jours fériés	

Partie Bureaux

L'occupation nominale de bureau est prévue de 08h à 19h. L'occupation est réduite pour les périodes creuses du matin, du midi et du soir. La concession est supposée fermée le dimanche et les jours fériés (8 jour/an).

Il est considéré un taux d'occupation de 1 personne / 10m² soit (0,1p/m²).

Créneaux	Occupations
08h00 – 09h00	20 personnes
09h00 – 12h00	40 personnes
12h00 – 14h00	20 personnes
14h00 – 18h00	40 personnes
18h00 – 19h00	20 personnes
19h – 08h00	0 personnes
Week-end	
Jours fériés	

Température de consigne

La consigne est fixée à 21°C en occupation. Un réduit à 16°C est appliqué en inoccupation. Une relance à 19°C est effectuée 1h avant l'occupation du matin (2h le lundi). La température durant la dernière heure d'occupation (18h-19h) est également fixée à 19°C profitant ainsi de l'inertie du bâtiment.

Apport internes

Les équipements électriques apportent des calories au volume chauffé. Ils sont comptabilisés sous forme d'apports internes. Les consommations électriques sont également prises en compte dans le bilan de consommation.

Eclairage Artificiel

L'éclairage est géré via des système LED à détection de présence dans les locaux à occupation passagère.

- Commerce : 6W/m²
- Bureaux : 10W/m²
- Sanitaire : 4W/m²
- Circulation : 2W/m²

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

- Parking sous-sol : 1.5W/m²

Le détail des systèmes d'éclairage sont présentés en annexes.

Bureautique

Les apports dus aux ordinateurs, écrans, imprimantes et petits électroniques sont estimés à 12W/m² en période d'occupation dans les bureaux. Un réduit à 6W/m² est appliqué pour les périodes creuses du matin, du midi et du soir.

Wall media

La consommation des wall media pour la projection de vidéos publicitaires sont estimés à 200W/u. Les écrans fonctionnent pendant les horaires d'ouvertures et sont éteints en inoccupation. On dénombre :

- 4 écrans dans l'air de livraison
- 6 écrans dans le hall d'exposition au RDC

3 écrans dans le hall d'exposition AMG au R+1

La consommation des wall media pour la projection de vidéos publicitaires sont estimés à 200W/u. Les écrans fonctionnent pendant les horaires d'ouvertures et sont éteints en inoccupation. On dénombre :

- 4 écrans dans l'air de livraison
 - 6 écrans dans le hall d'exposition au RDC
- 3 écrans dans le hall d'exposition AMG au R+1

Equipement EXTERNES

Les équipements externes rentrent en compte dans la consommation électrique globale du site mais n'apporte pas de calories aux volumes chauffés.

SCENARIOS POUR L'ETUDE DES RISQUES

En fonction des caractéristiques de l'opération et des conditions d'occupation et d'exploitation du site, les scénarios suivants ont été sélectionnés pour étudier leur impact sur les consommations et les risques à maîtriser en exploitation.

Scénario	Particularités	Raison de leur sélection
N°1	Bonne exploitation des systèmes	Scénario de base

N°2	Mauvaise gestion des équipements	Nombreux équipements spécifiques : à surveiller
N°3	Changement climatique	Projection au long terme de la consommation du bâtiment
N°5	Faible occupation	
N°6	Forte occupation	
N°7	Impact de +/-2°C de la température de chauffage	Mettre en avant les conséquences d'un mauvais équilibre confort/consommation
N°8	Impact de +/-2°C de la température de refroidissement	
N°9	Mauvaise gestion des occultations	
N°10	1 ^{ère} combinaison de plusieurs scénarii	
N°11	2 ^{ème} Combinaison de plusieurs scénarii	

Élément	Hypothèse Retenue	Sources	Date
Panneaux photovoltaïques	110 kWc	Robin Pantazis Ingénieur fluide chez APRC	20/10/2022
Machine atelier	Hors périmètre		
Puissance wall média	200 W/u	Fiche technique équipement équivalent : « 55" LCD Video Wall Displays »	06/11/2022
Borne IRVE	20 unités	CCTP élec courant fort	29/06/2022
Eclairage extérieur	Puissance et nombre selon plans	Plans CFO-CFA	29/06/2022

Perméabilité à l'air

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

TYPE DE BATIMENT	PERMEABILITE en m ³ /(h.m ²) sous 4Pa
Maison individuelle	0,60
Immeuble collectif	1,00
Bureau, hôtellerie	1,70
Restaurant, enseignement	1,70
Établissements sanitaires	1,70
Crèche, halte-garderie	1,70
Commerce, magasin	3,00
Zones commerciales	3,00
Transport ; Aérogare	3,00
Établissement sportif	3,00
Foyer jeunes travailleurs	1,70
Industrie	3,00
Tribunal	1,70
Cité universitaire	1,70

Dans l'étude la valeur saisie est celle par défaut selon l'arrêté du 26 Octobre 2010, soit :

- 1,7 m³/(h.m²) sous 4Pa en zone de bureau
- 3,0 m³/(h.m²) sous 4Pa en zone de commerce

Inertie

• Zone	Capacité thermique quotidienne	Capacité thermique séquentielle	Surface d'échange	Classe d'inertie
<u>Zone commerciale</u>	265.09 kJ/(K.m ²)	355.52 kJ/(K.m ²)	2.36 m ² /m ² SU	Moyenne
<u>Bureaux</u>	342.71 kJ/(K.m ²)	449.88 kJ/(K.m ²)	2.88 m ² /m ² SU	Moyenne

Les règles Th-I proposent différentes méthodes pour déterminer l'inertie quotidienne du bâtiment étudié, dans cette étude la méthode de calcul suit la NF EN ISO 13786

Zonage du bâtiment

L'ensemble des espaces intérieurs a été modélisé afin d'estimer au plus juste le comportement thermique et énergétique du site. Le zonage thermique permet de

regrouper les locaux ayant la même utilisation et les mêmes profils de charges internes et externes.

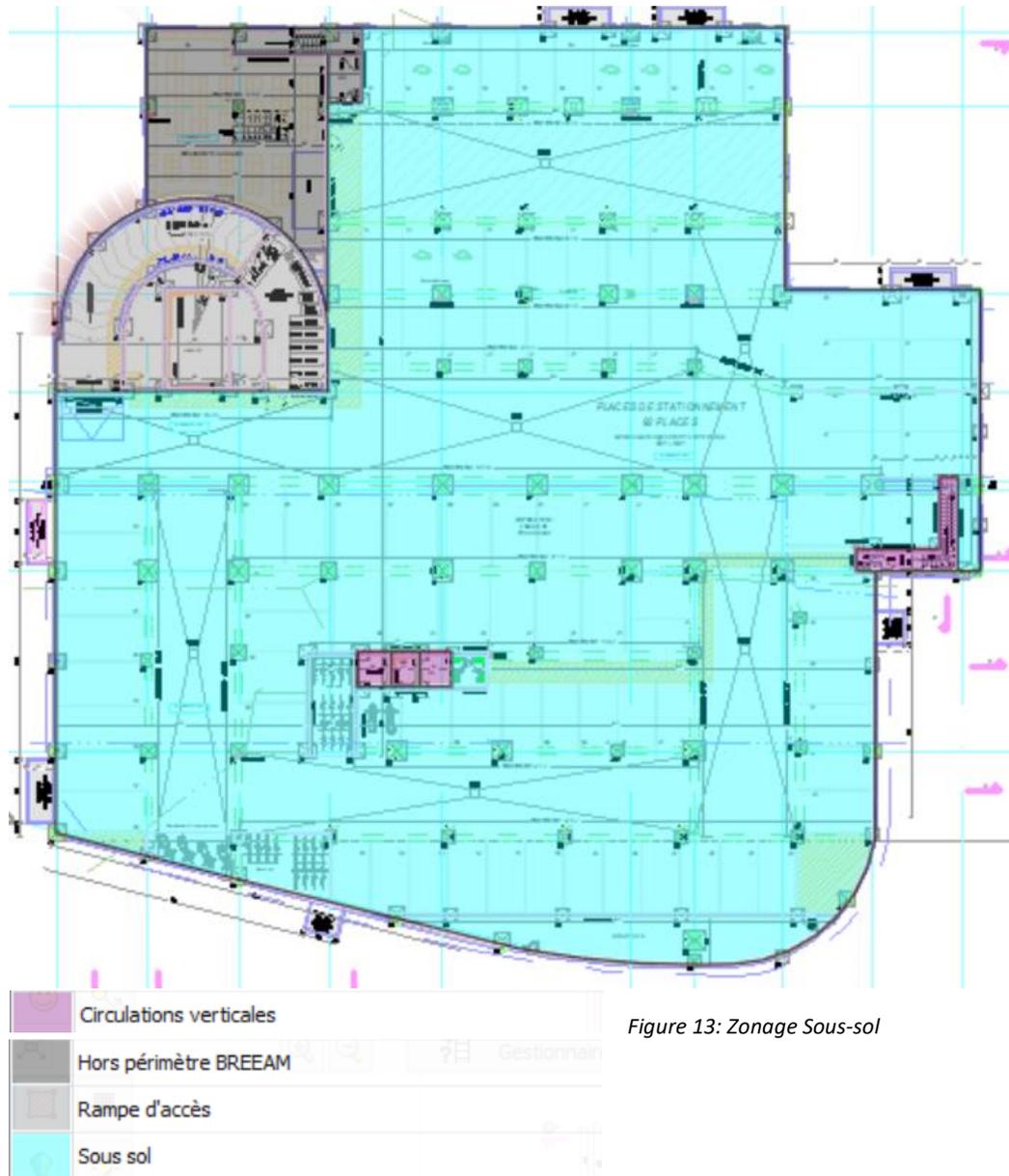


Figure 13: Zonage Sous-sol

13.RESULTAT DE L'ETUDE RT2012

Coefficient Bio

Formule : $B_{bio\ max} = B_{bio\ max\ moyen} \times (M_{bgéo} + M_{balt} + M_{bsurf})$

- $B_{bio\ max\ moyen}$: valeur moyenne du $B_{bio\ max}$ définie par type d'occupation du bâtiment ou de la partie de bâtiment et par catégorie CE1/CE2.
- $M_{bgéo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique.
- M_{balt} : coefficient de modulation selon l'altitude.

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

- M_{surf} : pour les maisons individuelles ou accolées, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment ou de la partie de bâtiment.

Postes Bbio	Projet	Max
Besoin de chauffage	2 x 3.8 kWh/m ² SRT	
Besoin de climatisation	2 x 49.4 kWh/m ² SRT	
Besoin d'éclairage	5 x 16 kWh/m ² SRT	
Besoins Bioclimatique	186.7 points	200,5 points

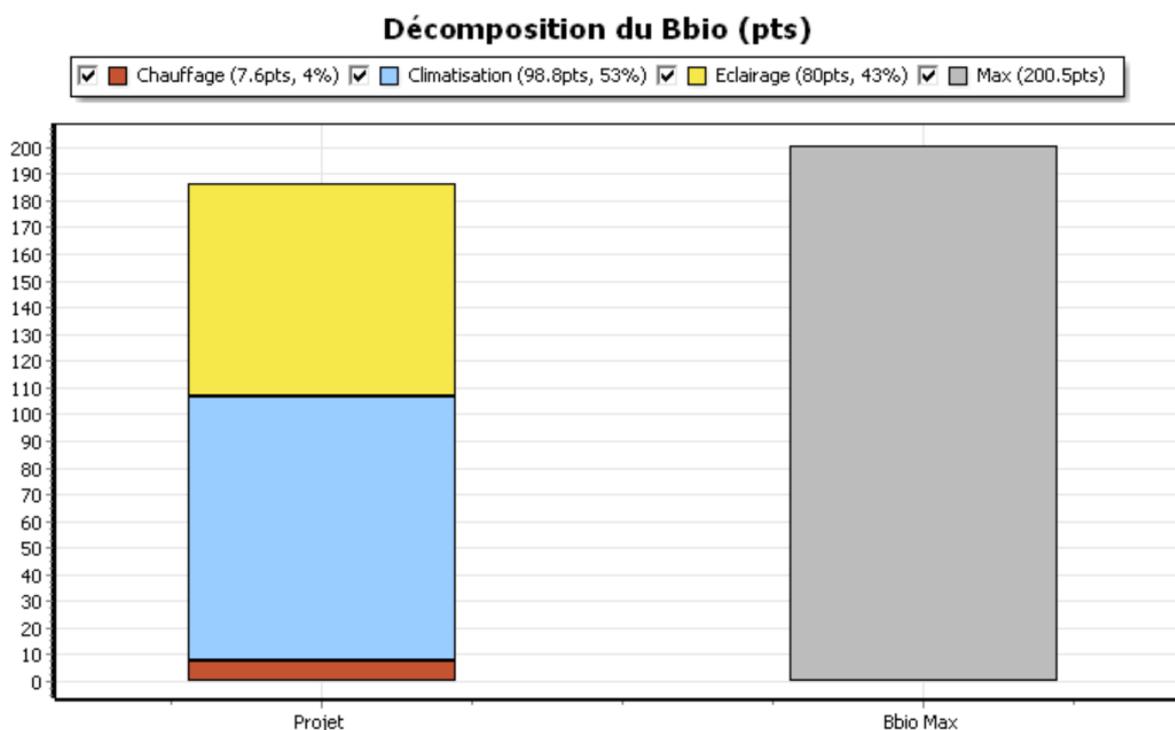


Figure 14: Graphique Bbio Projet-Max

Coefficient Cep

Mode de calcul : $Cep\ max = 50 \times M_{\text{type}} \times (M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} + M_{\text{csurf}} + M_{\text{cGES}})$

- M_{type} : coefficient de modulation selon le type de bâtiment ou de partie de bâtiment et sa catégorie CE1/CE2.
- $M_{\text{cgéo}}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique.
- M_{calt} : coefficient de modulation selon l'altitude
- M_{csurf} : pour les maisons individuelles ou accolées, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment ou de la partie de bâtiment.
- M_{cGES} : coefficient de modulation selon les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées, pour le bois-énergie et les réseaux de chaleur et de froid faiblement émetteurs en CO₂.

Postes Cep	Projet	Max
Chauffage	23.5 kWhEP/m ² SRT	
Climatisation	94.4 kWhEP/m ² SRT	
Eau Chaude Sanitaire	1.8 kWhEP/m ² SRT	
Eclairage	200.6 kWhEP/m ² SRT	
Auxiliaire ventilation	29.6 kWhEP/m ² SRT	
Auxiliaire hydraulique	0 kWhEP/m ² SRT	
Production EnR	-33.7 kWhEP/m ² SRT	
Consommation d'énergie primaire	316.3 kWhEP/m ² SRT	381 kWhEP/m ² SRT
Utilisation des ENR	70.6 kWhEP/m ² SRT	

Décomposition du Cep

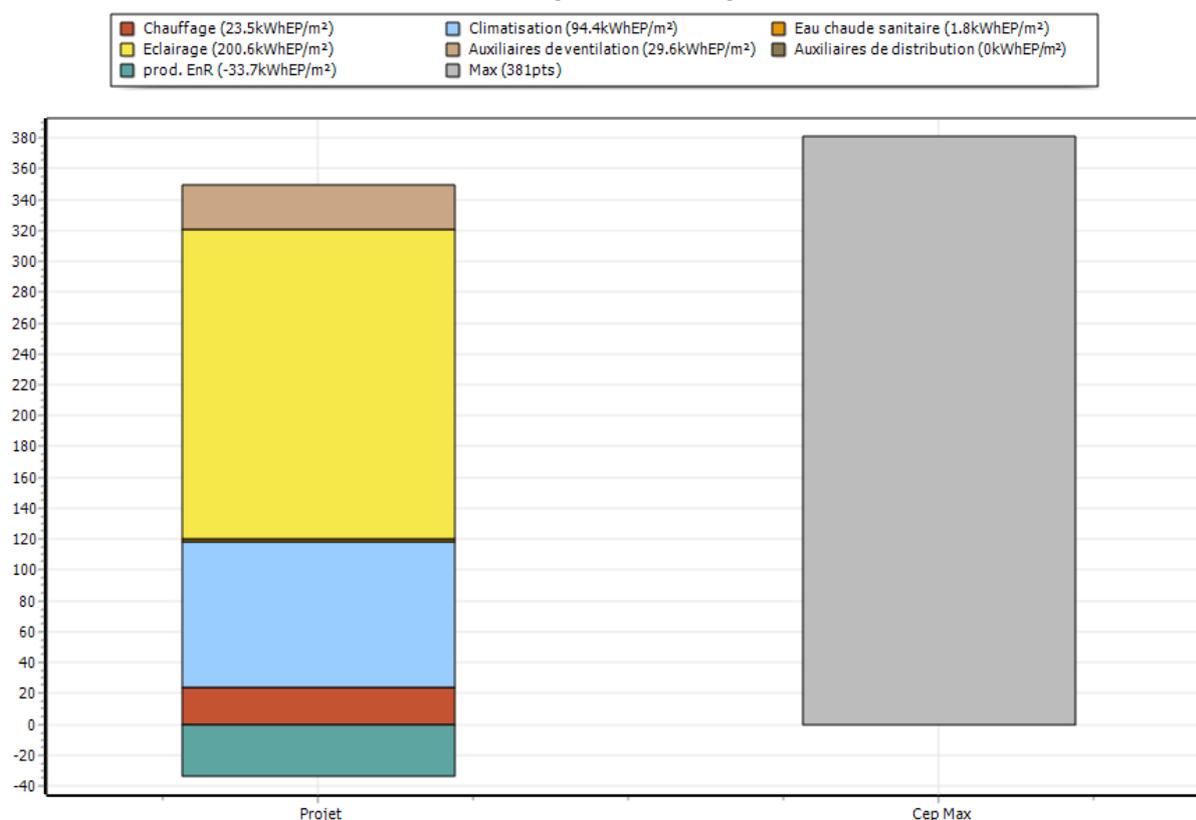


Figure 15/ Graphique Cep

TIC :

Définition

TIC: Température intérieure conventionnelle la plus chaude atteinte dans les locaux au cours d'une séquence de 5 jours les plus chauds d'été.

TIC_{réf}: C'est la valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative, calculée pour le bâtiment de référence.

3. Tic projet

Localisation	Projet	Référence
<u>Zone commerciale</u>	32 °C	
<u>Atelier</u>	31.6 °C	33.3 °C
<u>Locaux sociaux</u>	28.9 °C	32.5 °C
<u>Magasin</u>	29.4 °C	32.2 °C
<u>Sanitaires vestiaires espace atelier</u>	26.6 °C	30 °C
<u>Bureaux</u>	31.4 °C	

14. ETUDE DE CONCEPTION PASSIVE

L'objectif de l'étude de la conception passive est de faire des propositions soit de la source de production en énergie ou de solutions alternatives de système de chauffage, de refroidissement ou de production en ECS pouvant réduire la consommation en énergie primaire. Le choix finale se porte sur le système ou hypothèse le plus économique et moins émissif en Gaz à effet de serre.

Sur ce projet, l'étude portera sur l'analyse de source alternative de production d'énergie. Il y a aura donc comme hypothèse deux système dont la géothermie et le système de production solaire.

➤ Cas de Base

Conso Initiale Simulation		247,5	kWhEP/m ²
GES Initial Simulation		8,1	kgCO ₂ /m ² /an
Chauffage EP	Gaz		
	Elec	69,14	
	RC		
	Bois		
ECS	Gaz		
	Elec	1,62	
	RC		
	Bois		
Refroidissement	Elec		
	RF		
Eclairage	Elec	32,07	
Aux Distribution	Elec		
Aux Ventilation	Elec	25,10	
Usage spécifique	Elec	119,53	
Prod photovoltaïque	Elec	0,00	

Cas de Base + Photovoltaïque

Conso Initiale Simulation		174,5	kWhEP/m ²
GES Initial Simulation		5,7	kgCO ₂ /m ² /an
Chauffage EP	Gaz		
	Elec	69,14	
	RC		
	Bois		
ECS	Gaz		
	Elec	1,62	
	RC		
	Bois		
Refroidissement	Elec		
	RF		
Eclairage	Elec	32,07	
Aux Distribution	Elec		
Aux Ventilation	Elec	25,10	
Usage spécifique	Elec	119,53	
Prod photovoltaïque	Elec	-72,94	

Classe Energie	D
Classe Climat	B
Gain Energétique	29%
Gain GES	29%

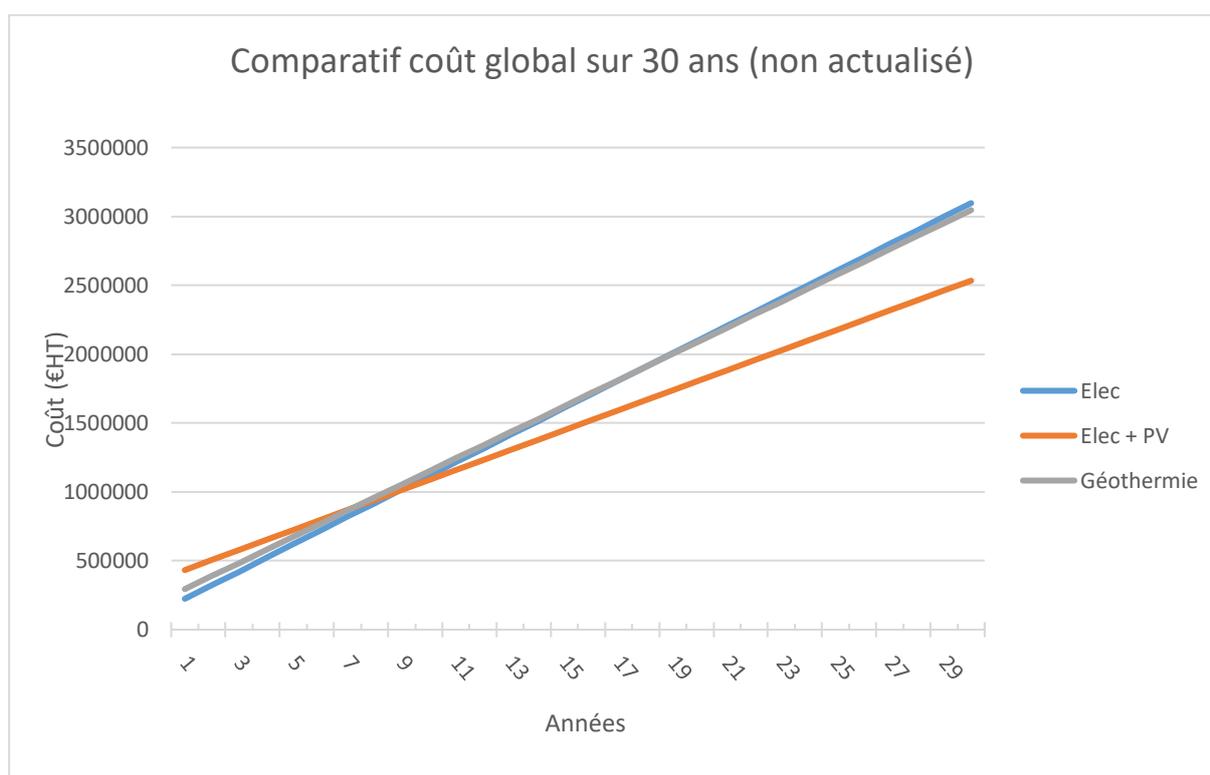
Consommations		228,0	kWhEP/m ²
GES		7,4	kgCO ₂ /m ² /an
Chauffage EP	Gaz		
	Elec	49,70	
ECS	Gaz		
	Elec	1,6	
Refroidissement	Elec		
	RF		
Eclairage	Elec	32,1	
Aux Ventilation	Elec	25,1	
Usage spécifique	Elec	119,53	

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Prod photovoltaïque	Elec	0,00
---------------------	------	------

Classe Energie	D
Classe Climat	B
Gain Energétique	8%
Gain GES	8%



Après analyse des hypothèses le cas de base, plus le système de production solaire reste la meilleure option car elle permet de faire des économies d'énergies et un gain en émission de gaz à effet de serre comparé aux autres hypothèses.

15. LIMITE DE L'ETUDE

Dans le cadre du stage, il y a été traité des sujets BREEAM et NF Habitat HQE dont les Permis de construire ont été déposés avant janvier 2022, cela rend difficile l'étude de sujet sur la RE2020. Les cas pratiques se limitent donc à la présentation des sujets en rapport avec la RT2012 qui reste une version antérieure à la RE2020.

CONCLUSION

La certification est un protocole qui garantit les résultats d'un projet de construction. La construction passive est un processus qui nécessite des connaissances spécifiques et une méthode rigoureuse, Il s'agit de prendre en compte les critères de base du passif ainsi que les réglementations thermiques imposées par les directives européennes.

La certification NF Habitat, NF Habitat HQE, BREEAM sont des programmes permettant de certifier la qualité de bâtiment, sur le plan énergétique, sur le plan environnemental. Ces certification forces les promoteurs, investisseurs à adopter de bonne pratique sur chaque phase d'un projet de construction. Ces certifications permettent aux différents intervenant sur les projets, d'avoir des gestes verts en phase d'exécution, de préserver la biodiversité et de l'écosystème.

Sur le plan énergétique ces deux certifications ont des exigences basées sur les réglementations énergétiques. En France la RE2020 qui est la réglementation énergétique en vigueur sert de référence dans la certification des bâtiments.

Le sujet a parmi de passer en revue les certifications BREEAM et NF Habitat HQE. Il en ressort que ces deux certifications visent les mêmes objectifs sur le plan énergétique et environnemental. Le BREEAM reste pour l'instant la certification la plus exigeance vu les exigences, la démarche et les critères de certification un peu plus complexe.

La limite de la NF Habitat est qu'elle intervient que dans les logements collectifs ou individuels contraire au BREEAM qui a un champ d'action un peu plus large car elle intervient beaucoup plus dans le secteur tertiaire qui reste un secteur consommateur et producteur de GES.

16.ANNEXES

Description	Saisie
-------------	--------

<u>VRV Front office RDC</u>	Générateur thermodynamique air extérieur / air recyclé Type AJY90 LALDH de chez Atlantic	
	<u>Chauffage</u>	<u>Refroidissement</u>
	Température source amont + 7°C Température fluide aval + 20 °C Puissance absorbée 7.44 kW COP 3.76 Certifié	Température source amont + 35°C Température fluide aval + 27 °C Puissance absorbée 9.06 kW EER 3.09 Certifié
	Générateur thermodynamique air extérieur / air recyclé Type AJY108 LALDH de chez Atlantic	
	<u>Chauffage</u>	<u>Refroidissement</u>
	Température source amont + 7°C Température fluide aval + 20 °C Puissance absorbée 7.76 kW COP 4.31 Certifié	Température source amont + 35°C Température fluide aval + 27 °C Puissance absorbée 9.54 kW EER 3.51 Certifié
Générateur thermodynamique air extérieur / air recyclé Type AJY144 LALDH de chez Atlantic		
<u>Chauffage</u>	<u>Refroidissement</u>	
Température source amont + 7°C Température fluide aval + 20 °C Puissance absorbée 13.76 kW COP 3.27 Certifié	Température source amont + 35°C Température fluide aval + 27 °C Puissance absorbée 16.74 kW EER 2.68 Certifié	

Description	Saisie
--------------------	---------------

	Générateur thermodynamique air extérieur / air recyclé Type AJY72 LELDH de chez Atlantic	
	<u>Chauffage</u> Température source amont + 7°C Température fluide aval + 20 °C Puissance absorbée 4.42 kW COP 4.13 Certifié	<u>Refroidissement</u> Température source amont + 35°C Température fluide aval + 27 °C Puissance absorbée 5.95 kW EER 3.76 Certifié
<u>VRV Front office R+1</u>	Générateur thermodynamique air extérieur / air recyclé Type AJY126 LALDH de chez Atlantic	
	<u>Chauffage</u> Température source amont + 7°C Température fluide aval + 20 °C Puissance absorbée 11.74 kW COP 3.41 Certifié	<u>Refroidissement</u> Température source amont + 35°C Température fluide aval + 27 °C Puissance absorbée 13.18 kW EER 3.03 Certifié
<u>VRV Front office R+2</u>	2 Générateurs thermodynamiques air extérieur / air recyclé Type AJY90 LALDH de chez Atlantic	
	<u>Chauffage</u> Température source amont + 7°C Température fluide aval + 20 °C Puissance absorbée 7.44 kW COP 3.76 Certifié	<u>Refroidissement</u> Température source amont + 35°C Température fluide aval + 27 °C Puissance absorbée 9.06 kW EER 3.09 Certifié
	Générateur thermodynamique air extérieur / air recyclé Type AJY144 LALDH de chez Atlantic	

	<u>Chauffage</u> Température source amont + 7°C Température fluide aval + 20 °C Puissance absorbée 13.76 kW COP 3.27 Certifié	<u>Refroidissement</u> Température source amont + 35°C Température fluide aval + 27 °C Puissance absorbée 16.74 kW EER 2.68 Certifié
--	---	--

Description	Saisie
<u>CET Vestiaires – Front office</u>	Générateur thermodynamique air extérieur / eau Type Calypso Split 270L de chez Altantic <u>ECS</u> Température source amont + 7°C Température fluide aval + 45 °C Puissance absorbée 0.64 kW COP 3.45 Certifié Ballon d'eau chaude à accumulation 270L Pertes thermiques 3.57 W/K ; 3.856 kWh/jr T° max 65°C Certifié
<u>Ballon ECS sanitaires commerce Front office</u>	Ballon d'eau chaude instantané à effet Joule Type PC 30L de chez Altantic Puissance élec 2kW Pertes thermiques 0.6875 W/K ; 0.743 kWh/jr T° max 65°C Certifié
<u>Ballon ECS sanitaires bureaux Front office</u>	T° de fonctionnement 50°C

Emetteurs

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Emetteur Front office - Commerce

Description	Saisie						
<u>Emetteur chaud/froid</u>	Soufflage d'air chaud/froid type ventilo-convecteur Variation temporelle par défaut : 2°C/-2°C Variation spatiale B2/B						
	Type	ARXA 24 GBLH	ARXA 30 GBLH	AUXB 04 GBLH H	AUXB 07 GALH H	AUXB 09 GALH H	AUXB 12 GALH H
	Nombre	12	11	17	6	2	8
	Grande vitesse	94W	108W	23W	25W	25W	29W
	Moyenne vitesse	53W	85W	19W	18W	18W	22W
Petite vitesse	26W	62W	16W	14W	14W	15W	
<u>Emetteur chaud (Sanitaires)</u>	Panneaux rayonnants électrique type Solius de chez Atlantic Variation temporelle : 0.115 Variation spatiale B3 Puissance totale : 3*0.5 kW						

Emetteur Front office - Bureaux

Description	Saisie						
<u>Emetteur chaud/froid</u>	Soufflage d'air chaud/froid type ventilo-convecteur Variation temporelle par défaut : 2°C/-2°C Variation spatiale B2/B						
	Type	AXRD 07 GALH	AXRD 09 GALH	AUXB 04 GBLH H	AUXB 07 GALH H		
	Nombre	4	1	20	4		
	Grande vitesse	34W	40W	23W	25W		
	Moyenne vitesse	29W	35W	19W	18W		
Petite vitesse	25W	25W	16W	14W			
<u>Emetteur chaud (Sanitaires)</u>	Panneaux rayonnants électrique type Solius de chez Atlantic Variation temporelle : 0.115 Variation spatiale B3 Puissance totale : 0.5 kW						

Ventilation

Débit d'air en occupation (Bbio)

Description	Composition menuiseries extérieures
Bureaux	25 m ³ /h.personne
Salle de réunion	30 m ³ /h.personne
Cabinet d'aisance isolé	30 m ³ /h

Système de renouvellement d'air Front office – Commerce

Description	Saisie	
<u>Centrale de ventilation</u>	Centrale de ventilation double Flux Type ULTIMIO R85 ROT21 Efficacité de l'échangeur > 74.5% Consigne de préchauffage : 21°C T° air extérieur en dessous de laquelle il y a préchauffage :19°C Batterie électrique de préchauffage : 16kW	
	<u>Occupation :</u>	<u>Inoccupation :</u>
	Puissance ventilateur reprise : 1127 W Puissance ventilateur Soufflage : 1320 W Débit de reprise : 4650 m³/h Débit de soufflage : 4720 m³/h	Puissance ventilateur reprise : 1127 W Puissance ventilateur Soufflage : 1320 W Débit de reprise : 4650 m³/h Débit de soufflage : 4720 m³/h
<u>Distribution</u>	Classe d'étanchéité à l'air des réseaux : B Résistance thermique hors volume chauffé 0,6 m ² .K/W Part des conduits dans le volume chauffé : 75%	

Système de renouvellement d'air Front office – Bureaux

Description	Saisie
-------------	--------

<u>Centrale de ventilation</u>	Centrale de ventilation double Flux Type ULTIMIO R85 ROT21	
	Efficacité de l'échangeur > 74.5%	
<u>Distribution</u>	Consigne de préchauffage : 21°C T° air extérieur en dessous de laquelle il y a préchauffage : 19°C	
	Batterie électrique de préchauffage : 10kW	
	<u>Occupation :</u>	<u>Inoccupation :</u>
	Puissance ventilateur reprise : 783 W	Puissance ventilateur reprise : 783 W
	Puissance ventilateur Soufflage : 817 W	Puissance ventilateur Soufflage : 817 W
	Débit de reprise : 2920 m3/h	Débit de reprise : 2920 m3/h
	Débit de soufflage : 3030 m3/h	Débit de soufflage : 3030 m3/h
	Classe d'étanchéité à l'air des réseaux : B	
	Résistance thermique hors volume chauffé 0,6 m ² .K/W	
	Part des conduits dans le volume chauffé : 75%	

Eclairage Back office - Atelier

Description	Saisie
Aire de production	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	6 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	33 Industrie - 8h à 18h
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Interrupteur manuel marche/arret
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Gestion manuelle avec la lumière du jour
Bureau	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	10 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	33 Industrie - 8h à 18h
<u>Type de local</u>	Bureau standard
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Interrupteur manuel marche/arret
Circulation	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	2 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	33 Industrie - 8h à 18h

Rapport de stage Stanislas CAKPO

 Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

<u>Gestion de l'éclairage</u>	Circulation ou accueil
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Vestiaire	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	4 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	33 Industrie - 8h à 18h
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Douches collectives
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Sanitaire	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	4 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	33 Industrie - 8h à 18h
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Sanitaires ou vestiaires
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Autre	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	4 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	33 Industrie - 8h à 18h
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Local de service
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Interrupteur manuel marche/arrêt

Eclairage Front office - Commerce

Description	Saisie
Aire de vente	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	6 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	22 Commerce, magasin, zones commerciales
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Aire de vente (supérieure à 300m ²)
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Interrupteur manuel marche/arret
Circulation	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	6 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	22 Commerce, magasin, zones commerciales
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Circulation
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Vestiaire	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	4 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	22 Commerce, magasin, zones commerciales
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Douches collectives
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Sanitaire	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	4 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	22 Commerce, magasin, zones commerciales
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Sanitaires collectifs
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Autre	
<u>Puissance totale de l'éclairage</u>	4 W/m ²
<u>Puissance des auxiliaires</u>	0 W/m ²
<u>Type de bâtiment</u>	22 Commerce, magasin, zones commerciales
<u>Gestion de l'éclairage</u>	Local de service
<u>Gradation de l'éclairage</u>	Interrupteur manuel marche/arret

Eclairage Front office - Bureaux

Description	Saisie
Bureau	
Puissance totale de l'éclairage	10 W/m ²
Puissance des auxiliaires	0 W/m ²
Type de bâtiment	16 Bureaux
Gestion de l'éclairage	Bureau
Gradation de l'éclairage	Interrupteur manuel marche/arrêt
Circulation	
Puissance totale de l'éclairage	2 W/m ²
Puissance des auxiliaires	0 W/m ²
Type de bâtiment	16 Bureaux
Gestion de l'éclairage	Circulation ou accueil
Gradation de l'éclairage	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Sanitaire	
Puissance totale de l'éclairage	4 W/m ²
Puissance des auxiliaires	0 W/m ²
Type de bâtiment	16 Bureaux
Gestion de l'éclairage	Sanitaires collectifs
Gradation de l'éclairage	Marche et arrêt automatiques par détection de présence et absence
Salle de réunion	
Puissance totale de l'éclairage	10 W/m ²
Puissance des auxiliaires	0 W/m ²
Type de bâtiment	16 Bureaux
Gestion de l'éclairage	Salle de réunion
Gradation de l'éclairage	Interrupteur manuel marche/arrêt

Type d'équipement	Localisation	Nombre	Puissance unitaire	Fenêtre horaire d'utilisation	Consommation journalière totale
Borne de recharge	Extérieur	4	5 000 W	8h-19h	100 kWh
	Sous-sol	8			
	Rampe d'accès	4			
	Hall d'exposition	3			

	Aire de livraison	1			
Local informatique	Local info	1	5 000 W	24h/24	76 kWh
Bureautique	Zone bureau	1	12 W/m ²	8h - 19h	55 kWh
Wall média	Zone commerciale	13	200 W	9h-19h	26 kWh
Escalator	Zone commerciale	4	4 000 W	8h-19h	30 kWh
Monte-charge	Rampe d'accès	1	20 000 W	8h-19h	10 kWh
Ascenseur	Zone commerciale	1	15 000 W	8h-19h	3,7 kWh
Cuisinière	Zone de détente	2	750 W	12-14h	1,5 kWh
Frigo	Zone de détente	2	200 W	24h/24	1 kWh
Cafetière	Zone de détente	2	500 W	8h-9h 12h-14h 16h-17h	0,6 kWh
Total					~ 385 kWh

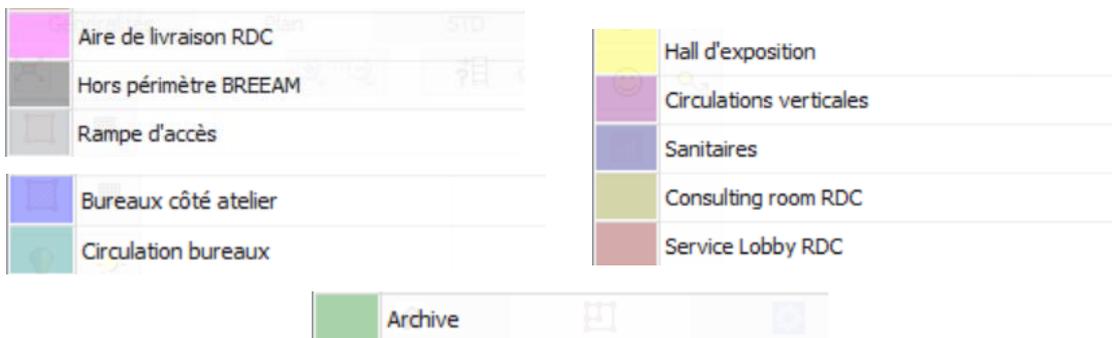
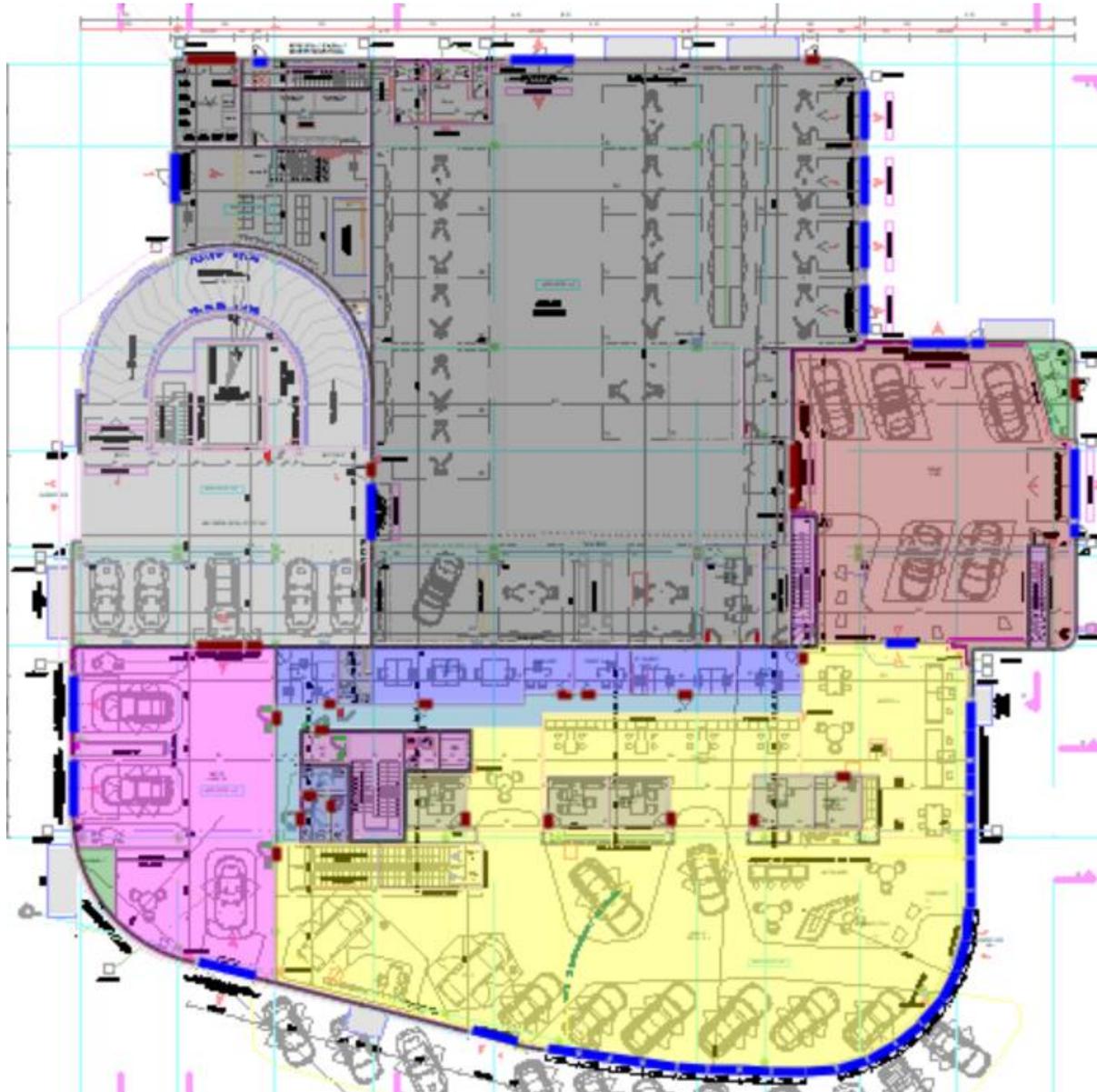


Figure 16: Zonage RDC

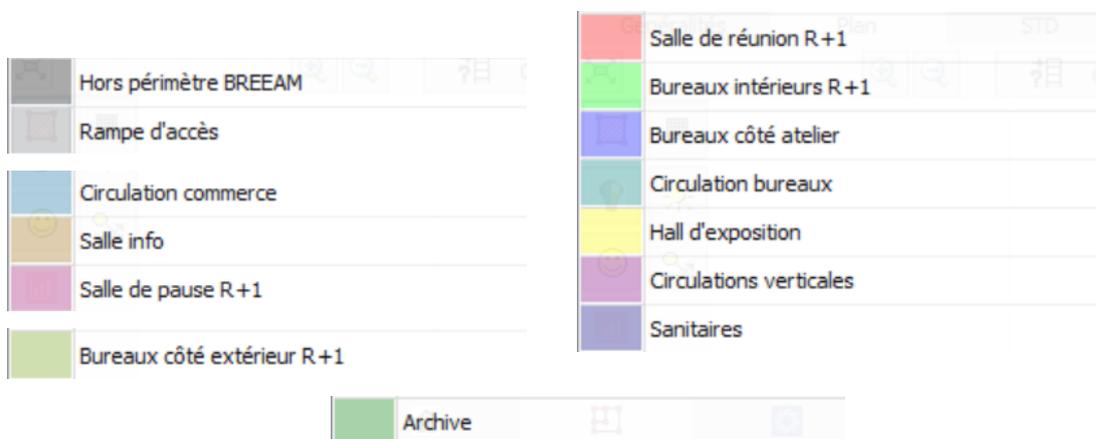
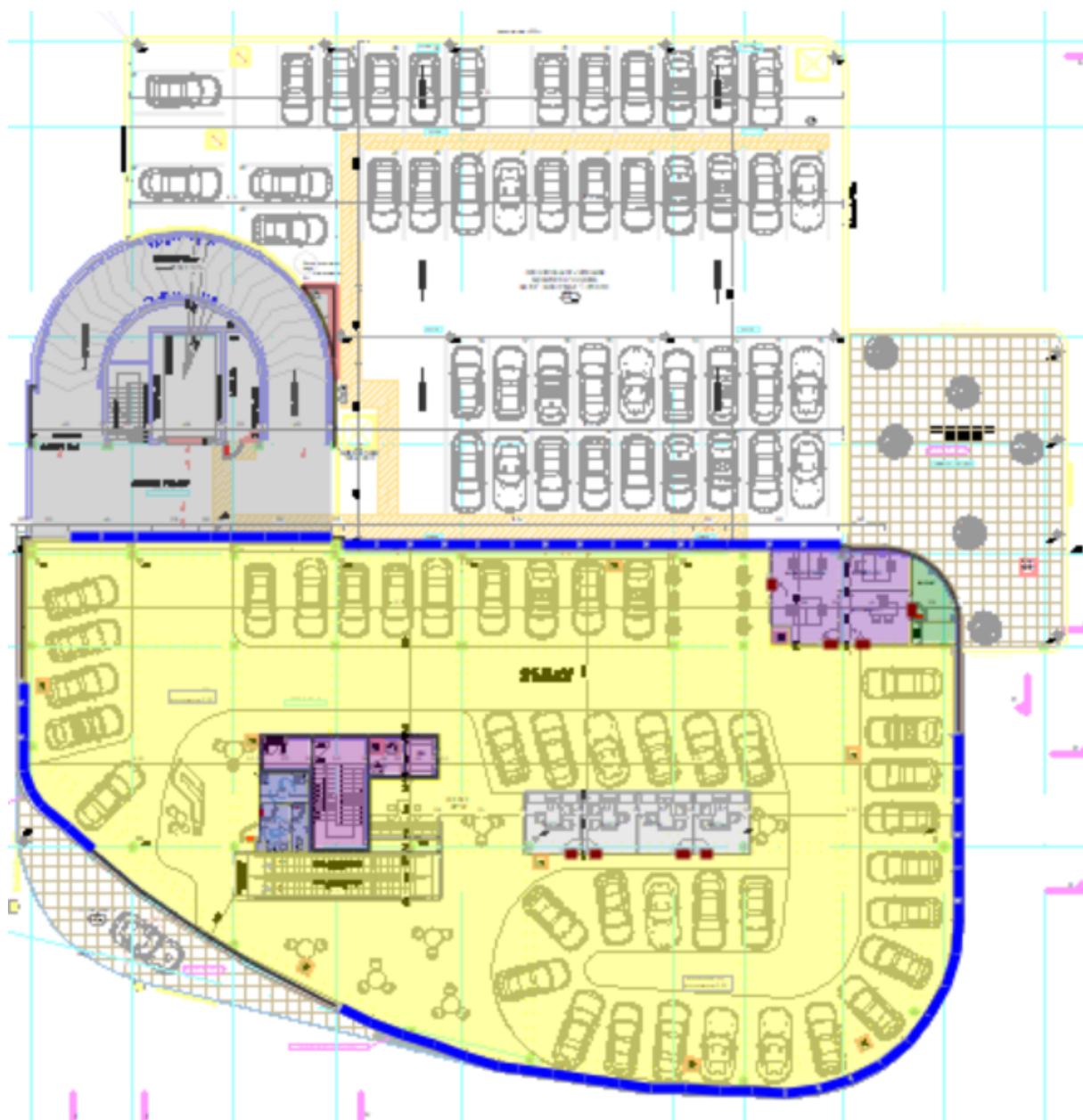


Figure 17/ Zonage R+1



	Rampe d'accès		Hall d'exposition
	Archive		Circulations verticales
	Consulting room R+2		Sanitaires
	Bureaux R+2		

Figure 18 : Zonage R+2

17. BIBLIOGRAPHIE

- (1) *Petit parcours dans l'Histoire*. http://www.constructif.fr/bibliotheque/2009-7/petit-parcours-dans-l-histoire.html?item_id=2968 (accessed 2022-10-25).
- (2) adminbat. *Qu'est-ce qu'un bâtiment durable ?* Batiadvisor. <https://batiadvisor.fr/batiment-durable/> (accessed 2022-10-26).
- (3) Romo, E. V. Processus de conception énergétique de bâtiments durables. 241.
- (4) *DPE / Audit énergétique : Nouvelles obligations !*. DM Conseils. <https://www.dmconseils.com/2021/08/09/dpe-nouvelles-grilles-et-obligations/> (accessed 2022-11-01).
- (5) Deshayes, P. Le secteur du bâtiment face aux enjeux du développement durable : logiques d'innovation et/ou problématiques du changement. *Innovations* **2012**, 37 (1), 219–236. <https://doi.org/10.3917/inno.037.0219>.
- (6) *Le bâtiment en chiffres*. <https://www.ffbatiment.fr/le-batiment-en-chiffres> (accessed 2022-11-01).
- (7) *Section 4 : Performance énergétique et environnementale et caractéristiques énergétiques et environnementales. (Articles L111-9 à L111-10-5) - Légifrance*. <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000037671299/2018-11-25> (accessed 2022-11-08).
- (8) *BREEAM New construction - BRE Group*. <https://bregroup.com/products/breeam/breeam-technical-standards/breeam-new-construction/> (accessed 2022-11-12).
- (9) *Appendix D – Shell and core project assessments*. https://files.bregroup.com/breeam/technicalmanuals/sd/international-new-construction-version-6/content/14_appendices/appendixd_nc.htm (accessed 2022-11-12).
- (10) *BREEAM In-use - BRE Group*. <https://bregroup.com/products/breeam/breeam-technical-standards/breeam-in-use/> (accessed 2022-11-12).