

SENEGAL

**Livrable 2 : Analyse de la conformité par rapport à la directive
Septembre 2021**

Rapport de mission à court terme

Projet N° 2015.2217.6

Septembre 2021



Empreinte

En tant qu'entreprise fédérale, la GIZ appuie le Gouvernement allemand pour atteindre ses objectifs dans le domaine de la coopération internationale pour un développement durable

Publié par

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges

Bonn et Eschborn, Allemagne

Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn, Allemagne
Téléphone: +49 228 44 60-0
Télécopie: +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn
Téléphone: +49 61 96 79-0
Télécopie: +49 61 96 79-11 15

Courriel info@giz.de
Internet www.giz.de

Responsable

Mabrouk SGHAIER, Chef d'équipe
Mansour Sow, Expert local EE

Auteur

Fouzi TABET, Expert international EE bâtiment
Abdoulaye Sene, Expert local EE bâtiment
Vincent Sambou, Expert local EE bâtiment

Nom et logo de la société sous contrat

GFA Consulting Group GmbH



Lieu et date de publication

Hambourg, Septembre 2021

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	7
1 Contexte de la mission et objectifs du livrable.....	13
2 Méthodologie	13
3 Analyse du degré de conformité des bâtiments selon les trois approches	14
3.1 Résultats de l'analyse de conformité des bâtiments	14
3.2 Analyse du degré de conformité des bâtiments selon les trois approches (prescriptive, compromis, performancielle)	41
3.2.1 Identification des causes des écarts.....	41
3.2.2 Analyse des écarts.....	43
3.3 Comparaison des trois approches sur la base des résultats obtenus	59
4 Identification des mesures techniques d'amélioration pour être conforme aux à la directive et estimation des surcoûts.....	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Critères non satisfaits par rapport à l'enveloppe du bâtiment, approche prescriptive

Figure 2 : Critères non satisfaits par rapport à l'enveloppe du bâtiment, approche par compromis

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Bâtiments retenus dans l'échantillon

Tableau 2 : Techniques d'amélioration de l'enveloppe et surcoûts engendrés, bâtiments existants

Tableau 3 : Techniques d'amélioration de l'enveloppe et surcoûts engendrés, bâtiments projets

Tableau 4 : Techniques d'amélioration des fenêtres et surcoûts engendrés

Tableau 5 : Besoin en climatisation de la villa Nabo Sene avant et après la mise en conformité

Tableau 6 : Résultats de l'analyse de conformité

Tableau 7 : Taux de conformité dans le cas de l'approche prescriptive

Tableau 8 : Taux de conformité dans le cas de l'approche par compromis

Tableau 9 : Taux de conformité du l'Hôtel Golden Tulip selon l'approche prescriptive

Tableau 10 : Taux de conformité du bâtiment Siège EDE selon l'approche prescriptive

Tableau 11 : Taux de conformité du bâtiment BETTY, R+7 selon l'approche prescriptive

Tableau 12 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ministérielle selon l'approche prescriptive

Tableau 13 : Taux de conformité du bâtiment SADRI, R+14 selon l'approche prescriptive

Tableau 14 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ousmane selon l'approche prescriptive

Tableau 15 : Taux de conformité de la villa de Sambou selon l'approche prescriptive

Tableau 16 : Taux de conformité de la villa Nabo Sène selon l'approche prescriptive

Tableau 17 : Taux de conformité du bâtiment du centre de mutualisation et de partage selon l'approche prescriptive

Tableau 18 : Taux de conformité du bâtiment Université Virtuelle du Sénégal selon l'approche prescriptive

Tableau 19 : Taux de conformité du bâtiment Albert Royer selon l'approche prescriptive

Tableau 20 : Résumé des résultats de l'approche prescriptive

Tableau 21 : Taux de conformité de l'Hôtel Golden Tulip selon l'approche par compromis

Tableau 22 : Taux de conformité du bâtiment Siège EDE selon l'approche par compromis

Tableau 23 : Taux de conformité de l'immeuble BETTY selon l'approche par compromis

Tableau 24 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ministérielle selon l'approche par compromis

Tableau 25 : Taux de conformité de l'immeuble SADRI selon l'approche par compromis

Tableau 26 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ousmane selon l'approche par compromis

Tableau 27 : Taux de conformité de la villa Sambou selon l'approche par compromis

Tableau 28 : Taux de conformité de la villa Nabou selon l'approche par compromis

Tableau 29 : Taux de conformité du bâtiment centre de mutualisation et de partage selon l'approche par compromis

Tableau 30 : Taux de conformité du bâtiment Université Virtuelle du Sénégal selon l'approche par compromis

Tableau 31 : Taux de conformité du bâtiment Albert Royer selon l'approche par compromis

Tableau 32 : Résumé des résultats de l'approche par compromis

Tableau 33 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 1 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Tableau 34 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 2 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Tableau 35 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs et les surcoûts engendrés, bâtiment siège EDE

Tableau 36 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs et les surcoûts engendrés, bâtiment Golden Tulip

Tableau 37 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, immeuble Betty R+7

Tableau 38 : Mesures d'amélioration concernant la toiture 1 des murs et les surcoûts engendrés, Immeuble Betty R+7

Tableau 39 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, immeuble Sadri

Tableau 40 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 1 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Tableau 41 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 2 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Tableau 42 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, immeuble Sadri

Tableau 43 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, bâtiment sphère Ousmane

Tableau 44 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment sphère Ousmane

Tableau 45 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Villa de Sambou

Tableau 46 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse et les surcoûts engendrés, Villa Sambou

Tableau 47 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, Villa Sambou

Tableau 48 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Villa Nabo SENE

Tableau 49 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse et les surcoûts engendrés, Villa Nabo Sene

Tableau 50 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, Villa Nabo Sene

Tableau 51 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, Villa Nabo Sene

Tableau 52 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Centre de mutualisation et de partage

Tableau 53 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse accessible et les surcoûts engendrés, Centre de mutualisation et de partage

Tableau 54 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse non accessible et les surcoûts engendrés, centre de mutualisation et de partage

Tableau 55 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, bâtiment centre de mutualisation

Tableau 56 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment centre de mutualisation

Tableau 57 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Université Virtuelle du Sénégal

Tableau 58 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse non accessible et les surcoûts engendrés, Université Virtuelle du Sénégal

Tableau 59 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, bâtiment Université Virtuelle du Sénégal

Tableau 60 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment Université Virtuelle du Sénégal

Tableau 61 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Hôpital Albert Royer

Tableau 62 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse non accessible et les surcoûts engendrés, Hôpital Albert Royer

Tableau 63 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, bâtiment Albert Royer

Tableau 64 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment Albert Royer

Tableau 65 : Economie en besoin de climatisation de la villa Nabo Sene

ABREVIATIONS

Paramètres	Symbole	Définition	Unité
Densité de Puissance d'Éclairage	DPE	La puissance d'un rayonnement électromagnétique frappant par unité de surface perpendiculaire à sa direction.	W/m²
Ratio d'efficacité énergétique	EER	Rapport entre la puissance frigorifique générée et la puissance électrique demandée par l'unité de climatisation (en W/W ou sans unité).	W/W
Coefficient de masque architectural	F _{ma}	Ratio de la radiation solaire contribuant au gain thermique du bâtiment, en considérant l'ombrage obtenu par les protections solaires (auvents et stores), par rapport à une situation sans protection solaire.	---
Facteur de projection	FP	Rapport entre la longueur effective de la protection solaire et la dimension de la fenêtre.	---
Facteur solaire	FS	Rapport entre l'énergie solaire transmise à l'intérieur du bâtiment et l'énergie reçue par la paroi.	---
Ratio ouverture-mur	ROM	Rapport entre la surface totale occupée par les ouvertures (portes et fenêtres) et la surface des façades du bâtiment.	%
Ratio ouverture-mur moyen	ROM moyen	Moyenne des ROM de chaque surface	%
Ratio ouverture-mur équivalent	ROM-eq	La quantité d'énergie solaire exprimée en pourcentage recueillie derrière une baie vitrée munie de protection solaire architecturale à l'extérieur.	%
Coefficient de transmission thermique	U	Taux d'écoulement de la chaleur en régime permanent par mètre carré de surface et par degré de différence de température entre les environnements de chaque côté de la paroi.	W/m²°C
Coefficient de transmission thermique équivalent	U-eq	Moyenne pondéré de U (en utilisant la surface de chaque paroi et la surface totale)	W/m²°C

Résumé

L'objectif de ce livrable est d'analyser, d'une part, le degré de conformité de l'échantillon de bâtiments retenus par rapport aux trois approches de la directive (prescriptive, par compromis, performancielle) et d'étudier, d'autre part, la faisabilité de rendre les bâtiments non-conformes compatibles avec les dispositions de la directive. L'étude de faisabilité porte sur les aspects techniques, économiques et financiers. Elle contient une estimation de surcoûts des mesures de mise en conformité.

Ce livrable est constitué de deux parties. La première partie porte sur l'analyse du degré de conformité de l'échantillon de bâtiments par rapport à la directive. La deuxième partie examine les mesures techniques d'amélioration pour atteindre la conformité selon la directive. Elle englobe, également, une estimation des surcoûts engendrés par la mise en conformité.

L'analyse porte sur les fiches résultats de chaque bâtiment de l'échantillon (Tableau 1). Elle se limite qu'aux approches prescriptive et par compromis. En effet, l'approche performancielle n'est sollicitée que pour un seul bâtiment du fait des ressources en temps élevées dont elle requiert pour simuler dynamiquement tous les bâtiments.

La méthodologie adoptée fait appel aux étapes suivantes :

1. Identification des causes des écarts ;
2. Analyse des écarts. Pour ce faire, un paramètre dénommé taux de conformité est introduit pour l'examen des écarts. Il est défini sur la base des exigences des approches prescriptive et par compromis. Dans le cas de l'approche prescriptive, le taux de conformité est calculé en considérant les 7 critères la constituant, à savoir : U-Toiture, U-Murs extérieurs, U-Fenêtre, FS, ROM, DPE et EER. Les critères du taux de conformité dans le cas de l'approche par compromis sont : U-eq, ROM-eq, DPE et EER. Il est à noter que les critères ne sont pas pondérés. Une notation de 100% est attribuée à chaque critère lorsque celui-ci est satisfait. Dans le cas contraire, une note de 0% est adoptée. Les critères suivants de l'approche prescriptive, U-Toiture, U-Murs Extérieurs, U-Fenêtre et FS, peuvent prendre des valeurs intermédiaires entre 0 et 100% du fait de l'existence dans certains bâtiments de plusieurs types de toitures, murs extérieurs et fenêtres.
3. Comparaison des deux approches (prescriptive et par compromis) sur la base des résultats obtenus ;
4. Identification des mesures techniques d'amélioration pour être conforme à la directive et estimation des surcoûts.
5. Estimation du besoin en climatisation de la villa Nabo Sene, avant et après mise en conformité, avec l'approche performancielle.

Bâtiments	Domaine	Usage	Localité du site	Stade de réalisation
Bât 1, 1er Arr. Diamniadio (sphère ministérielle)	Public	Administration	Diamniadio	En exploitation
Siège cabinet EDE International	Privé	Bureaux	Ngor- Dakar	Livraison en cours
Hôtel Croix du Sud (Golden)	Privé	Hôtel	Centre ville- Dakar	En rénovation: terminée à 95%

Tulip)				
Immeuble Betty, 07 étages	Privé	Résidentiel multi appartements	Rue Fatick, Point E	Livraison en cours
Immeuble Sadri, 14 étages	Privé	Résidentiel multi appartements	Centre ville-Dakar	Livraison en cours
Bât 1, 2ème Arr. Diamniadio (sphère Ousmane)	Public	Administration	Diamniadio	En exploitation
Villa Sambou	Privé	Résidentiel	Keur Massar	En exploitation
Villa Nabo Sene	Privé	Résidentiel	Toubab Dialaw	Livraison en cours
Centre de mutualisation et de partage	Public	Enseignement, recherche scientifique	Diamniadio	Terminé, en attente D'exploitation
Hôpital des enfants Albert Royer	Public	Santé	Fann-Dakar	Plans archi. Seulement

Tableau 1 : Bâtiments retenus dans l'échantillon

Les causes des écarts identifiées sont liées à l'enveloppe du bâtiment et à ses équipements :

- Enveloppe : faible voir absence d'isolation, ouvertures excessives, insuffisance de protection solaire et qualité des fenêtres ;
- Equipements : climatisation à faible performance et éclairage excessive.

L'analyse des écarts avec le paramètre degré de conformité a fait apparaître :

- Approche prescriptive :

Enveloppe : les critères non satisfaits, relatif à l'enveloppe du bâtiment, par ordre décroissant sont (Figure 1) : la faible qualité des murs extérieurs (11 bâtiments /11), l'excès d'ouverture (10 bâtiments sur 11), la faible qualité de la toiture (6 bâtiments sur 11) et coefficient FS non conforme (1 bâtiment sur 11). Il est à signaler que 6 bâtiments parmi l'échantillon sont concernés à la fois par l'isolation de la toiture, l'isolation des murs extérieurs et la réduction des ouvertures de façades.

Equipements : EER du système de climatisation (2 bâtiments), DPE de l'éclairage (1 bâtiment). Il est à indiquer que les informations se référant aux équipements de climatisation et d'éclairage ne sont pas disponibles pour les 4 bâtiments suivants : villa Nabo Sene, centre de mutualisation et de partage, université virtuelle du Sénégal et Hôpital Albert Royer.

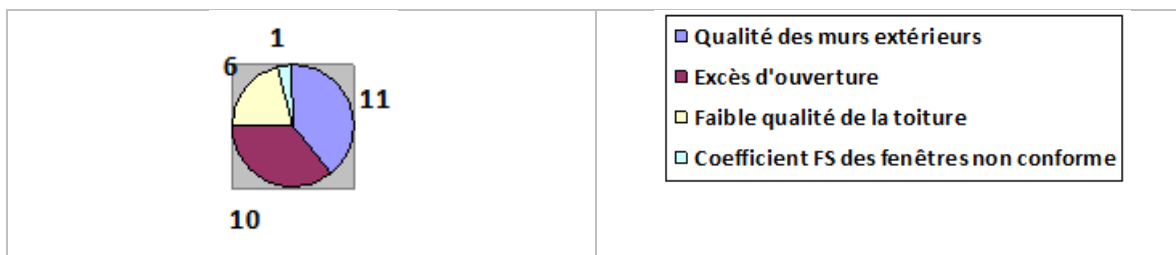


Figure 1 : Critères non satisfaits par rapport à l'enveloppe du bâtiment, approche prescriptive

- Approche par compromis :

Enveloppe : aucun bâtiment n'est conforme à l'approche par compromis. Les critères non sa-

tisfaits en relation avec l'enveloppe, dans ce cas, par ordre décroissant sont (Figure 2) : la faible qualité de l'enveloppe, représentée par U-eq (9 bâtiments sur 11) et l'excès d'ouverture et insuffisance de protection solaire caractérisés par ROM-eq (5 bâtiments sur 11).

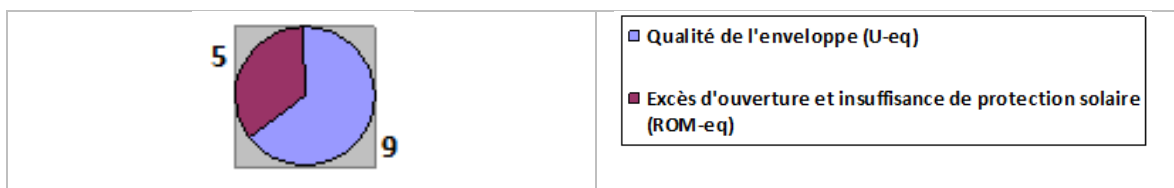


Figure 2 : Critères non satisfaits par rapport à l'enveloppe du bâtiment, approche par compromis

Equipements : les critères non satisfaits en relation avec les équipements des bâtiments, dans ce cas, par ordre décroissant sont : EER du système de climatisation (2 bâtiments sur 5) et DPE de l'éclairage (1 bâtiment sur 5).

Quatre bâtiments sont simultanément concernés par des coefficients U-eq et ROM-eq non conformes.

La comparaison des deux approches avec le paramètre degré de conformité a mis en évidence les points suivants :

- Aucun des bâtiments analysés n'est conforme quelque soit l'approche ;
- Dans le cas de l'approche par compromis, des équipements d'éclairage et de climatisation conformes permettent d'atteindre 50% de conformité ;
- Approche prescriptive : 8 bâtiments sont à 50% et plus de conformité. Le taux maximum de conformité est de 86,6%. Il est atteint par deux bâtiments (Golden Tulip et Sadri).
- Approche par compromis : 9 bâtiments à 50% et plus de conformité. Le max est de 75 %, atteint par trois bâtiments (Golden Tulip, villa Sambou et Sadri)

Par ailleurs,

- Il est possible d'avoir des U-eq conformes avec des parois non isolées ou pas complètement isolée dans les cas suivants :

Immeuble Sadri : U-toiture 100%, U paroi 0%

Hôtel Golden Tulip : U-toiture 100%, U paroi 67%

- Il est possible d'obtenir des ROM-eq conformes avec des ROM non conformes et des fenêtres non conformes :

Siège EDE : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 50%

Immeuble Sadri : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 75%

Villa Sambou : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 80%

Villa Nabo Sene : U-fenêtre 100%, FS 0%, ROM 40%

Bâtiment CMP : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 60%

Bâtiment Albert Royer : U-fenêtre 100%, FS 0%, ROM 80%

- Il est possible d'avoir la conformité simultanée des coefficients U-eq et du ROM-eq uniquement dans le cas de l'Hôtel Golden Tulip avec les conditions suivantes (conformité de l'enveloppe) :

U-eq : U-toiture 100%, U paroi 67%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 100%

- L'hôtel Golden Tulip (U-eq et ROM-eq conformes) serait conforme à l'approche par

compromis à condition que l'éclairage le soit aussi.

Les techniques d'amélioration identifiées et les surcoûts engendrés sont listés dans les tableaux 2 et 3. Elles sont données par type de bâtiments (bâtiment existants ou bâtiments en phase de livraison / bâtiments projets).

- Pour les bâtiments existants : renforcer le doublage à l'intérieur en agglos terre cuite pour ne pas dénaturer l'enveloppe extérieure, augmentation de l'épaisseur de la lame d'air, utilisation de panneaux isolants pour les toitures et des murs extérieurs, changement de fenêtre (double vitrage).
- Les bâtiments projet ou rénovation : isolation des murs et toitures, réduction des ouvertures, double vitrage, ajout d'un faux plafond BA13 avec une lame d'air, double vitrage.

Les solutions d'isolations proposées sont le typha, le polystyrène extrudé, le polystyrène expansé et la lame d'air.

Technique d'amélioration	Paroi	Surface en m ²	Surcoût en FCFA (fourniture et pose)
Sphère Ministérielle de Diamniadio			
Enlever et remettre les panneaux sandwich avec isolation acoustique, après avoir augmenté la lame d'air de 6 cm à 11 cm	Mur	1261,6	Le coût concerne la main d'œuvre et le changement des fixations des panneaux. 5 677 191
Pose de 4 cm d'isolant en panneau de typha	Mur	1152,3	7 490 340
Siège EDE			
Déposer et de remettre le bardage, après avoir augmenté la lame d'air de 4 cm à 12 cm	Mur	1987,8	Le coût concerne aussi la main d'œuvre et les compléments pour augmenter l'épaisseur des profilés de pose du bardage 5 963 400
Golden Tulip (Hôtel Croix du Sud)			
Renforcer le doublage à l'intérieur en agglos terre cuite de 10 cm	Mur	563	5 918 450
Immeuble BETTY (R+7)			
Doublage avec 3 cm de panneau de typha	Mur	969,3	5 331 260
Rajout d'un isolant en polystyrène de 2 cm	Toiture	436,8	2 620 800
Immeuble SADRI (R+14)			
Pose de 3 cm d'isolant en panneau de typha	Mur	4721,7	25 969 564
Sphère Ousmane Tanor Dieng			
Rajout d'un isolant en polystyrène expansé de 3 cm	Mur	3102,8	16 260 685
Villa Sambou			
Rajout d'un isolant en polystyrène expansé de 3 cm	Mur	273,9	1 435 535
Pose de 4 cm d'isolant en polystyrène	Toiture-	47,0	264 296

extrudé	terrasse		
Villa Nabo Sene			
Pose de 3 cm d'isolant en Polystyrène expansé	Mur	182,3	955 287
Ajout d'un faux plafond BA13 avec une lame d'air de 2 cm (variante 1)	Toiture-terrasse	259,6	4 675 313
Pose d'un isolant en polystyrène extrudé de 4 cm d'épaisseur (variante 2)	Toiture-terrasse	259,6	1 460 746
Pose d'un isolant en polystyrène extrudé d'épaisseur 4 cm après avoir supprimé la couche existante de polyéthylène de 1 cm d'épaisseur (Variante 3)	Toiture-terrasse	259,6	1 460 746
Centre de mutualisation et de partage			
Pose de 3 cm d'isolant en polystyrène expansé	Mur	1667,33	8 737 691
Pose d'un isolant en polystyrène extrudé d'épaisseur 4 cm	Toiture-terrasse	476,75	2 682 410
Université Virtuelle du Sénégal			
Pose d'un isolant en polystyrène expansé d'épaisseur 3 cm	Mur	1068,7	5 600 272
Poser d'un isolant en polystyrène extrudée d'épaisseur 4 cm	Toiture-terrasse	803	4 518 409

Tableau 2 : Techniques d'amélioration de l'enveloppe et surcoûts engendrés, bâtiments existants

TECHNIQUE D'AMELIORATION	PAROI	SURFACE	SURCOUT EN FCFA
Hôpital Albert Royer			
Pose d'un isolant en polystyrène expansé d'épaisseur 3 cm	Mur	1553,0	8 138 570
Pose d'une isolation de 4 cm en polystyrène expansée	Toiture-terrasse	615,07	3 460 944

Tableau 3 : Techniques d'amélioration de l'enveloppe et surcoûts engendrés, bâtiments projets

Le centre de mutualisation et de partage et l'université virtuelle du Sénégal sont équipés de fenêtres à simple vitrage conformes. L'adoption de fenêtres à double vitrage permet à ces deux bâtiments d'atteindre la conformité pour U-eq dans le cadre de l'approche par compromis (Tableau 4).

Les fenêtres de l'hôpital Albert Royer sont de type simple vitrage. Elles ne sont pas conformes. L'installation du double vitrage permet d'avoir la conformité pour les fenêtres dans le cadre de l'approche prescriptive (Tableau 4).

Fenêtre	Surface en m ²	Surcoût en FCFA par rapport au simple vitrage (fourniture et pose)
Centre de mutualisation et de partage		
Fenêtre double vitrage	556,53	6 168 662
Université Virtuelle du Sénégal		
Fenêtre double vitrage	1123,95	12 458 030
Hôpital Albert Royer		
Fenêtre double vitrage	226,19	2 507 124

Tableau 4 : Techniques d'amélioration des fenêtres et surcoûts engendrés

Les résultats de la simulation performancielle de la villa Nabo Sene sont résumés dans le tableau 5. Une température de 24 °C est retenue pour les deux cas de figures. La mise en conformité de la villa Nabo Sene permet un gain annuel de 56,59 kWh/an/m² et ce grâce à l'amélioration de la qualité de l'enveloppe (isolation des murs extérieurs et de la terrasse, réduction des ouvertures des façades Ouest et Est et utilisation de fenêtres à double vitrage). Cela représente 57 % d'économie en besoin de climatisation.

Besoin en climatisation avant mise en conformité	28516 kWh/an	99,45 kWh/an/m ²
Besoin en climatisation après mise en conformité	12290 kWh/an	42,86 kWh/an/m ²
Gain en climatisation	16226 kWh/an	56,59 kWh/an/m²

Tableau 5 : Besoin en climatisation de la villa Nabo Sene avant et après la mise en conformité

1 Contexte de la mission et objectifs du livrable

Le Ministère fédéral allemand de la coopération économique et du développement (BMZ) appuie l'Etat du Sénégal dans le cadre du Programme Energies Durables (P.E.D) dont la mise en œuvre est assurée par la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Ce programme est placé sous la tutelle technique du ministère du Pétrole et des Energies du Sénégal. Il a comme objectif global : « Les conditions pour la mise en œuvre de services énergétiques durables visant à protéger le climat, se sont améliorées ». Il comporte 5 volets, dont un dédié à l'Efficacité Energétique confié par GIZ à la firme Allemande GFA Group Consulting pour sa mise en œuvre.

Dans ce cadre, le volet Efficacité Energétique appuie le développement des codes du bâtiment et la transposition de la directive de l'UEMOA n°05/2020/CM/UEMOA par la réalisation d'une étude d'impact de la future réglementation d'Efficacité Energétique dans la construction de bâtiments au Sénégal. Cette étude comporte trois activités qui feront l'objet de trois livrables distincts :

- Activité 1 : Relever et caractériser les données du bâti et des équipements
- Activité 2 : Analyse de la conformité par rapport à la directive
- Activité 3 : Evaluer les impacts de la directive et proposer des orientations pour sa bonne transposition

Le livrable 2 correspond à l'activité 2. Son objectif est d'analyser le degré de conformité de l'échantillon par rapport à la directive selon ses trois approches (prescriptive, compromis, performancielle) et d'étudier la faisabilité de rendre les bâtiments non-conformes de l'échantillon, compatibles avec les dispositions de la directive. L'étude de faisabilité portera sur les aspects techniques, économiques et financiers, elle doit présenter une estimation de surcoûts des mesures de mise en conformité.

2 Méthodologie

La méthodologie adoptée fait appel aux étapes suivantes :

1. Identification des causes des écarts ;
2. Analyse des écarts. A ce niveau, un paramètre dénommé taux de conformité est introduit pour l'examen des écarts. Celui-ci est défini sur la base des exigences des approches prescriptive et par compromis. Dans le cas de l'approche prescriptive, le taux de conformité est calculé en considérant ses 7 critères, à savoir : U-Toiture, U-Murs extérieurs, U-Fenêtre, FS, ROM, DPE et EER. Les critères du taux de conformité dans le cas de l'approche par compromis sont : U-eq, ROM-eq, DPE et EER. Il est à noter que les critères ne sont pas pondérés. Une notation de 100% est attribuée à chaque critère lorsque celui-ci est satisfait. Dans le cas contraire, une note de 0% est adoptée. Les critères suivants de l'approche prescriptive, U-Toiture, U-Murs Extérieurs, U-Fenêtre et FS, peuvent prendre des valeurs intermédiaires entre 0 et 100% du fait de l'existence dans certains bâtiments de plusieurs types de toitures, murs extérieurs et fenêtres. Le taux de conformité de l'approche est obtenu en faisant la moyenne des notations des critères le constituant.
3. Comparaison des deux approches (prescriptive et par compromis) sur la base des résultats obtenus ;
4. Identification des mesures techniques d'amélioration pour être conforme à la directive et estimation des surcoûts.
5. Estimation du besoin en climatisation de la villa Nabo Sene, avant et après mise en conformité, avec l'approche performancielle.

3 Analyse du degré de conformité des bâtiments selon les trois approches

3.1 Résultats de l'analyse de conformité des bâtiments

Les résultats de l'analyse de conformité sont donnés ci-après.

Identification du projet				
Intitulé : Sphères Ministérielles de Diamniadio		Situation : Diamniadio, Dakar, Sénégal		
Référence foncière :		Type de bâtiment : Immeuble de bureaux		
Descriptif du projet : R+8, 01 sous sol semi enterré : 52 000 m²		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture 1 : 561,2 m ² Epaisseur 46,5 cm Dallage béton 8 cm Etanchéité 0,5 cm Béton forme de pente 4 cm Isolation Fibrostir XPS 6 cm Dalle béton armé 28 cm	0,52	0,8	Oui	Toiture isolée à l'extérieur par un isolant en fibre végétal
Toiture 2 : 1312,6 m ² Epaisseur 38,5 cm Etanchéité granulée 0,5 cm Béton forme de pente 4 cm Isolation Fibrostir XPS 6 cm Dalle béton armé 28 cm	0,53	0,8	Oui	Toiture isolée à l'extérieur par un isolant en fibre végétal
Toiture 3 : 949,4 m ² Epaisseur 43,5 cm Gravier carrière basalte 5 cm Etanchéité 0,5 cm Béton forme de pente 4 cm Isolation Fibrostir XPS 6 cm Dalle béton armé 28 cm	0,53	0,8	Oui	Toiture isolée à l'extérieur par un isolant en fibre végétal
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Mur 1 : 5596,1 m ² Epaisseur 17,3 cm Panneau alucobond 1,2 cm Lame d'air 6 cm Panneau BA13 1,3 cm Isolation acoustique 7,5 cm Panneau BA13 1,3 cm	1,52	1,1	Non	L'isolation acoustique du mur n'a pas suffit pour assurer la partie thermique. 11 cm de lame d'air aurait suffit
Mur 2 : 1229,05 m ² Epaisseur 28 cm	7,69	1,1	Non	Le mur en béton armé n'est pas du

Mortier de ciment 15mm Mur en béton armé 25cm Mortier de ciment 15mm				tout isolé
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Double vitrage	1,33	6,2	Oui	
Simple vitrage	1,58	6,2	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Double vitrage	0,41	0,82	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Simple vitrage	0,60	0,82	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	58,17%	18%	Non	murs rideaux vitrés au Nord et au Sud
ROM sud	67,17%	22%	Non	murs rideaux vitrés au Nord et au Sud
ROM est	23,64%	22%	Non	Trop d'ouverture à l'Est
ROM ouest	23,64%	22%	Non	Trop d'ouverture à l'Ouest
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	7,64	9,4	Oui	
Eclairement moyen mesuré, 1 : Bureau 2 : Open Space Telium au RDC	1 : 627,40 Lux 2 : 1348,40 Lux	1 : Nat.+Artificielle, 29/09/2021, 12h00 orientation Nord 2 : Nat.+Artificielle, 29/09/2021, 12h00 orientation Nord		
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER (réf Daikin)	3	2,7	Oui	Daikin Classe C
Puissance frigokW/m²	0,043			
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	2,02	1,72	Non	Les murs ne pas suffisamment isolés

ROM-eq	36,80	13,7	Non	murs rideaux vitrés au Nord et au Sud
DPE [W/m²]	7,64	9,4	Oui	
EER de climatisation	3	2,7	Oui	Daikin Classe C
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)	5 604 814 kWh/année 2020			4 780 753 kWh/année2020 avec janvier=moyenne des autres mois
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m²)	359 kWh /année2020/ m ²			306 kWh /année2020/m ² avec janvier=moyenne des autres mois

Identification du projet				
Intitulé : Siège EDE		Situation : NG 40 Ngor Plage, Dakar		
Référence foncière :		Type de bâtiment : Bureaux avec accueil du public, Penthouse au dernier niveau		
Descriptif du projet : R+5, avec un sous sol. Surface construite : 2 555 m²		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toit accessible : 365 m² Epaisseur 51,3 cm Carrelage 0,8 cm Chape mortier de ciment 4 cm Polystyrène 4 cm Etanchéité paxalu 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Chape de compression 5 cm Hourdis en béton 20 cm Lame d'air non ventilée 13 cm Faux plafond BA13 1,3 cm	0,65	0,8	Oui	Toiture isolée à l'extérieur par un isolant
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Mur 1 : 1987,84 m² Epaisseur 21,3 cm Panneau bois bardage 0,8 cm Lame d'air 4 cm Agglo creux ciment 1,5 cm Enduit mortier de ciment 1,5 cm	1,95	1,1	Non	Le mur n'est pas isolé). Le panneau bois de bardage a été utilisé pour améliorer les performances thermiques du mur mais ça n'a pas marché. La simulation montre qu'avec 12 cm de lame d'air, le mur serait conforme.
Mur 2 : 77 m² Epaisseur 18,5 cm Pierre naturelle 2 cm Agglo creux ciment 15 cm Enduit mortier ciment 1,5 cm	4,20	1,1	Non	Le mur n'est pas isolé
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Double vitrage 6-16-4	1,33	6,2	Oui	

Simple vitrage ép 6mm	1,58	6,2	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Double vitrage	0,41	0,82	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Simple vitrage	0,60	0,82	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	21%	18%	Non	Sur la façade Est, il y a beaucoup de vitrage
ROM sud	12%	22%	Oui	
ROM est	23%	22%	Non	
ROM ouest	11%	22%	Oui	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	3,99	7,5	Oui	Grande efficacité
Eclairage moyen mesuré (Hall, Open Space RDC)	813 Lux	Lumière naturelle, 29/09/2021, 11h10, orientation Est		
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER	2,34	2,7	Non	GREE Classe F
Puissance frigokW/m²	0,13	Valeur élevée		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	1,74	1,72	Non	Les murs ne sont pas isolés suffisamment
ROM-eq	9,2%	14%	Oui	
DPE [W/m²]	3,99	9,4	Oui	
EER de climatisation	2,34	2,7	Non	Non conforme
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)	Valeur non disponible			

Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m²)	Valeur non disponible			
--	-----------------------	--	--	--

Identification du projet				
Intitulé : Hôtel Golden Tulip Dakar		Situation : Rue Albert Sarrault x Béranger Ferrault, Dakar Plateau		
Référence foncière :		Type de bâtiment : Résidentiel, hébergement, restauration		
Descriptif du projet : R+5, un sous-sol. Surface construite : 7 000 m²		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture 1 : 1091,61 m² Epaisseur 66,7 cm Dalette béton 2 cm Lit de sable 1 cm Isolant thermique 4 cm Etanchéité parafor solo 0,4 cm Béton forme de pente 3 cm Chape de compression 5 cm Hourdis en béton 20 cm Lame d'air non ventilée 30 cm Faux plafond BA13 1,3 cm	0,32	0,8	Oui	Toiture isolée par une lame d'air à l'intérieur et par un isolant à l'extérieur
Toiture 2 : 187,56 m² Epaisseur 86,2 cm Couverture en tuile 5 cm Plaque de contreplaqué 20 cm Lame d'air 60 cm moyenne Faux plafond BA13 1,3 cm	0,22	0,8	Oui	Toiture isolée par une lame d'air
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Mur 1 : 423,6 m² Epaisseur 30,5 cm Pierre naturelle 2 cm Agglo creux terre cuite 20 cm Agglo creux ciment 7 cm Mortier de ciment 1,5 cm	0,89	1,1	Oui	Mur en terre cuite de 20 cm doublé avec 7 cm d'agglos en ciment
Mur 2 : 2923,7 m² Epaisseur 30 cm Mortier de ciment 1,5 cm Agglo creux terre cuite 20 cm Agglo creux ciment 7 cm Mortier de ciment 1,5 cm	0,88	1,1	Oui	Mur en terre cuite de 20 cm doublé avec 7 cm d'agglos en ciment

Mur 3 : 645,69 m ² Epaisseur 30 cm Mortier de ciment 1,5 cm Agglo creux ciment 20 cm Agglo creux ciment 7 cm Mortier de ciment 1,5 cm	2,41	1,1	Non	Le problème est due à la brique creuse en ciment, c'est un double mur sans vide entre les deux murs. Ce mur correspond au 5 ^{ème} étage qui est plus récent. Il a été rajouté car c'est un bâtiment colonial à la base : problème de typologie
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Double vitrage	1,25	6,2	Oui	
Simple vitrage	1,58	6,2	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Double vitrage	0,41	0,82	Oui	
Simple vitrage	0,60	0,82	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	15%	18%	Oui	
ROM sud	21%	22%	Oui	
ROM est	17%	22%	Oui	
ROM ouest	19%	22%	Oui	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	8,12	7,5	Non	Il y a beaucoup d'éclairage installé, technologie LED
Éclairage moyen mesuré (chambre témoin au (5^{ème} étage)	A : 1509 Lux B : 171 Lux	A : Lumière naturelle, 29/09/2021, 09h40 orientation Est B : Lumière artificielle, 29/09/2021, 09h40 orientation Est		
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER	3,01	2,7	Oui	Daikin Classe B
Puissance frigokW/m²	0,17	Valeur élevée		

Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	0,93	1,72	Oui	
ROM-eq	7%	14%	Oui	
DPE [W/m ²]	8,12	7,5	Non	Nombre élevé de lumières, mais la technologie est LED
EER de climatisation	3,01	2,7	Oui	
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)	Valeur non disponible			
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m ²)	Valeur non disponible			

Identification du projet				
Intitulé : Immeuble BETTY		Situation : Point E, Rue de Fatick, Dakar		
Référence foncière :		Type de bâtiment : Résidentiel		
Descriptif du projet : R+7, un sous-sol. Surface construite : 3 380 m²		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture 1 : 65 m² Epaisseur 33,5 cm Etanchéité granulée 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Chape de compression 4 cm Hourdis en béton 12 cm Lambe d'air 13 cm Faux plafond BA13 1,3 cm	1,08	0,8	Non	Isolation intérieure insuffisante. 19 cm de lame d'air aurait suffi.
Toiture 2 : 91,3 m² Epaisseur 37,5 cm Etanchéité granulée 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Chape de compression 4 cm Hourdis en béton 16 cm Lambe d'air 13 cm Faux plafond BA13 1,3 cm	1,04	0,8	Non	Isolation intérieure insuffisante. 19 cm de lame d'air aurait suffi.
Toiture 3 : 77,3 m² Epaisseur 52,5 cm Etanchéité granulée 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Chape de compression 5 cm Hourdis en béton 30 cm Lambe d'air 13 cm Faux plafond BA13 1,3 cm	0,91	0,8	Non	Isolation intérieure insuffisante. 16 cm de lame d'air aurait suffi.
Toiture 4 : 117,3 m² Epaisseur 42,3 cm Carrelage 8mm Chape mortier de ciment 4 cm Etanchéité chape nue 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Chape de compression 4 cm Hourdis en béton 16 cm Lambe d'air 13 cm Faux plafond BA13 1,3 cm	0,99	0,8	Non	Isolation intérieure insuffisante. 18 cm de lame d'air aurait suffi.

Toiture 5 : 78,6 m² Epaisseur 57,2 cm Carrelage 8mm Chape mortier de ciment 4 cm Etanchéité chape nue 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Chape de compression 5 cm Hourdis en béton 30 cm Lambe d'air 13 cm Faux plafond BA13 1,3 cm	0,88	0,8	Non	Isolation intérieure insuffisante. 15 cm de lame d'air aurait suffi.
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Mur : 1348,92 m² Epaisseur 23 cm Mortier de ciment 1,5 cm Agglo creux ciment 20 cm Mortier de ciment 1,5 cm	3,17	1,1	Non	Murs non isolés
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Simple vitrage	1,58	6,2	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Simple vitrage	0,60	0,82	Oui	Valeur tirée du catalogue Saint Gobain
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	28%	18%	Non	Trop d'ouverture à l'Est et à l'Ouest
ROM sud	19%	22%	Oui	
ROM est	33%	22%	Non	Trop d'ouverture
ROM ouest	31%	22%	Non	Trop d'ouverture
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	2,46	7,5	Oui	Technologie LED
Eclairage moyen mesuré (Salon au 5^{ème} étage)	417 Lux	Lumière naturelle, 29/09/2021, 10h30 orientation Est		
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER	2,69	2,7	Non	ARGO, classe D
Puissance frigokW/m²	0,075	Valeur élevée		

Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	2,69	1,72	Non	Murs non isolés
ROM-eq	19,8%	14%	Non	Trop d'ouverture à l'Est et à l'Ouest
DPE [W/m ²]	2,46	7,5	Oui	
EER de climatisation	2,69	2,7	Non	ARGO Classe D
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)	Valeur non disponible			
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m ²)	Valeur non disponible			

Identification du projet				
Intitulé : H SADRI		Situation : Rue Dr Roux, Rue Nelson Mandela, Dakar Plateau		
Référence foncière :		Type de bâtiment : Immeuble Résidentiel		
Descriptif du projet : R+14, un sous-sol Surface construite : 7 300 m²		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture 1 : 155,78 m ² Epaisseur totale : 24,7 cm Etanchéité 0,2 cm Isolation polystyrène 4 cm Béton forme de pente 3 cm Chape béton 4 cm Hourdis en béton 12 cm Mortier de ciment 1,5 cm	0,76	0,8	Oui	Toiture isolée
Toiture 2 : 50,85 m ² Epaisseur totale : 28,7 cm Etanchéité 0,2 cm Isolation polystyrène 4 cm Béton forme de pente 3 cm Chape béton 4 cm Hourdis en béton 16 cm Mortier de ciment 1,5 cm	0,74	0,8	Oui	Toiture isolée
Toiture 3 : 97,95 m ² Epaisseur 33,5 cm Carrelage 0,8 cm Chape ciment 4 cm Isolation polystyrène 4 cm Etanchéité 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Chape béton 4 cm Hourdis en béton 16 cm Mortier de ciment 1,5 cm	0,71	0,8	Oui	Toiture isolée
Toiture 4 : 42,5 m ² Epaisseur 35,5 cm Carrelage 0,8 cm Chape ciment 4 cm Isolation polystyrène 4 cm Etanchéité 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Dalle béton armé 22 cm Mortier de ciment 1,5 cm	0,76	0,8	Oui	Toiture isolée
Toiture 5 : 37,6 m ² Epaisseur 151,5 cm Piscine, eau 120 cm Carrelage 0,8 cm	0,6	0,8		Toiture isolée par

Chape ciment 4 cm Etanchéité 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Dalle béton armé 22 cm Mortier de ciment 1,5 cm			Oui	l'épaisseur d'eau de la piscine
Toiture 6 : 64,4 m ² Epaisseur 133,7 cm Lambris bois 3 cm Lame d'air 100 cm Chape ciment 4 cm Etanchéité 0,2 cm Béton forme de pente 3 cm Dalle béton armé 22 cm Mortier de ciment 1,5 cm	0,17	0,8	Oui	Toiture isolée par l'épaisseur de la lame d'air
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Mur : 4721,74 m ² Epaisseur 23 cm Enduit ciment 1,5 cm Agglo creux ciment 20 cm Enduit ciment 1,5 cm	3,17	1,1	Non	Les murs ne sont pas isolés
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Simple vitrage	1,58	6,2	Oui	
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Simple vitrage	0,60	0,82	Oui	
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	17,26%	18%	Oui	
ROM sud	3,74%	22%	Oui	
ROM est	36,61%	22%	Non	Façade principale trop vitrée
ROM ouest	12,34%	22%	Oui	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	4,16	6	Oui	Technologie LED
Eclairage moyen mesuré (Hall d'accueil au RDC)	73,40 Lux	Lumière naturelle, 29/09/2021, 09h10, Orientation Est, le Hall est en profondeur		
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER	3	2,7	Oui	Daikin Classe C
Puissance frigo kW/m²	0,15	Valeur élevée		
Description	Valeur	Valeur limite	Conformité	Observations

	projet	réglementaire	oui/non	
U-eq	2,73	13,7	Oui	
ROM-eq	21	18	Non	Façade principale (Est) trop vitrée
DPE [W/m²]	3,65	6	Oui	
EER de climatisation	3	2,8	Oui	
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)	Valeur non disponible			
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m²)	Valeur non disponible			

Identification du projet				
Intitulé : Sphère Ousmane Tanor Dieng		Situation : Diamniadio		
Référence foncière :		Type de bâtiment : administratif		
Descriptif du projet :		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture-Terrasse Enduit en béton de granulats fins C20 d'épais de 40, Couche d'isolation thermique en panneau de polystyrène extrudé d'épais de 40, Forme de pente au mortier de ciment d'épais de 20, Etanchéité SBC d'épais (0.7+1.3), Dalle de couverture en béton armé coulé sur place, enduit	0,74	0,8	Oui	Toiture isolée par une couche de polystyrène
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Murs Enduit, Maçonnerie ou poteaux en beton arme, enduit	5,08	1,1	Non	Murs non isolés
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Simple vitrage	5,66	6,2	Oui	Vitrage épais (8 mm)
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Simple vitrage	0,77	0,82	Oui	
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	38%	18%	Non	Trop d'ouvertures
ROM ouest	39,1%	22%	Non	
ROM sud	43,7%	22%	Non	
ROM est	32,6%	22%	Non	
ROM Nord	35,1%	-	-	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE (W/m²)	2,81	9,4	Oui	Éclairage en LED
Éclairage moyen mesuré dans 2 bureaux témoins	999 Lx 1779 Lx	Éclairage naturel inclus		
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				

EER	3,05	2,7	Oui	Climatisation centrale toute eau utilisée
Puissance frigo W/m²	68,3			
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	4,56	1,72	Non	Les murs ne sont pas isolés
ROM-eq	27%	14%	Non	Beaucoup d'ouvertures
DPE [W/m²]	2,81	9,4	Oui	Éclairage LED
EER de climatisation	3,05	2,7	Oui	Climatisation centrale Toute eau
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)	2 028 000			
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m²)	238.7			

Identification du projet				
Intitulé : Villa de Sambou		Situation : Keur Massar - Rufisque		
Référence foncière :		Type de bâtiment : résidentiel		
Descriptif du projet :		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture-Terrasse accessible Forme de pente, polystyrène expansé, forme de pente, étanchéité, dalle en ourdis	0,61	0,8	Oui	Toiture isolée par 5 cm du polystyrène
Toiture-Terrasse cage d'escalier forme de pente, étanchéité, dalle en ourdis	5,14	0,8	Non	Toiture non isolée
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Murs Brique en terre à alvéoles verticales, enduit en terre chaux	2,99	1,1	Non	Murs en briques alvéolées de 15 cm d'épaisseur (épaisseur faible)
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Fenêtres vitrées	1,3	6,2	Oui	Double vitrage en PVC
Baies vitrées	1,3	6,2	Oui	Double vitrage avec verre ext. réfléchissant
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Fenêtres vitrées	0,7	0,82	Oui	Double vitrage
Baies vitrées	0,13	0,82	Oui	Double vitrage avec verre ext. réfléchissant
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	13%	18%	Oui	Surface vitrée faible
ROM ouest	7%	22%	Oui	
ROM sud	26,6%	22%	Non	Présence d'une baie vitrée

ROM est	6,1%	22%	Oui	Surface vitrée faible
ROM Nord	13,8%	-	-	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	1,43	6	Oui	Éclairage en LED
Éclairement moyen mesuré (chambre parent)	20 Lx (nuit) 470 Lx (matin)			
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER	3,2	2,7	Oui	Split system A++
Puissance frigo W/m ²	25			
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	2,61	1,72	Non	Murs en briques alvéolées de 15 cm d'épaisseur (épaisseur faible)
ROM-eq	2,6%	14%	Oui	Surface vitrée faible et présence de casquettes
DPE [W/m ²]	1,43	6	Oui	Éclairage LED
EER de climatisation	3,2	2,7	Oui	Split system A++
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)	2 024,6 (extrapolé)			
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m ²)	6,4			

Identification du projet				
Intitulé : Villa Nabo SENE		Situation : Toubab Dialaw		
Référence foncière :		Type de bâtiment : Habitation		
Descriptif du projet :		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture-terrasse Étanchéité autoprotégée, 1 cm de polyéthylène, dalle en ourdis poutrelle,	2,52	0,8	Non	Faible isolation utilisée (1cm)
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Murs Enduit, btc de 14 cm, 1cm de polyéthylène, enduit	2,11	1,1	Non	Épaisseur d'isolation faible (1 cm)
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Simple vitrage	5,87	6,2	Oui	Épaisseur de 6 mm utilisée
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Simple vitrage	0,87	0,82	Non	Vitrage clair utilisé
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	22%	18%	Non	Surfaces vitrées importantes
ROM ouest	34%	22%	Non	Surfaces vitrées importantes
ROM sud	15%	22%	Oui	Ouverture moyenne
ROM est	32%	22%	Non	Surfaces vitrées importantes
ROM Nord	18%	-		
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	0,96	6	Oui	Éclairage LED
Éclairement moyen mesuré				
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER		2,7		Climatisation non prévue

Puissance frigo W/m ²		Climatisation non prévue		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	2,72	1,72	Non	Faible isolation sur le toit et les murs
ROM-eq	12,1 %	13,7%	Oui	Présence d'une casquette et de porte en bois
DPE [W/m ²]	0,96	6	Oui	Éclairage LED
EER de climatisation		2,7		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)				Bâtiment non encore occupé
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m ²)				

Identification du projet				
Intitulé : Centre de mutualisation et de partage		Situation : Diamniadio		
Référence foncière :		Type de bâtiment : administratif		
Descriptif du projet :		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture-terrasse accessible Forme de pente, étanchéité, dalle en ourdis de 20 cm, enduit	5,26	0,8	Non	Toiture-terrasse non isolée
Toiture-terrasse non accessible Forme de pente, étanchéité, dalle en ourdis de 15 cm, enduit	5,55	0,8	Non	
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Murs Enduit, bloc de béton creux, enduit	6,25	1,1	Non	Murs non isolés
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Simple vitrage	5,87	6,2	Oui	Épaisseur vitrage 6 mm
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Simple vitrage	0,57	0,82	Oui	Vitre de couleur gris
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	25,2%	18%	Non	Trop de vitrages
ROM ouest	16,4%	22%	Oui	Ouvertures moyennes
ROM sud	44,3%	22%	Non	Trop d'ouvertures
ROM est	16,1%	22%	Oui	Ouvertures moyennes
ROM Nord	12,9%	-	-	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	4,08	9,4	Oui	Éclairage LED utilisée
Éclairement moyen mesuré				

Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER		2,7		
Puissance frigo kW/m²				
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	6,02	1,72	Non	Murs non isolés
ROM-eq	13,8%	13,7%	Non	Ouvertures importantes et utilisation de vitrages simples
DPE [W/m²]	4,08	9,4	Oui	Éclairage LED utilisée
EER de climatisation		2,7		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)				Bâtiment non encore fonctionnel
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m²)				

Identification du projet				
Intitulé : Université Virtuelle du Sénégal		Situation : Diamniadio		
Référence foncière :		Type de bâtiment : administratif		
Descriptif du projet :		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture-terrasse accessible Forme de pente, étanchéité, dalle en ourdis, enduit	5,3	0,8	Non	Toiture-terrasse non isolée
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Murs Enduit, bloc de béton creux, enduit	6,25	1,1	Non	Murs non isolés
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Simple vitrage avec protection	3,56	6,2	Oui	Présence de Caillebotis
Simple vitrage sans protection	5,86	6,2	Oui	Simple vitrage 6 mm
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Simple vitrage	0,57	0,82	Oui	Vitre de couleur gris
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	52,0%	18%	Non	Trop d'ouvertures
ROM ouest	65,3%	22%	Non	
ROM sud	30,6%	22%	Non	
ROM est	54,9%	22%	Non	
ROM Nord	36,3%	-	-	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE	3,24	9,4	Oui :	Éclairage LED installé
Éclairage moyen mesuré				
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER		2,7		

Puissance frigo kW/m ²				
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
U-eq	5,82	1,72	Non	pas d'isolation dans le bâtiment
ROM-eq	22,1%	13,7%	Non	Surface vitrée importante
DPE [W/m ²]	3,23	9,4	Non	Puissance installée importante
EER de climatisation		2,7		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)				
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m ²)				

Identification du projet				
Intitulé : Hôpital Albert Royer (Pôle Mère – Enfants)		Situation : Dakar		
Référence foncière :		Type de bâtiment : Hôpital		
Descriptif du projet :		Zone climatique : 2B, climat semi-aride chaud		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Toiture : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Toiture Forme de pente, étanchéité, dalle en ourdis, enduit	5,3	0,8	Non	Toiture non isolée
Murs extérieurs : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Murs Enduit, bloc de béton creux, enduit	6,25	1,1	Non	Murs non isolés
Fenêtres : Coefficient de transmission thermique (U) [W/(m².K)]				
Simple vitrage	5,865	6,2	Oui	Épaisseur vitrage 6 mm
Fenêtres : Facteur solaire (FS)				
Simple vitrage	0,87	0,82	Non	Simple vitrage clair
Ratio ouverture-mur (ROM)				
ROM moyen	16,1%	18%	Oui	Ouvertures moyennes
ROM ouest	16,5%	22%	Oui	
ROM sud	29,6%	22%	Non	Ouvertures importantes
ROM est	14,1%	22%	Oui	Ouvertures moyennes
ROM Nord	7,9%	-	-	
Éclairage : Densité de puissance (DPE) [W/m²]				
DPE		11,3		
Éclairage moyen mesuré				
Climatisation : Ratio d'Efficacité Énergétique (EER)				
EER		2,7		
Puissance frigo kW/m²				
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations

U-eq	5,8	1,72	Non	Murs non isolés
ROM-eq	11,2%	13,7%	Oui	Ouverture moyenne
DPE [W/m ²]		11,3		
EER de climatisation		2,7		
Description	Valeur projet	Valeur limite réglementaire	Conformité oui/non	Observations
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an)				
Consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m ²)				

Tableau 6 : Résultats de l'analyse de conformité

3.2 Analyse du degré de conformité des bâtiments selon les trois approches (prescriptive, compromis, performancielle)

3.2.1 Identification des causes des écarts

a. Sphères Ministérielles de Diarniadio

Toutes les toitures sont isolées et conformes. Les murs Est et Ouest ne sont pas du tout isolés. Les murs Nord et Sud ne sont pas suffisamment isolés. Cependant, ils contiennent un isolant acoustique, dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour atteindre la conformité. Une simulation préalable aurait permis de trouver des solutions de conformité, par exemple augmentation de la lame d'air ou encore augmentation de l'épaisseur de l'isolant acoustique.

Il y a des murs rideaux avec des doubles vitrages au Nord et au Sud, ce qui implique des ROM importants sur ces façades. A l'Est et à l'Ouest également, il y a trop d'ouverture, d'où la non-conformité du ROM sur ces façades et du ROM moyen.

Les fenêtres, les ouvertures des murs rideaux et l'éclairage sont conformes. Les fenêtres utilisent le simple vitrage. Il y a la technologie LED pour l'éclairage et le double vitrage pour les ouvertures des murs rideaux.

Le coefficient EER du système de climatisation est conforme mais il y a une trop importante consommation d'énergie du bâtiment (kWh/an/m²) à cause d'une trop grande utilisation de la climatisation. Des solutions de masques verticales ou de rideaux aurait permis de diminuer l'effet de serre produit par les murs rideaux, et ainsi diminuer la consommation des climatiseurs.

b. Siège EDE

Le toit est isolé et conforme à la directive. Le mur 1 n'est pas suffisamment isolé. Le panneau bois de bardage a été utilisé pour améliorer les performances thermiques du mur mais n'a pas donné le résultat escompté. Le mur 2 n'est pas isolé. En outre, il y a trop d'ouvertures sur les façades Est et Nord, d'où la non-conformité du ROM. L'éclairage emploie la technologie LED et sa DPE respecte la limite. Les fenêtres sont également conformes. Le système de climatisation a un coefficient EER non conforme.

c. Hôtel Golden Tulip (Croix du Sud) Dakar

Les toitures de ce bâtiment sont isolées et conformes aux prescriptions de la directive. La plus grande surface de mur est également conforme grâce au matériau terre cuite. La partie de mur non conforme concerne l'extension en hauteur, sur l'ancien bâtiment colonial en terre cuite. Cette partie est faite de briques creuses en béton de ciment.

Les fenêtres sont également conformes, elles sont de type doubles vitrages.

Il y a la technologie LED pour l'éclairage ; mais la DPE n'est pas respectée à cause du nombre important de lumières.

d. Immeuble BETTY (R+7)

Le mur n'est pas du tout isolé. Les toits ne sont pas suffisamment isolés. Il y a une isolation intérieure, sous forme de lame au niveau des toitures mais elle n'est pas suffisante. Une simulation préalable aurait permis de trouver l'épaisseur optimale pour la lame d'air et ainsi atteindre la conformité. Il y a également trop d'ouvertures sur les façades Est et Ouest, d'où la non-conformité du ROM sur ces façades ainsi que le ROM Moyen. Les fenêtres sont conformes. Elles sont équipées d'un simple vitrage de 6 mm. L'éclairage est également conforme. Il emploie la technologie LED. Le coefficient EER du système de climatisation est, cependant, en deçà de la limite requise.

e. Immeuble H SADRI (R+14)

Toutes les toitures sont conformes. Elles sont isolées, soit par un isolant, soit par une épaisseur d'air, soit par une épaisseur d'eau. Les murs extérieurs ne sont pas du tout isolés.

Il y a trop d'ouvertures sur la façade Est, d'où la non-conformité du ROM sur cette façade, ainsi que sur le ROM-eq.

La DPE est conforme et la technologie LED est utilisée pour l'éclairage. Les fenêtres sont équipées d'un simple vitrage de 6 mm d'épaisseur et sont conformes. Le système de climatisation est, également, conforme. Son coefficient EER est supérieur à la limite réglementaire.

f. Bâtiment Ousmane Tanor Dieng

Le coefficient U de la toiture-terrasse est conforme car celle-ci est isolée. Cependant, le coefficient U des murs extérieurs ne l'est pas du fait de l'absence d'isolation. Les fenêtres sont conformes. Elles sont de type simple vitrage. Les ROM de toutes les façades sont supérieurs à la limite réglementaire. La surface vitrée étant très élevée sur tous les murs. Cela induit une non-conformité pour le ROM moyen. La technologie de l'éclairage est de type LED et sa densité de puissance est conforme. Le coefficient EER relatif au système de climatisation est supérieur aux exigences de la directive, donc conforme.

g. Bâtiment Sambou

Le coefficient U de la toiture-terrasse est conforme car celle-ci est isolée. Cependant, le coefficient U de la toiture de la cage d'escalier n'est pas conforme du fait d'absence d'isolation. De même pour les murs extérieurs qui ne sont pas isolés. Les fenêtres sont conformes. Elles sont de type double vitrage. Le ROM de la façade sud est supérieur à la limite réglementaire, sa surface vitrée étant élevée. Cela n'affecte pas le ROM moyen qui respecte les prescriptions. La technologie de l'éclairage est de type LED et sa densité de puissance est conforme. Le coefficient EER relatif au système de climatisation est supérieur aux exigences de la directive, donc conforme.

h. Villa de Nabo SENE

Le coefficient U des murs et de la toiture-terrasse ne sont pas conformes à cause de la faible épaisseur d'isolant (1 cm). Les fenêtres sont également non conformes du fait du facteur solaire qui ne respecte pas les exigences. Les façades est et ouest ont un ROM dépassant les prescrip-

tions. Cela est dû à la surface vitrée qui est élevée sur ces façades. La technologie de l'éclairage est de type LED et sa densité de puissance est conforme.

i. Centre de mutualisation et de partage

Les coefficients U de la toiture-terrasse et des parois ne sont pas conformes à la directive de l'UEMOA car l'enveloppe de ce bâtiment n'est pas isolée. Les fenêtres sont conformes (le vitrage étant de type simple et de couleur grise). La façade sud présente un ROM élevé par rapport aux prescriptions de la directive. La surface vitrée y est élevée. Cela fait que le ROM moyen n'est pas conforme. La technologie de l'éclairage est de type LED et sa densité de puissance est conforme.

j. Université virtuelle du Sénégal

Les coefficients U de la toiture-terrasse et des parois ne sont pas conformes à la directive de l'UEMOA car l'enveloppe de ce bâtiment n'est pas isolée. Les fenêtres sont conformes (le vitrage étant de type simple et de couleur grise). Les coefficients ROM sont tous largement supérieur aux limites imposées par la directive du fait d'une présence excessive de surfaces vitrées. La technologie de l'éclairage est de type LED et sa densité de puissance est conforme.

k. Hôpital Albert Royer

Les coefficients U de la toiture et des parois ne sont pas conformes à la directive de l'UEMOA car l'enveloppe de ce bâtiment n'est pas isolée. Les fenêtres aussi ne le sont pas. Leurs facteur solaire est supérieur à la limite imposée par la directive. Par ailleurs, la façade sud présente un ROM élevé par rapport aux prescriptions de la directive. La surface vitrée y est élevée. Toutefois, cela n'affecte pas le ROM moyen qui reste, quant à lui, conforme.

Il est à souligner que c'est uniquement l'enveloppe qui a été étudiée pour ce bâtiment.

3.2.2 Analyse des écarts

3.2.2.1 Taux de conformité

Un paramètre, dénommé, taux de conformité est introduit pour l'analyse des écarts entre les performances des bâtiments et les prescriptions de la directive. Il est utilisé pour comparer les résultats des deux approches, à savoir l'approche prescriptive et l'approche par compromis. Il est défini sur la base des critères de chaque approche :

Approche prescriptive :

Dans le cas de l'approche prescriptive, le taux de conformité est calculé en considérant 7 critères, qui représentent, en fait, les exigences de l'approche prescriptive : U-Toiture, U-Murs extérieurs, U-Fenêtre, FS, ROM, DPE, EER. Les critères ne sont pas pondérés. Une notation de 100% est attribuée à chaque critère lorsque celui-ci est satisfait. Dans le cas contraire, une note de 0% est adoptée. Les critères de l'approche prescriptive peuvent prendre des valeurs intermédiaires entre 0 et 100% du fait de l'existence dans certains bâtiments de plusieurs types de toitures ou de murs extérieurs voir de fenêtres. Le taux de conformité de l'approche est obtenu en faisant la moyenne des notations des critères le constituant.

Approche prescriptive	
U-Toiture	100%
U-Murs extérieurs	100%
U-Fenêtres	100%
FS	100%
ROM	100%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	100%

Tableau 7 : Taux de conformité dans le cas de l'approche prescriptive

Approche par compromis

Dans le cas de l'approche par compromis, le taux de conformité est calculé sur la base de 4 critères, qui représentent les exigences de l'approche prescriptive : U-eq, ROM-eq, DPE, EER. Les critères ne sont pas pondérés. Une notation de 100% est attribuée à chaque critère lorsque celui-ci est satisfait. Dans le cas contraire, une note de 0% est adoptée. Le taux de conformité de cette approche est obtenu en faisant la moyenne des notations des critères le constituant.

Approche par compromis	
U-eq	100%
ROM-eq	100%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	100%

Tableau 8 : Taux de conformité dans le cas de l'approche par compromis

Le taux de conformité ne sera pas sollicité pour l'approche dite de performance, étant donnée les ressources en temps élevées nécessaire pour simuler dynamiquement tous les bâtiments. Toutefois, un bâtiment sera sélectionné pour la simulation dynamique.

3.2.2.2 Analyse statistique pour chaque bâtiment en utilisant le taux de conformité :

Approche prescriptive

Sphère Ministérielle, Diamniadio	
U-Toiture 1	100%
U-Toiture 2	100%
U-Toiture 3	100%
U-Murs extérieurs 1	0%
U-Murs extérieurs 2	0%
U-Fenêtres double vitrage	100%
U-Fenêtres simple vitrage	100%
FS Double vitrage	100%
FS simple vitrage	100%
ROM Moyen	0%
ROM Sud	0%
ROM Est	0%
ROM Ouest	0%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	60%

Tableau 9 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ministérielle selon l'approche prescriptive

Siège EDE, Dakar	
U-Toiture	100%
U-Murs extérieurs 1	0%
U-Murs extérieurs 2	0%
U-Fenêtres double vitrage	100%
U-Fenêtres simple vitrage	100%
FS Double vitrage	100%
FS simple vitrage	100%
ROM Moyen	0%
ROM Sud	100%

ROM Est	0%
ROM Ouest	100%
DPE	100%
EER	0%
Taux de conformité	61,5%

Tableau 10 : Taux de conformité du bâtiment Siège EDE selon l'approche prescriptive

Hôtel Golden Tulip (Croix du Sud) Dakar	
U-Toiture 1	100%
U-Toiture 2	100%
U-Murs extérieurs 1	100%
U-Murs extérieurs 2	100%
U-Murs extérieurs 3	0%
U-Fenêtres double vitrage	100%
U-Fenêtres simple vitrage	100%
FS Double vitrage	100%
FS simple vitrage	100%
ROM Moyen	100%
ROM Sud	100%
ROM Est	100%
ROM Ouest	100%
DPE	0%
EER	100%
Taux de conformité	86,6%

Tableau 11 : Taux de conformité du l'Hôtel Golden Tulip selon l'approche prescriptive

Immeuble BETTY, R+7, Dakar	
U-Toiture 1	0%
U-Toiture 2	0%
U-Toiture 3	0%
U-Toiture 4	0%
U-Toiture 5	0%
U-Murs extérieurs	0%

U-Fenêtres simple vitrage	100%
FS simple vitrage	100%
ROM Moyen	0%
ROM Sud	100%
ROM Est	0%
ROM Ouest	0%
DPE	100%
EER	0%
Taux de conformité	28,6%

Tableau 12 : Taux de conformité du bâtiment BETTY, R+7 selon l'approche prescriptive

Immeuble SADRI, R+14, Dakar	
U-Toiture 1	100%
U-Toiture 2	100%
U-Toiture 3	100%
U-Toiture 4	100%
U-Toiture 5	100%
U-Toiture 6	100%
U-Murs extérieurs	0%
U-Fenêtres simple vitrage	100%
FS simple vitrage	100%
ROM Moyen	100%
ROM Sud	100%
ROM Est	0%
ROM Ouest	100%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	86,6%

Tableau 13 : Taux de conformité du bâtiment SADRI, R+14 selon l'approche prescriptive

Sphère Ousmane Tanor Dieng	
U-Toiture	100%
U-Murs extérieurs	0%
U-Fenêtres	100%
FS	100%
ROM	0%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	71,43%

Tableau 14 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ousmane selon l'approche prescriptive

Villa de Sambou	
U-Toiture	50%
U-Murs extérieurs	0%
U-Fenêtres	100%
FS	100%
ROM	80%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	75,71%

Tableau 15 : Taux de conformité de la villa de Sambou selon l'approche prescriptive

Villa Nabo Séné Toubab Dialaw	
U-Toiture	0%
U-Murs extérieurs	0%
U-Fenêtres	100%
FS	0%

ROM	40%
DPE	100%
EER	NA
Taux de conformité	40%

Tableau 16 : Taux de conformité de la villa Nabo Sène selon l'approche prescriptive

Centre de mutualisation et de partage	
U-Toiture	0%
U-Murs extérieurs	0%
U-Fenêtres	100%
FS	100%
ROM	60%
DPE	100%
EER	NA
Taux de conformité	51,7%

Tableau 17 : Taux de conformité du bâtiment du centre de mutualisation et de partage selon l'approche prescriptive

Université Virtuelle du Sénégal	
U-Toiture	0%
U-Murs extérieurs	0%
U-Fenêtres	100%
FS	100%
ROM	0%
DPE	100%
EER	NA
Taux de conformité	50%

Tableau 18 : Taux de conformité du bâtiment Université Virtuelle du Sénégal selon l'approche prescriptive

Albert Royer	
U-Toiture	0%
U-Murs extérieurs	0%
U-Fenêtres	100%
FS	0%
ROM	80%
DPE	NA
EER	NA
Taux de conformité	36%

Tableau 19 : Taux de conformité du bâtiment Albert Royer selon l'approche prescriptive

Résumé des résultats de l'approche prescriptive :

	Sphère Ministérielle de Diamniadio	Siège EDE	Golden Tulip (Croix du Sud)	Immeuble BETTY (R+7)	Immeuble SADRI (R+14)
U-Toiture	100%	100%	100%	0%	100%
U-Murs extérieurs	0%	0%	67%	0%	0%
U-Fenêtres	100%	100%	100%	100%	100%
FS	100%	100%	100%	100%	100%
ROM	0%	50%	100%	25%	75%
DPE	100%	100%	0%	100%	100%
EER	100%	0%	100%	0%	100%
Taux de conformité	60%	61,5%	86,6%	28,6%	86,6%

Tableau 20.a

	Sphère Ousmane Tanor Dieng (OTD)	Villa Sambou	Villa Nabo Sene	Centre de mutualisation et de partage (CMP)	Université virtuelle du Sénégal (UVS)	Albert Royer
U-Toiture	100%	50%	0%	0%	0%	0%
U-Murs extérieurs	0%	0%	0%	0%	0%	0%
U-Fenêtres	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FS	100%	100%	0%	100%	100%	0%
ROM	0%	80%	40%	60%	0%	80%
DPE	100%	100%	100%	100%	100%	NA
EER	100%	100%	NA	NA	NA	NA
Taux de conformité	71,43%	75,71%	40%	51,7%	50%	36%

Tableau 20.b

Tableau 20 : Résumé des résultats de l'approche prescriptive

Aucun bâtiment n'est conforme à l'approche prescriptive.

Les critères non satisfaits, relatif à l'enveloppe du bâtiment, par ordre décroissant sont : la faible qualité des murs extérieurs (11 bâtiments /11), l'excès d'ouverture (10 bâtiments sur 11), la faible qualité de la toiture (6 bâtiments sur 11) et coefficient FS non conforme (1 bâtiment sur 11).

Il est à signaler que 6 bâtiments de l'échantillon sont simultanément concernés par l'isolation de la toiture, l'isolation des murs extérieurs et la réduction des ouvertures de façades.

Equipements : système de climatisation EER (2 bâtiments), DPE de l'éclairage (1 bâtiment).

Le bâtiment Golden Tulip (Croix du Sud) et l'immeuble Sadri sont à un taux de conformité de plus de 85%.

La Sphère Ministérielle de Diamniadio a un taux de conformité global de 60%. Elle est concernée par l'isolation des murs 1 et 2 et d'une réduction des ouvertures des façades Sud, Est et Ouest. Le taux de conformité des murs extérieurs est de 0% et celui du ROM est aussi de 0%.

Le siège EDE a un taux de conformité global de plus de 60%. Il est concerné par l'isolation des murs 1, 2, et 3, le ROM Est et d'une reconsidération du système de climatisation. Le taux de conformité des murs extérieurs est de 0% et celui du ROM est de 50%.

Le bâtiment Golden Tulip (Hôtel Croix du Sud) a un taux de conformité global de plus de 85%. Il est concerné par l'isolation de mur extérieur 3 et d'une refonte du système d'éclairage. Toutefois, le taux de conformité des murs extérieurs est de 60%.

L'immeuble BETTY (R+7) a le plus faible taux de conformité global (28,6%). Il est concerné par l'isolation des toitures 1, 2, 3, 4 et 5, l'isolation des murs extérieurs, la réduction des ouvertures des façades Est et Ouest ainsi qu'une refonte du système de climatisation. Le taux de conformité pour les toitures, les murs extérieurs et le ROM sont respectivement : 0%, 0% et 25%.

L'immeuble SADRI (R+14) a un taux de conformité global de plus de 85%. Il est concerné par l'isolation du mur extérieur et d'une réduction des ouvertures de la façade Est. Le taux de conformité des murs extérieurs est de 0% et celui du ROM est de 75%.

Le bâtiment OTD a un taux de conformité global de plus de 70%. Il est concerné par l'isolation des murs extérieurs et la réduction des ouvertures des toutes les façades. Le taux de conformité des murs extérieurs est de 0% et celui du ROM est de 0%.

La villa Sambou a un taux de conformité de plus de 70%. Elle est concernée par l'isolation de la cage d'escalier, l'isolation des murs extérieurs et la réduction des ouvertures de la façade Sud. Le taux de conformité pour la toiture, les murs extérieurs et le ROM sont respectivement : 50%, 0% et 80%.

La villa Nabo Sené a un taux de conformité global de 40%. Elle est concernée par l'isolation de la terrasse, les murs extérieurs, le choix d'un FS conforme, la réduction des ouvertures des façades Ouest et Est. Il est à noter l'absence d'information relative au système de climatisation. Le taux de conformité pour la toiture, les murs extérieurs et le ROM sont respectivement : 0%, 0% et 40%.

Le bâtiment CMP a un taux de conformité global de plus de 50%. Il est concerné par l'isolation des terrasses 1 et 2, l'isolation des murs extérieurs et la réduction des ouvertures de la façade sud. Il est à noter l'absence d'informations sur la DPE et le coefficient EER. Le taux de conformité pour la toiture, les murs extérieurs et le ROM sont respectivement : 0%, 0% et 60%.

Le bâtiment UVS a un taux de conformité global de 36%. Il est concerné par l'isolation de la terrasse, l'isolation des murs extérieurs et la réduction des ouvertures de toutes les façades. Il est à noter l'absence d'information sur le coefficient EER. Le taux de conformité pour la toiture, les murs extérieurs et le ROM sont respectivement : 0%, 0% et 0%.

Le bâtiment Albert Royer a un taux de conformité global de 50%. Il est concerné par l'isolation de la toiture, l'isolation des murs extérieurs, le choix d'un FS conforme et la réduction des ouvertures de la façade sud. Il est à noter l'absence d'information sur la DPE et le coefficient EER. Le taux de conformité pour la toiture, les murs extérieurs et le ROM sont respectivement : 0%, 0% et 80%.

Approche par compromis

Sphère Ministérielle, Diamniadio	
U-eq	0%
ROM-eq	0%

DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	50%

Tableau 21 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ministérielle selon l'approche par compromis

Siège EDE, Dakar	
U-eq	0%
ROM-eq	100%
DPE	100%
EER	0%
Taux de conformité	50%

Tableau 22 : Taux de conformité du bâtiment Siège EDE selon l'approche par compromis

Hôtel Golden Tulip (Croix du Sud) Dakar	
U-eq	100%
ROM-eq	100%
DPE	0%
EER	100%
Taux de conformité	75%

Tableau 23 : Taux de conformité de l'Hôtel Golden Tulip selon l'approche par compromis

Immeuble BETTY, R+7, Dakar	
U-eq	0%
ROM-eq	0%
DPE	100%
EER	0%

Taux de conformité	25%
---------------------------	-----

Tableau 24 : Taux de conformité de l'immeuble BETTY selon l'approche par compromis

Immeuble SADRI, R+14, Dakar	
U-eq	100%
ROM-eq	0%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	75%

Tableau 25 : Taux de conformité de l'immeuble SADRI selon l'approche par compromis

Sphère Ousmane Tanor Dieng	
U-eq	0%
ROM-eq	0%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	50%

Tableau 26 : Taux de conformité du bâtiment Sphère Ousmane selon l'approche par compromis

Villa Sambou	
U-eq	0%
ROM-eq	100%
DPE	100%
EER	100%
Taux de conformité	75%

Tableau 27 : Taux de conformité de la villa Sambou selon l'approche par compromis

Villa Nabou Toubab Dialaw	
U-eq	0%
ROM-eq	100%
DPE	100%
EER	NA
Taux de conformité	66,7%

Tableau 28 : Taux de conformité de la villa Nabou selon l'approche par compromis

Centre de mutualisation et de partage	
U-eq	0%
ROM-eq	100%
DPE	100%
EER	NA
Taux de conformité	66,7%

Tableau 29 : Taux de conformité du bâtiment centre de mutualisation et de partage selon l'approche par compromis

Université Virtuelle du Sénégal	
U-eq	0%
ROM-eq	0%
DPE	100%
EER	NA
Taux de conformité	33,3%

Tableau 30 : Taux de conformité du bâtiment Université Virtuelle du Sénégal selon l'approche par compromis

Albert Royer	
U-eq	0%
ROM-eq	100%
DPE	NA
EER	NA
Taux de conformité	50%

Tableau 31 : Taux de conformité du bâtiment Albert Royer selon l'approche par compromis

Résumé des résultats de l'approche par compromis :

	Sphère Ministérielle de Diamniadio	Siège EDE	Golden Tulip (Croix du Sud)	Immeuble BETTY (R+7)	Immeuble SADRI (R+14)
U-eq	0%	0%	100%	0%	100%
ROM-eq	0%	100%	100%	0%	0%
DPE	100%	100%	0%	100%	100%
EER	100%	0%	100%	0%	100%
Taux de conformité	50%	50%	75%	25%	75%

Tableau 32.a

	Sphère Ousmane Tanor Dieng (OTD)	Villa Sambou	Villa Nabo Sene	Centre de mutualisation et de partage (CMP)	université virtuelle du Sénégal (UVS)	Albert Royer
U-eq	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ROM-eq	0%	100%	100%	100%	0%	100%
DPE	100%	100%	100%	100%	100%	NA
EER	100%	100%	NA	NA	NA	NA
Taux de conformité	50%	75%	66,7%	66,7%	33,3%	50%

Tableau 32.b

Tableau 32 : Résumé des résultats de l'approche par compromis

Aucun bâtiment n'est conforme à l'approche par compromis.

Les critères non satisfaits en relation avec l'enveloppe, dans ce cas, par ordre décroissant sont : la faible qualité de l'enveloppe, représentée par U-eq (9 bâtiments sur 11) et l'excès d'ouverture caractérisé par ROM-eq (5 bâtiments sur 11).

Les critères non satisfaits en relation avec les équipements des bâtiments, dans ce cas, par ordre décroissant sont : EER (2 bâtiments) et DPE (1 bâtiment).

Quatre bâtiments sont simultanément concernés par U-eq et ROM-eq.

La sphère ministérielle de Diamniadio (U-eq 0%, ROM-eq 0%, DPE 100%, EER 100%) a un taux de conformité global de 50%. Elle a les coefficients U-eq et ROM-eq non conformes. Ce bâtiment nécessitera une révision de la qualité de l'enveloppe (isolation de murs extérieurs et optimisation des ouvertures) pour atteindre les objectifs de la directive. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq:

U-eq : U-toiture 100%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 0%

Le siège EDE (U-eq 0%, ROM-eq 100%, DPE 100%, EER 0%) a un taux de conformité global de 50%. Il a les coefficients U-eq et EER non conformes. Ce bâtiment nécessitera une révision de la qualité de l'enveloppe (isolation de murs extérieurs) et du système de climatisation. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 100%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 50%

L'hôtel Golden Tulip (Croix du Sud) (U-eq 100%, ROM-eq 100%, DPE 0%, EER 100%) a un taux de conformité global de 75%. Il a uniquement besoin de reconsidérer l'éclairage pour être conforme. U-eq et ROM-eq remplissent les conditions de la directive. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 100%, U paroi 67%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 100%

L'immeuble BETTY (U-eq 0%, ROM-eq 0%, DPE 100%, EER 0%) a un taux de conformité global de 25%. Il a les coefficients U-eq, Rom-eq et EER non conformes. Ce bâtiment doit faire l'objet d'une révision de la qualité de l'enveloppe (isolation de murs extérieurs et optimisation des ouvertures) et du système de climatisation. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 0%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS10 0%, ROM 25%

L'immeuble SADRI (U-eq 100%, ROM-eq 0%, DPE 100%, EER 100%) a un taux de conformité global de 75%. Il a le coefficient ROM-eq non conforme. Ce bâtiment doit faire l'objet d'une optimisation des ouvertures). Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq:

U-eq : U-toiture 100%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 75%

Le bâtiment OTD (U-eq 0%, ROM-eq 0%, DPE 100%, EER 100%) a besoin d'une isolation judicieuse des murs extérieurs combinée à une réduction des ouvertures pour atteindre la conformité de l'enveloppe. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 100%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 0%

La villa Sambou (U-eq 0%, ROM-eq 100%, DPE 100%, EER 100%) a un taux de conformité global de 75%. Elle a besoin d'une isolation judicieuse de la cage d'escalier et des murs extérieurs pour atteindre la conformité de l'enveloppe. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 50%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 80%

La villa Nabo Sene (U-eq 0%, ROM-eq 100%, DPE 100%, EER NA) a un taux de conformité global de plus de 66%. Elle a besoin d'une isolation judicieuse de la terrasse et des murs extérieurs combinée à l'adoption d'un système de climatisation ayant un coefficient EER supérieur ou égal à celui de la directive. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 0%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 0%, ROM 40%

Le bâtiment CMP (U-eq 0%, ROM-eq 100%, DPE 100%, EER NA) a un taux de conformité global de plus de 66%. Il a besoin d'une isolation judicieuse de la terrasse et des murs extérieurs

combinée à l'adoption d'un système de climatisation ayant un coefficient EER supérieur ou égal à celui de la directive. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 0%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 60%

Le **bâtiment UVS** (U-eq 0%, ROM-eq 0%, DPE 100%, EER NA %) a un taux de conformité global de 33%. Il a besoin d'une isolation judicieuse de la terrasse et des murs extérieurs avec réduction des ouvertures sur toutes les façades. L'adoption d'un système de climatisation ayant un coefficient EER supérieur ou égal à celui de la directive est, aussi, nécessaire. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 0%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 0 %

Le **bâtiment Albert Royer** (U-eq 0%, ROM-eq 100%, DPE NA%, EER NA%) a un taux de conformité global de 50%. Il a besoin d'une isolation judicieuse de la terrasse et des murs extérieurs. L'adoption d'équipements d'éclairage et de climatisation respectant les contraintes de la directive est aussi nécessaire. Il est à noter les conditions suivantes pour U-eq et ROM-eq :

U-eq : U-toiture 0%, U paroi 0%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 0%, ROM 80%

3.3 Comparaison des trois approches sur la base des résultats obtenus

Aucun des bâtiments analysés n'est conforme quelque soit l'approche.

Approche prescriptive : 8 bâtiments sont à 50% et plus de conformité. Le taux maximum de conformité est de 86,6%. Il est atteint par deux bâtiments (Golden Tulip et Sadri).

Approche par compromis : 9 bâtiments à 50% et plus de conformité. Le taux maximum de conformité est de 75 %. Il est atteint par trois bâtiments (Golden Tulip, villa Sambou et Sadri).

Dans le cas de l'approche par compromis, des équipements d'éclairage et de climatisation conformes permettent d'atteindre 50% de conformité.

Il a été possible d'avoir la conformité du coefficient U-eq dans les conditions suivantes :

Immeuble Sadri : U-toiture 100%, U paroi 0%

Hotel Golden Tulip : U-toiture 100%, U paroi 67%

Il a été possible d'obtenir des ROM-eq conformes dans différentes situations :

Siège EDE : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 50%

Immeuble Sadri : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 75%

Villa Sambou : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 80%

Villa Nabo Sene : U-fenêtre 100%, FS 0%, ROM 40%

Bâtiment CMP : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 60%

Bâtiment Albert Royer : U-fenêtre 100%, FS 0%, ROM 80%

Il a été possible d'avoir la conformité simultanée du U-eq et du ROM-eq uniquement dans le cas de l'Hôtel Golden Tulip et avec les conditions suivantes :

U-eq : U-toiture 100%, U paroi 67%

ROM-eq : U-fenêtre 100%, FS 100%, ROM 100%

4 Identification des mesures techniques d'amélioration pour être conforme aux à la directive et estimation des surcoûts

Les mesures permettant d'améliorer les performances des bâtiments étudiés pour les rendre conforme aux dispositions de la directive ainsi que les coûts qui en découlent sont résumés dans cette partie.

Sphère Ministérielle de Diamniadio

Nom de la composante	Mur 1 (Sphère Ministérielle de Diamniadio, lame d'air de 6 cm à 11 cm), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Panneau alucobond	0,012	0,44	0,027
Lame d'air	0,11	0,18	0,611
Panneau BA13	0,013	0,32	0,041
Isolation acoustique	0,075	0,35	0,214
Panneau BA13	0,013	0,32	0,041
Resistance totale (m².C/W)			0,934
Coefficient U (W/m².C)			1,07
surface			1261,6 m²
Surcoût en FCfa			5 677 191

Tableau 33 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 1 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Il s'agit d'enlever et de remettre les panneaux sandwich avec isolation acoustique, après avoir augmenté la lame d'air. Le coût concerne la main d'œuvre et le changement des fixations des panneaux.

Sphère Ministérielle de Diamniadio

Nom de la composante	Mur 2 (Sphère Ministérielle de Diamniadio, doublage avec 4 cm de panneau de typha), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m.C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Mur en béton armé	0,25	2,5	0,1
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Panneau de typha	0,04	0,05	0,8
Résistance totale (m².C/W)			0,93
Coefficient U (W/m².C)			1,08
surface			1152,3 m²
Surcoût en FCfa			7 490 340

Tableau 34 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 2 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Il s'agit de poser 4 cm d'isolant en panneau de typha pour rendre le mur conforme. Il est à noter que les doublages de typha sont en phase d'expérimentation. Ils ont été utilisés dans l'écopavillon de Diamniadio, ainsi qu'à Gibraltar (2ADE) entre autre.

Siège EDE

Nom de la composante	Mur 1 (siège EDE, lame d'air de 4 cm à 12 cm), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Panneau bois de bardage	0,008	0,13	0,061538462
Lame d'air	0,12	0,18	0,666666667
Maçonnerie agglo creux ciment	0,15	0,7	0,214285714
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Résistance totale (m².C/W)			0,957490842
Coefficient U (W/m².C)			1,04
surface			1987,8 m²
Surcoût en FCfa			5 963 4000

Tableau 35 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs et les surcoûts engendrés, bâtiment siège EDE

Il s'agit de déposer et de remettre le bardage, après avoir augmenté la lame d'air. Le coût concerne la main d'œuvre et le changement de l'épaisseur des profilés de pose du bardage.

Golden Tulip (Croix du Sud) Dakar

Nom de la composante	Mur 3 (Golden Tulip Dakar, doublage agglos terre cuite 10 cm), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit au mortier de ciment	0,015	1	0,015
Maçonnerie agglo creux ciment	0,2	0,7	0,285714286
Maçonnerie agglo creux ciment	0,07	0,7	0,1
Enduit au mortier de ciment	0,015	1	0,015
Agglos creux terre cuite	0,1	0,2	0,5
Resistance totale (m².C/W)			0,915714286
Coefficient U (W/m².C)			1,092043682
surface			563 m²
Surcoût en FCfa			5 918 450

Tableau 36 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs et les surcoûts engendrés, bâtiment Golden Tulip

Renforcer le doublage à l'intérieur suffit, pour ne pas dénaturer l'enveloppe extérieure.

Immeuble Betty R+7

Nom de la composante	Mur (Immeuble Betty R+7, doublage avec 3 cm de panneau de typha), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit au mortier de ciment	0,015	1	0,015
Maçonnerie agglo creux ciment	0,2	0,7	0,285714286
Enduit au mortier de ciment	0,015	1	0,015
Panneaux en typha	0,03	0,05	0,6
Resistance totale (m².C/W)			0,915714286
Coefficient U (W/m².C)			1,09
surface			969,3 m²
Surcoût en FCfa			5 331 260

Tableau 37 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, immeuble Betty R+7

Il s'agit de poser 3 cm d'isolant en panneau de typha pour rendre le mur conforme. Il est à noter que les doublages de typha sont en phase d'expérimentation. Ils ont été utilisés dans l'éco-pavillon de Diamniadio, ainsi que à Gibraltar (2ADE) entre autre.

Immeuble Betty R+7

Nom de la composante	Toiture 1 (Immeuble Betty R+7, rajout d'un isolant thermique de 2 cm), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Isolant en polystyrène	0,02	0,035	0,571428571
Etanchéité granulée	0,002	0,23	0,008695652
Béton pour forme de pente	0,03	1,65	0,018181818
Chape de compression ép 4	0,04	1,15	0,034782609
Hourdis en béton ép 12	0,12	1,15	0,104347826
Lame d'air	0,13	0,18	0,722222222
Faux plafond BA13	0,013	0,32	0,040625
Resistance totale (m².C/W)			1,500283699
Coefficient U (W/m².C)			0,67
surface			436,8 m²
Surcoût en FCfa			2 620 800

Tableau 38 : Mesures d'amélioration concernant la toiture 1 des murs et les surcoûts engendrés, Immeuble Betty R+7

Il s'agit de poser 2 cm d'isolant en polystyrène pour protéger la toiture et la rendre conforme.

Immeuble SADRI, R+14

Nom de la composante	Mur (Immeuble SADRI, R+14, doublage avec 3 cm de panneau de typha) amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Maçonnerie aggro creux ciment	0,2	0,7	0,286
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Panneau de typha	0,03	0,05	0,600
Resistance totale (m².C/W)			0,916
Coefficient U (W/m².C)			1,09
surface			4721,7 m²
Surcoût en FCfa			25 969 564

Tableau 39 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, immeuble Sadri

Il s'agit de poser 3 cm d'isolant en panneau de typha pour rendre le mur conforme. Il est à noter que les doublages de typha sont en phase d'expérimentation. Ils ont été utilisés dans l'écopavillon de Diamniadio, ainsi que à Gibraltar (2ADE) entre autre.

Sphère Ministérielle de Diamniadio

Nom de la composante	Mur 1 (Sphère Ministérielle de Diamniadio, lame d'air de 6 cm à 11 cm), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Panneau alucobond	0,012	0,44	0,027
Lame d'air	0,11	0,18	0,611
Panneau BA13	0,013	0,32	0,041
Isolation acoustique	0,075	0,35	0,214
Panneau BA13	0,013	0,32	0,041
Resistance totale (m².C/W)			0,934
Coefficient U (W/m².C)			1,07
surface			1261,6 m²
Surcoût en FCfa			5 677 191

Tableau 40 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 1 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Il s'agit d'enlever et de remettre les panneaux sandwich avec isolation acoustique, après avoir augmenté la lame d'air. Le coût concerne la main d'œuvre et le changement des fixations des panneaux.

Sphère Ministérielle de Diamniadio

Nom de la composante	Mur 2 (Sphère Ministérielle de Diamniadio, doublage avec 4 cm de panneau de typha), amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m.C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Mur en béton armé	0,25	2,5	0,1
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Panneau de typha	0,04	0,05	0,8
Resistance totale (m².C/W)			0,93
Coefficient U (W/m².C)			1,08
surface			1152,3 m²
Surcoût en FCfa			7 490 340

Tableau 41 : Mesures d'amélioration concernant la qualité du mur extérieur 2 et les surcoûts engendrés, Sphère Ministérielle de Diamniadio

Il s'agit de poser 4 cm d'isolant en panneau de typha pour rendre le mur conforme. Il est à noter que les doublages de typha sont en phase d'expérimentation. Ils ont été utilisés dans l'écopavillon de Diamniadio, ainsi que à Gibraltar (2ADE) entre autre.

Immeuble SADRI, R+14

Nom de la composante	Mur (Immeuble SADRI, R+14, doublage avec 3 cm de panneau de typha) amélioration de l'existant		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Maçonnerie agglo creux ciment	0,2	0,7	0,286
Enduit mortier de ciment	0,015	1	0,015
Panneau de typha	0,03	0,05	0,600
Résistance totale (m².C/W)			0,916
Coefficient U (W/m².C)			1,09
surface			4721,7 m²
Surcoût en FCfa			25 969 564

Tableau 42 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, immeuble Sadri

Il s'agit de poser 3 cm d'isolant en panneau de typha pour rendre le mur conforme. Il est à noter que les doublages de typha sont en phase d'expérimentation. Ils ont été utilisés dans l'écopavillon de Diamniadio, ainsi que à Gibraltar (2ADE) entre autre.

Sphère Ousmane Tanor Dieng

Nom de la composante	Murs (Sphère Ousmane Tanor Dieng); ajout d'un isolant d'épaisseur 3 cm, pour une rénovation ou une nouvelle construction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit ciment	0,015	1,3	0,01
Agglo	0,2	1,15	0,17
Enduit ciment	0,015	1,3	0,01
Polystyrène expansé	0,03	0,035	0,86
Résistance totale (m².C/W)			1,05
Coefficient U (W/m².C)			0,95
Surface d'isolant estimée (m²)			3102,9
Surcoût de l'isolation (FCFA)			16 260 685

Tableau 43 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, bâtiment sphère Ousmane

Il s'agit de poser 3 cm d'isolant en polystyrène expansé pour rendre le mur conforme.

Sphère Ousmane Tanor Dieng						
Façades	ROM (%)	projet	ROM réglementaire(%)	Aires ouverture projet (m ²)	Aire ouverture maximale (m ²)	Aires totales façades (m ²)
SUD	43,7		22	641,9	322,98	1468,08
NORD	35,1		22	578,63	363,08	1650,36
OUEST	39,1		22	284,89	160,25	728,42
EST	32,6		22	367,72	248,34	1128,83

Tableau 44 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment sphère Ousmane

Il s'agit de réduire les ouvertures de toutes les façades pour atteindre la conformité concernant les ouvertures.

Villa de Sambou

Nom de la composante	Murs (Villa Sambou, ajout d'un isolant de 3 cm d'épaisseur, cas rénovation et reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Brique de terre cuite	0,14	0,42	0,33
enduit en terre	0,02	1,4	0,014
Polystyrène expansé	0,03	0,035	0,86
Résistance totale (m².C/W)			1,2
Coefficient U (W/m².C)			0,83
Surface d'isolant estimée (m²)			273,932
Surcoût de l'isolation (FCFA)			1 435 535

Tableau 45 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Villa de Sambou

Il s'agit de poser 3 cm d'isolant en polystyrène expansé pour les murs extérieurs pour les rendre conformes.

Villa de Sambou

Nom de la composante	Toiture-terrasse non accessible (villa Sambou, ajout d'un isolant de 4 cm d'épaisseur ; cas rénovation et reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Chape	0,015	1,3	0,011538462
Etanchéité	0,015	1,3	0,011538462
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,15	0,9375	0,16
Enduit ciment	0,015	1,3	0,011538462
Polystyrène extrudé	0,04	0,035	1,142857143
Résistance totale (m².C/W)			1,337
Coefficient U (W/m².C)			0,748
Surface d'isolant estimée (m²)			46,97
Surcoût de l'isolation (FCFA)			264 296

Tableau 46 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse et les surcoûts engendrés, Villa Sambou

Il s'agit de poser 4 cm d'isolant en polystyrène extrudé pour rendre la toiture-terrasse non-accessible conforme.

Villa de Sambou					
Façades	ROM projet (%)	ROM réglementaire (%)	Aires ouverture projet (m ²)	Aire ouverture maximale (m ²)	Aires totales façades (m ²)
SUD	26,6	22	20,04	16,59	75,42

Tableau 47 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, Villa Sambou

Il s'agit de réduire les ouvertures de la façade sud pour atteindre la conformité concernant les ouvertures.

Villa Nabo SENE

Nom de la composante		Murs (Villa Nabo, ajout d'un isolant d'épaisseur 3 cm ; cas rénovation)	
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit en terre extérieur	0,025	0,80	0,031
Brique de Terre Compressée	0,14	0,70	0,2
Polyéthylène	0,01	0,05	0,2
Enduit en terre intérieur	0,035	0,80	0,04375
Polystyrène expansé	0,03	0,035	0,86
Résistance totale (m².C/W)			1,33
Coefficient U (W/m².C)			0,75
Surface d'isolant estimée (m²)			182,29
Surcoût de l'isolation (FCFA)			955 287

Tableau 48 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Villa Nabo SENE

Il s'agit de poser 3 cm d'isolant en Polystyrène expansé pour rendre les murs conformes.

Villa Nabo SENE

Nom de la composante		Toiture-terrasse (Nabo SENE, ajout d'un faux plafond BA13 avec une lame d'air de 2 cm, cas rénovation et reconstruction)	
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Etanchéité	0,004	0,23	0,02
Polyéthylène	0,01	0,05	0,20
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,2	1,33	0,15
Enduit ciment	0,015	0,5	0,03
Lame d'air	0,02	0,026	0,77
Faux plafond BA13	0,013	0,25	0,05
Resistance totale (m².C/W)			1,219
Coefficient U (W/m².C)			0,821
Surface faux plafond estimée (m²)			259,6
Surcoût			4 675 313

Variante 1

Villa Nabo SENE

Nom de la composante	Toiture-terrasse (villa Nabo, ajout d'un isolant de 4 cm d'épaisseur, cas rénovation)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Etanchéité	0,004	0,23	0,02
Polyéthylène	0,01	0,05	0,20
Polystyrène extrudé	0,04	0,035	1,14
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,2	1,33	0,15
Enduit ciment	0,015	0,5	0,03
Résistance totale (m².C/W)			1,54
Coefficient U (W/m².C)			0,65
Surface d'isolant estimée (m²)			259,6
Surcoût de l'isolation (FCFA)			1 460 746

Variante 2

Villa Nabo SENE

Nom de la composante	Toiture-terrasse (villa Nabo, mettre un isolant d'épaisseur 4 cm ; reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Etanchéité	0,004	0,23	0,02
Polystyrène extrudé	0,04	0,05	1,14
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,2	1,33	0,15
Enduit ciment	0,015	0,5	0,03
Resistance totale (m².C/W)			1,34
Coefficient U (W/m².C)			0,75
Surface d'isolant estimée (m²)			259,6
Surcoût de l'isolation (FCFA)			1 460 746

Variante 3

Tableau 49 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse et les surcoûts engendrés, Villa Nabo Sene

Trois variantes ont été analysées pour l'étude de la conformité de la toiture : (1) la pose d'un faux plafond BA13 avec une lame d'air de 2 cm, (2) l'addition d'un isolant en polystyrène extrudé de 4 cm en plus de l'isolant existant en polyéthylène de 1 cm d'épaisseur, (3) la mise en place d'un isolant unique en polystyrène extrudé de 4 cm d'épaisseur.

Villa Nabo SENE

Nom de la composante Fenêtres (Nabo SENE, double vitrage, cas rénovation et reconstruction)			
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Vitrage double			0,769
Resistance totale (m ² .C/W)			0,769
Coefficient U (W/m ² .C)			1,300
Surface vitrage estimée (m ²)			33,87
Surcoût par rapport au simple vitrage			375 420

Tableau 50 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, Villa Nabo Sene

Il s'agit d'opter pour une fenêtre à double vitrage pour atteindre la conformité concernant les fenêtres.

Villa Nabo Sène Tabab Dialaw					
Façades	ROM projet (%)	ROM réglementaire(%)	Aires ouverture projet (m ²)	Aire ouverture maximale (m ²)	Aires totales façades (m ²)
SUD	31,6	22	13,06	9,1	41,36
OUEST	33,7	22	14,06	9,18	41,74

Tableau 51 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, Villa Nabo Sene

Il s'agit de réduire les ouvertures de façades sud et ouest pour atteindre la conformité concernant les ouvertures.

Centre de mutualisation et de partage

Nom de la composante	Murs (CMP, ajout d'un isolant d'une épaisseur de 3 cm ; cas rénovation et reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Agglo	0,15	1,071428571	0,14
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Polystyrène expansé	0,03	0,035	0,857142857
Resistance totale (m².C/W)			1,017
Coefficient U (W/m².C)			0,98
Surface d'isolant estimée (m²)			1667,3456
Surcoût de l'isolation (FCFA)			8 737 691

Tableau 52 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Centre de mutualisation et de partage

Il s'agit de poser 3 cm d'isolant en polystyrène expansé pour rendre le mur conforme aux exigences.

Centre de mutualisation et de partage

Nom de la composante	Toiture-terrasse accessible (CMP, ajout d'un isolant de 4 cm, cas rénovation et reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Etanchéité	0,002	0,23	0,008695652
Polystyrène extrudé	0,04	0,035	0,285714286
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,15	0,882	0,17
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Resistance totale (m².C/W)			1,331552795
Coefficient U (W/m².C)			0,751002892
Surface isolant estimée (m²)			320,541
Surcout (FCFA)			1 803 655

Tableau 53 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse accessible et les surcoûts engendrés, Centre de mutualisation et de partage

Il s'agit de poser un isolant en polystyrène extrudé d'épaisseur 4 cm pour la toiture-terrasse accessible pour la rendre conforme.

Centre de mutualisation et de partage

Nom de la composante		Toiture-terrasse non accessible (CMP, ajout d'un isolant de 4 cm, cas rénovation et reconstruction)	
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Polystyrène extrudé	0,04	0,035	1,142857143
Etanchéité	0,002	1,5	0,01333333
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,15	0,882	0,17
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Resistance totale (m².C/W)			1,32
Coefficient U (W/m².C)			0,75
Surface d'isolant estimée (m²)			156,17
Surcoût de l'isolation (FCFA)			878 755

Tableau 54 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse non accessible et les surcoûts engendrés, centre de mutualisation et de partage

Il s'agit de poser un isolant en Polystyrène extrudé d'épaisseur 4 cm pour la toiture-terrasse non accessible pour la rendre conforme.

Centre de mutualisation et de partage

Nom de la composante		Fenêtres (CMP, double vitrage, cas rénovation et reconstruction)	
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Vitrage double			0,769
Resistance totale (m².C/W)			0,769
Coefficient U (W/m².C)			1,300
Surface vitrée estimée			556,53
Surcoût par rapport au simple vitrage			6 168 662

Tableau 55 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, bâtiment centre de mutualisation

Il s'agit d'opter pour une fenêtre à double vitrage pour atteindre la conformité concernant le coefficient U-eq de l'approche par compromis. Le centre de mutualisation est équipé à l'origine d'un simple vitrage conforme.

Centre de mutualisation et de partage					
Façades	ROM projet (%)	ROM réglementaire (%)	Aires ouverture projet (m ²)	Aire ouverture maximale (m ²)	Aires totales façades (m ²)
SUD	44,3	22	355,66	176,45	802,04

Tableau 56 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment centre de mutualisation

Il s'agit de réduire les ouvertures de la façade sud pour atteindre la conformité concernant les ouvertures.

Université Virtuelle du Sénégal

Nom de la composante	Murs (UVS, ajout d'un isolant d'une épaisseur de 3 cm ; cas rénovation ou reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Agglo	0,15	1,071428571	0,14
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Polystyrène expansé	0,03	0,035	0,857142857
Resistance totale (m².C/W)			1,017
Coefficient U (W/m².C)			0,98
Surface d'isolant estimée (m²)			1068,7
Surcoût de l'isolation (FCFA)			5 600 272

Tableau 57 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Université Virtuelle du Sénégal

Il s'agit de poser un isolant en polystyrène expansé d'épaisseur 3 cm pour rendre les murs extérieurs conforme aux exigences de la directive concernant les murs extérieurs.

Université Virtuelle du Sénégal

Nom de la composante	Toiture-terrasse (UVS, ajout d'un isolant de 4 cm, cas rénovation et reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Polystyrène extrudé	0,04	0,035	1,142857143
Etanchéité	0,002	1,5	0,013333333
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,15	0,882	0,17
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Resistance totale (m².C/W)			1,32
Coefficient U (W/m².C)			0,75
Surface d'isolant estimée (m²)			803
Surcoût de l'isolation (FCFA)			4 518 409

Tableau 58 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse non accessible et les surcoûts engendrés, Université Virtuelle du Sénégal

Il s'agit de poser un isolant en polystyrène extrudée d'épaisseur 4 cm, pour rendre la toiture-terrasse conforme aux exigences de la directive.

Université Virtuelle du Sénégal

Nom de la composante	Fenêtres (UVS, double vitrage, cas rénovation et reconstruction)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Vitrage double			0,769
Resistance totale (m².C/W)			0,769
Coefficient U (W/m².C)			1,300
Surface vitrage estimée (m²)			1123,95
Surcoût par rapport au simple vitrage			12 458 030

Tableau 59 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, bâtiment Université Virtuelle du Sénégal

Il s'agit d'opter pour une fenêtre à double vitrage pour atteindre la conformité concernant le coefficient U-eq (approche par compromis). L'université virtuelle du Sénégal est à l'origine équipée de fenêtres de type simple vitrage conformes.

Université virtuelle du Sénégal					
Façades	ROM projet (%)	ROM réglementaire (%)	Aires ouverture projet (m ²)	Aire ouverture maximale (m ²)	Aires totales façades (m ²)
SUD	30,6	22	102,37	73,7	335,04
NORD	58,2	22	205,07	77,51	352,34
OUEST	70,2	22	551,89	172,93	786,05
EST	54,9	22	412,28	165,17	750,78

Tableau 60 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment Université Virtuelle du Sénégal

Il s'agit de réduire les ouvertures des façades sud, nord et ouest et est pour atteindre la conformité concernant les ouvertures.

Hôpital Albert Royer

Nom de la composante	Murs (Albert Royer, ajout d'un isolant d'une épaisseur de 3 cm)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Agglo	0,15	1,071428571	0,14
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Polystyrène expansé	0,03	0,035	0,857142857
Resistance totale (m².C/W)			1,017
Coefficient U (W/m².C)			0,98
Surface d'isolant estimée (m²)			1553,02
Surcoût de l'isolation (FCFA)			8 138 570

Tableau 61 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des murs extérieurs et les surcoûts engendrés, Hôpital Albert Royer

Il s'agit de poser un isolant en polystyrène expansé d'épaisseur 3 cm, pour rendre les murs extérieurs conforme aux exigences de la directive,

Hôpital Albert Royer

Nom de la composante	Toiture-terrasse non accessible (Albert Royer, ajout d'un isolant de 4 cm)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Polystyrène extrudé	0,04	0,035	1,142857143
Etanchéité	0,002	1,5	0,01333333
Entrevous avec dalle de compression en béton	0,15	0,882	0,17
Enduit ciment	0,015	1,5	0,01
Resistance totale (m².C/W)			1,32
Coefficient U (W/m².C)			0,75
Surface d'isolant estimé (m²)			615,07
Surcoût de l'isolation (FCFA)			3 460 944

Tableau 62 : Mesures d'amélioration concernant la qualité de la toiture-terrasse non accessible et les surcoûts engendrés, Hôpital Albert Royer

Il s'agit de poser une isolation de 4 cm en polystyrène expansée pour rendre la toiture-terrasse conforme.

Hôpital Albert Royer

Nom de la composante	Fenêtres (Albert Royer, double vitrage)		
Matériau	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/m ² .C)	Résistance thermique (m ² .C/W)
Vitrage double			0,769
Resistance totale (m².C/W)			0,769
Coefficient U (W/m².C)			1,300
Surface vitrage estimée (m²)			226,19
Surcoût par rapport au simple vitrage			2 507 124

Tableau 63 : Mesures d'amélioration concernant la qualité des fenêtres et les surcoûts engendrés, bâtiment Albert Royer

Il s'agit d'opter pour une fenêtre à double vitrage pour atteindre la conformité concernant les fenêtres.

Hopital Abert Royer					
Façades	ROM projet (%)	ROM réglementaire(%)	Aires ouverture projet (m ²)	Aire ouverture maximale (m ²)	Aires totales façades (m ²)
SUD	29,6	22	81,17	60,33	274,24

Tableau 64 : Mesures d'amélioration concernant les ouvertures, bâtiment Albert Royer

Il s'agit de réduire les ouvertures de la façade sud pour atteindre la conformité concernant les ouvertures.

5. Estimation du besoin en climatisation

La simulation du besoin en climatisation est réalisée avant et après la mise en conformité. Une température de 24 °C est retenue pour les deux cas de figures. L'arrêté ministériel fixant les mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment, leur domaine d'application, ainsi que les modalités d'évaluation de la conformité sur la base de la directive de la CDEAO en Côte d'Ivoire recommande d'avoir une température intérieure entre 20 et 26 °C pour les locaux climatisés.

Les résultats de la simulation sont résumés dans le tableau ci-après.

Besoin en climatisation avant mise en conformité	28516 kWh/an	99,45 kWh/an/m ²
Besoin en climatisation après mise en conformité	12290 kWh/an	42,86 kWh/an/m ²

Tableau 65 : Economie en besoin de climatisation de la villa Nabo Sene

D'après les résultats obtenus, la mise en conformité de la villa Nabo Sene permet un gain annuel de 16226 kWh/an (56,59 kWh/an/m²) et ce grâce à l'amélioration de la qualité de l'enveloppe (isolation des murs extérieurs et de la terrasse, réduction des ouvertures des façades Ouest et Est et utilisation de fenêtres à double vitrage). Cela représente 57 % d'économie en besoin de climatisation.