RAPPORT SCIENTIFIQUE

CONFERENCE INTERNATIONALE SUR L'EFFICACITE ENERGETIQUE ET LA REGLEMENTATION THERMIQUE DANS LES BATIMENTS

24 au 25 juillet 2015

Institut Supérieur des Sciences de la Population (ISSP) / Université de Ouagadougou

Partenaire

Liste des membres des comités

Comité Scientifique

Président :

Pr Yves GAGNON titulaire de la Chaire K.-C.-Irving en développement durable à l'Université de Moncton, Canada.

Pr Dieudonné Joseph BATHIEBO, Directeur de l'UFR-SEA, Directeur du Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelables, UO.

Membres :

Pr François ZOUGMORE, Directeur de l'Ecole Doctorale Sciences et Technologies, Directeur du LAboratoire de Matériaux et Environnement (LAME), UO

Pr Belkacem ZEGMATI, Laboratoire de Mathématiques et Physique Groupe de Mécanique Energétique, Université de Perpignan

Pr KOULDIATI Jean, Directeur du Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (LPCE), UO

Pr Helcio R. B. Orlande, Senior Member ABCM, Dept. of Mechanical Engineering, UFRJ, Brazil

Pr Fréderic kUZNIK, Centre de thermique de Lyon, INSA

Pr Mohammed Ammar Abbassi, Université de Gafsa, Tunisie

Pr FODE Made, Université de Niamey, Niger

Pr Abderhamane BA, Université de Bamoko, Mali

Pr NAPO Kossi, Université de Lomé, Togo

Pr Emmanuel LAWIN, Université Abomey-Calavi, Benin

Pr Dr Hab. Donatien NJOMO, Laboratoire d'Analyses des Technologies de l'Energie et de l'Environnement, Yaoundé

Pr Zacharie KOALAGA, Directeur Adjoint de LAME, UO

Pr COULIBALY Yézouma, Conseiller Scientifique du Directeur Général, 2ie

Pr Alexis KEMAJOU, Université de Douala, Cameroun

Mbacké NIANG, Architecte, Enseignant – Chercheur, Sénégal

Dr Ferdinand Wanignon FASSINOU, Laboratoire d'Energie Solaire, Université de Cocody, CI

Dr Abdoulaye OUEDRAOGO, Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelables, UO, Président du Comité d'organisation

Dr Florent KIENO, Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelables, UO

Directeur de Recherche WEREME Alhassane, Conseiller Technique du Ministre de la Recherche Scientifique et de l'Innovation, BF

Maitre de Recherche Oumar SANOGO, Directeur Scientifique du Centre National

de la Recherche Scientifique et Technologique

Dr David TOGUYENI, Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (LPCE), UO

LOMPO Pierre, Président de l'Ordre des Ingénieurs en Génie Civil, BF

Président de l'Ordre des Architectes, BF

Dr Adamah MESSAN, Laboratoire Eco-matériaux de Construction, 2ie

KOALA O. Alain Gilbert, membre de l'Ordre des Architectes, BF

Dr COULIBALY Ousmane, Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (LPCE), UO

Comité d'organisation

Président : Dr Abdoulaye OUEDRAOGO

Vice-Président : Dr Ousmane COULIBALY

Membres :
OUEDRAOGO Emmanuel
KABORE Harouna
SANFO Stanislas
ZOUGOURI Boureima
ZOMA Fati
BAILOU Oumar
OTOIDIBIGA Tiabrihani
Dr KAM Sié
Dr ZERBO Issa
Dr ZOUNGRANA Martial
Dr ZOUMA Bernard
Dr KORGO Bruno
Madame YAMEOGO/DONATA
Madame DOUSSA/TRAORE
SANKARA Franck

SYNTHESE DE LA CONFERENCE INTERNATIONALE SUR L'EFFICATIE ENERGETIQUE ET REGLEMENTATION THERMIQUE DANS LES BATIMENTS

DU 24 AU 25 JUILLET A L'UNVERSITE DE OUAGADOUGOU.

L'an, deux mille quinze, le vendredi 24 juillet s'est ouvert dans la salle de conférences de l'ISSP de l'Université de Ouagadougou, la conférence internationale sur Efficacité énergétique et Réglementation thermique dans les bâtiments à 9h00. Elle a été placée sous le haut patronage de son excellence le Monsieur le Premier ministre et sous le co-parrainage du Ministre des mines des carrières et de l'énergie, et du ministre de la recherche et de l'innovation et sous la présidence du Ministre des Enseignements secondaire et supérieur.

Trois allocutions ont ponctué la cérémonie d'ouverture. En prenant la parole en premier, le Pr Abdoulaye OUEDRAOGO, Président du comité d'organisation a situé le contexte dans lequel se tient la conférence, et a présenté les objectifs en soulignant la nécessité de la tenue d'une telle conférence. Il s'est dit confiant et rassuré quant aux recommandations qui seront faites au vu de la qualité des participants venus du Benin, Mali, Niger et du Burkina.

La deuxième allocution a été celle du Pr YE/Diarra OUATTARA Vice-présidente en charge de la Recherche et de la Coopération internationale de l'Université de Ouagadougou, représentant le Président de l'Université d'Ouagadougou. Elle a dit la satisfaction de l'université d'abriter une cette conférence sur le Bâtiment, pour elle, l'université est aussi une institution de recherche au service de la nation donc elle saura s'approprier les échanges et apporter sa contribution sur l'efficacité énergétique et la réglementation thermique dans les bâtiments. Pr YE a terminé son propos en souhaitant la bienvenue à tous les participants et aux autorités.

Mme SANKARA/OUEDRAOGO Aminata directrice du cabinet du ministère des enseignements Secondaire et Supérieur représentant Monsieur le Ministre en prenant la parole a d'abord souhaité la bienvenue aux participants surtout internationaux avant de dire l'intérêt d'une telle conférence pour la recherche. Elle a remercié le Pr Abdoulaye OUEDRAOGO pour l'organisation de la conférence ainsi que les autorités universitaires avant de déclarer ouverts les travaux de la conférence.

Les travaux de la conférence ont démarré à 10 h 45 mn après la pause-café par la présentation de Dr Ousmane COULIBALY sur les résultats de l'équipe de Recherche sur l'efficacité énergétique dans le bâtiment des Laboratoires L.E.T.RE (Laboratoire des Energies

Thermiques et Renouvelables) et L.P.C.E (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement). Des échanges ont suivi et des recommandations ont été faites. Dans la même dynamique, cinq (05) autres présentations ont été faites. Ainsi, ce sont au total six (06) présentations qui ont été faites le premier jour.

Le deuxième jour des travaux a démarré avec la présentation du Doctorant Stanislas SANFO sur les perceptives de la concentration photovoltaïque pour l'atteinte des objectifs énergétiques du développement durable. Sept (07) autres présentations ont suivi.
Ce sont au total quatorze (14) présentations qu'a enregistrées cette conférence internationale. Sur les échanges qui ont suivi les présentations, il faut noter la qualité débat scientifique nourrie par les interventions des Pr Agnidé Emmanuel LAWIN du Benin, Abdramane BA du Mali et Madé FODE du Niger.

Cinq recommandations ont été faites à l'issue des échanges, ce sont :

1. L'opérationnalisation du Comité National de Tutelle et de Suivi du programme régional des économies d'Energie de l'UEMOA.
2. La création et la mise en place rapide de l'Agence Nationale des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique
3. La mise en place d'un comité pour la pérennisation de la conférence internationale dont la composition et le fonctionnement seront définies ultérieurement.
4. La mise en place d'une association des professionnels de l'efficacité énergétique comprenant les académiques, le secteur public, le secteur privé et la société civile.
5. L'augmentation des fonds alloués à la recherche par le FONRID.

La conférence internationale sur l'Efficacités énergétique et la réglementation thermique dans les bâtiments, s'est achevée par les remerciements de Président du comité d'organisation à l'endroit :

- du FONRID abrité par le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation, pour le financement de la présente conférence ;
- des autres ministères ;
- des collègues venus Benin, du mali et du Niger ;
- de l'Ordre des Architectes et de l'Ordre des ingénieurs en Génie Civil ;
- de la communauté universitaire du Burkina Faso.

La mise en place effective d'une structure de réglementation thermique dans le bâtiment.

1) La mise en place d'un comité pour la pérennisation de la structure qui siégera tous les deux ans. Avec pour composantes : le Ministère des Mines et de l'Energie ; le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation ; le Ministère ; l'ordre des architectes ; l'ordre des génies civils ; les universités ; le 2IE.
2) Œuvrer pour la mise en place d'une association des professionnels, académique, secteur privé, société civile (…), de l'efficacité énergétique
3) nous remercions le projet FONRID abrité par le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation pour le financement de la présente conférence et demandons une augmentation des fonds pour la recherche et l'innovation.
4) Remerciements aux autres Ministères
5) Remerciements aux collègues venus des autres pays (Niger, Mali, Bénin)
6) Remerciements aux ordres des génies civils et à l'ordre des architectes pour leurs participations actives
7) nous remercions le FONRID pour le financement de la présente conférence et demandons une augmentation des fonds pour la recherche et l'innovation.
8) Œuvrer pour la mise en place d'une association des professionnels, académique, secteur privé, société civile (…), de l'efficacité énergétique.

Conception d'un bâtiment F2 économe en consommation d'énergie dans un contexte d'aide à l'auto construction

Ouamnoaga Alain Gilbert KOALA, 2ABC, membre de l'Ordre des Architectes, Burkina Faso

Contexte et justification du projet

Le Burkina Faso est un pays sahélien avec un climat général sec et chaud. L'une des problématiques du logement est la croissance vertigineuse des villes au détriment des zones rurales et l'aspiration de chaque habitant à posséder son propre logement d'où la création et la multiplication des bidonvilles. Le bidonville est un groupe hétéroclite de logements précaires, frustes et dépourvus d'équipements constants avec des matériaux disparates qui s'approvisionnent le plus souvent de matériaux de récupération.

Ainsi la réponse des autorités politiques a été la promotion des sociétés immobilières pour la réalisation des logements sociaux en vue de résoudre les problèmes épineux de logement de la population à faible revenu. Ce logement F2 qui se veut évolutif doit donc être accessible au plus grand nombre comme l'indique la fiche du projet. Le processus de mise en œuvre de ces projets doit permettre le respect de la réglementation et des normes de constructions en vigueur au Burkina Faso.

Principaux délivrables :

- Modélisation du projet ;
- Etude bioclimatique ;
- Etude des matériaux ;
- Simulation.

Données thermique de deux villes du Burkina Faso :

Paramètre thermiques

Province Kadiogo chef-lieu : Ouagadougou

DJR (degré jour de refroidissement) base 26° C : 891,54

Humidité (%) : 45,31

Température Max : 39,05°C

Durée d'insolation (h) : 8,27

Rayonnement global (KJ/m²/jr) : 19 885,64

Province du Yatenga, chef-lieu Ouahigouya

DJR (degré jour de refroidissement) base 26° C : 948,93

Humidité : 42

Température Max (°c) : 38,66

Durée d'insolation (h) : 8,6

Rayonnement global (KJ/m²/jr) : 18, 326

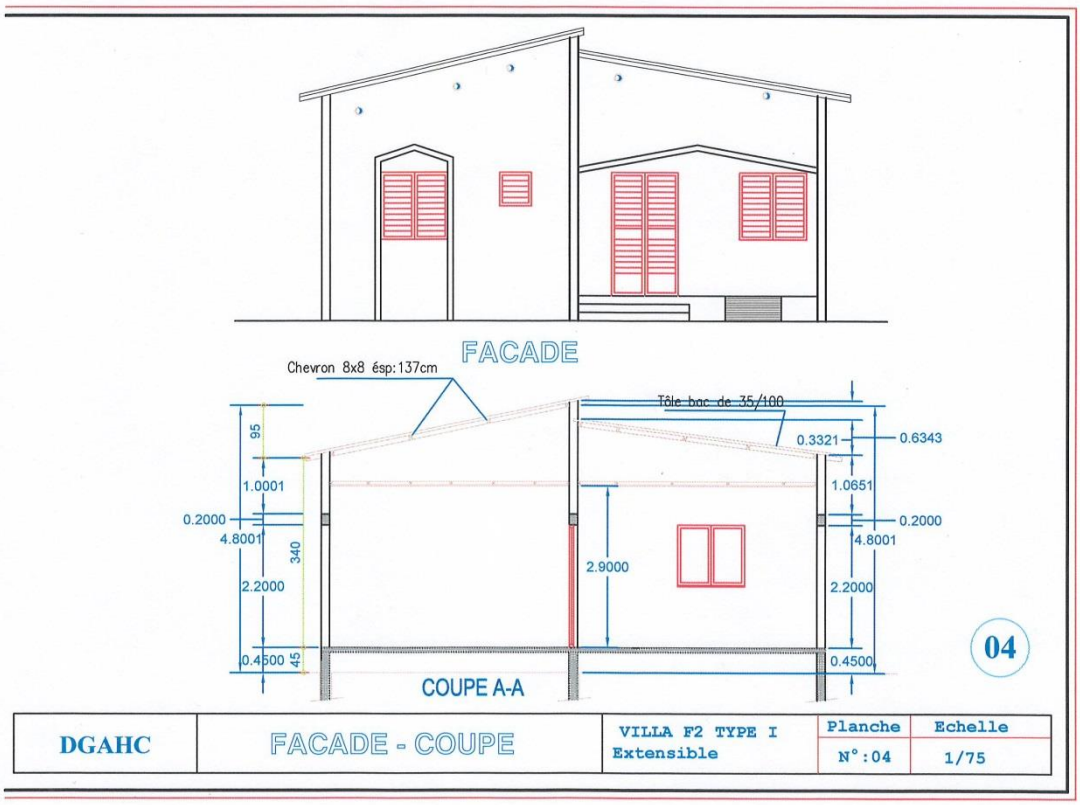
Comme le montre et les pièces graphiques initiales, le logement minimum dans le cadre des logements sociaux est composé de :

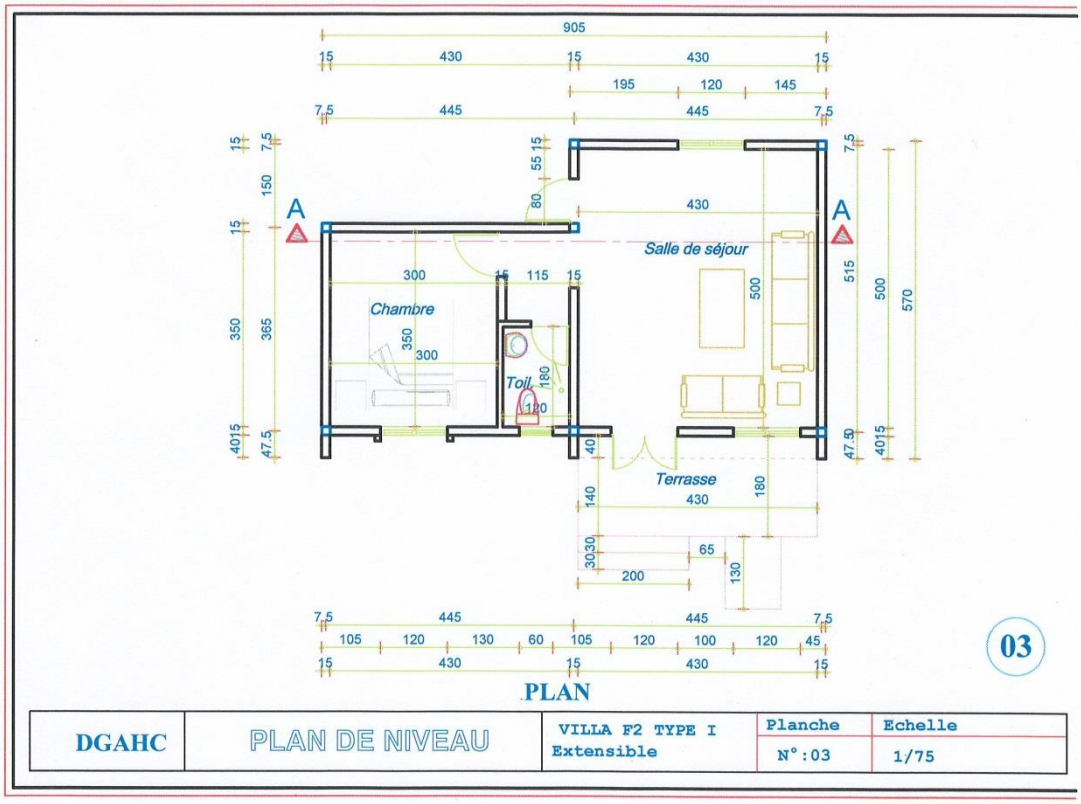
- Une (01) chambre : 10,50m²
- Une (01) toilette : 2,16m²
- Une (01) salle de séjour : 21,50m²
- Un (01) dégagement : 2,004m²
- Une (01) terrasse non couverte : 7,4 m²

Soit un total en superficie de logement : 43,904 m²

La surface habitable de notre logement minimum est de 43,904 m² sur le base de ce projet nous avons travaillé autour des 04 points à savoir

a) Une nouvelle modélisation du projet
b) Une étude bioclimatique
c) Une étude des matériaux
d) Un souhait de simulation





A) Une nouvelle modélisation du projet

La nouvelle modélisation du projet donne les surfaces suivantes :

- Une (01) chambre : 10,38m²
- Une (01) toilette : 2,16m²
- Une (01) salle de séjour : 21,32m²
- Un (01) dégagement : 1,84m²
- Une (01) terrasse couverte: 7,12m²

Soit un total de logement : 42,82m² de surface habitable

Les surfaces des parois et des ouvertures sont :

Mur façade principale Nord : 13,89m²

Surface porte : 2,64m²

Fenêtre : 3,24m²

Aération : 2,13m²

Mur façade arrière Sud : 16,93m²

Fenêtre : 2,88m²

Aération : 2,09m²

Mur façade latérale droite Ouest : 14,77m²

Aération : 1,25m²

Mur façade latérale gauche Est : 11,30m²

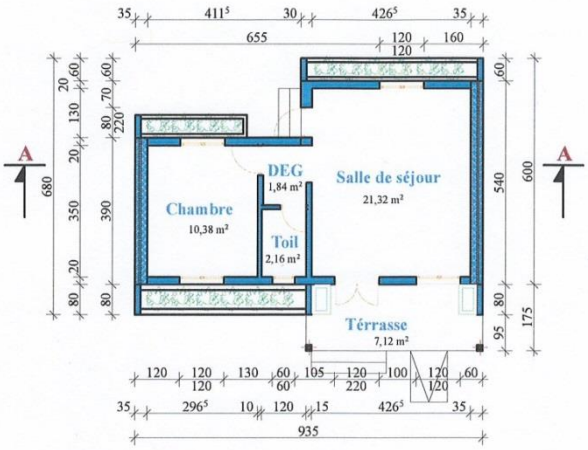
Aération : 0,88m²

Surface de la couverture : 75,13 m²

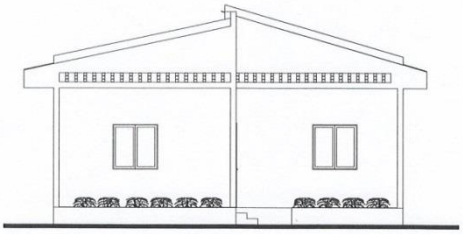
B) Etude bioclimatique

Cette étude a consisté à la conception d'un bâtiment économe en consommation d'énergie c'est-à-dire ayant requis les avantages suivantes :

- Une bonne ventilation des locaux
- Une bonne orientation du bâtiment avec un développement des façades principales développées Nord-Sud
- Une bonne protection des murs de 20 cm en latérite taillé Nord-Sud contre l'ensoleillement direct
- Une isolation des murs Est et Ouest recevant l'ensoleillement direct
- Une toiture aérée par des ouvertures continues séparant la couverture et le plafond créant un comble ventilé au-dessus d'un faux plafond isolant
- Des bacs à verdures aux coté des murs susceptible d'apporter des fraicheurs humides dès que arrosés

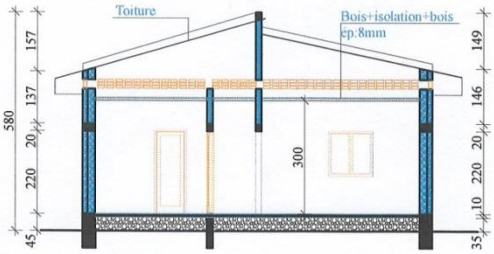


PLAN DE NIVEAU

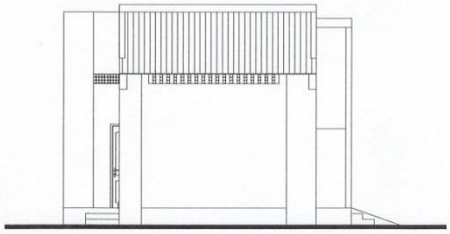


FACADE ARRIERE

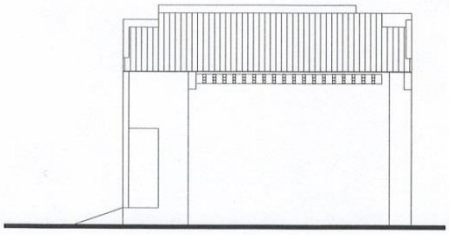
FACADE PRINCIPALE



COUPE A.A



FACADE LATERALE GAUCHE



FACADE LATERALE DROITE

C) Etude des matériaux

Les matériaux sont essentiellement des matériaux facilement accessibles à savoir :

- **Au sol** des remblais latéritiques surmontés de dallage en béton légèrement armé de 08 à 10 cm d'épaisseur.
- **Au niveau des parois verticales** :

Des parois Nord et Sud extérieur constitués de brique latéritique de 20cm d'épaisseur.

Des parois Est et Ouest constitués de briques latéritiques taillées de 20cm d'épaisseur, de 05cm d'isolation thermique, et de 10cm de briques taillés ou de béton de protection.

Propriétés thermo physiques des blocs latérite taillée

	Site de Bobo-Dioulasso	Site de Réo	Site de Yako
Conductivité thermique (W/(m.K))	0,577	0,444	0,469
Masse volumique (kg/m^3)	1892,293	1813,024	1853,319
Capacité thermique (J/(kg.K))	1027,853	1143,945	982,562
Diffusivité thermique (10^{-7} m^2/s)	2,973	2,145	2,783
Effusivité thermique ((kJ.W)$^{1/2}$/(m^2.K)	33,500	30,316	28,114

- **Au niveau de la toiture**
  - Une couverture en tôle bac aluminium
  - Faux plafonds composés d'un contreplaqué de bois de 1.5cm d'épaisseur, 05cm d'isolation thermique et un contreplaqué de 0.5cm de protection en contreplaqué de bois.

Entre la couverture et le faux plafond des ouvertures suffisantes et grillagé favorisant la ventilation pour évacuer la chaleur des combles.

Enfin les bacs à verdures pouvant être faits de briques latéritiques taillées avec un fond et les parois intérieures enduites de mortier de ciment étanche.

Au niveau des ouvertures, et dans un souci de favoriser l'éclairage naturel, on peut utiliser de portes et fenêtre en châssis aluminium vitrés de double vitrage.

Le coût estimé de ce projet est de Six Millions Quatre Cent Mille (6 400 000) F CFA.

Simulation de l'évolution annuelle des températures horaires et des humidités relatives dans les locaux du bâtiment F2 par le logiciel TRNSYS

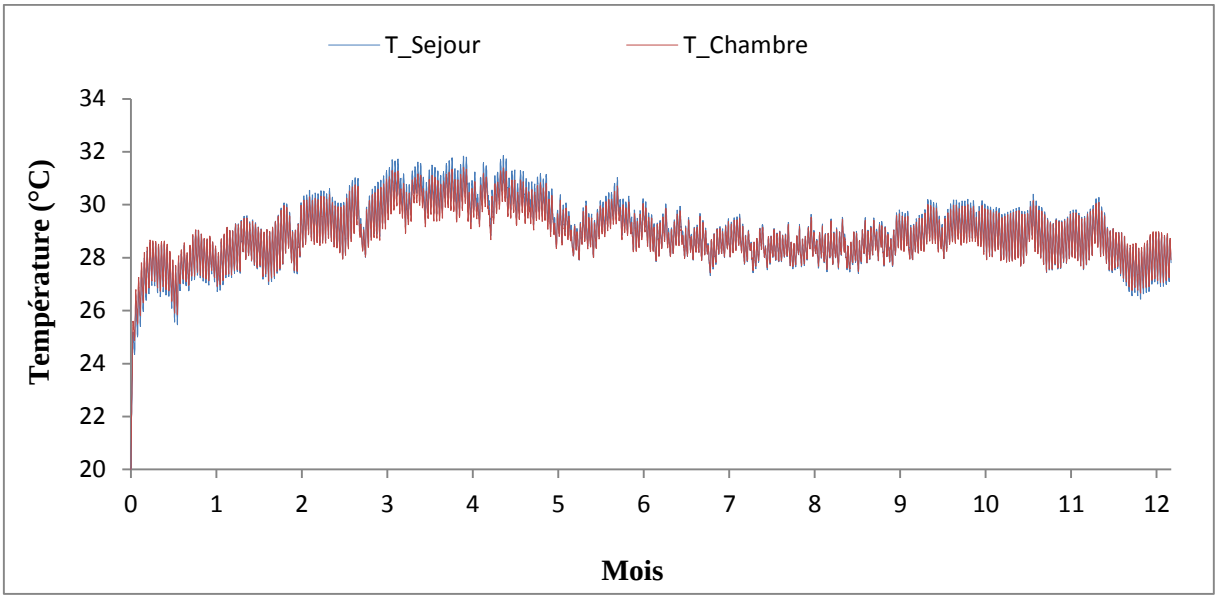


Figure 1: Evolution annuelle des températures horaires dans les locaux

Rappel : Température moyenne maximale (province du Kadiogo) : 39.05 °C

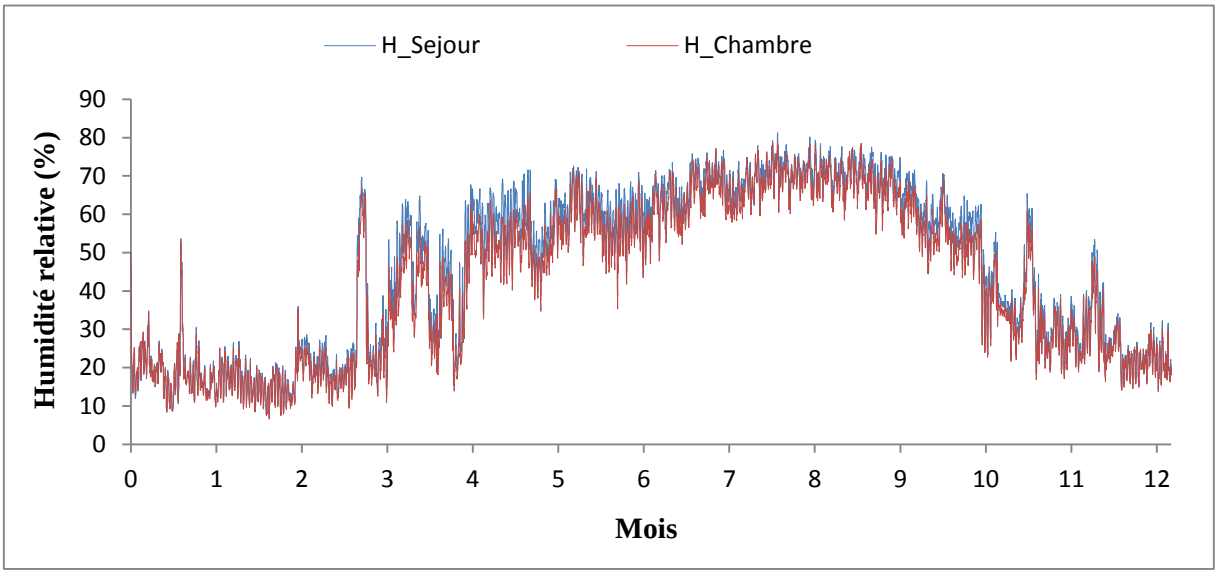


Figure 2: Evolution annuelle des humidités relatives horaires dans les locaux

Rappel : Moyenne de l'humidité relative (province du Kadiogo) : 45.31%

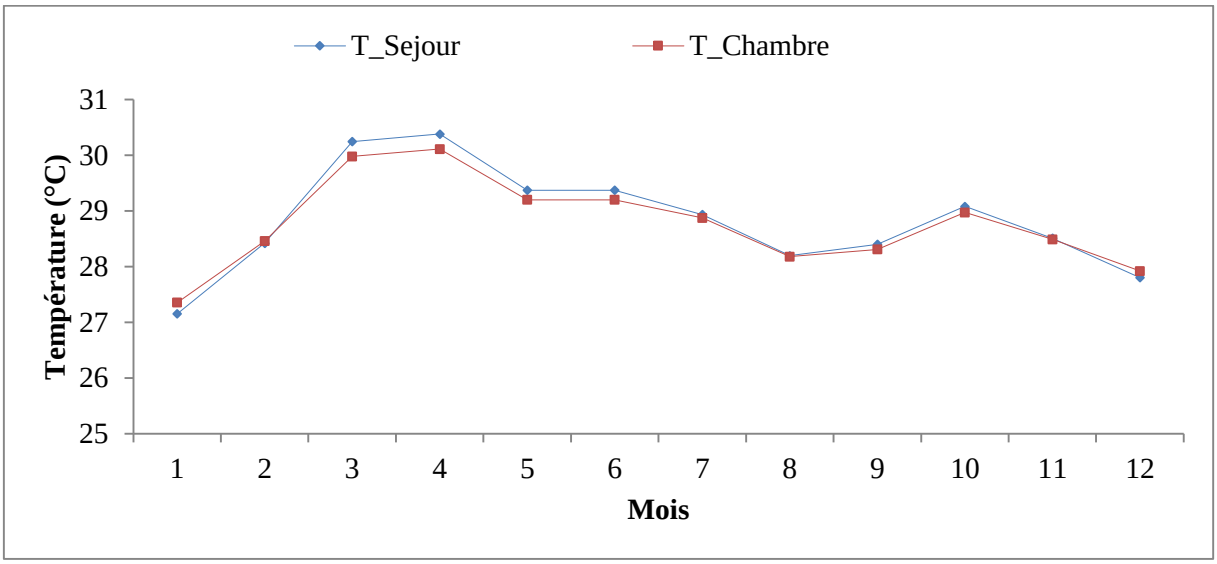


Figure 3: Evolution des moyennes mensuelles des températures dans les locaux

Rappel : Température moyenne maximale (province du Kadiogo) : 39.05 °C

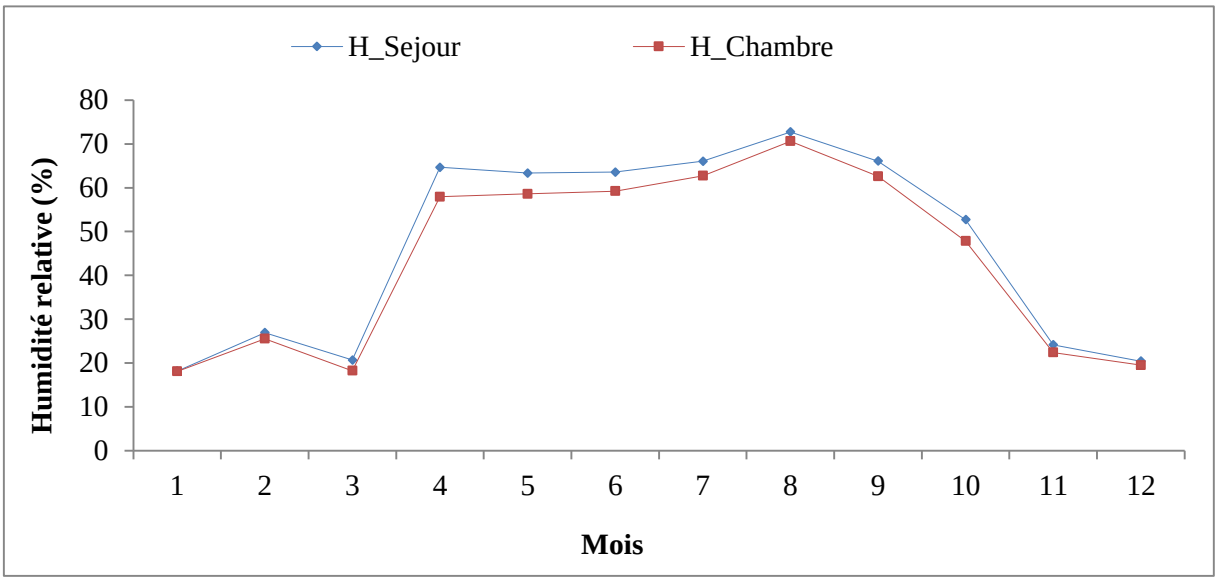


Figure 4: Evolution des moyennes mensuelles des humidités relatives dans les locaux

Rappel : Moyenne de l'humidité relative (province du Kadiogo) : 45.31%

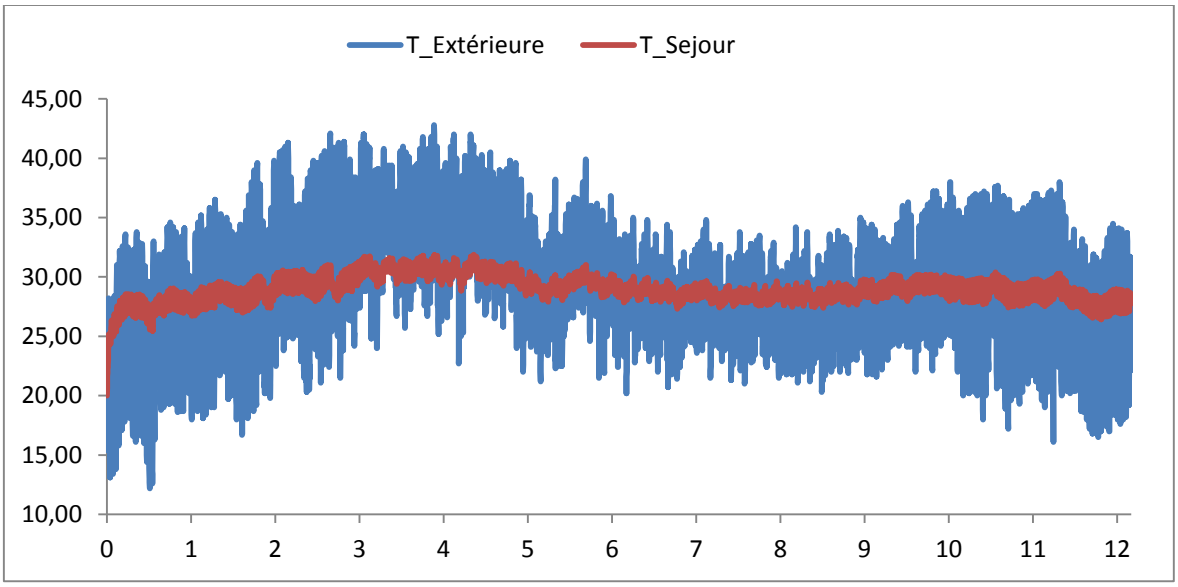


Figure 5: Evolution annuelle des températures horaires dans le séjour

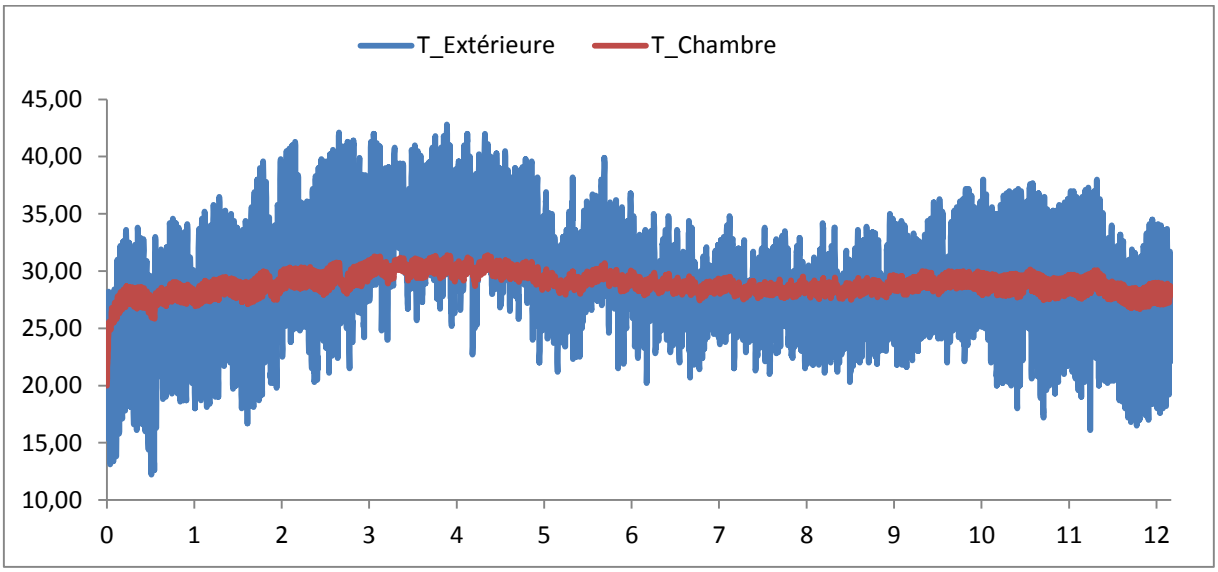


Figure 6: Evolution annuelle des températures horaires dans la chambre

mois	T.Sejour	T.Chambre	mois	H.Sejour	H.Chambre
1	27,15319	27,35506	1	18,18005	18,115
2	28,42319	28,45997	2	26,93764	25,53335
3	30,24615	29,98058	3	20,68763	18,2414
4	30,38134	30,11105	4	64,66441	57,94001
5	29,37395	29,20114	5	63,33627	58,58581
6	29,37361	29,20081	6	63,5522	59,22884
7	28,93691	28,87678	7	66,05248	62,71355
8	28,19655	28,18103	8	72,72772	70,59726
9	28,40161	28,3107	9	66,10159	62,62247
10	29,08259	28,97445	10	52,72027	47,83466
11	28,51036	28,49216	11	24,1799	22,42611
12	27,80557	27,92243	12	20,44181	19,53425

Les résultats de simulations montrent les conclusions suivantes :

- L'évolution des moyennes mensuelles des températures dans les locaux varient entre 27°C et 30°C, les plus élevées se situant entre Mars, Avril, Mai, Juin et octobre.
- L'évolution des moyennes mensuelles des humidités relatives dans les locaux varient entre 18 et 72%.

On peut constater que les taux les plus faibles d'humidité correspondent la plus part des fois aux périodes les plus chaudes. Les bacs à verdures humidifiés avec des ouvertures basses peuvent permettre des ventilations par air humide rafraîchissant dans les locaux.

En conclusion, les résultats obtenus nous permettent de penser que l'on peut se passer totalement de la climatisation dans ce logement tout en bénéficiant d'un bon confort thermique toute chose qui permet de disposer d'un logement économe en consommation d'énergie. Enfin, l'option d'utiliser des matériaux courants et localement disponibles permet d'éviter un surcoût excessif de la construction du logement F2 qui peut être évolutif en F4, le coût estimé de ce projet de base étant de Six Millions Quatre Cent Mille (6 400 000) F CFA.

Pour joindre l'utile à l'agréable, la promotion de ces logements dans contexte d'aide à l'auto construction permettra d'améliorer la qualité et l'harmonie de nos zones résidentielles.

Briques latéritiques de la carrière de Bobo – Orodara (extractions mécanisées)

Briques latéritiques de la carrière de Réo – Yako (extractions artisanales)

Construction en BLT (carrière de Réo et Yako)

Conclusion

En conclusion et à partir de cette simulation, on peut remarquer que :

- L'évolution des moyennes mensuelles des températures dans les locaux varient entre 27°C et 30°C, les plus élevées se situant entre Mars, Avril, Mai, Juin et octobre.
- L'évolution des moyennes mensuelles des humidités relatives dans les locaux varient entre 18 et 72%.
- Les températures les plus élevées sont donc de 29 à 30°c e mars, avril, mai, juin et octobre.
- Des bacs à verdures humidifiés avec des ouvertures basses peuvent permettre des ventilations par air humide rafraîchissant dans les locaux et contribuer à diminuer ces températures.

En conséquence, on peut en conclure qu'une bonne aération des locaux par des brasseurs d'air, en lieu et place de climatiseurs, suffit à obtenir des températures de confort acceptables conformes aux températures de consigne.

Les recommandations en matière d'éclairage peuvent consister à l'usage de l'énergie solaire ou éviter l'installation des lampes incandescentes, chauffantes et énergétivores pour choisir des lampes à basses consommations d'énergie.

STUDY OF THE TIME LAG IN A BIOCLIMATIC HOUSE MADE OF ECO MATERIALS

Fati Zoma[a] , David Y.K. Toguyeni[a] , Abdoulaye OUEDRAOGO[b], Jean KOULIDIATI[a]
[a]Laboratory of physics and chimistry of environnement, Université de Ouagadougou, Burkina Faso
[b]Laboratory of Thermal and Renewable Energy, University of Ouagadougou, Burkina Faso

In many countries, buildings consume more energy than transport and industry. According to the International Energy Agency (IEA) statistics one can state that globally, the building sector is responsible for 42 per cent of electricity consumption. Given the many possibilities to substantially reduce buildings' energy requirements, one way would be to provide environmental friendly materials which are suitable to the local challenging climate.

This paper presents a prediction of thermal behavior of bioclimatic building by the mean of time lag. To achieve that, firstly we provided locally made materials and commonly used materials thermal properties. Afterwards we conducted a simulation of a building free of internal charges on the TRaNsient SYstem Simulation platform TRNSYS 16. This simulation has focused on the collection of thermograms concerning the inside and outside surfaces (exposed to solar radiation) temperatures of walls oriented South, East, North and West on the basis of a weather file called Meteonorm. An analysis of the results was conducted which leaded to the conclusion that time lags of East oriented walls is greater than that of the other walls. Furthermore, the simulation confirms that the lower value of thermal diffusivity the greater the corresponding time lag. At last, the results revealed that the locally made materials design for ZOMA's thesis has greater time lag than that of commonly use materials like concrete. It therefore means less consumption of energy in buildings made those locally made material.

Détermination des données de base (paramètres climatiques et propriétés des matériaux de construction) et étude des performances d'un bâtiment.

Emmanuel OUEDRAOGO, Université de Ouagadougou.

Cette étude, porte principalement sur la détermination des données climatiques de base, la caractérisation des matériaux de construction, et l'étude des performances thermique et énergétique d'un bâtiment. La première partie, nous utilisons deux méthodes de génération pour élaborer cinq années types de sorte à déterminer la plus performante ou représentative. Ces années sont générées en utilisant des données de la température de l'air, de l'humidité relative de l'air de la vitesse du vent et du rayonnement solaire sur une période de quinze ans, allant de 1992 à 2006. Nous procédons ensuite au calcul des données horaires du rayonnement global, diffus et direct en combinant les notions d'années types et de journées types. Enfin, la modélisation d'un bâtiment construit en parpaing sous CoDyBa a permis de calculer les ratios de consommation d'énergie, qui varient entre 349,38 et 356,63 kWh/m^2 climatisé/an selon les données de l'année type utilisée. Ces valeurs se situent dans la plage de consommation d'énergie des bâtiments publics et privés du secteur tertiaire en Afrique subsaharienne. Les erreurs relatives obtenues pour les années types et celles de Météonorm varient entre -1% et 2%. Ainsi, les courbes des fréquences cumulées des données horaires des températures de l'air et des humidités relatives, montrent que les données de Sandia 4 paraissent les plus représentatives. La seconde est consacrée à l'étude expérimentale portant sur la caractérisation hydromécanique et thermo-physique de matériaux locaux utilisés dans la construction des bâtiments. Ces matériaux sont des blocs de terre compressée et stabilisée au ciment et/ou au papier. Ces matériaux composites utilisés pour l'enveloppe du bâtiment ont une grande stabilité à l'eau. La mesure des propriétés mécaniques telles que la résistance à la compression et la résistance à la traction, des propriétés hydriques telles que le coefficient d'absorption capillaire et des propriétés thermo-physiques a montré un écart entre les différentes valeurs des propriétés des quatre types de matériaux étudiés.

Les essais de compression ont été réalisés 30 jours après la confection des blocs avec une teneur moyenne de 01,3%. Les valeurs des résistances varient de 02,399 à 7,765 MPa. Lorsqu'on incorpore à la terre du papier (cellulose), du ciment et du mélange ciment-papier, les valeurs des résistances sont améliorées respectivement de 38,75%, 223,54% et 215,5%.

Les blocs de terre comprimée étant sensibles à l'eau, nous avons étudié l'impact de l'eau sur leurs résistances. L'étude a été menée sur des blocs stabilisés au ciment et au ciment-papier âgés de 60 jours. Les résultats ont montré une forte diminution des valeurs des résistances. Les

plus faibles valeurs des résistances des blocs TPC et TC sont respectivement 1,227 MPa et 1,618 MPa. Les valeurs des résistances à la traction par flexion à trois (03) points sont faibles (0,205 à 1,132 MPa), car ces briques ont des élasticités très faibles. Les valeurs de la porosité sont respectivement 28,914 % pour les échantillons en terre-ciment et 31,766 % pour ceux en terre-papier-ciment. L'ajout de ciment qui est constitué de fines, réduit le nombre de pores (pores ouverts), c'est ce qui confère une faible porosité aux matériaux stabilisés uniquement au ciment. On remarque que l'addition du papier augmente de manière considérable la porosité. Cette augmentation induit un accroissement de l'absorption en eau de ce matériau. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que l'ajout du papier augmente le nombre de pores ouverts ce qui facilite l'infiltration d'eau dans le matériau. L'absorption est rapide avant 180 mn pour tous les blocs sauf celle de TC3 et de TPC1 qui l'est avant 120 mn. Au-delà, elle devient lente jusqu'à saturation à 4620 mn (77 h soit 3 jours 5 h). Les teneurs en eau à la saturation des blocs en terre-ciment sont les plus faibles, elles vont de 12,54 % à 13,22%. Celles des briques en terre-papier-ciment qui sont les plus élevées varient entre 15,47 % et 16,40 %. A trois heures d'immersion TPC2, TPC3, TC1 et TC2 sont respectivement à 93,20 % ; 93,62 % ; 94,31 % et 93,68 % de saturation. Cependant TPC1 et TC3 sont respectivement à 91,84 % et 94,34 % de saturation à deux heures d'immersion. Nous remarquons que les blocs en terre-ciment ont tendance à se saturer rapidement, cela peut s'expliquer par le fait qu'ils ont besoin d'une faible quantité d'eau pour atteindre leurs saturations.

Les conductivités thermiques varient de 0,490 à 0,671 W/m.K, l'ajout du papier qui est d'un isolant à la terre réduit en moyenne la conductivité thermique de 11,93 %. Et l'incorporation du ciment augmente en moyenne la conductivité de 20,59 %, cependant en plus du ciment s'il y a un ajout de papier cette conductivité n'augmente qu'en moyenne de 05,76 %. L'augmentation de la conductivité avec l'ajout du ciment peut s'expliquer par le fait que le ciment constitué de fines, réduit le nombre de pores remplis d'air dont la conductivité est relativement faible. Les valeurs de la chaleur spécifique varient de 1,145 à 1,592 kJ/kg.K selon les échantillons. L'incorporation de papier et du ciment à la terre augmente en moyenne respectivement sa chaleur spécifique de 39,02 % et de 30,34 %. En plus du papier s'il y a ajout du ciment cette chaleur augmente de 36,37 %. Les blocs en terre-papier ont les plus faibles diffusivités thermiques, ils transmettront faiblement la chaleur. La stabilisation de la terre au ciment et au ciment-papier augmente la diffusivité thermique respectivement de 10,30 % et de 1,89 %. Cependant la stabilisation au papier réduit la diffusivité de 17,43 %. On constate que l'ajout du ciment et du ciment-papier à la terre augmente l'effusivité thermique respectivement de 16,29 % et de 06,89 %. Cependant l'incorporation du papier à la terre diminue cette effusivité de

03,14 %. Les blocs en terre-papier qui ont les plus faibles valeurs d'effusivités thermiques verront leurs températures superficielles cloîtrent rapidement.

Les résistances en compression et en traction des blocs en terre-ciment et en terre-ciment-papier sont voisines et environ deux fois plus élevées que celles en terre-papier et trois fois plus élevées que celles en terre. De plus les blocs en terre-ciment et ceux en terre-ciment-papier ont une grande stabilité à l'eau. Les valeurs des propriétés thermo-physiques des matériaux incorporant du papier (cellulose) montrent une amélioration de leurs performances en isolation thermique. De plus quel que soit le matériau choisi la profondeur de diffusion de la chaleur est inférieure à 10 cm sur un cycle journalier de 12 heures d'ensoleillement. Tous ces résultats permettent de préciser les conditions d'utilisation optimale de ces matériaux pour l'enveloppe du bâtiment. Tous ces résultats expérimentaux permettent de préciser les conditions d'utilisation optimale de ces matériaux pour l'enveloppe du bâtiment.

Conférence Internationale
Efficacité Energétique et Réglementation Thermique dans les Bâtiments

Dynamique entre politiques régionales et nationales d'Efficacité Energétique en Afrique de l'Ouest : Cas du Burkina Faso

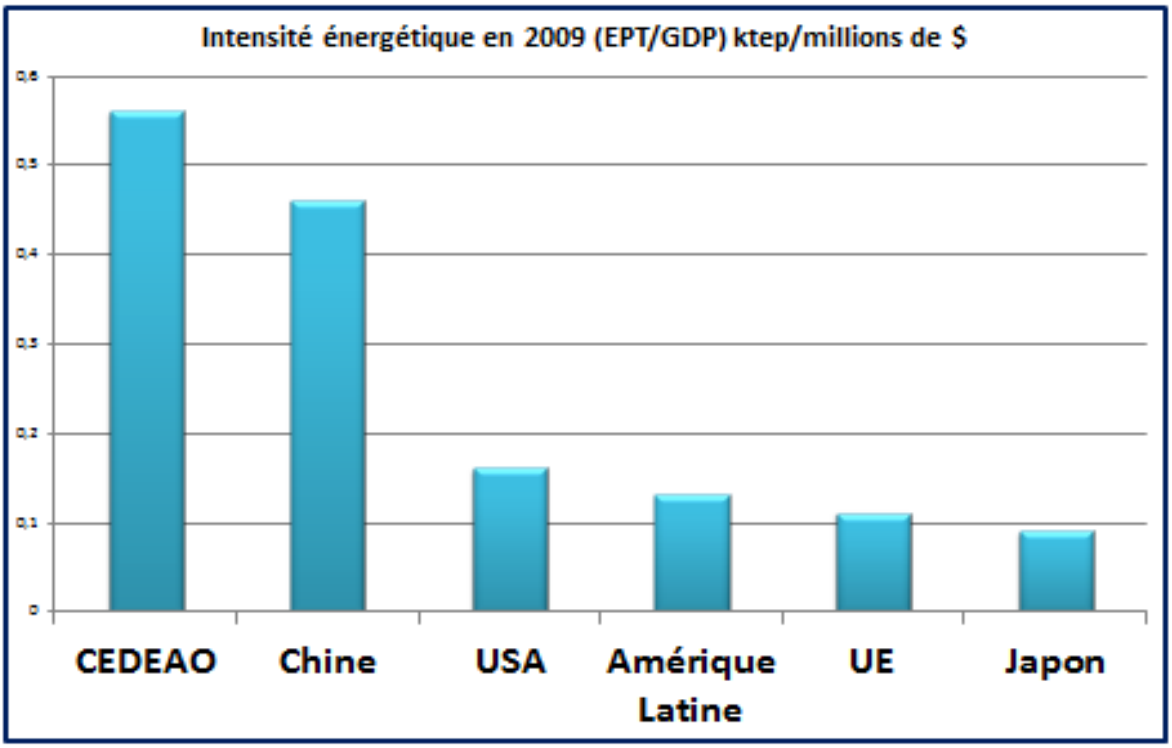
Francis SEMPORE, Expert Energéticien , Enseignant 2iE
francis.sempore@2ie-edu.org – francis_sempore@yahoo.fr

Ouagadougou, le 25 juillet 2015

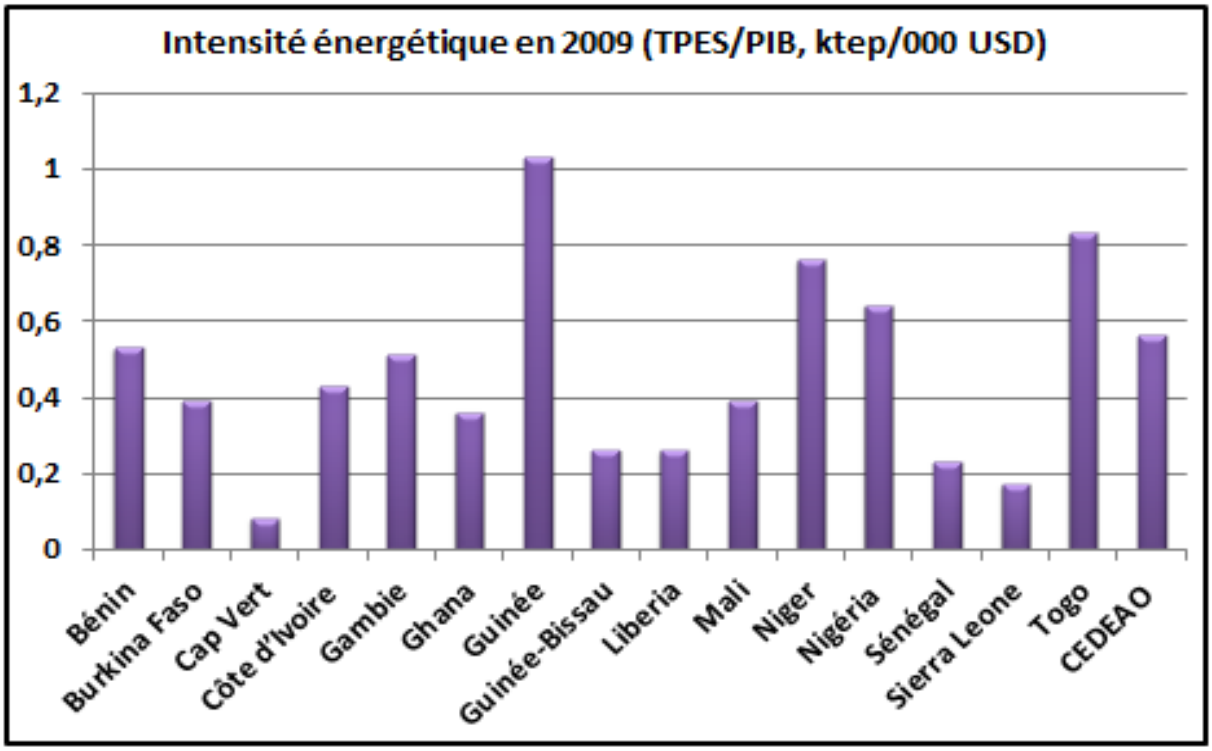
Présentation

1. Etat des lieux de l'EE en Afrique de l'Ouest
2. Politiques & Initiatives Régionales d'EE
3. Etat des lieux de l'EE au Burkina Faso
4. Politiques & Initiatives d'EE au Burkina Faso
5. Plan d'Action National sur l'Efficacité Energétique

1. ETAT DES LIEUX DE L'EE EN AFRIQUE DE L'OUEST



1. ETAT DES LIEUX DE L'EE EN AFRIQUE DE L'OUEST



2. POLITIQUES & INITIATIVES REGIONALES DANS LE DOMAINE DE l'EFFICACITE ENERGETIQUE

Partenariat Stratégique Afrique – UE dans le domaine de l'Energie (2007)

Programmes de renforcement de capacités

Politiques des Energies Renouvelables et d'Efficacité Energétique de la CEDEAO PERC & PEEC (2013)

SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL

Politique Energétique Commune
Initiative Régionale pour l'Energie Durable
Programme Régional d'Efficacité Energétique

2. POLITIQUES & INITIATIVES REGIONALES

POLITIQUE D'EFFICACITE ENERGETIQUE DE LA CEDEAO (PEEC)

CEREEC

OBJECTIFS 2020

Intensité énergétique de 0,59 à 0,19

Libération d'une Capacité de production électrique de 2 000 MW

Élimination les lampes à incandescence d'ici 2020

Réduction des pertes de distribution d'énergie électrique de 15 - 40% à moins de 10% à l'horizon 2020

Elaboration et adoption et l'application des mesures d'efficacité énergétique pour les bâtiments

Adoption des normes et labels à l'échelle régionale pour les principaux équipements énergétiques

Création des instruments de financement de l'énergie durable

Accès universel à la cuisson sécuritaire, propre, abordable et durable pour l'ensemble des populations de la CEDEAO à l'horizon 2030

3. ETAT DES LIEUX DE L'EE AU BURKINA FASO

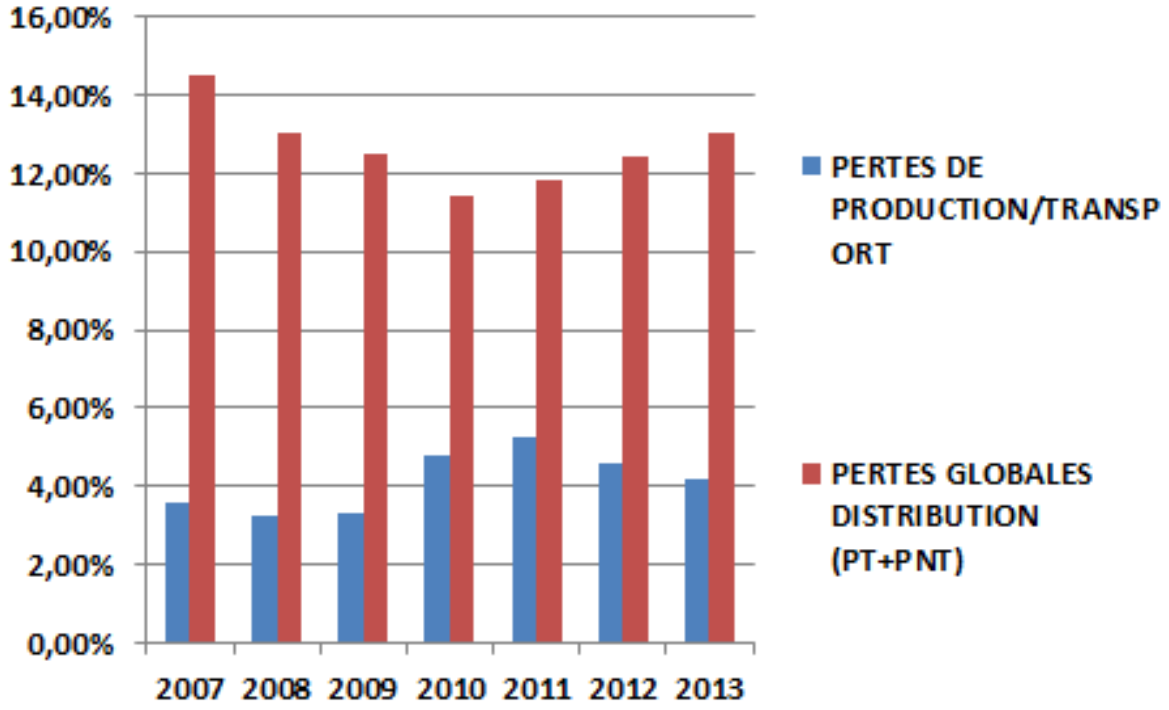
Synthèse des résultats pour les bâtiments ciblés, MDE - PDSE 2006-2011
Source : Rapport ECONOLER Avril 2014

Source d'énergie	Réduction de la demande (MW)	Economie d'énergie (GWh/an	Economie financière (FCFA/an)	Investis. (FCFA)	PRI (mois)
Electricité	1,5	3,7	691 600 000	753 500 000	11

Points d'amélioration : Approche Méthodologique & Mise en œuvre des Mesures
Identifiant de l'abonnement (SONABEL) - Bilan Energétique Surface de plancher (totale et climatisée) - Rapport Ouverture sur Mur (ROM) - Ratio (FCFA/kWh; kWh/m²/an) Mise en œuvre systématique (films solaires) - Mesures non réalisées (contrôle du fonctionnement des équipements-horloges) - Mesures sans suivi (dégradation coût moyen du kWh de 135 FCFA en 2011 à 139 FCFA en 2012)

3. ETAT DES LIEUX DE L'EE AU BURKINA FASO

Pertes de Production/transport et de Distribution d'Electricité



3. ETAT DES LIEUX DE L'EE AU BURKINA FASO

Projets de Promotion des Foyers Améliorés

Bureau de Restructuration et de Mise à Niveau des Entreprises (Diagnostics et Audits Energétiques)

Projet d'Appui au Secteur de l'Electricité (PASEL)
Renforcement de capacités
Installations d'Equipements à Haut Rendement
Information et Sensibilisation
Activités Lighting Africa

3. ETAT DES LIEUX DE L'EE AU BURKINA FASO

Exemples des ratios de consommation

Valeurs de référence (Code de qualité du Bâtiment – Côte d'Ivoire)
R1 : 133 kWh/m²/an pour les bâtiments publics; 185 kWh/m²/an pour les Banques, 105 kWh/m²/an pour les Bureaux Privés

Exemples d'Audits Energétiques réalisés au Burkina Faso

Bâtiments	R_0 (surface totale) (kWh/m²/an)	R_1 (surf climatisée) (kWh/m²/an)	Prix unitaire (FCFA/kWh)
BOA Ouaga 2002	226	248	111
CGP 2002	192	280	112
Assemblée 2002	159	192	131
CNSS 2001	119	202	119
CNSS 2003	112	195	113
BOA Bobo 2002	115	126	111
ONATEL 2003	101	125	144

4. POLITIQUES & INITIATIVES D'EE AU BURKINA FASO

Politiques & Initiatives Nationales	Orientations et/ou Etat de Mise en œuvre
SCADD 2011-2015	II. 3.1.3.4 : (v) d'améliorer l'efficacité de la consommation d'énergie
Politique Sectorielle de l'Energie (POSEN 2014-2025)	Economie d'Energie : Composante Transversale aux 3 sous secteurs (Electricité, Hydrocarbures, Energies Renouvelables)
Plan d'Actions de la Maitrise de l'Energie au Burkina Faso : volet Electricité – Avril 2014	Cout du Plan d'actions : 13 milliards Résultats escomptés : Economie de 100 GWh/an soit une économie financière potentielle de 15,4 milliards Statut : Mobilisation de Ressources
Avant Projet de Loi sur la Maitrise de l'Energie	Instruction en cours pour adoption
Plan d'Action National sur l'Efficacité Energétique (PANEE)	Validé en juillet 2015

Options stratégiques retenues pour le Burkina Faso

SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL

1. Optimiser/Densifier l'utilisation des réseaux BT
2. Augmenter le taux de couverture (extension réseaux MT et BT)
3. Agir à travers la pré-électrification (kits solaires, plateformes hybrides…)
4. Production d'électricité par l'utilisation des Energies renouvelables (PV)
5. Remettre à niveau les modes de gestion durable de la ressource ligneuse
6. Mettre l'accent sur l'EE en termes de pénétration de foyers améliorés, de la réglementation de production de charbon de bois et de la carbonisation efficace
7. Mettre en œuvre une Stratégie de substitution optimale favorisant l'utilisation de gaz butane en ville
8. Accorder un intérêt particulier à l'EE dans le bâtiment, le tertiaire, l'industrie & au transport/distribution d'électricité

DEFIS DE LA PROMOTION DE L'EE : FINANCIER; INSTITUTIONNEL ET REGLEMENTAIRE; TECHNIQUE; RENFORCEMENT DES CAPACITES ET DISPONIBILITE DE L'INFORMATION

5. PLAN D'ACTION NATIONAL SUR L'EE - PANEE

Potentiel d'économie d'énergie (GWh/an)			
	2010	2020	2030
Eclairage efficace			
Eclairage-hors réseau	0	2	5
Eclairage-en réseau	0	67	334
Efficacité énergétique dans le bâtiment			
Bâtiments – Public (y compris les appareils)	0	116	300
Bâtiments - Résidences (y compris les appareils)	0	108	281
Bâtiments - Tertiaire (y compris les appareils)	0	68	175
Appareils électriques			
Réfrigérateurs,	0	58	151
Climatiseurs,	0	73	189
Chauffe-eau électrique,	0	4	11
Autres appareils (bureautique, machines à laver...)	0	10	26
Total (seulement appareils)	0	146	378
Industrie	0	187	486
Secteur de l'électricité			
Production et Transport de l'électricité	0	18	132
Distribution de l'électricité	0	43	315
Total Potentiel d'EEI	0	61	447

5. PLAN D'ACTION NATIONAL SUR L'EE - PANEE

Indicateur	Année 2010	Année 2015	Année 2020	Année 2025	Année 2030
L'intensité énergétique primaire (consommation totale d'énergie primaire / PIB en kTep/ 000 US$)	0,30	0,23	0,21	0,18	0,15
La consommation d'électricité annuelle (kWh / habitant / an)	51	71	98	137	197
Taux d'électrification (en%)	13,6%	21,3%	36,1%	50,6%	65,0%

5. PLAN D'ACTION NATIONAL SUR L'EE - PANEE

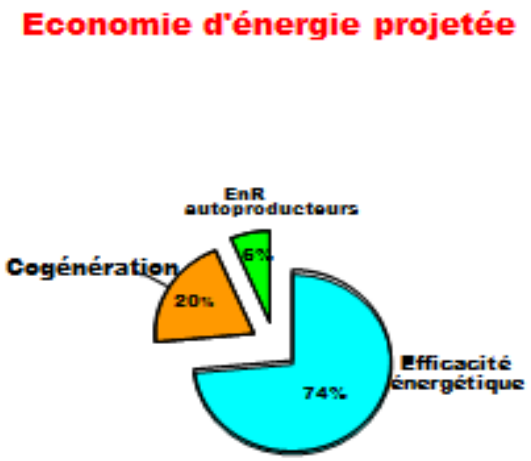
Initiatives Proposées (objectifs 2020/2030)
Eclairage Efficace
Normes et Etiquetage
Efficacité Energétique dans les Bâtiments (Résidentiel & Tertiaire)
Efficacité Energétique dans le Secteur Public
Efficacité Energétique dans l'Industrie
Distribution haute performance de l'électricité

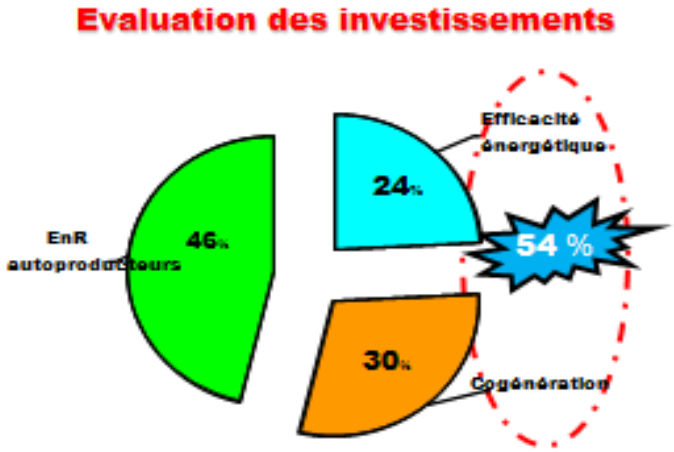
Actions Transverses
Programmes de formation
Programme d'information et de sensibilisation
Suivi-évaluation

5. PLAN D'ACTION NATIONAL SUR L'EE - PANEE

Initiatives en cours - Opérationnalisation
Avant Projet de loi régissant le Maitrise de l'Energie élaboré – En attente de son adoption
Projet de création de l'Agence Nationale des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique (ANEREE)
En attente de la création de l'ANEREE, le CIESPA (Comité Interministériel de Suivi du SE4ALL) doit être renforcé et doté de moyens de fonctionnement (réunion semestrielle avec feuille de route pour la mise en œuvre du PANEE, du PANER (Energies Renouvelables) et du plan d'action national SE4ALL
MOBILISATION DES RESSOURCES – PROSPECTUS SE4ALL BUDGET DU PANEE : 40 milliards sur 2016-2030 ENVIRON 13 MILLIARS TOUS LES 5 ANS : 2016-2020; 2021-2025; 2026-2030

Moins d'investissement pour plus d'EE





Tahar Achour / Expert International & Consultant en Energie

Conférence Internationale
Efficacité Energétique et Réglementation Thermique dans les Bâtiments

Enjeux Energétiques en Afrique de l'Ouest

Francis SEMPORE, Expert Energéticien , Enseignant 2iE
francis.sempore@2ie-edu.org – francis_sempore@yahoo.fr

Ouagadougou, le 24 juillet 2015

Présentation

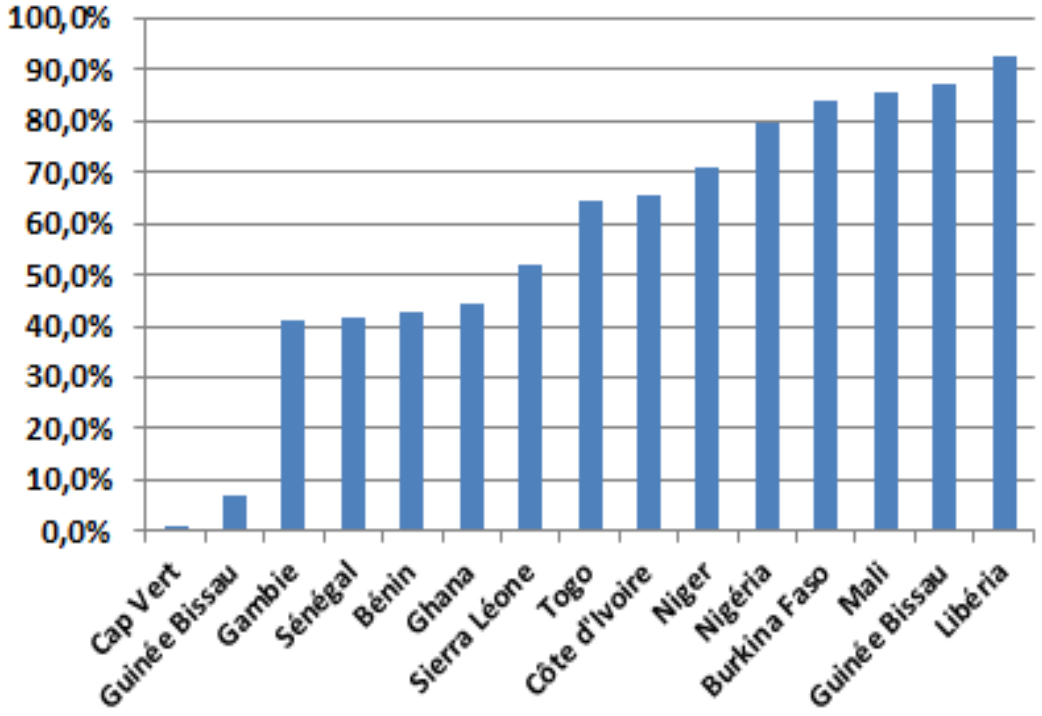
1. Etat des lieux de l'Accès aux Services Energétiques
2. Etat des lieux des Energies Renouvelables
3. Etat des lieux de l'Efficacité Energétique
4. Défis à relever
5. Politiques & Initiatives Régionales

1. ETAT DES LIEUX DE L'ACCES AUX SERVICES ENERGETIQUES (ASE)

	ETATS DES LIEUX / CONSTATS
1	Entre 1990 et 2010, l'Afrique Subsaharienne est la seule région du monde ou l'augmentation de l'accès à l'électricité et aux combustibles non solides était moins rapide que la croissance démographique. Source Rapport SE4ALL
2	En 2011, 47,6% de la Population en Afrique subsaharienne était privée d'un accès à l'électricité. Source IEA Worl Energy Outlook 2013
3	La biomasse traditionnelle jouent un rôle central dans la satisfaction des besoins énergétiques de l'ensemble de la région CEDEAO

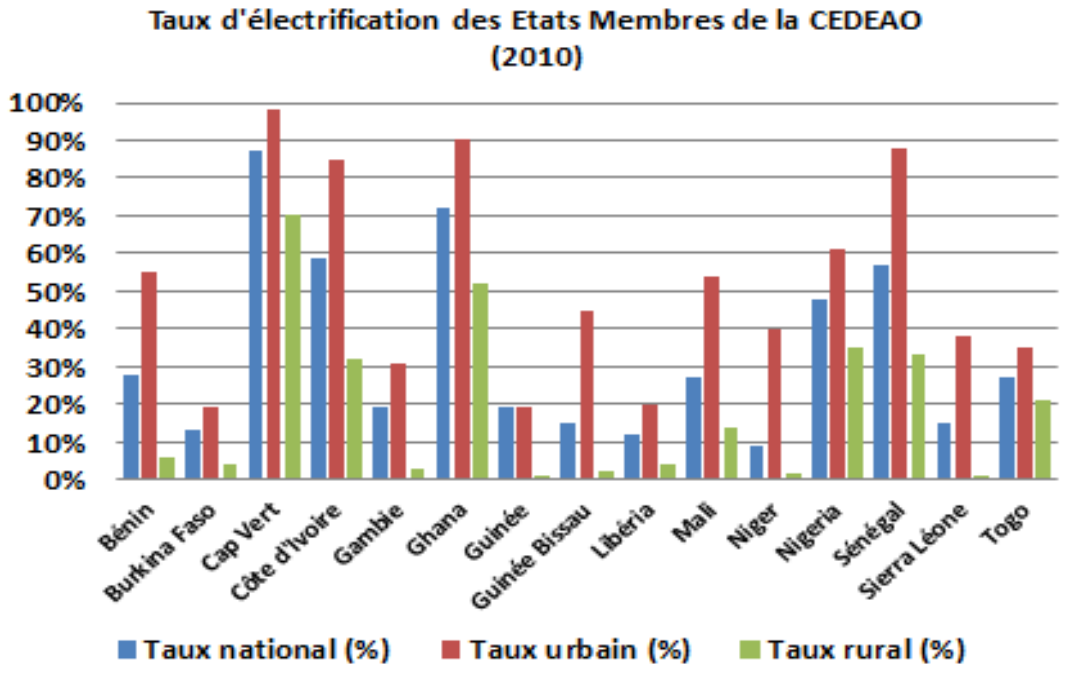
1. ETAT DES LIEUX DE L'ASE

Part de la biomasse traditionnelle dans la consommation énergétique finale totale (2010)



Source : Initiative SE4ALL

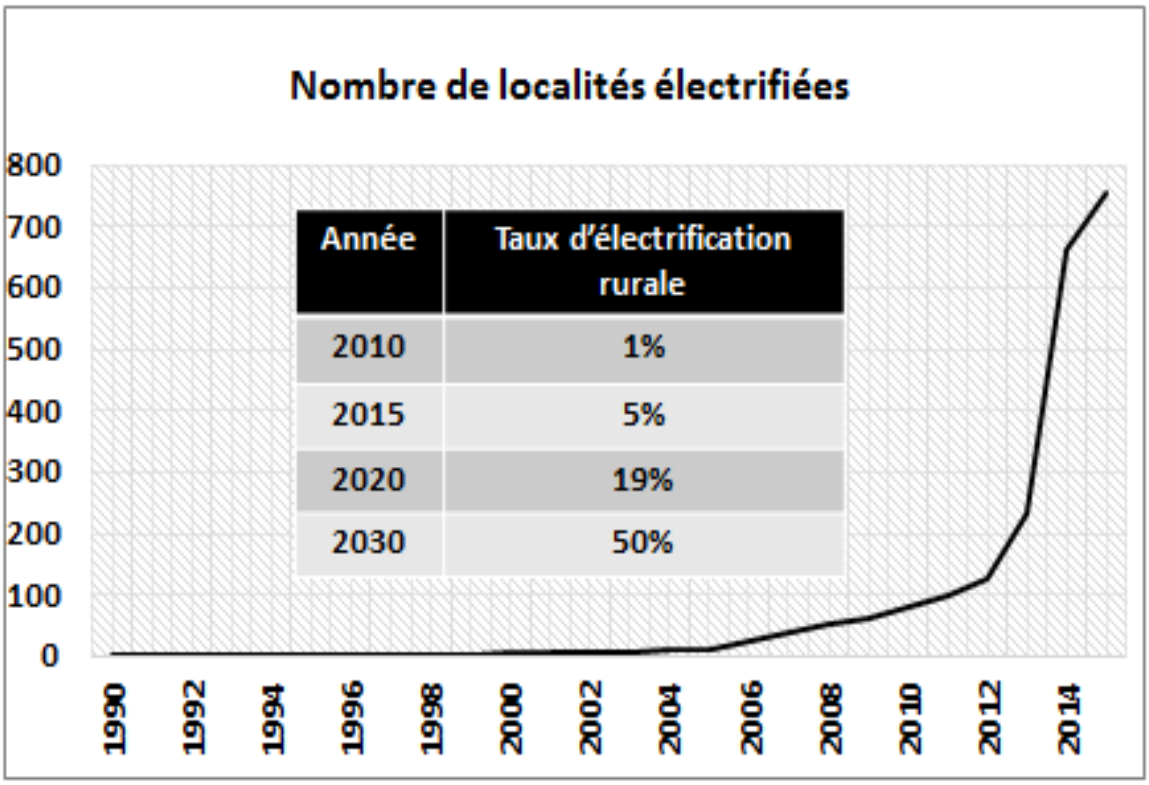
1. ETAT DES LIEUX DE L'ASE



Source : ECREEE, IEA

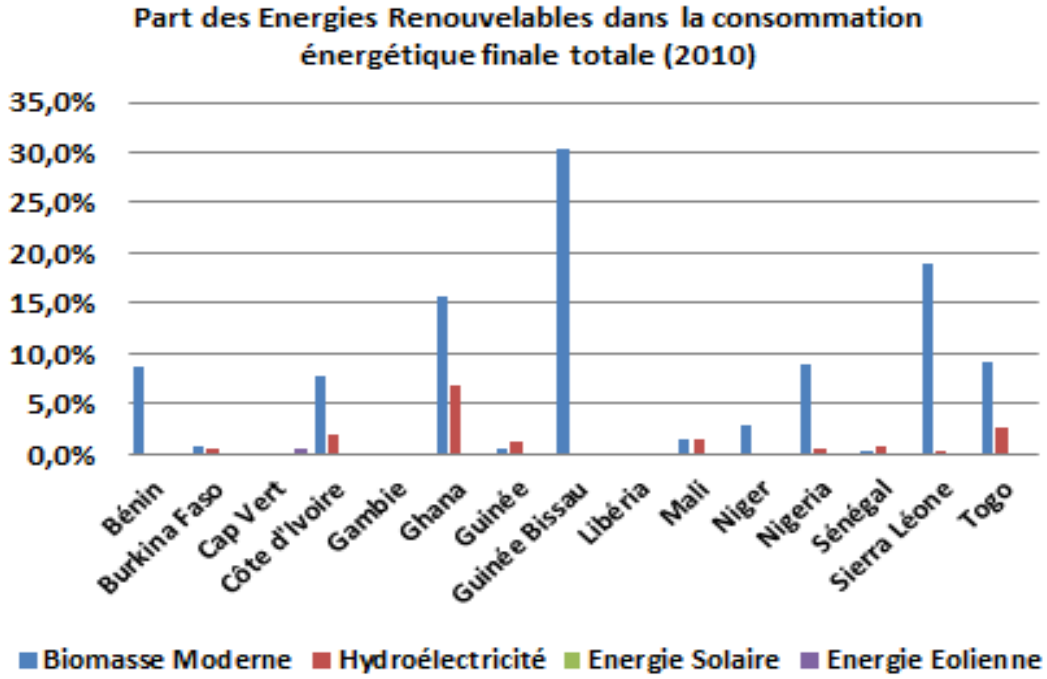
1. ETAT DES LIEUX DE L'ASE

EVOLUTION DE L'ELECTRIFICATION RURALE AU BURKINA FASO



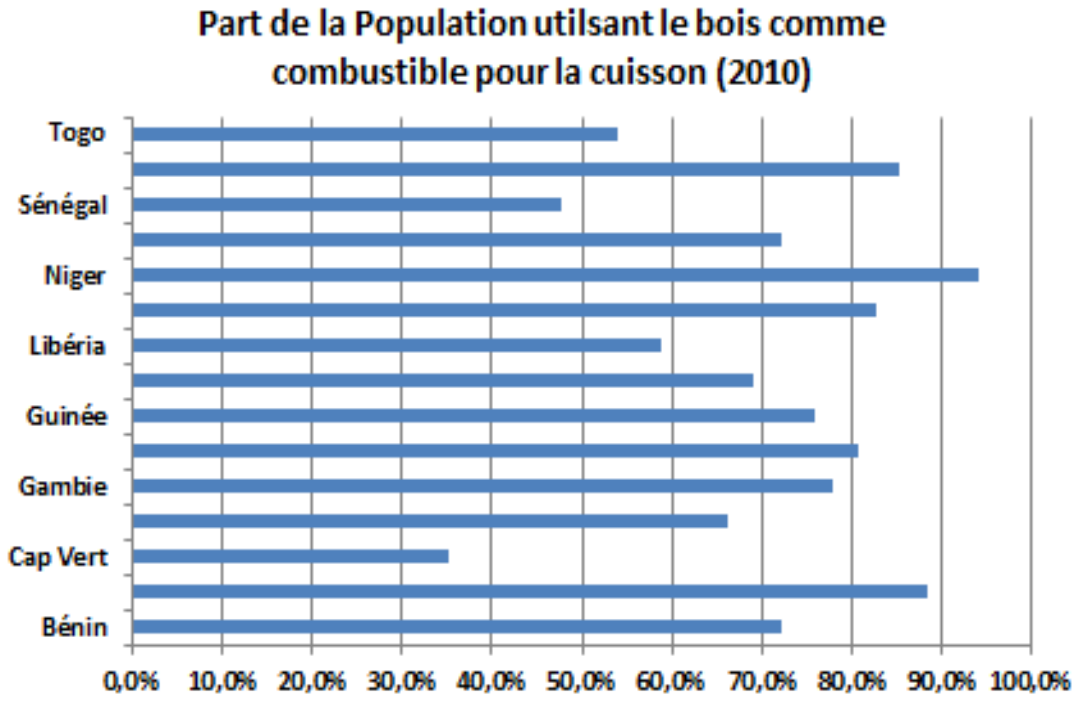
Année	Taux d'électrification rurale
2010	1%
2015	5%
2020	19%
2030	50%

2. ETAT DES LIEUX DES ENERGIES RENOUVELABLES



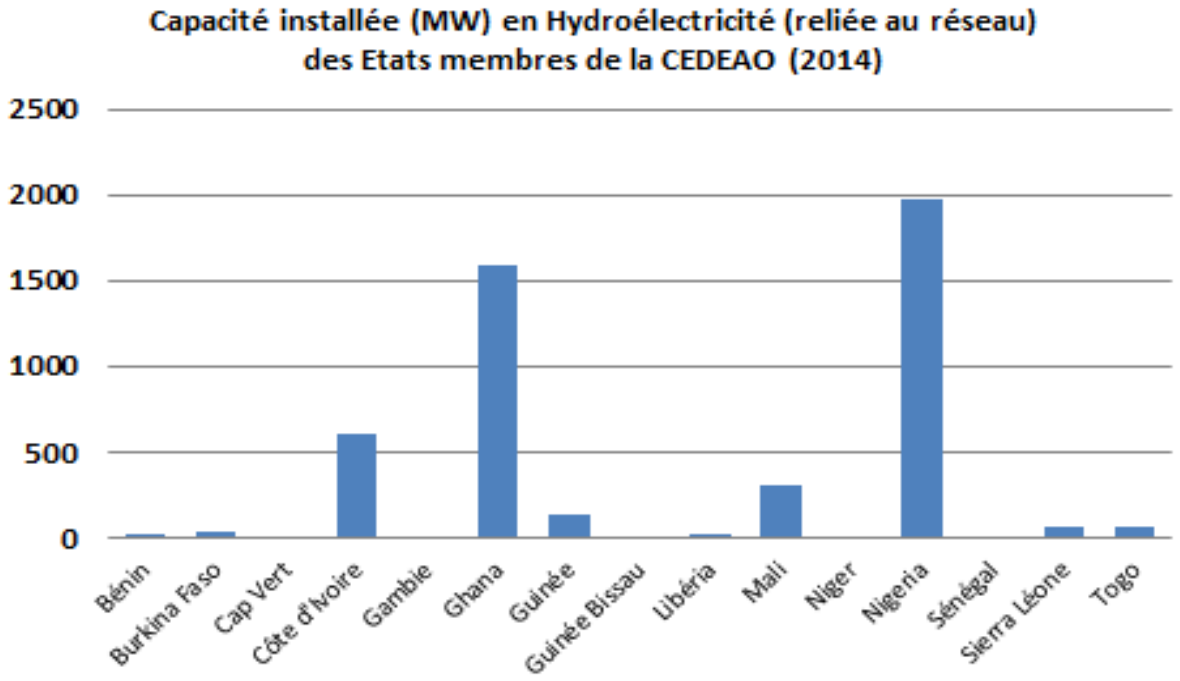
Source : Rapport d'étape 2014 REN 21

2. ETAT DES LIEUX DES ENERGIES RENOUVELABLES



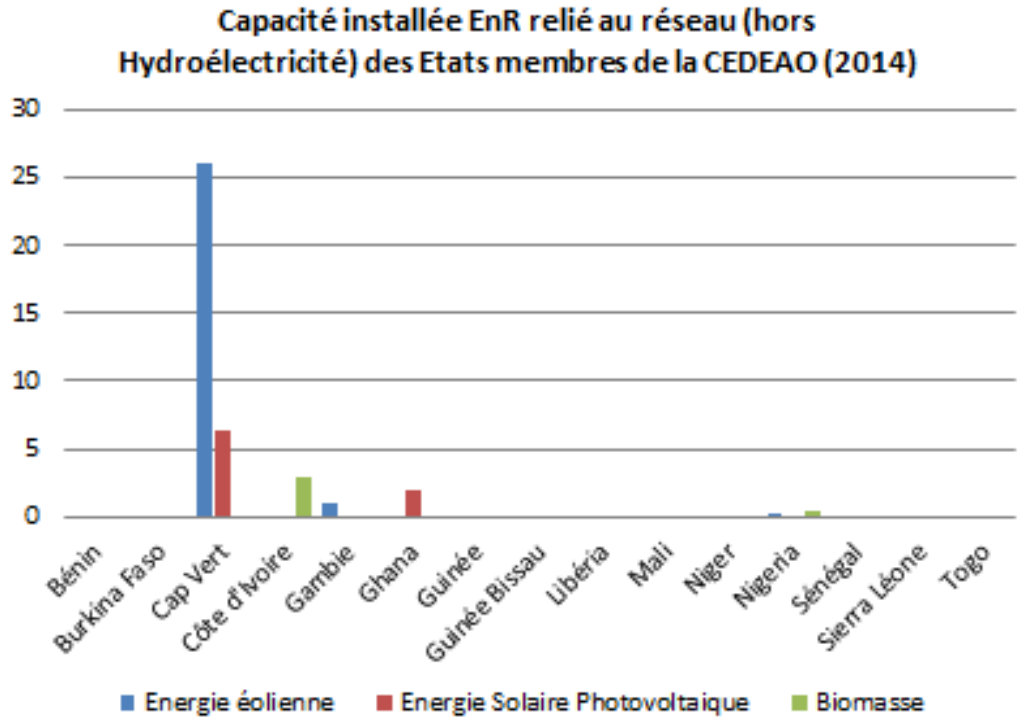
Source : Rapport d'étape 2014 REN 21

2. ETAT DES LIEUX DES ENERGIES RENOUVELABLES



Source : Rapport d'étape 2014 REN 21

2. ETAT DES LIEUX DES ENERGIES RENOUVELABLES



Source : Rapport d'étape 2014 REN 21

2. ETAT DES LIEUX DES ENERGIES RENOUVELABLES BURKINA FASO

Ensoleillement moyen : **5,5 kWh/m²/Jr**

Durée d'ensoleillement : **3000 à 3500 h/an**

Part de l'énergie solaire dans l'Approvisionnement Total en Energie Primaire (ATEP) : **négligeable**

Part de l'Energie solaire dans la consommation nationale totale d'énergie (2011) : **0,10%**

Puissance installée Photovoltaïque (PV) en 2014 : **2,4 MWc**

Puissance installée Photovoltaïque (PV) en 2015 : **2,8 MWc**

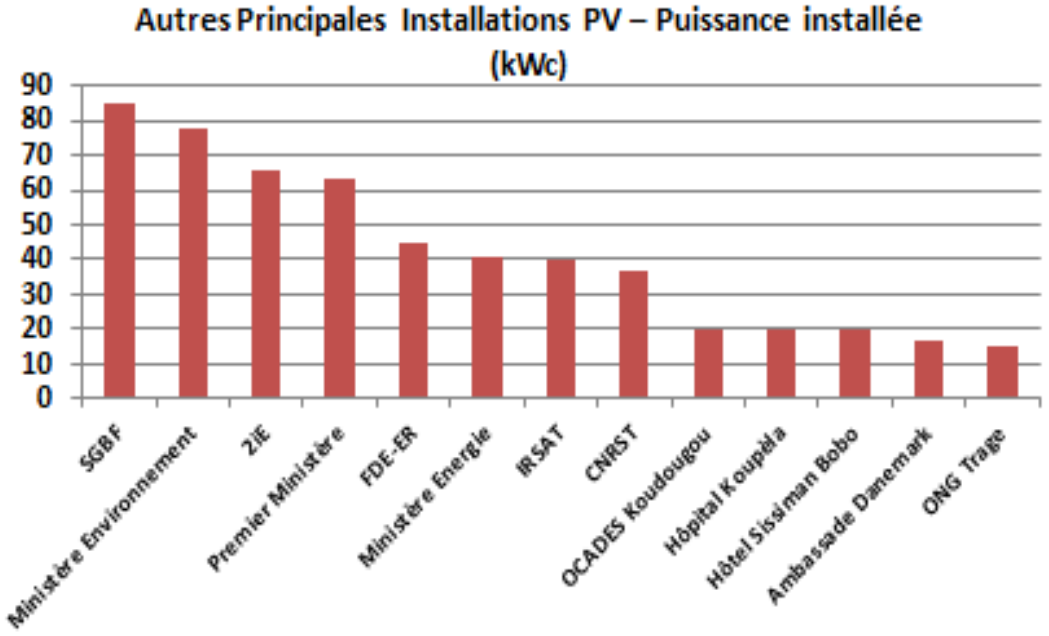
Capacité installée (solaire thermique) : **Potentiel exploité non évalué**

Capacité installée hydroélectricité : **32 MW**

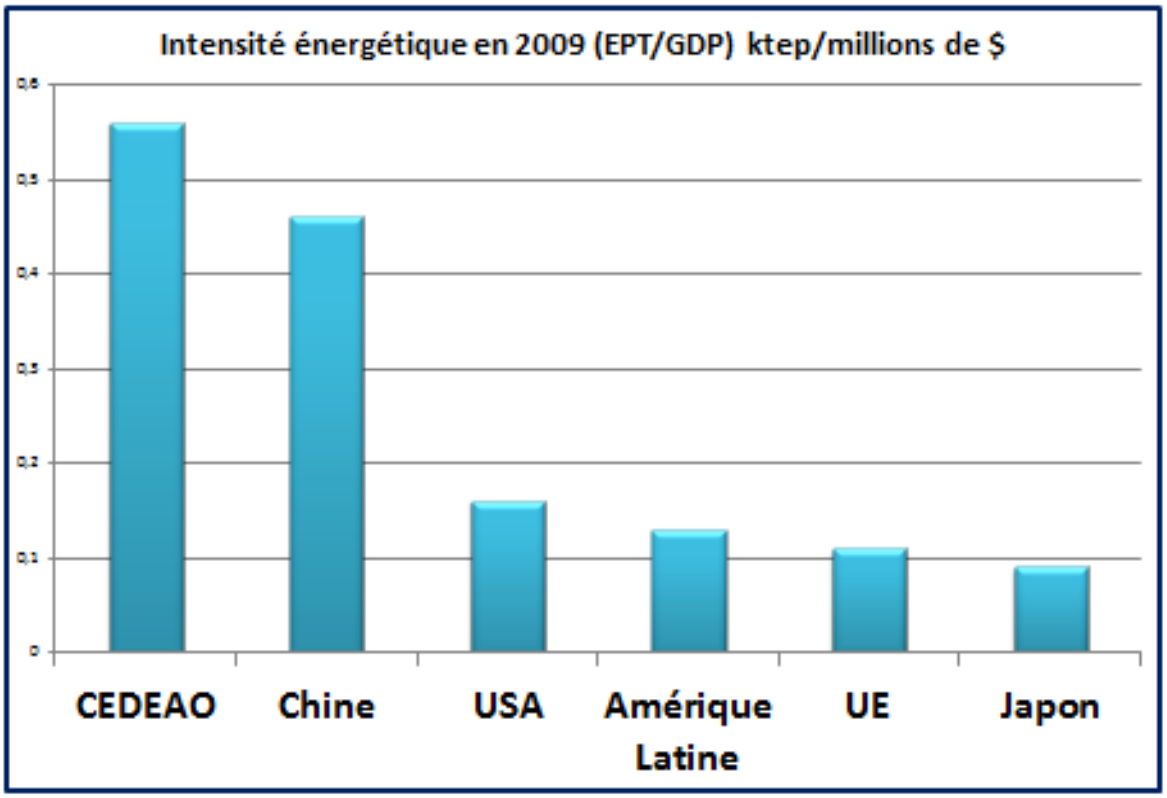
Potentiel éolien : Considéré pendant longtemps comme négligeable, toutefois les études récentes recommandent une analyse plus approfondie de la demande, il existerait des potentiels intéressants à des altitudes de 50 et 80 mètres

2. ETAT DES LIEUX DES ENERGIES RENOUVELABLES ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE BURKINA FASO

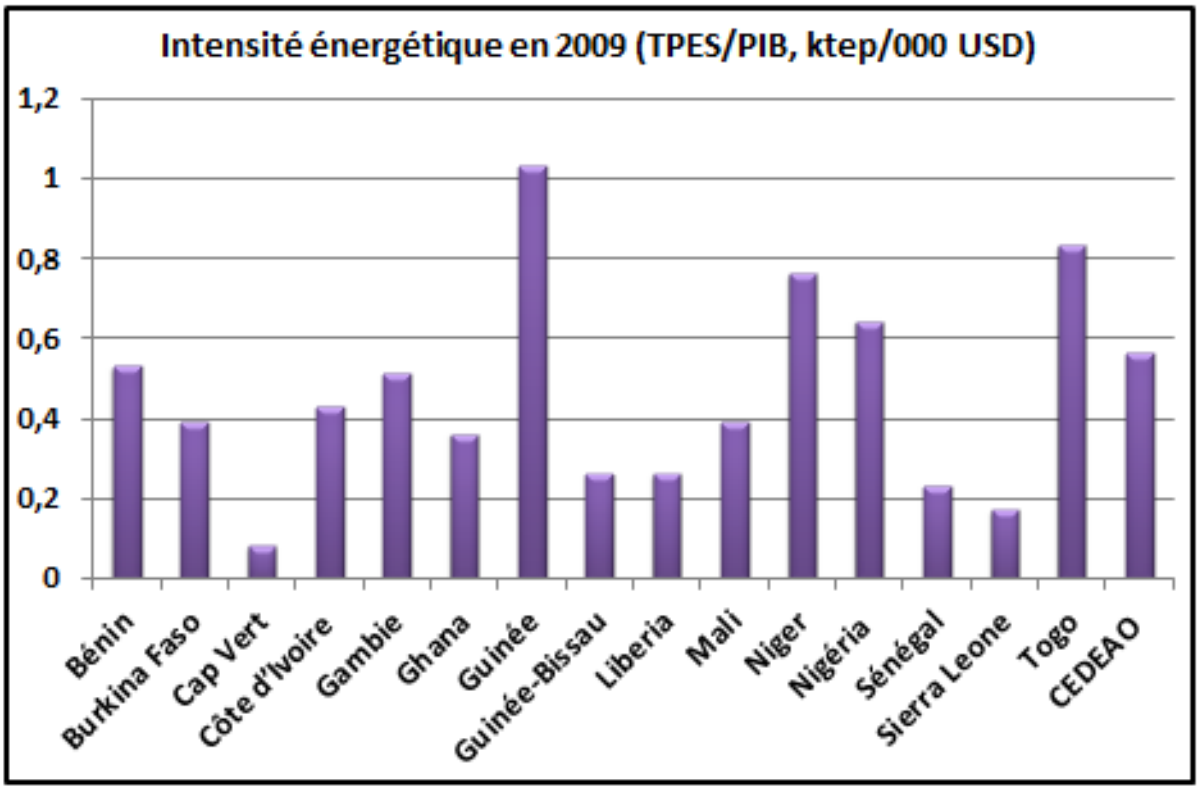
Puissance PV installée : 2,8MWc (2015)
Telecom : 1,2 MWc ; Présidence Faso : 200 kWc ; Autres : 1,4 MWc



3. ETAT DES LIEUX DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE



3. ETAT DES LIEUX DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE



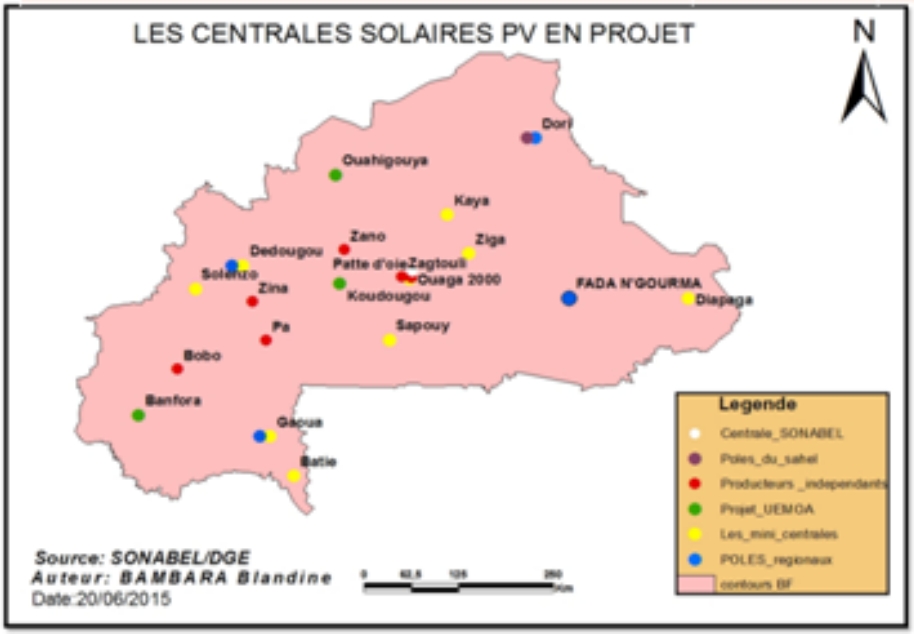
4. DEFIS A RELEVER

1	Mettre en œuvre et/ou Remettre à niveau les modes de gestion durable de la ressource ligneuse (aménagements forestiers…)
2	Mettre l'accent sur l'EE en termes de pénétration de foyers améliorés, de la réglementation de production de charbon de bois et de la carbonisation efficace
3	Mettre en œuvre une Stratégie de substitution optimale favorisant l'utilisation de gaz butane en ville
4	Accorder un intérêt particulier à l'EE dans le bâtiment, le tertiaire, l'industrie & au transport/distribution d'électricité (éclairage efficace…)
5	Favoriser les interconnexions dans la région (WAPP)
6	Favoriser me mix énergétique en renforçant les capacités de production électrique avec un accent particulier sur l'utilisation des énergies renouvelables (Hydroélectricité, Photovoltaïque…)
7	Agir à travers la pré-électrification et/ou par l'électrification rurale décentralisée (kits solaires, systèmes hybrides, plateformes multifonctionnelles…)
8	Optimiser /Densifier l'utilisation des réseaux Basse Tension (BT)
9	Augmenter le taux de couverture (extension des réseaux Basse Tension et Moyenne tension)
10	Passer à l'action…Mobiliser les Ressources et lancer des Projets d'envergure…

4. DEFIS A RELEVER

Promotion de l'Energie Solaire au Burkina Faso

Objectifs	2020	2025	2030
Energie Solaire (connectée au réseau)	107	134	205
PV Disséminée (sur toit)	5	15	30



5. POLITIQUES & INITIATIVES REGIONALES…

Partenariat Stratégique Afrique – UE dans le domaine de l'Energie (2007)

Politiques des Energies Renouvelables et d'Efficacité Energétique de la CEDEAO
PERC & PEEC (2013)
SOLTRAIN (Solaire Thermique)

Promotion des Foyers Améliorés

Certification des Installateurs PV

Renforcement des capacités de la Société Civile

Programmes de renforcement de capacités (SIE, Formation)

Politique Energétique Commune
Initiative Régionale pour l'Energie Durable
Programme Régional d'Efficacité Energétique
Programme de Développement des Energies Renouvelables

Etude du potentiel pour la filière solaire à concentration au Burkina Faso : cas de la ville de Ouagadougou

Stanislas Sanfo[1], Abdoulaye Ouedraogo[2]
[1]Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement (LPCE), Département de Physique, Université de Ouagadougou, Burkina Faso
[2]Laboratory of Thermic and Renewable Energies (LETRE), Département de Physique, Université de Ouagadougou, Burkina Faso
Résumé : il est présenté des résultats de caractérisation du trouble atmosphérique, afin d'évaluer la disponibilité de la composante directe du rayonnement solaire suivant la période de l'année.

Introduction

Le Burkina Faso reçoit en moyenne, 5,5 kWh/m^2/Jr sur une durée d'ensoleillement allant de 3000 à 3500 h/an. D'après Bernard et al (1979), durant l'année, hors de l'atmosphère, c'est l'équateur qui reçoit le maximum d'énergie (10,1 kWh/m^2/Jr) ; en s'éloignant de l'équateur, la décroissance est d'abord assez lente (à 30°, on mesure encore 8,8 kWh/m^2/Jr) ; elle est plus rapide entre 30° et 50° (6,9 à 50°), puis devient brutale (4,8 au Cercle Polaire, où l'énergie atteint à peine la moitié de celle de l'Equateur). On peut comprendre par-là que, sa position géographique fait du Burkina Faso l'un des pays qui bénéficient d'une bonne irradiation solaire.
Cependant, pour une application en concentration, seule la composante directe du rayonnement solaire peut être concentrée. Aussi, les critères d'identification des zones les plus favorables à l'utilisation de l'énergie solaire à concentration ne se limitent pas à la seule donnée de la latitude, mais doivent prendre en compte les effets liés au trouble atmosphérique (Stine et Geyer, 2001).
Nous abondons dans le sens de Kalogirou et Soteris A. pour dire que toute investigation en concentration solaire, nécessite au préalable des connaissances sur les caractéristiques réelles de l'énergie solaire dans la localité. Dans ce sens, notre étude porte sur l'évaluation de la disponibilité effective et récurrente du rayonnement solaire direct à travers la caractérisation des conditions atmosphériques. La présente étude sera menée pour la latitude de 12° Nord qui concerne particulièrement le Burkina Faso, plus précisément sur la ville de Ouagadougou.

I. Méthode d'évaluation du trouble atmosphérique

Une approche pour caractériser le trouble atmosphérique est de calculer le coefficient moyen mensuel de transmission, K_t . Il établit le rapport de l'insolation moyenne mensuelle, $\overline{H}$, le long d'un plan horizontal situé au sol, sur l'insolation moyenne mensuelle hors atmosphère, $\overline{H_0}$, toujours le long d'un plan horizontal, (R. Bernard, et *al*, 1979 ; Kalogirou et Soteris A, 2009 [Kalogirou2009]) :

$$\overline{K_t} = \frac{\overline{H}}{\overline{H_0}} \qquad 1$$

Une approche inverse de caractérisation du trouble atmosphérique du moment nous est donné par le facteur de transmittivité directe, noté f_{atm} (Bernard 1979 et Bernard 2004) :

$$f_{atm} = Aexp(-B \times m_h) \qquad 2$$

Avec : $m_h = \frac{P_{atm}}{1000\sin(h)}$, la masse atmosphérique.
Où, : P_{atm} , est la pression atmosphérique en millibar (mB) et h est la hauteur angulaire.
L'état du ciel est prédéfini au moyen des deux coefficients (A et B), suivant les trois critères relevés dans le tableau 1. Suivant la condition adoptée, le flux théorique instantané, au niveau du sol est approximé par Bernard (1979), Bernard (2004) et M.Daguenet (1985) :

$$\varphi_{th,glo} = \varphi_0 \left[1 + 0,33\cos\left(\frac{360}{365}N_{jr}\right) \times f_{atm}\cos\theta\right] \quad 3$$

Tableau 1 constantes de caractérisation du ciel (M. Daguenet, 1985)

Conditions	Ciel clair	Conditions normales	Zones industrielles
A	0,87	0,88	0,91
B	0,17	0,26	0,43

II. Démarche de l'étude

La présente étude se fera sur la base des données climatiques de la ville de Ouagadougou. Nous disposons des données de la Météo, concernant la station météorologique située sur le site de l'aéroport de Ouagadougou (12,36° Nord). Ces données concernent les moyennes mensuelles de l'insolation le long d'un plan horizontal, entre 1986 et 2006 (O. Emmanuel, 2015). Nous disposons également de données sur les moyennes horaires de l'insolation directe et de l'insolation diffuse sur un plan horizontal, de la source Météonorme, adoptées dans les travaux de thèse à C. Ousmane, 2011.
Au moyen de ces données, nous établirons, l'évolution du coefficient moyen mensuel de transmission pour cette ville. Pour se faire, il est appliqué l'Eq 1 avec en entrées :

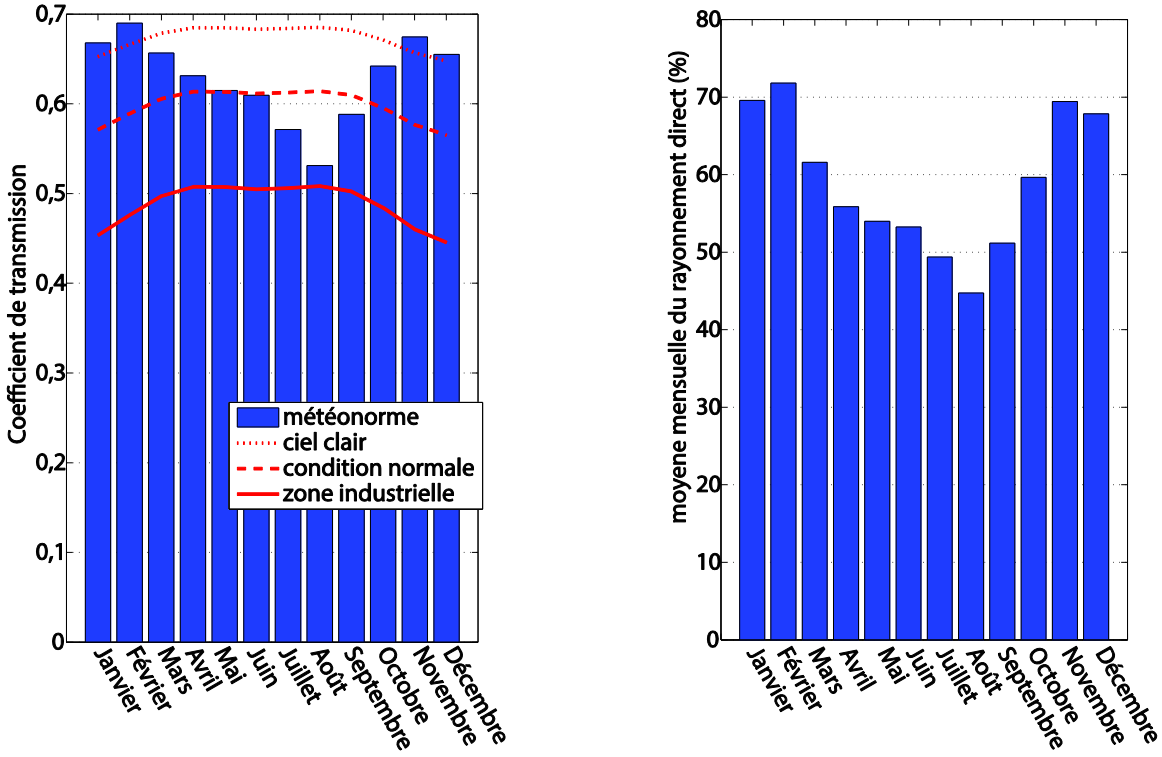
- comme valeurs de $\bar{H}$, les données expérimentales sur l'insolation moyenne mensuelle le long d'un plan horizontal ;
- comme valeurs de $\overline{H_0}$, les données théoriques de l'insolation moyenne mensuelle sur un plan horizontal situé hors atmosphère. Cette donnée est approximée au moyen de l'Eq. 3

Dans l'objectif de situer le trouble atmosphérique de la ville de Ouagadougou, nous établissons une base théorique de comparaison. Cette base de comparaison est également établie au moyen de l'Eq 1, avec en entrées :

- comme valeurs de $\bar{H}$, des données théoriques, établies pour une condition prédéfinie du trouble atmosphérique. L'Eq 3 est appliquée pour déterminer les flux instantanés du lever au coucher du soleil avec un pas de 36 secondes d'intervalle. L'insolation moyenne mensuelle est approximée en sommant, l'insolation journalière sur le mois. L'insolation journalière est obtenue au moyen d'une intégration numérique par la formule des trapèzes.
- les valeurs de $\overline{H_0}$, sont les mêmes que celles établies précédemment au moyen de l'Eq. 3

III. Résultats de l'étude

Le diagramme de barres de la fig.1a montre l'évolution du coefficient, K_t , tandis que celui de la fig.1b montre dans le même temps le pourcentage attribuable à la moyenne mensuelle de l'insolation directe. Sur la fig.1a, les courbes en couleur rouge situent les limites théoriques des trois conditions énumérées dans le tableau 1.



(a) (b)

Figure 7 Résultats du traitement des données de météonorme ; a) coefficient moyen mensuel de transmission ; b) moyenne mensuelle de la contribution du rayonnement direct au rayonnement global

En analysant ces résultats, et en mettant en corrélation les barres des deux diagrammes, l'effet préjudiciable, que traduisent des conditions atmosphériques défavorables, illustrées par de faibles valeurs de K_t, est perceptible. Comme on pouvait, s'y attendre, plus le coefficient de transmission est bas, plus le pourcentage de la composante directe de l'insolation moyenne mensuelle est faible. Dans le meilleur des cas, il est obtenu un K_t, de 0,68 au mois de février, conduisant au pourcentage le plus élevé, égal à 72 %. Au pire des cas, on a un coefficient de 0,52 au mois d'août pour un pourcentage de seulement 40 %. En considérant les 12 mois de l'année, les valeurs établissant les limites théoriques de conditions par ciel clair, normale, et d'une zone industrielle sont respectivement de : 0,67 ± 0,03 , 0,59 ± 0,03 , et 0,49 ± 0,04.

La fig.2 est un diagramme de couleur qui montre, l'évolution du coefficient un K_t selon le mois, et suivant les années entre 1976 et 2006. On observe, que les résultats fournis par les données de Météonorme s'accordent avec ceux fournis par les données de la Météo entre 1976 et 1981. De 1984 à 2006, les résultats montrent une baisse du coefficient moyen mensuel de

transmission. Pour un mois donné, les valeurs de K_t fluctuent, d'une année à l'autre. Par contre, si l'on vient à comparer les coefficients moyens mensuels de transmission dans la même année, on remarque un même ordre de classement, d'une année à l'autre.

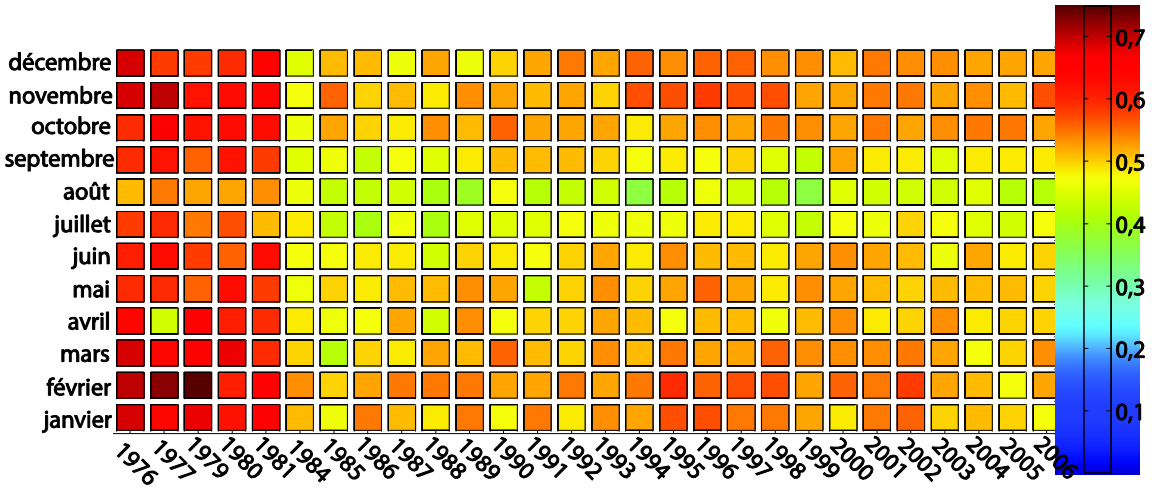
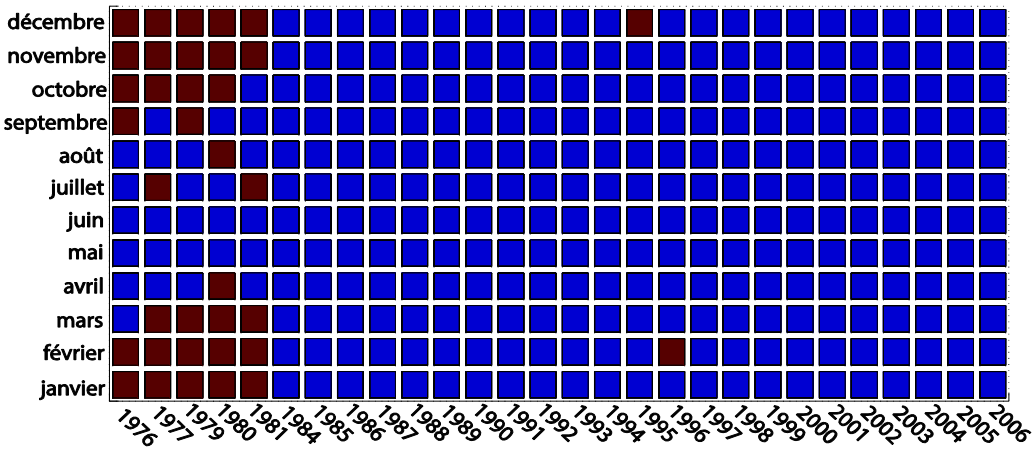


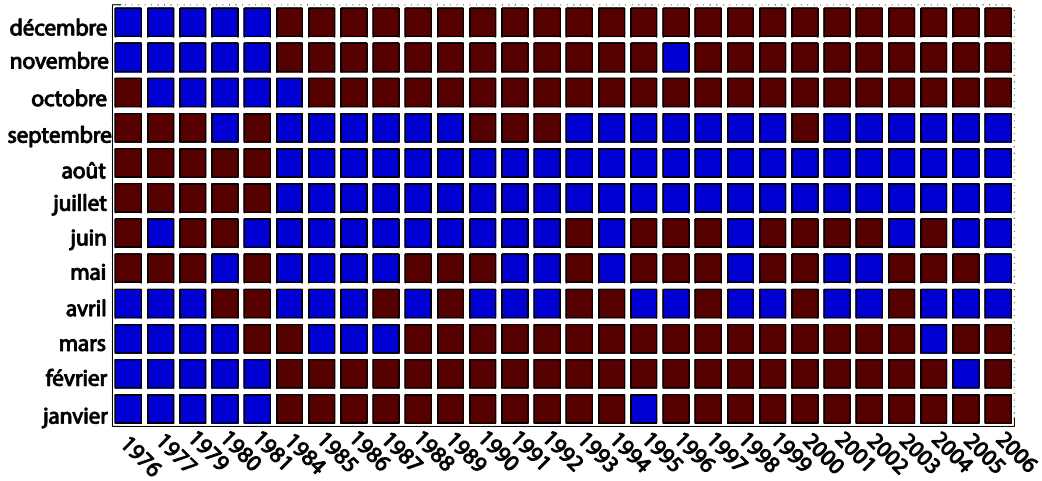
Figure 8 Coefficient moyen mensuel, issus du traitement des données de la Météo

Les diagrammes montrés par les figs. 3.a, 3.b & 3.c, apportent plus de précision sur ces résultats. Ils mettent en évidence, au moyen de deux codes de couleur (rouge et bleu), les mois et les années où le trouble atmosphérique de la ville de Ouagadougou remplie l'une ou l'autre des trois conditions, conformément aux frontières établies précédemment. De l'observation des diagrammes, il est clairement perceptible que des tendances se dessinent. La ville semble être constamment au prise à des conditions en dessous des conditions d'une zone industrielle, aux mois de juillet, d'août et de septembre. Cela s'est également produit au total une fois sur trois entre avril et juin, de 1984 à 2006. De janvier à mars et d'octobre à décembre la tendance est plus située entre les conditions d'une zone industrielle et celles d'une zone normale. Pour finir, on note une certaine disparité entre les résultats qui précèdent 1981 et ceux qui viennent après 1984. Avant 1984, il semblerait que les conditions étaient meilleures.

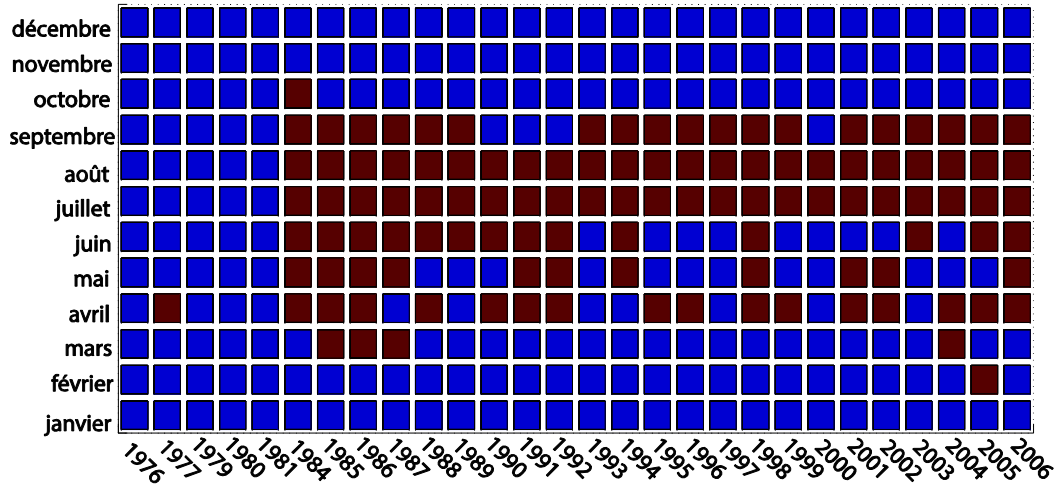
Ces résultats montrent donc que les périodes d'automne et d'hiver (ramenée au Burkina Faso) sont les périodes où l'on peut s'attendre à une forte composante du rayonnement solaire directe (entre 60 % et 72 %, selon les données de météonorme). Le reste de l'année, on constate que les conditions atmosphériques peuvent se détériorer d'avril à juin et se détériorent de façon effective de juillet à septembre. Cette discordance, entre le potentiel en condition idéale et celui en condition réelle, trouve certaines explications. En saison sèche, cet état de fait peut s'expliquer par l'activité urbaine qui conduit à l'apparition d'un dôme de poussière enveloppant la ville. La présence importante de ces aérosols constitue une barrière à la transmission directe des rayons solaires. Pour les mois de juillet, août et septembre, il peut s'agir, tout naturellement, de couvertures nuageuses liées à la saison des pluies. Ces différentes obturations du ciel nuiraient assurément au bon fonctionnement d'une technologie à concentration, et entraineraient dans le premier cas, un besoin permanent de nettoyage des réflecteurs.



(a)



(b)



(c)

Figure 9 quadrillage selon la condition remplie par la ville de Ouagadougou, selon le mois et suivant l'année ; en rouge la condition est remplie, en bleue la condition n'est pas remplie.

Conclusion

De l'ensemble de cette étude, on retiendra que, n'eussent été le facteur de trouble atmosphérique, la localisation géographique du Burkina Faso lui offre de belles perspectives pour la filière de la technologie solaire à concentration. Si toutefois les périodes, qui correspondent à l'automne et à l'hiver dans les pays tempérés, sont les périodes où l'insolation journalière est la moins élevée dans la ville de Ouagadougou, il apparaît néanmoins (d'après l'ensemble des résultats) qu'elles sont les périodes les plus favorables à l'exploitation de la composante directe de l'énergie solaire. Outre ce fait, il est à remarquer que les données de la météo relatent une progression des conditions atmosphériques dans la ville de Ouagadougou qui tendent à l'identifier comme une zone industrielle entre le mois d'avril et le mois de septembre.

Le cas particulier de la ville de Ouagadougou est sans doute lié à l'amplification de l'activité urbaine dans un cadre marqué par l'absence d'infrastructures adéquates (voiries). Afin de statuer sur les potentialités réelles du pays, et dans l'intérêt de faire le meilleur choix en vue de l'implantation d'une technologie solaire à concentration, il serait nécessaire d'élargir l'étude du trouble atmosphérique, à toute l'étendue du territoire.

Référence bibliographique

Duffie J.A. and Beckman W.A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Willey & Sons, New York, 1991.

Emmanuel OUEDRAOGO. *Détermination des données climatiques de bases et caractérisation des blocs de terre comprimée pour l'étude du confort thermique dans le bâtiment en climat tropical sec*. PhD thesis, Université de Ouagadougou, juillet 2015.

Kreith F. and Kreider J.F. *Principles of Solar Engineering*. McGraw- Hill, New York, 1978.

Menguy G. Bernard R. and Schwartz. *Le rayonnement solaire. Conversion thermique et applications*. Technique et documentation, Paris, 1979.

Ousmane COULIBALY. *Contribution à l'élaboration d'une réglementation thermique et énergétique des bâtiments du Burkina Faso : données de base multiparamétriques et modélisation thermo-aéraulique sous Cody BA et TRANSYS*. PhD thesis, Université de Ouagadougou, juillet 2011.

Soteris A. Kalogirou. *Environmental Characteristics*, chapter 2, pages 49–122. 2009.

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE EN SCIENCES EXACTES ET APPLIQUEES

LABORATOIRE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT

CONFERENCE INTERNATIONALE
EFFICACITE ENERGETIQUE ET REGELEMENTATION THERMIQUE DANS LE BATIMENT

Thème :

L'INTEGRATION AU BATIMENT DE LA TECHNOLOGIE DES CONCENTRATEURS SOLAIRES PHOTOVOLTAIQUES POUR L'ATTEINTE DES OBJECTIFS ENERGETIQUES

Présenté par : SANFO Stanislas

PLAN

I) INTRODUCTION

II) PROBLEMATIQUE DE L'ENERGIE PHOTOVOLTAIQUE

III) LES AXES DE RECHERCHE POUR REDUIRE LES COUTS

- AMELIORATION DE L'EFFICACITE DES CELLULES SOLAIRES
- L'INTEGRATION DES SYSTEMES DANS L'HABITAT
- CONNEXION DIRECTE AU RESEAU ELECTRIQUE
- LA CONCENTRATION PHOTOVOLTAIQUE

V) PROPOSITION D'UN CONCEPTE

VI) PRESENTATION DE RESULTATS CONTRIBUANT A LA MISE EN OEUVRE

VII) CONCLUSION ET PERSPECTIVES

INTRODUCTION

Production d'électricité	→	**forte consommation** **pilier du développement**
les sources d'énergies conventionnelles	→	**remises en question.** **- pollution ;** **- effet de serre ;** **- amenuisement des ressources.**
Energie photovoltaïque	→	**Energie propre longtemps prônée**

Dans ce contexte de crise, le recourt à une installation solaire répond plus à un besoin d'autonomie qu'à une solution économique. Car, l'électricité photovoltaïque n'est pas encore une énergie systématiquement substituable aux autres sources d'énergie.

Sujet → **Compte tenu des avancées de la filière photovoltaïque quelle(s) solution(s) conceptuelle(s) peut t'ont formuler pour aboutir aux objectifs du développement durable ?**

3

PROBLEMATIQUE DE L'ENERGIE PHOTOVOLTAIQUE

La cellule photovoltaïque (composante essentielle) : technologie capable de convertir les rayons du soleil directement en électricité ;

Avantages

— Coût d'exploitation quasi inexistant ;
— Durée de vie pouvant dépasser 20 ans ;
— Impacts environnementaux moindres (sans émissions de CO2) ;
— Expansion facile (rajout de panneaux) ;
— Disponibilité locale de la ressource solaire
— Absence de nuisances sonores ;
— Grande fiabilité.

Inconvénients

— Coût d'investissement très élevé ;
— Faible rendement, en général inférieur à 12% ;
— Energie intermittente dépendante de l'ensoleillement (fluctuation de l'énergie au cours de la journée);
— Fonctionnement de nuit impossible ;
— Difficulté d'ajouter des charges supplémentaires non prévues.

4

PROBLEMATIQUE DE L'ENERGIE PHOTOVOLTAIQUE

Sur le plan fondamental

Facteurs limitant

— l'intensité du flux lumineux ;
— couvertures nuageuses et pollution du ciel
— uniformité de la distribution de l'irradiation ;
— la température élevée des cellules ;
— les pertes fondamentales liées à la sensibilité spectrale du semi-conducteur ;
— les phénomènes de recombinaison ;
— les résistances séries, attribuées aux pertes dans les contacts électriques ;
— la réflexion sur la cellule solaire.

Conséquence → faible taux de conversion au regard de leurs coûts élevés ;

Nécessité → prix de revient du kWh sensiblement réduit,
Entrer dans le 'Grid parity'
Générer de l'électricité à un coût moyen actualisé inférieur ou égal au prix de la grille de facturation de l'électricité.

5

AMELIORATION DE L'EFFICACITE DES CELLULES

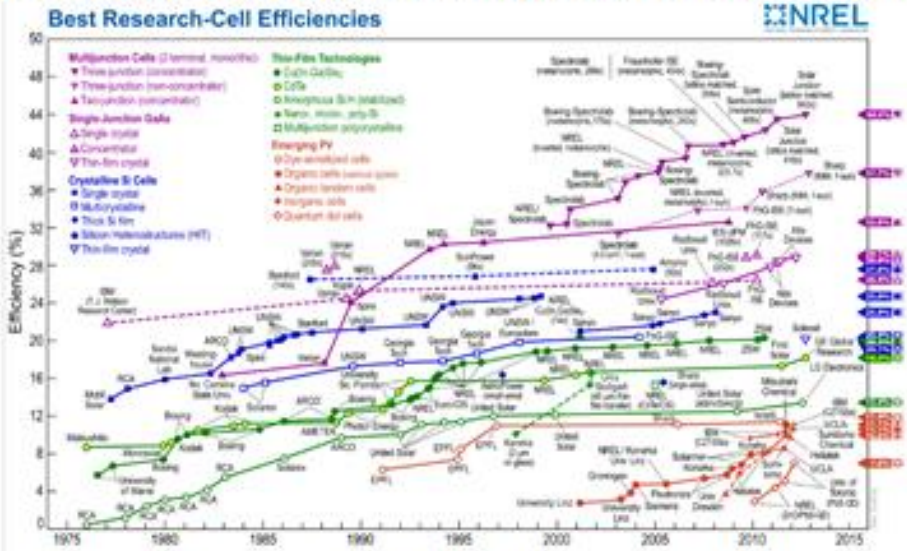


Figure 1. Emergence des cellules solaires au court du temps

La recherche a concentré beaucoup d'effort sur les cellules PV, à telle enseigne que des efficacités records ont été enregistrées.
Cependant, les coûts de réalisation des cellules solaires ont connus des hausses non négligeables en raison de la complexité des nouveaux procédés de fabrication.

6

L'INTEGRATION DANS L'HABITAT

Installations sur toiture ou sur des façades. Les axes de recherche et de développement portant sur les systèmes intégrés au bâtiment visent la substitution des panneaux photovoltaïques à d'autres éléments du bâtiment (tuiles, parapets, éléments décoratifs de façades) diminuant ainsi le coût global du système installé.

❑ **Avantages**

— Construire une maison à énergie propre ;
— Proximité entre la production et lieu de consommation ;
— Obtenir une autonomie énergétique ;
— Réduire les charges thermiques ;

❑ **Inconvénients**

— Architecture global du système dans son environnement
— Difficultés du retour sur investissement

7

LA CONNEXION DIRECTE AU RESEAU ELECTRIQUE

Dans d'autres pays, l'usager peut consommer l'énergie qu'il produit, pour des applications spécifiques, ou la réinjecter dans le réseau électrique. c'est l'un des moyens d'action les plus efficaces.

❑ **Avantages**

— Renforcer la capacité du réseau de la ville ;
— Réduire les coûts en éliminant le stockage de l'énergie électrique

Les recherches consistent à développer des dispositifs électroniques de conversion assurant une qualité de connexion au réseau, permettant au système de se déconnecter automatiquement en cas de défaillance.

8

LA CONCENTRATION PHOTOVOLTAIQUE

➔ L'hybridation d'un concentrateur solaire et d'un récepteur photovoltaïque

Les premiers travaux sur la concentration photovoltaïque datent de (1975)
La recherche sur les concentrateurs photovoltaïques est scindée en trois grands volets.
— la recherche sur les cellules solaires appropriées pour la concentration ;
— la mise au point du concept favorisant une exploitation optimale de l'énergie solaire ;
— design et optimisation des systèmes optiques employés

Plusieurs schémas optiques proposés et plusieurs procédures de design étudiées. La plus part de ces études ont été menées dans le domaine des concentrateurs optiques non imagés avec pour objectif

9

LA CONCENTRATION PHOTOVOLTAIQUE

Structuration d'un système à concentration photovoltaïque
Pluri-modulaire (plusieurs unités cellule-optique)
Uni-modulaire (une unique unité cellule optique avec éventualité d'une association de cellules pour former un réseau dense)

Le Burkina Faso en exemple, a bénéficié, en Mai 2012, d'un projet pilote d'installation d'un concentrateur photovoltaïque à l'école Dassasgho, avec une unité solaire de 15kW de puissance. Ce projet a vu le jour grâce au partenariat entre le ministère des mines des carrières et de l'énergie et la société GPS de Mannheim-Mallau.

10

LA CONCENTRATION PHOTOVOLTAIQUE

❑ **Avantages**

—palier au problème du besoin en grande superficie de modules photovoltaïques ;
— offre l'opportunité d'employer des cellules solaires de très grandes efficacités énergétiques.
— les meilleures performances d'exploitation
— coûts amoindris

Les observations qui ont conduit à ces conclusions

➔ Coût élevé des cellules photovoltaïques de meilleur rendement ;
➔ Coûts relativement faible des composants optiques pour la concentration
➔ Dans les conditions appropriées, le rendement augmente avec le facteur de concentration ;

❑ **Inconvénients**

— Nécessité de suivre la course du soleil ;
— Refroidissement des cellules solaires ;
— Amplification des pertes de charges ;
— Adoption de cellules spécifiquement destinées à la concentration ;
— Difficultés d'intégration au bâtiment

11

PROPOSITION D'UN CONCEPTE

❑ **FORMULATION**

L'intégration des systèmes à concentration photovoltaïques dans l'habitat et leur connexion directe au réseau électrique constituent pour nous la solution idéale pour optimiser le critère performance/intégration.

Afin d'atteindre ces objectifs, nous envisageons un système autonome (i.e. qui fourni à lui seul une énergie électrique de caractéristiques appropriées pour alimenter une batterie) et uni modulaire (i.e. qui est composé d'un unique ensemble concentrateur + récepteur PV)

Dans le cas présent :
— L'harmonisation de la distribution de l'irradiation est impérative ;
— un facteur de concentration élevé est désiré ;
— La réduction des sensibilités aux erreurs optiques est voulue, pour faciliter la reproduction massive et l'utilisation de matériaux locaux ;
— L'intégration à l'habitat comme substitut aux hangars offrirait de brillantes perspectives

12

PROPOSITION D'UN CONCEPTE

❑ PERSPECTIVES

A court et moyen terme, une technologie a concentration qui remplirait cette plateforme contribuerait à :
— faciliter l'appropriation de la technologie des concentrateurs photovoltaïques par nos états, compte tenu leur savoir faire industriel ;
— disséminer des sources d'énergie dans les villes et campagnes ;
— trouver des applications dans les foyers, les points de commerce, les services, les industries, les restaurants, les hôpitaux etc...
— obtenir une participation multisectorielle avec pour bénéfices le renforcement potentiel de la capacité du réseau électrique;

13

Influence de la durée de stockage des graines de Jatropha Curcas sur la qualité de l'huile

MOUSSA Abdoul-Aziz. Doctorant à l'Université de Ouagadougou

CONTEXTE :

Dans un contexte mondial marqué par l'instabilité des prix du baril de pétrole, les énergies nouvelles et renouvelables, particulièrement les biocarburants font l'objet d'une considération particulière. Cette considération tient du rôle qu'ils pourraient jouer dans: la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la recherche d'une sécurité énergétique (indépendance énergétique, diversification des sources d'énergie).

OBJECTIFS :

1. **Développer des procédures simples pour attester la qualité des graines**
2. **Etudié l'influence du taux d'humidité et la durée de stockage sur la teneur et l'acidité de l'huile contenue dans les graines.**

ACTIVITES DE RECHERCHE :

I) Matériel biologique

La recherche consiste à étudier des graines de Jatropha dont les propriétés varient suivant leur durée de stockage et leur provenance. Elles sont reparties en quatre groupes (deux échantillons provenant du Mali Graine 1 (2ans) ; Graine 2 (1an) et deux échantillons provenant du Burkina Faso Graine 3 (2ans) ; Graine 4(1an)). La détermination de la teneur en eau des échantillons a été réalisée par dessiccation.

II) Extraction de l'huile

Il s'agit d'extraire l'huile des graines à une température assez basse afin de ne pas dégrader la qualité des graines. Pour la détermination de la teneur en huile, avec l'hexane comme solvant, la méthode du Soxhlet a été utilisée.

III) Caractérisation des graines.

Afin de caractériser et d'attester la qualité des graines, des procédures simples ont été développées. Il s'agit de : de déterminer le taux d'humidité des graines suivant la norme (NF T 60-201) ; de déterminer la teneur en huile des graines suivant la norme (NF V03-905) ; et, de déterminer l'acidité de l'huile extraite suivant la norme (NF T60-204) .

EQUIPEMENTS :

Extraction

- Un extracteur de Soxhlet
- Dessiccateur muni d'un déshydratant
- Etuve
- Balance analytique

Analyse des huiles

RESULTATS ET DISCUSSION :

I) Influence de l'âge et de l'humidité sur la teneur en huile des graines

Tableau 2 : Influence de la durée de stockage sur la qualité des graines

	G1	G2	G3	G4
Age (ans)	2	1	2	1
Taux d'humidité(%)	7,15	6,61	5,68	4,84
Teneur en huile(%)	25,32	31,77	33,42	40,42

L'analyse des résultats obtenus des différents échantillons montre que la teneur en huile varie en fonction des lieux de provenance. Cette variation de la teneur en huile peut être due à des différences de variété de plantes, le climat de culture, la phase de maturation.

On note une nette diminution de la teneur huile lorsque l'âge et le taux d'humidité augmentent. Ceci souligne l'importance de conserver des graines avec le minimum d'humidité dans un délai court.

Tableau 2 : Influence de la durée de stockage sur la qualité des graines

	G1	G2	G3	G4
Age (ans)	2	1	2	1
Taux d'humidité(%)	7,15	6,61	5,68	4,84
Acidité(%)	2,83	1,73	2,63	1,13

L'analyse des résultats obtenus des différents échantillons montre une corrélation entre l'acidité, l'humidité et la durée de stockage des graines.

Les graines contenant le maximum d'humidité et la durée de stockage a été la plus longue ont les acidités les plus élevées.

Ceci peut s'expliquer par une réaction d'hydrolyse favorisée par présence d'une enzyme (la lipase) et de l'humidité contenue dans les graines.

CONCLUSION:

Les résultats obtenus au terme de ce travail montrent une influence significative de l'âge, l'humidité et du lieu de provenance sur la teneur en huile. La valeur la moins élevée de la teneur en huile (25,32%) est obtenue avec les graines ayant subi le plus de temps de stockage avec un taux d'humidité le plus élevé. L'étude de l'acidité des graines montre une corrélation entre l'acidité, l'humidité et l'âge des graines

Conférence Internationale

Efficacité Energétique et Réglementation Thermique dans les Bâtiments

****

EVALUATION DU POTENTIEL DE LA RESSOURCE EOLIENNE AU BURKINA FASO PAR MODELISATION NUMERIQUE

Yacouba OUEDRAOGO[a], Mathieu LANDRY[b] Yves GAGNON[b] et Abdoulaye OUEDRAOGO[a]

==========

a UFR-SEA, Université de Ouagadougou

b Chaire d'études K.-C.-Irving en développement durable, Université de Moncton

CONTENU DE LA PRESENTATION

INTRODUCTION

I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE POTENTIEL DE LA RESSOURCE ÉOLIENNE DU BURKINA FASO

II - METHODOLOGIE

III – EVALUATION DU POTENTIEL EOLIEN AVEC ANEMOSCOPE

IV – RESULTATS

CONCLUSION

INTRODUCTION: POURQUOI CETTE ETUDE?

1 - Tableau de la contribution de chaque système au bouquet énergétique (en millions de Tep)

Source	Consommation totale en 2008	% Consommation totale en 2008
Biomasse	2,663	82,99%
Produits pétroliers	0,522	16,27%
Hydroélectricité	0,021	0,65%
Solaire	0,003	0,09%
Total	**3,209**	100,00%

- Prédominance de la **biomasse** notamment le bois-énergie dans les bilans énergétiques
- Grande importation de **produits pétroliers**
- Faible consommation des **énergies renouvelables**
- Contribution **zéro de l'éolien** dans le bilan énergétique national

INTRODUCTION: POURQUOI CETTE ETUDE?

2 – Disponibilité de très peu de recherches sur le potentiel éolien au niveau national

3 – Mission de travail à Moncton dans le cadre du projet GEBC puis

Echanges avec le Titulaire de la Chaire K-C Irving pour le Développement Durable sur les cartes du NB.

2011: Laboratoire de SIG de la Chaire pour la cartographie de la ressource éolienne

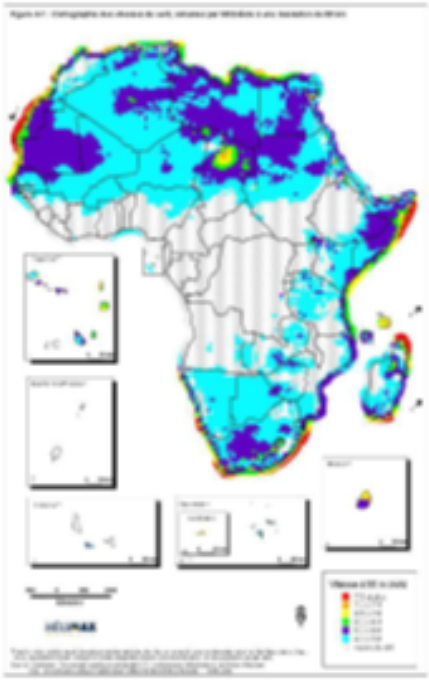
I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE GISEMENT EOLIEN DU BF

- **Actes du symposium international sur l'énergie éolienne, Nouakchott en Mauritanie en 2003 :**

❖Les régions possédant un potentiel intéressant sont Dori et Djibo, dans la zone sahel du Burkina Faso (3,5 m/s à une hauteur de 10 m pendant 9 mois par an sauf Août, Septembre et Octobre).

❖Pas de connaissance approfondie du gisement éolien

I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE GISEMENT EOLIEN DU BF

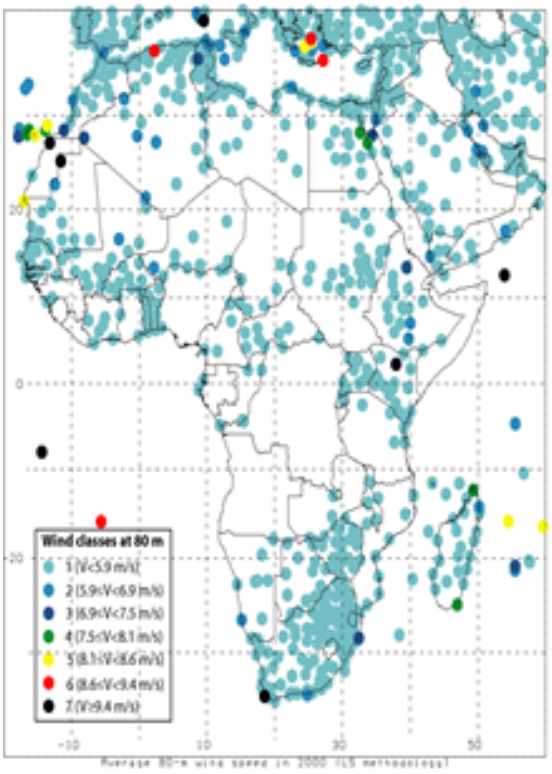


•**En 2004, BAD et Hélimax**, une carte quantitative des vitesses de vent du continent africain a été réalisée à une résolution de 50 km x 50 km (2500 km2).

➢Meilleur gisement de vents en Afrique se retrouvent en particulier au nord, extrémités à l'est, à l'ouest et au sud.

➢Cette étude montre que le Burkina appartient à la zone où : 4m/s<V<5m/s à 50 m d'altitude.

I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE GISEMENT EOLIEN DU BF



•**En 2005,** un article sur l'évaluation du potentiel éolien à 80 m d'altitude sur l'Afrique et publié par Archer et Jacobson montre qu'au Burkina Faso la vitesse moyenne du vent est inférieure à 5,9 m/s à 80 m d'altitude.

Méthodologie

La méthodologie utilisée dérive de la version révisée de la Least Square (LS hereafter) methodology [Archer and Jacobson, 2003].

I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE GISEMENT EOLIEN DU BF

- www.burkinafrica.fr Entre 2009 et 2010, le document technique du sous projet L'Eolien du projet Burkin'Africa IV fait référence à une carte des vents (Batelle) qui a révélé un gisement d'environ 5 m/s.

II- METHODOLOGIE

- Recherche bibliographique;
- Collecte de données;
- Travaux de laboratoire à la Chaire K-C Irving pour le Développement Durable de l'Université de Moncton;
- Elaboration des cartes du potentiel éolien du Burkina Faso à l'aide du modèle Anémoscope de simulation et de cartographie de la ressource éolienne développé par Environnement Canada.

III- EVALUATION DU POTENTIEL EOLIEN AVEC ANEMOSCOPE

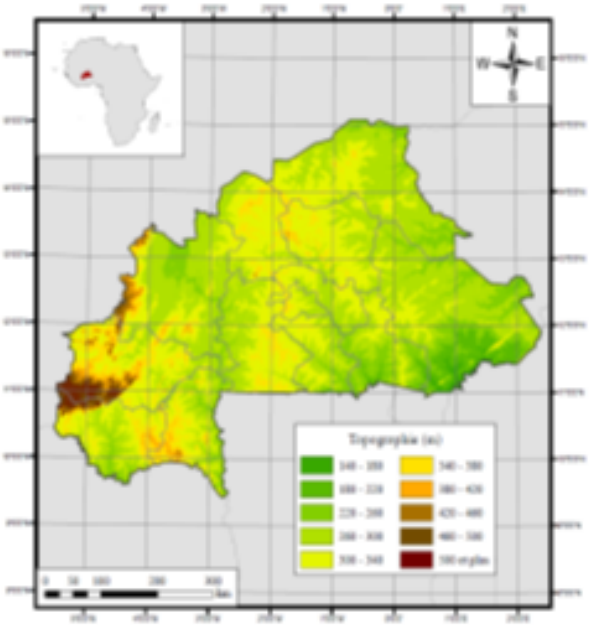
Le modèle Anémoscope est basé sur une approche statistique-dynamique d'études des phénomènes de sous-échelles.

La méthode comprend les étapes suivantes :

- la classification du climat éolien,
- les simulations à méso-échelle,
- et les manipulations statistiques des résultats de simulations méso.

DONNÉES D'ENTRÉE

Carte de la topographie (en m) du Burkina Faso utilisée dans les simulations.



- Les données de **topographie** utilisées pour créer évaluer le potentiel de la ressource éolienne du Burkina Faso proviennent de la base de données la **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)** du Consultative Group for International Agriculture Research Consortium for Spatial Information (**CGIAR-CSI**) (**CGIAR-CSI, 2004**)

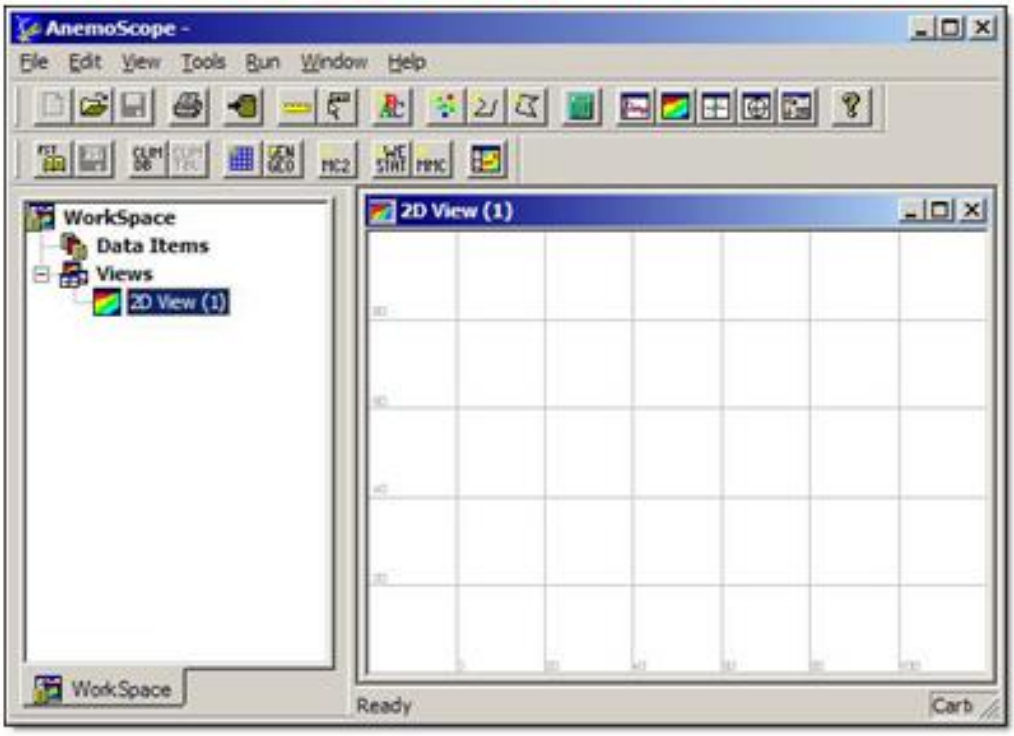
DONNÉES D'ENTRÉE

- Les données d'**utilisation des terres** proviennent de la Base des données d'occupation des terres (BDOT) de l'Institut géographique du Burkina Faso (2002)

Reclassification des données d'utilisation des terres avec l'index de classification de la couverture des sols du modèle Anémoscope à l'aide du logiciel ArcGIS; **ces données sont ensuite converties dans des valeurs de rugosité lors des simulations**. Avant d'utiliser ces données dans les simulations, un raster est créé couvrant entièrement la région d'études à une résolution de 90 m.

Carte de la rugosité (en m) du territoire du Burkina Faso utilisée dans les simulations

Espace de travail de Anémoscope



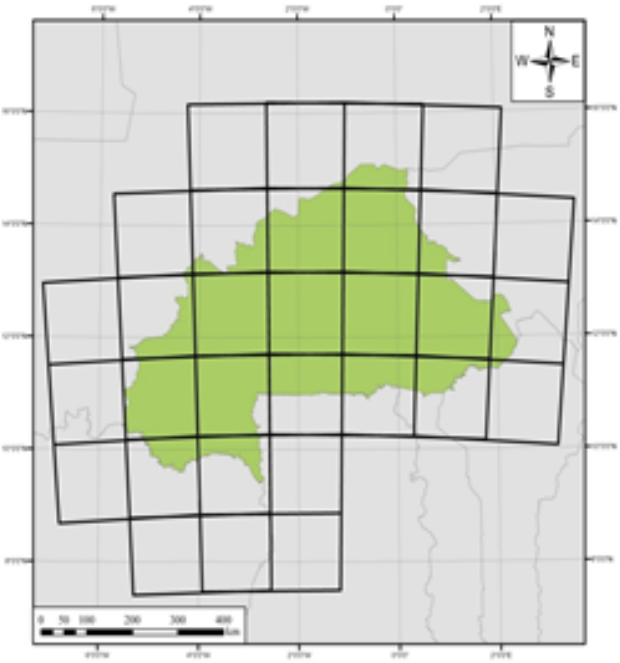
Les Étapes de la Simulation

1. Importation d'une carte de référence (shapefile) de la zone d'intérêt
2. Ouverture d'une base de données climatiques relative au vent
3. Sélection d'une table climatique
4. Définition d'une grille (Grid) liée à la zone
5. Génération des données géophysiques
6. Simulations
7. Calcul des valeurs de la vitesse moyenne du vent
8. Production de la carte éolienne

Utilisation des données géophysiques

GRILLES MESO-ECHELLES

Lors du développement des cartes éoliennes du Burkina Faso, dix-neuf (19) grilles méso-échelles de 500 km par 500 km ayant une **résolution de 5 km** ont été utilisées.



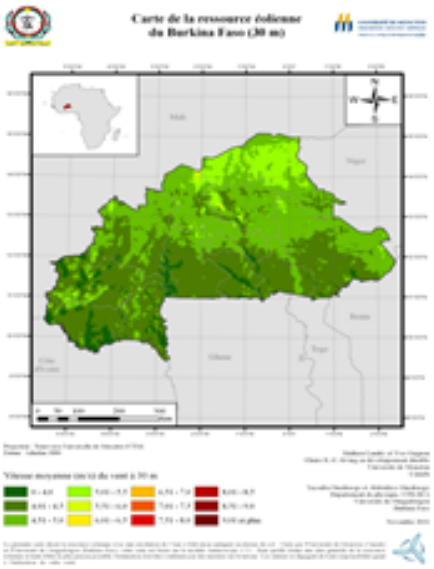
Carte sur les grilles méso-échelles (500 km par 500 km) utilisées lors des simulations.

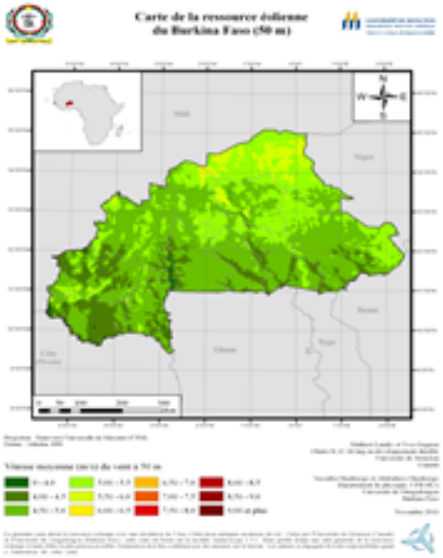
Enfin, les cartes méso-échelle ont été combinées dans le logiciel **ArcGIS** (version 10) afin d'obtenir les cartes de la ressource éolienne pour une élévation spécifique couvrant l'ensemble du territoire du Burkina Faso.

IV – RESULTATS

Trois cartes de la ressource éolienne du Burkina Faso aux élévations de 30, 50 et 80 m au-dessus du sol pour l'ensemble du territoire ont été élaborées.

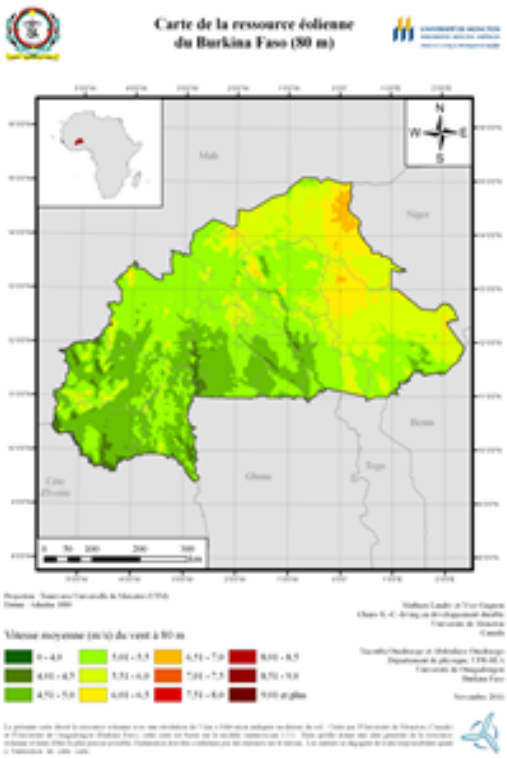
Carte de la ressource éolienne du Burkina Faso à 30 et à 50 m





Les profils de vent sont les mêmes à 30 m et 50 m au-dessus du sol. La carte de la ressource à 30 m fait ressortir des zones de classes comprises entre 0 et 5,5 m/s. Quant à la carte de la ressource à 50 m, des classes comprises entre 0 et 6,5 m/s sont perceptibles. L'intérêt de connaître la ressource éolienne à ces élévations est pour l'implantation de turbines éoliennes de moyennes et petites tailles.

Carte de la ressource éolienne du Burkina Faso à 80 m



La ressource éolienne à 80 m d'élévation au-dessus du sol est relativement **bonne dans les régions nord et nord-est du Burkina Faso (vitesse moyenne pouvant atteindre 7,5m/s),** ce qui s'explique par le fait que ces régions ont une **faible rugosité**, soit des régions sableuses, des steppes et des savanes herbeuses et arbustives.

Zones propices à l'installation de **turbines éoliennes de grandes tailles** qui ont leur nacelle à cette hauteur.

DIFFUSION

•Ces cartes ont été présentées lors de la 17e Conférence des Parties (**COP17**) de la Convention-cadre des Nations Unies portant sur les changements climatiques, en décembre 2011.

•Le travail a été présenté au **FRSIT 2012** et a obtenu le prix du Ministre des Transports, des Postes et de l'Économie Numérique

CONCLUSION

•Le potentiel éolien à **l'échelle méso** en chaque point du Burkina Faso est **connu**

•Le potentiel de la ressource éolienne estimé par le modèle Anémoscope aux élévations de 30, 50 et 80 m permet de bien cadrer le développement de l'énergie éolienne au Burkina Faso et permet d'identifier les sites favorables au développement d'un projet éolien en fonction de la taille des turbines **(ZDE)**.

•Évaluation du potentiel éolien à **l'échelle**

PRESENTATION DU PROGRAMME DE MAITRISE DE L'ENERGIE DANS LES BATIMENTS PLUBLICS AU BURKINA FASO :

BILAN DES ACTIVITES

Conférence internationale sur « Contribution à la maitrise de l'énergie: efficacité énergétique et réglementation thermique dans les bâtiments»

Présenté par: Dieudonné ZOUNGRANA

Directeur de la Promotion des Economies d'Energies

Ouagadougou les 24 et 25 juillet 2015
Salle de conférence ISPP

Ministère des Mines et de l'Energie

1

SOMMAIRE

I) Contexte

II) Présentation de la composante Maitrise de la Demande d'Energie (MDE) dans les bâtiments publics du Projet d'Accès au Secteur de l'Electricité (PDSE)

III) Coordination des activités de Maîtrise de l'Energie

IV) Bilan des activités réalisées

V) Evaluation des économies financières et des économie d'énergie

VI) Perspectives

VII) Conclusion

2

CONTEXTE

La maîtrise des dépenses de fonctionnement de l'Etat, notamment la réduction des dépenses liées aux abonnements d'électricité a toujours constitué une préoccupation pour le Gouvernement burkinabè.

Des études préparatoires à la mise en œuvre d'un programme de maîtrise de l'énergie, réalisées avec l'appui du Royaume du Danemark en 2000 ont montré qu'il existe un potentiel de réduction des dépenses liées à la consommation de l'électricité dans le secteur public de l'ordre de 30%.

3

CONTEXTE

Cette réduction passe nécessairement par :

-une revue des habitudes de consommation énergétique ;

-un meilleur usage des installations et équipements existants ;

-une installation d'équipements à haut rendement énergétique ;

-une meilleure gestion des contrats de fourniture d'électricité et des factures;

-une vraie politique d'efficacité énergétique.

4

CONTEXTE

A la suite de ces études, le Gouvernement burkinabè a mis en place en 2006 le Projet de Développement du Secteur de l'Electricité (PDSE) qui a permis de mettre en œuvre une composante « **Gestion de la demande d'électricité de l'Administration** » dont l'objectif était l'amélioration de l'efficacité énergétique et la réduction d'environ 20% du montant global des factures d'électricité des bâtiments de l'Etat.

5

PRESENTATION DE LA COMPOSANTE MDE :

Cette composante disposait d'un budget de 3,3 millions USD et comprenait 03 sous-composantes à savoir :

1) Le renforcement du cadre institutionnel et des capacités des différents acteurs en matière de maîtrise de l'énergie ; 0,4 millions USD

6

PRESENTATION DE LA COMPOSANTE MDE :

2) La réalisation d'investissements dans la gestion de la demande d'énergie ; 2,2 millions USD

3) L'information et la sensibilisation pour une utilisation rationnelle et judicieuse de l'électricité dans les bâtiments publics ; 0,7 millions USD

7

COORDINATION DES ACTIVITÉS DE MAÎTRISE DE L'ENERGIE

Pour la mise en œuvre de cette composante, il a été créé sous la tutelle technique de la Direction Générale de l'Energie, une Cellule de Gestion de l'Energie (CGE) pour assurer la coordination des activités de maîtrise de l'énergie dans l'Administration publique.

Cette Cellule a travaillé de 2006 à 2012 en étroite collaboration avec la SONABEL et un réseau de «Correspondants Energie» désignés au sein des Ministères et Institutions comme points focaux.

8

BILAN DES ACTIVITES

La sous-composante 1 : Renforcement du cadre institutionnel et des capacités des différentes parties prenantes

En termes de réalisations on peut citer :

- Le renforcement de capacité des responsables administratifs, Correspondants Energie, électriciens, entreprises privées, ligue des consommateurs, journalistes, associations d'étudiants, etc. ;
- Des séminaires, ateliers et conférences ont été également organisées à l'endroit des Directeurs des Affaires Administratives et Financières (DAAF) des Ministères et Institutions.
- Des causeries économiques organisées à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso sur « la maîtrise des dépenses énergétiques dans les entreprises » en collaboration avec la Maison de l'Entreprise au bénéfice des acteurs du secteur privé, des architectes et des ingénieurs.

9

BILAN DES ACTIVITES

La sous-composante 2 : Réalisation d'études et investissements

- Au titre des études on peut citer
  - la réalisation d'audits énergétiques dans 15 bâtiments administratifs ;
  - la mise en place d'un cadastre énergétique des bâtiments de l'Administration publique qui a permis l'identification physique des abonnements d'électricité et leurs bénéficiaires ;
  - la mise à jour des informations administratives des abonnements, la vérification de l'état de fonctionnement des équipements de comptage ;
  - l'identification des bâtiments gros consommateurs d'électricité et peu performants du point de vue énergétique ;
  - la résiliation d'environ 250 abonnements inactifs dans la ville de Ouagadougou ;
  - la séparation des compteurs privés (plus de 100 kiosques et restaurants) implantés au sein des ministères ou structures administratives déconcentrées et antérieurement pris en charge par le budget de l'Etat.

10

BILAN DES ACTIVITES

- la mise en place d'un programme de gestion, de contrôle et de suivi des factures d'électricité de l'Administration publique qui a permis le réajustement des puissances souscrites de 345 abonnés.

- **Au titre des investissements** on peut citer l'acquisition et l'installation de :
  - 964 climatiseurs à haute efficacité énergétique;
  - 7 100 m2 de films réfléchissants;
  - 32800 lampes économiques;
  - 6855kVAr de batteries de condensateurs.

11

BILAN DES ACTIVITES

La sous-composante 3 : L'information et la sensibilisation

On peut retenir les actions réalisées ci-après :

- la diffusion de spots télévisuels et radiophoniques sur les économies d'énergie dans les bâtiments publics, des reportages ;
- une campagne d'affichage dans tous les Ministères ;
- des ateliers d'échanges et de concertation avec les journalistes des médias privés et publics burkinabè sur la gestion de l'énergie dans l'Administration publique ;
- l'organisation de journées de maîtrise de l'énergie etc…

12

EVALUATION DES ÉCONOMIES FINANCIÈRES ET DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

La mise en œuvre de toutes les actions a généré des économies financières cumulée en fin 2013 de plus de 4 milliards de francs CFA. Les économies d'énergie ont été estimées à environ 3.7 GWh/an en fin 2013 soit une économie financière de 691 600 000 FCFA par an pour un investissement 753 000 000 FCA ; le temps de retour sur investissements a été de 11 mois.

L'effet combiné de l'utilisation des équipements à haute performance énergétique et l'ajustement des puissances souscrites a entraîné une réduction de la puissance souscrite des abonnements de l'Administration de près de 1,5 MW en fin 2013.

13

EVALUATION DES ÉCONOMIES FINANCIÈRES ET DES ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

On estime qu'un programme de maîtrise d'énergie plus ambitieux que le PDSE permettrait d'ici à 2020 d'économiser 100 GWh et 15,4 milliards de F CFA/an pour un investissement de 13 milliards de F CFA.

14

EVALUATION DES ÉCONOMIES FINANCIÈRES ET DES ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

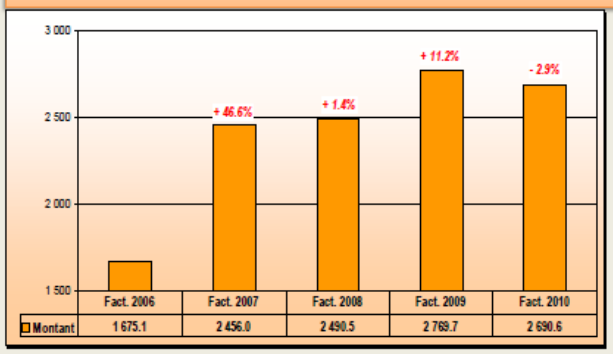


Fig. 1 : Evolution annuelle du montant des factures d'électricité des bâtiments audités

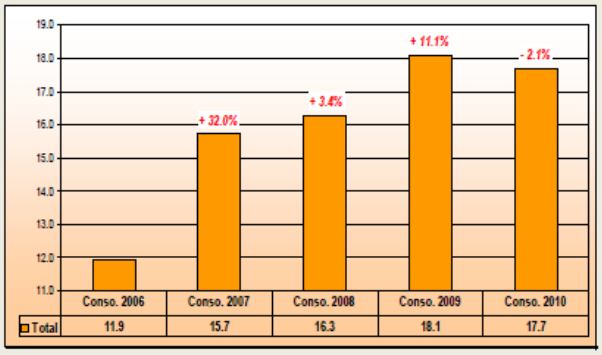


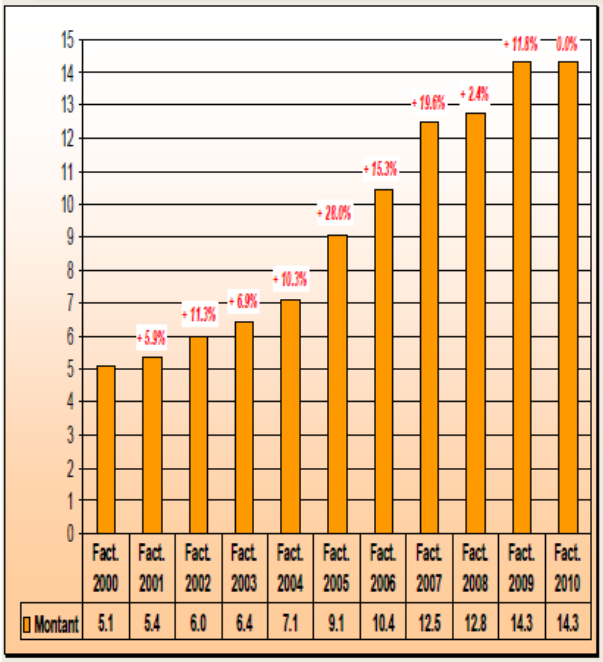
Fig. 2 : *Evolution annuelle de la consommation d'électricité de s bâtiments audités*

Pour l'ensemble des bâtiments audités, le montant annuel des factures d'électricité est passé de **1.675 milliards de F CFA** en 2006 à **2.690 milliards de F CFA** en 2010, soit un taux de progression moyen de plus de **12% par an.** Quant aux consommations d'électricité, elles sont passées de **11.9 millions de kWh** en 2006 à **17.7 millions de kWh** en 2010 soit un taux de progression moyen de plus de **10% par an**.

La légère baisse du montant des factures ainsi que des consommations d'électricité de l'année 2010 par rapport à 2009 est due en grande partie aux premiers effets de la mise en œuvre des actions MDE.

15

EVALUATION DES ÉCONOMIES FINANCIÈRES ET DES ÉCONOMIE D'ÉNERGIE



Le montant annuel des factures d'électricité des bâtiments de l'Administration relevant du budget de l'Etat est passé de 5.1 milliards de F CFA en 2000 à 14.3 milliards de F CFA en 2010, soit une augmentation de presque 10 milliards en 10 ans. Ce montant a doublé entre 2000 et 2006.

Une stabilisation du montant annuel des factures d'électricité à partir de 2009.

Cette stabilisation du montant des factures d'électricité de l'Administration, s'explique en grande partie par la mise en œuvre des actions et mesures MDE réalisées dans le cadre du PDSE.

Fig. 3 : Evolution annuelle du montant des factures d'électricité de l'Administration en milliards de F CFA

16

PERSPECTIVES

- Le programme code de l'efficacité énergétique du bâtiment du plan national d'actions de la maitrise de l'énergie (volet électricité) au Burkina Faso constitue une des actions prioritaires à mener.

  Ce programme consiste à préparer un code d'efficacité énergétique du bâtiment, en coordination avec le projet code efficacité énergétique dans les bâtiments de l'UEMOA.

17

PERSPECTIVES

- Un avant projet de loi sur la maitrise de l'énergie est disponible et sera soumis au conseil des ministres pour examen. Il consacre une large place à la question de l'efficacité énergétique dans les bâtiments.

18

CONCLUSION

Dans le cadre du PDSE, plusieurs actions de maîtrise de l'énergie ont été engagées en vue de réduire considérablement le montant de la facture électrique de l'Etat.

Ainsi, des audits énergétiques de plusieurs bâtiments administratifs ont abouti à des recommandations ayant conduit à d'importants investissements qui ont permis d'accroitre la performance énergétique de ces bâtiments.

Le programme code de l'efficacité énergétique proposé dans le cadre de l'étude du plan national d'actions de la maîtrise de l'énergie permettra d'accroitre l'efficacité énergétique des bâtiments institutionnel et commercial de grande taille s'il est mis en œuvre.

19

Présenté par: BAILOU Oumar

Proposition d'un zonage climatique du Burkina Faso

Email:bailou1er@yahoo.fr/oumar.bailou@aims-senegal.org

1

Plan

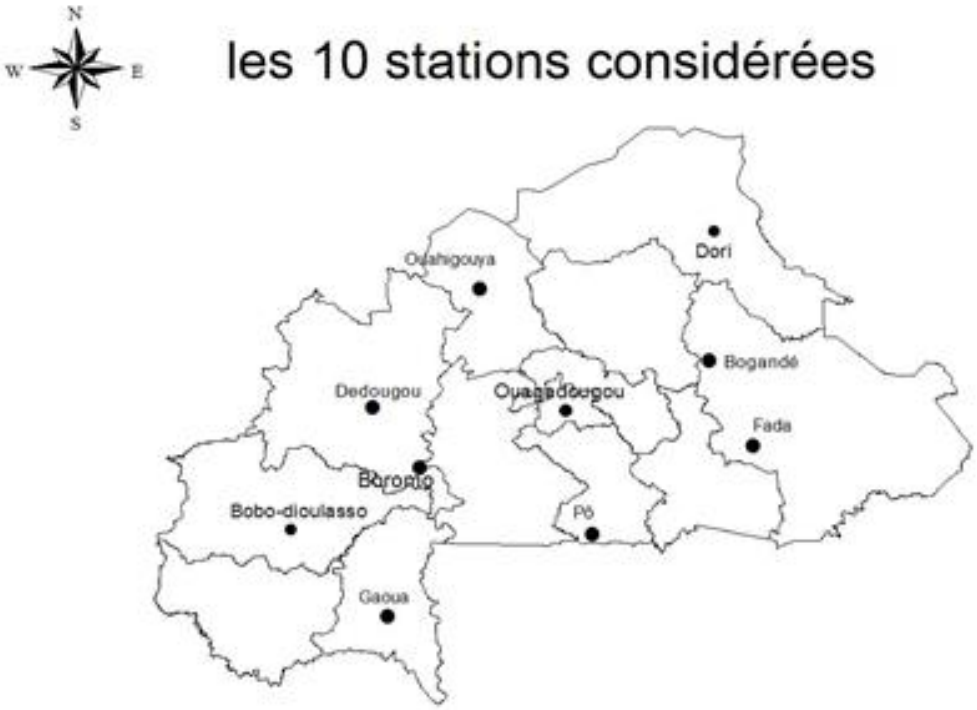
- INTRODUCTION
- METHODOLOGIE
- CARTOGRAPHIES DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES
- ZONAGE CLIMATIQUE
- CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Introduction

La satisfaction des exigences de confort thermique et d'économie d'énergie reposent sur la connaissance de phénomènes climatiques et environnementaux que sont : **la température, l'humidité de l'air, les régimes de vent, le rayonnement.**

- Pour un meilleur dimensionnement des installations de production de froid, les données de base (température, humidité, DJR) doivent être connues par zone climatique.
- La fluctuation de ces données climatiques d'une région à une autre montre la nécessité d'un zonage climatique.
- Nous proposons donc de découper en zones le Burkina à partir des paramètres tels que:

les degrés jours, l'insolation, le rayonnement, la température et **l'humidité relative**



Les stations météo considérées

STATIONS	DJR	Insolation(N)	Humidité (%)	température max (°C)	RG(kj/m2.jr)
OUAGA	840,37	8,37	48,08	37,60	18528
DORI	1087,87	8,92	37,91	40,44	21806
OUAHIGOUYA	948,93	8,60	42,00	38,66	18326
DEDOUGOU	835,99	8,55	47,39	37,97	19136
BOGANDE	898,51	8,54	41,57	37,78	19338
FADA	776,42	8,38	51,25	37,41	19454
BOBO	521,95	7,58	57,96	34,98	18608
BOROMO	780,61	7,63	52,14	37,51	19158
PO	654,23	8,01	55,01	36,17	18474
GAOUA	553,97	8,09	62,48	35,37	16842

Corrélation des paramètres climatique du BF

$$DJR = -1437,99 + 193,26\,la - 21,62\,long - 0,088\,h$$

$$avecR = 0,9786$$

$$Hr = 46,95 + 2,20\,la + 2,81\,long - 0,17\,h - 100,90\log(la) - 3,75\log(long) + 47,89\log(h)$$

7

Corrélation des paramètres climatique du BF

$$N = 78,52 + 2,94\,la - 0,35\,long + 0,016\,h - 32,28\log(la) + 0,36\log(long) - 5,231\log(h)$$

$$avecR = 0,8926$$

$$T\max = 212,98 - 1,60\,la + 0,05\,long + 0,15\,h + 32,96\log(la) + 0,28\log(long) - 49,47\log(h)$$

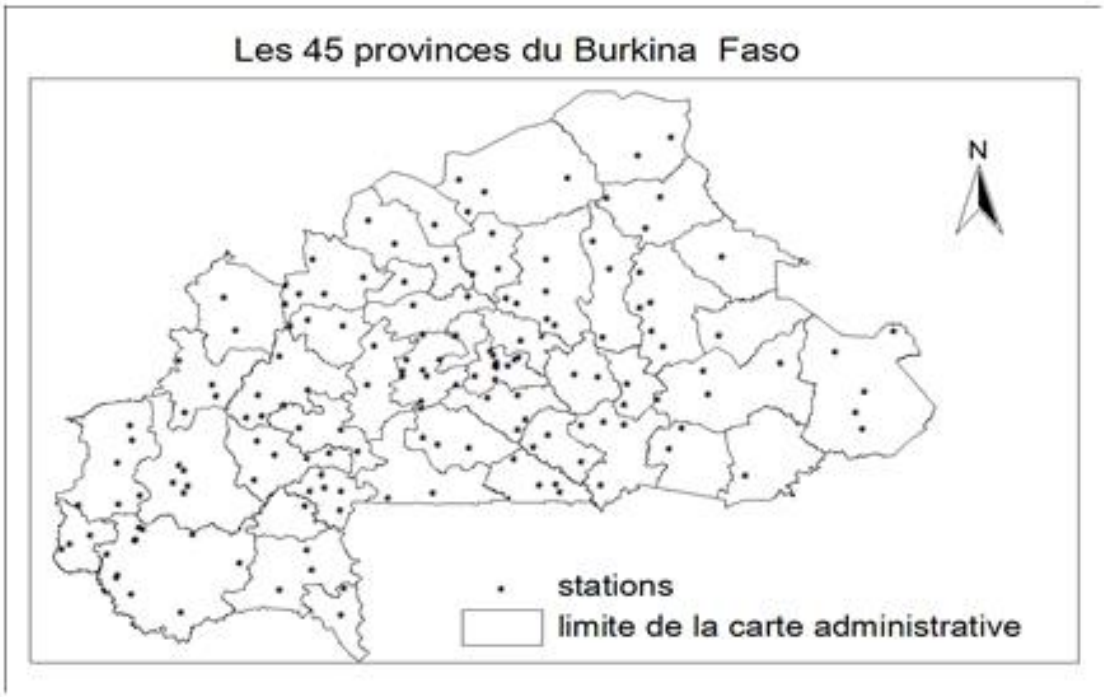
$$avecR = 0,8336$$

8

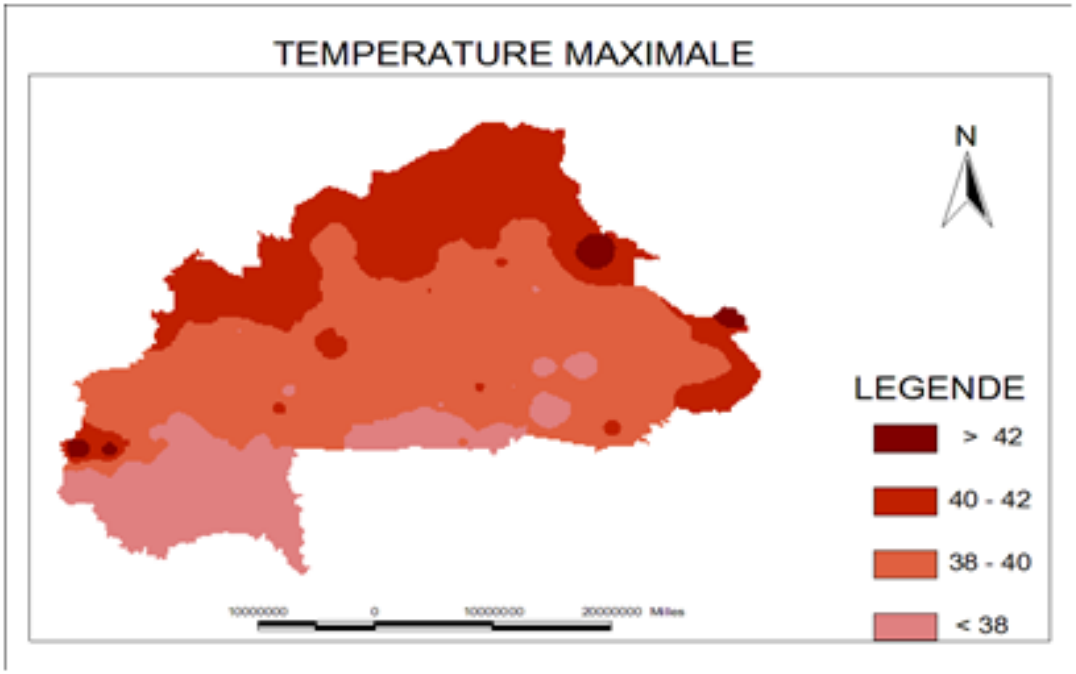
Corrélation desparamètresclimatique du BF

$$RG = -7893{,}86 - 6674{,}53la - 190{,}58long + 17{,}45h$$
$$+91205{,}23\log(la) + 436{,}54\log(long) - 9308{,}411\log(h)$$
$$avecR = 0{,}8519$$

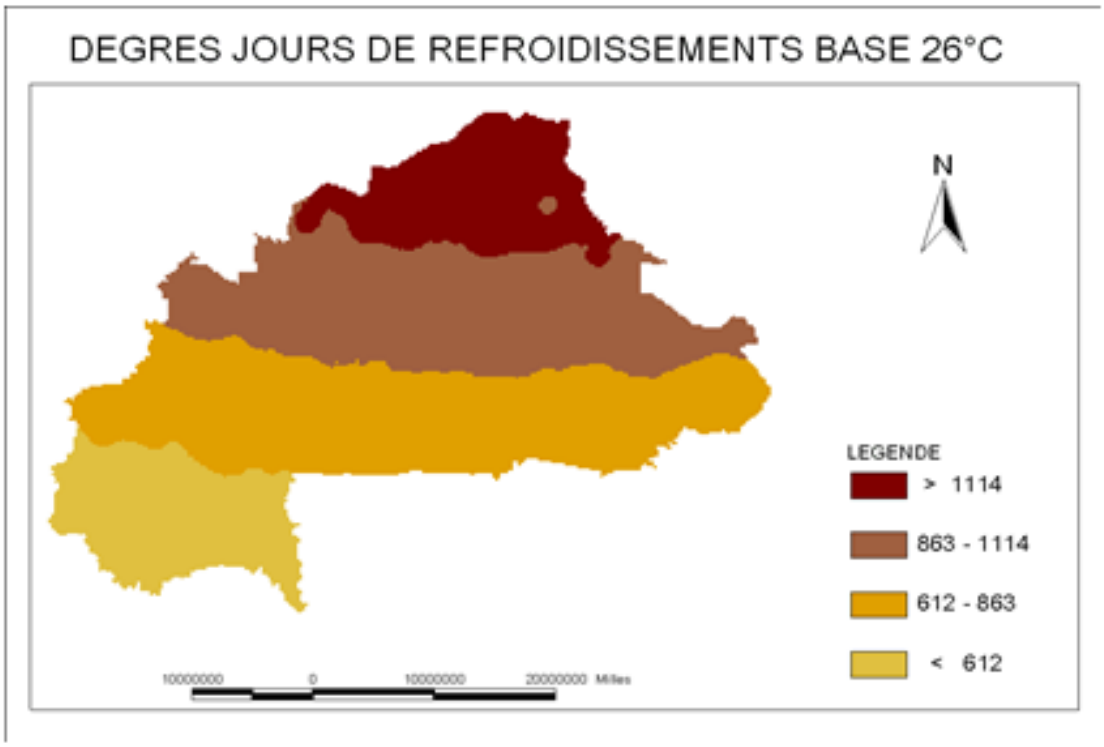
- A partir de ces relations, nous avons déterminé les paramètres climatiques de 161 stations reparties comme suite:

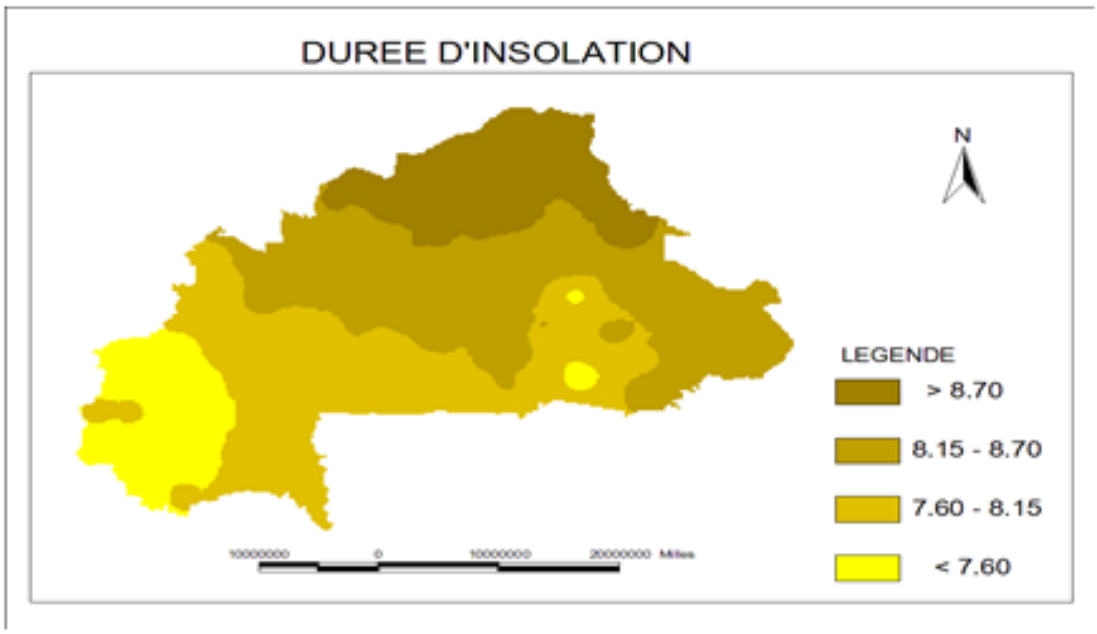


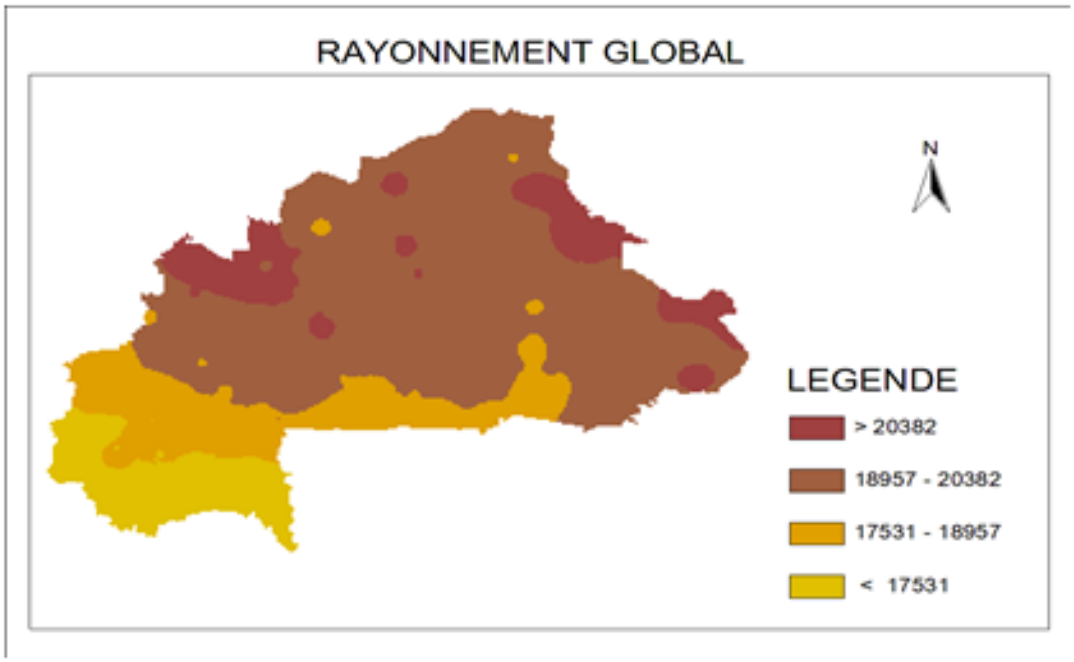
CHAPITREIII: CARTOGRAPHIE DES PARAMETRES CLIMATIQUES

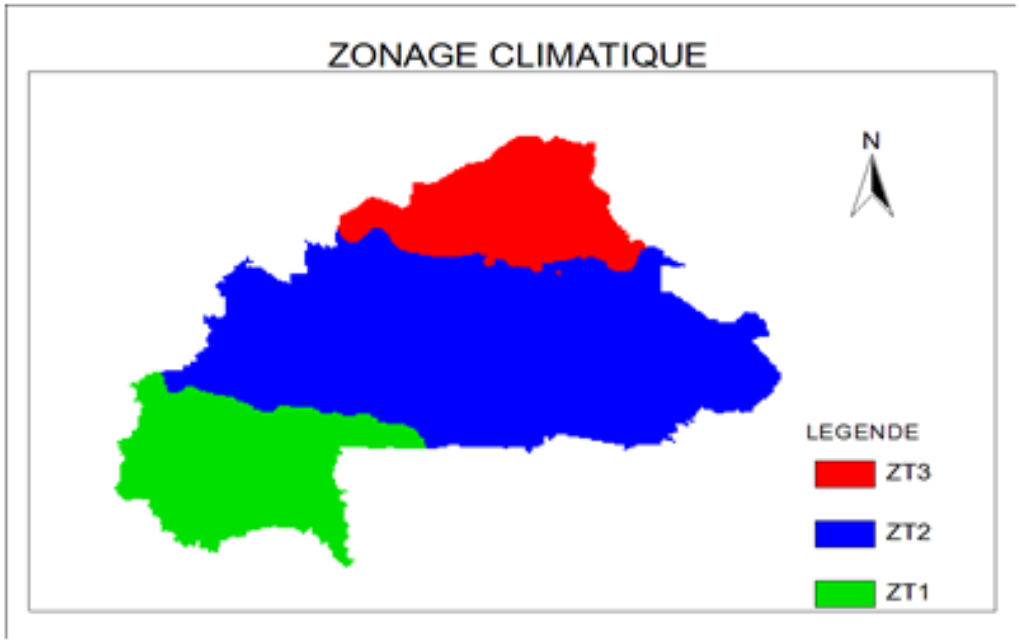


12


DEGRES JOURS DE REFROIDISSEMENTS BASE 26°C
N
LEGENDE
> 1114
863 - 1114
612 - 863
< 612
10000000
0
10000000
20000000 Miles

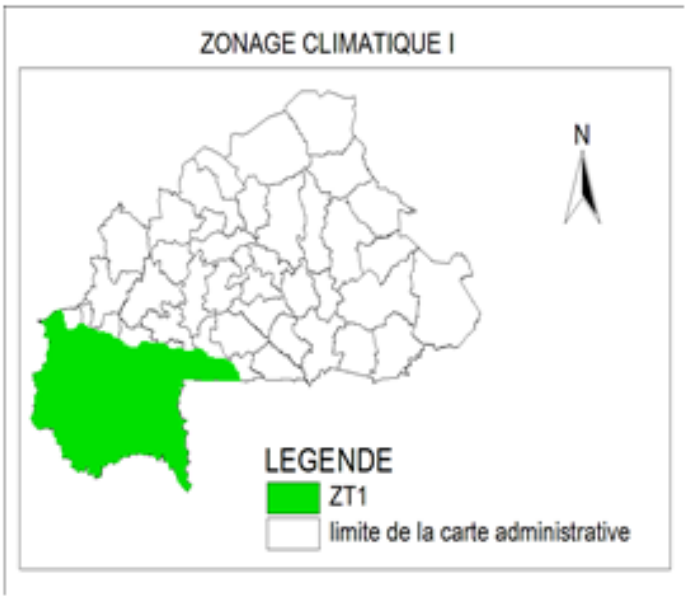

DUREE D'INSOLATION
N
LEGENDE
> 8.70
8.15 - 8.70
7.60 - 8.15
< 7.60
10000000
0
10000000
20000000 Miles


RAYONNEMENT GLOBAL
N
LEGENDE
> 20382
18957 - 20382
17531 - 18957
< 17531


ZONAGE CLIMATIQUE
N
LEGENDE
ZT3
ZT2
ZT1

CARTOGRAPHIE DES PARAMETRES CLIMATIQUES

- 34 ,98° <**Tmax** < 38°C. 36,49°C
- 33,58% <**Hr**< 53%, 43,29%,
- 7,01< **N** < 7,6 . 7, 35 h
- 360,14°< **DJR** < 690°C. 525,07°C
- 16106,15<**RG**< 18550. 17328,07 kJ/(m^2·jour).
-



17

CHAPITREIII: CARTOGRAPHIE DES PARAMETRES CLIMATIQUES

- 38 <**Tmax**<40°C. 39°C,
- 40% < **Hr** < 53 %. 46 ,5%
- 7,8 <**N**< 8,5. 8,15 h
-
- 690 <**DJR**<1100 °C. 895°C
-
- 18550<**RG**<20250. 19400 kJ/(m^2.jour)

18

CHAPITREIII: CARTOGRAPHIE DES PARAMETRES CLIMATIQUES

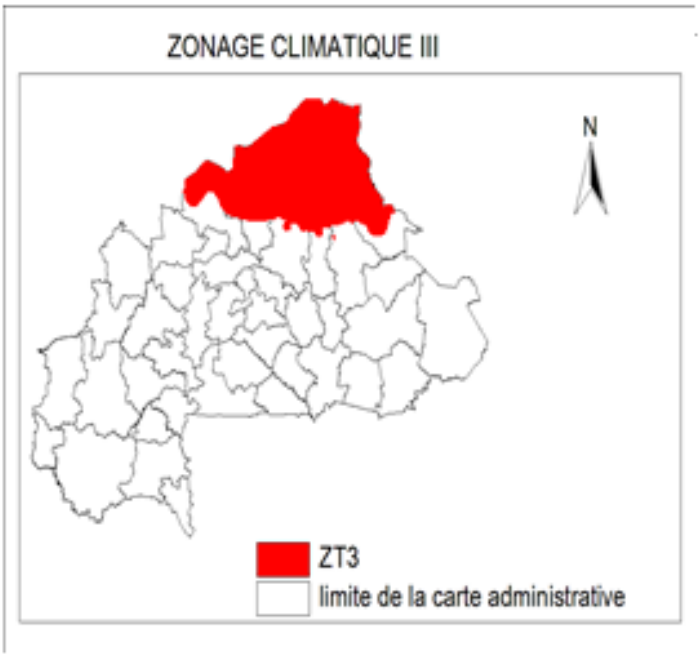
40°C< **Tmax** <44°C, 42°C

33,58<**Hr** <40%, 36,79%

8,5<**N**<9,28, 8,89h,

1100 <**DJR**<1114°C, 1107°C

20250 <**RG**< 21806 , 21028 kJ/m^2.jr.



19

CONCLUSION ET PESPECTIVES

Cette étude nous a permis :.

- De déterminer les paramètres climatiques de plusieurs villes et villages du Burkina Faso
- De faire une cartographie de chaque paramètre Thermique
- proposer un zonage thermique du Bâtiment

- le nombre de station de collecte de donné afin de réaliser des cartes avec plus de précision.
- l'Etat doit mettre à la disposition des services de météorologie du matériel adéquat afin d'augmenter les sites de collectes des données de base

CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LEFFICACITE ENERGETIQUE ET LA REGLEMENTATION THERMIQUE DANS LES BATIMENTS

Thème: Normalisation dans le domaine des matériaux de construction et de l'Efficacité Energétique

Dr KARAMA Bakoué Jean Paul
Directeur de la Normalisation et de la Certification
CTN du PSQAO

Plan de l'exposé

1. Introduction sur la normalisation
   - Qu'est-ce que c'est que: la normalisation - une norme ?
   - Quels sont les avantages de la normalisation ?
   - Procédure d'élaboration des normes nationales
2. Situation de la normalisation dans le domaine du bâtiment et génie-civil et de l'efficacité énergétique :
   - au niveau national
   - au niveau sous régional
   - au niveau international

15/11/2015 2

Plan de l'exposé

1. Introduction sur la normalisation
   - Qu'est-ce que c'est que: la normalisation - une norme ?
   - Quels sont les avantages de la normalisation ?
   - Procédure d'élaboration des normes nationales
2. Situation de la normalisation dans le domaine du bâtiment et génie-civil et de l'efficacité énergétique :
   - au niveau national
   - au niveau sous régional
   - au niveau international

15/11/2015 3

Introduction sur la normalisation

- La normalisation, c'est quoi ?

Normalisation → **Outil d'accompagnement**

Introduction sur la normalisation

- La normalisation, c'est quoi ?

➢ Norme

Les caractères essentiels à retenir de ces définitions sont :

- recherche d'un consensus,
- approbation par un organisme reconnu,
- intérêt général,
- caractère non obligatoire.

En normalisation, tous les domaines peuvent être abordés : mécanique, électricité, bâtiment, chimie, informatique, transport, santé, etc.

15/11/2015 5

Introduction sur la normalisation

- Quels sont les types de normes ?

✓ Normes de produits et de services (Normes de spécifications)

✓ Normes fondamentales (Terminologie, la métrologie, les unités de mesure, les signes et symboles, etc.)

✓ Normes portant sur des méthodes d'essai et d'analyse

✓ Normes d'organisation (Management de la qualité: ISO 9000, ISO 14000, ISO 22000, etc.)

15/11/2015 6

Avantages de la Normalisation

- Quels sont les avantages de la normalisation ?

✓ **Pour les entreprises**

- **Satisfaction du client :** les Normes aident à améliorer la qualité, à renforcer la satisfaction clientèle et à accroître les ventes.
- **Économies de coûts:** les Normes aident à réduire les coûts de production à travers l'optimisation des opérations lié à l'application des bonnes pratiques de fabrication
- **Avantages environnementaux:** les Normes aident à réduire les effets négatifs sur l'environnement.

15/11/2015 7

Avantages de la Normalisation

- Quels sont les avantages de la normalisation ?

✓ **Pour les entreprises**

- **Augmentation des parts de marché/compétitivité:** les Normes aident à accroître la productivité et les avantages concurrentiels

NB: Disposer de documents techniques comme argument de vente et renforcer par conséquent le potentiel de concurrence

15/11/2015 8

Avantages de la Normalisation

- Quels sont les avantages de la normalisation ?

✓ **Pour le consommateur**

- Faciliter la comparaison et le choix sur des bases scientifiques.
- Bénéficier de garanties de qualité et de sécurité.

15/11/2015 9

Avantages de la Normalisation

- Quels sont les avantages de la normalisation ?

✓ **Pour l'économie**

- Simplifier et accélérer le travail du législateur.
- Augmenter la compétitivité des entreprises sur le plan national et international.
- Faciliter la coopération technologique internationale.
- Faire face à la concurrence déloyale.

15/11/2015 10

Procédure d'élaboration des normes

Comprend trois grandes phases:

- Phase préparatoire
- Phase technique
- Phase de validation

15/11/2015 11

Procédure d'élaboration des normes

- **Phase préparatoire**
  - ✓ Etude d'opportunité (besoin) et de faisabilité
  - ✓ Programmation des travaux
- **Phase technique**
  - ✓ Constitution d'un comité technique (CT)
  - ✓ Rassemblement des matériaux de base (règlements, études, normes)
  - ✓ Rédaction d'un premier avant-projet (Petit groupe de rédacteurs, expert)
  - ✓ Recherche du consensus (réunions du CT)

15/11/2015 12

Procédure d'élaboration des normes

- **Phase de validation**
  - ✓ Consultation (enquête publique ou probatoire)
    - Information du public par voie de presse
    - Durée: deux (02) mois maximum.
    - But : contrôler la conformité du projet de norme à l'intérêt général et vérifier qu'il ne soulève pas d'objection de nature à empêcher son adoption.
  - ✓ Mise au point du texte définitif
  - ✓ Vote du comité technique
  - ✓ Approbation ("homologation").

15/11/2015 13

Procédure d'élaboration des normes

Révision, annulation des normes

- Révision des normes: tous les cinq (05) ans
- But : s'assurer de leur harmonie avec l'évolution des conditions de leur mise en application (Evolution des sciences et techniques)
- La révision peut aboutir à l'annulation de certaines.

15/11/2015 14

SITUATION DE LA NORMALISATION AU BURKINA FASO

Cadre juridique de la normalisation

Loi N° 011 - 2007/AN portant institution d'un système national de:

- Normalisation
- Certification
- Accréditation
- Promotion de la qualité

au Burkina Faso

15/11/2015 15

SITUATION DE LA NORMALISATION AU BURKINA FASO

Cadre juridique de la certification

- Projet de textes d'application (5 décrets, 3 arrêtés) :

✓ **Volet normalisation**

- Projet de décret fixant les catégories de normes et les modalités de leur élaboration, leur homologation, leur diffusion et leur application

✓ **Volet certification**

- Projet de décret fixant les conditions de délivrance de la marque nationale de conformité aux normes.
- Projet de décret portant modalités d'intervention au Burkina Faso des organismes certificateurs.
- Projet d'arrêté fixant les modalités d'obtention de l'autorisation d'exercer des activités de certification au Burkina Faso
- Projet d'arrêté portant attributions, composition et fonctionnement du Comité National de suivi des acticités des organismes certificateurs intervenant au Burkina Faso

15/11/2015 16

SITUATION DE LA NORMALISATION AU BURKINA FASO

Cadre juridique de la normalisation

✓ **Volet promotion de la qualité**

- Projet de décret portant attributions, composition et fonctionnement du Conseil Supérieur de la Qualité (C.S.Q.).
- Projet de décret portant institution du Prix Burkinabè de la Qualité (PBQ).
- Projet d'arrêté portant fonctionnement du Comité National d'Organisation du Prix Burkinabè de la Qualité (CNO/PBQ)

15/11/2015 17

SITUATION DE LA NORMALISATION AU BURKINA FASO

Situation de la normalisation en général

Normes Homologuées (313)	
Produits alimentaires	Fruits et légumes (40)
	Produits de la pêche (29)
	Céréales et légumineuses (55)
	Oléagineux (45)
	Produits animaux (29)
	Aliments enrichis (10)
Autres domaines	**Bâtiment et génie civil (37)**
	Chimie (31)
	Produits textiles (47)

15/11/2015 18

Situation de la normalisation au Burkina Faso

Sur les 313 normes nationales, 311 ont été rendues d'application obligatoire par :

- arrêté n° 2006-053/MCPEA/SG/ONAC du 11 Mai 2006 **(9)**
- arrêté n° 09-065/MCPEA/SG du 30 juin 2009 **(245) dont les 37 normes sur les matériaux de construction.**
- arrêté n° 10-102/MCPEA/SG/ONAC du 1 Juillet 2010 **(10)**
- arrêté n° 2011-0002/MCPEA/SG/ONAC du 7 janvier 2011 **(47)**

15/11/2015 19

Situation de la normalisation au Burkina Faso

Conformité aux Normes → Certification produits

NBF

15/11/2015 20

SITUATION DE LA NORMALISATION AU BURKINA FASO

Activités menées dans le domaine du bâtiment et génie civil

Activité	Date/Période
Atelier national d'identification des besoins en normes	10 -11 septembre 2002
Mise en place du CTN (Présidence: AITB)	9 mai 2003
Élaboration des APN (37)	Mars – avril 2004
Examen et adoption des APN par les membres du CTN	Oct. – Déc. 2004
Réalisation d'une enquête publique	Avril à mai 2005
Homologation	30 juin 2009

15/11/2015 21

Présentation de la liste des 37 normes sur les produits du bâtiment et génie civil

Catégorie de norme	Nombre
Blocs de terre comprimée	8
Armature pour béton armé	3
Ciment	3
Tuiles en mortier vibré	6
Granulats	3
Agglomérés	3
Couvertures	2
Dessins de construction et d'architecture	3
Bitumes et liants	3
Signalisation routière	3

15/11/2015 22

Présentation de la liste des 37 normes sur les produits du bâtiment et génie civil

N° d'ordre	Désignation	Référence
1	Blocs de terre comprimée – Norme de terminologie	NBF 02-001 : 2009
2	Blocs de terre comprimée – Norme de définition, classification et désignation des blocs de terre comprimée	NBF 02-002: 2009
3	Blocs de terre comprimée – Spécifications techniques pour les blocs de terre comprimée ordinaires	NBF 02-003: 2009
4	Blocs de terre comprimée – Spécifications techniques pour les blocs de terre comprimée de parement	NBF 02-004: 2009
5	Blocs de terre comprimée - Code de bonne pratique pour la production de blocs de terre comprimée	NBF 02-005: 2009
6	Blocs de terre comprimée - Code de bonne pratique pour la préparation des mortiers de terre	NBF 02-006: 2009
7	Blocs de terre comprimée : Code de bonne pratique pour la mise en œuvre de maçonneries en blocs de terre comprimée	NBF 02-007: 2009

15/11/2015 23

Présentation de la liste des 37 normes sur les produits du bâtiment et génie civil

8	Blocs de terre comprimée – Norme de classification des essais d'identification des matériaux et essais mécaniques	NBF 02-008: 2009
9	Armature pour béton armé – Barres et couronnes soudables à verrous de nuance FeE500	NBF 02-009: 2009
10	Armatures pour béton armé – Ronds lisses soudables	NBF 02-010: 2009
11	Armatures pour béton armé – Barres et fils non soudables à verrous	NBF 02-011: 2009
12	Ciment – Partie 2 : évaluation de la conformité	NBF 02-012: 2009
13	Ciment – Partie 1 : composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants	NBF 02-013: 2009
14	Méthodes d'essais des ciments – Partie 1 : détermination des résistances mécaniques	NBF 02-014: 2009
15	Tuiles en mortier vibré : Norme de terminologie	NBF 02-015: 2009

15/11/2015 24

Présentation de la liste des 37 normes sur les produits du bâtiment et génie civil

16	Tuiles en mortier vibré - Norme de définition, classification et désignation des tuiles en mortier vibré	NBF 02-016: 2009
17	Tuiles en mortier vibré - Spécifications techniques pour les tuiles en mortier vibré	NBF 02-017: 2009
18	Tuiles en mortier vibré - Norme de définition des essais d'identification des matériaux	NBF 02-018: 2009
19	Tuiles en mortier vibré - Norme de définition des essais physiques, hydriques et mécaniques	NBF 02-019: 2009
20	Tuiles en mortier de ciment vibré - Code de bonne pratique pour la production des tuiles en mortier vibré	NBF 02-020: 2009
21	Granulats – Définition –Conformité - Spécification	NBF 02-021: 2009
22	Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats – Partie 1 : méthodes d'échantillonnage	NBF 02-022: 2009
23	Essai pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats. Partie 1 : détermination de la granularité - Analyse granulométrique par tamisage	NBF 02-023: 2009

15/11/2015 25

Présentation de la liste des 37 normes sur les produits du bâtiment et génie civil

24	Agglomères – Blocs en béton pour murs et cloisons – Définitions	NBF 02-024: 2009
25	Agglomères – Blocs en béton pour murs et cloisons - Dimensions	NBF 02-025: 2009
26	Agglomères – Blocs en béton de granulats courants pour murs et cloisons	NBF 02-026: 2009
27	Couvertures – Plaques nervurées en acier galvanisées, pré laquées ou non – Caractéristiques dimensionnelles	NBF 02-027: 2009
28	Couvertures – Plaques ondulées ou nervurées en alliage d'aluminium	NBF 02-028: 2009
29	Signes conventionnels, dessins d'architecture – Dessins d'architecture, de bâtiment et de génie civil – Principes généraux – Principes représentation	NBF 02-029: 2009
30	Dessins de construction – Représentation simplifiée des armatures en béton	NBF 02-030: 2009
31	Dessins d'architecture, de bâtiment et de génie civil – Cotation	NBF 02-031: 2009

15/11/2015 26

Situation de la Normalisation au niveau Sous-Régional

Au niveau de la CEDEAO

Adoption de l'ECOSHAM

- **Du 06 au 08 juin 2012 au Togo : Adoption du document d'ECOSHAM par les experts des Etats Membres de la CEDEAO;**
- **Du 17 au 19 octobre 2012 au Niger : Adoption par les Ministres en charge de la Qualité dans les Etats Membres de la CEDEAO;**
- **Décembre 2012 : Adoption du document de l'ECOSHAM par règlement en Conseil des ministres de la CEDEAO**

15/11/2015 27

schéma d'harmonisation des normes proposé et adopté pour la CEDEAO

L'harmonisation vers le bas: *les pays ayant des normes « élevées, les affaiblissent afin de correspondre à celles plus basses.*

Normes de «Compromis»: deux ou plusieurs pays impliqués négocient un nouveau standard à un niveau intermédiaire.

Normes Harmonisées

L'harmonisation vers le haut: *les pays dont les normes sont faibles, les renforcent afin qu'elles correspondent à celles plus élevées.*

Les états membres ont unanimement adopté l'harmonisation vers le haut comme modèle d'harmonisation de la CEDEAO.

Situation de la Normalisation au niveau Sous-Régional

Six (06) comités techniques d'harmonisation des normes Dont:

CTH 4 : Comité Technique Bâtiments et Travaux Publics

CTH 5 : Comité Electrotechnique

Travaux clés en lien avec EE dans le bâtiment:

ECOSTAND 053: Spécifications techniques pour des lampes de service d'éclairage en réseau;

ECOSTAND 054: 2015 Spécifications techniques pour des produits d'éclairage hors réseau;

Projet de norme CEDEAO sur le Ciment

15/11/2015 29

Principaux organismes internationaux de normalisation

Organisme de normalisation	Domaine d'activités
Organisation Internationale de Normalisation (ISO)	Produits et services
Commission Electrotechnique Internationale (CEI)	Électricité, électronique et techniques connexes
Union Internationale des Télécommunications (UIT)	Télécommunications
Commission du Codex Alimentarius	Produits alimentaires
Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE)	Santé animale
Convention Internationale pour la Protection des Végétaux (CIPV)	Protection des Végétaux
Organisation Internationale de la Métrologie Légale (OIML)	Métrologie Légale

15/11/2015 30

NORMALISATION INTERNATIONAL : ISO

Créée officiellement le 23 février 1947 à Genève en Suisse.

L'ISO est une fédération des organismes nationaux de normalisation de toutes les régions du monde, à raison d'un par pays, englobant les pays développés, en développement ou ayant des économies en transition. Chaque membre de l'ISO est la principale organisation de normalisation de son pays. Les membres proposent de nouvelles normes, participent à leur élaboration et apportent leur soutien, en collaboration avec le secrétariat central de l'ISO.

Le Burkina Faso est membre permanent depuis septembre 2014

15/11/2015 31

NORMALISATION INTERNATIONAL : ISO

La consommation d'énergie des bâtiments représente près de **40 % de l'usage énergétique mondial**. Quelques normes ISO clés :

- **ISO 23045** – Évaluation de l'efficacité énergétique des bâtiments;
- **ISO 13790** – Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement;
- **ISO 15927-4** – Performance hygrothermique;
- **ISO 16818** – Terminologie;

15/11/2015 32

PRESENTATION DE L'ISO

- **ISO 18292** – Performance énergétique des systèmes de fenêtrage (fenêtres) pour les bâtiments résidentiels
- **ISO 13153** – Conception d'habitations individuelles et de petits bâtiments commerciaux permettant d'économiser de l'énergie;
- **ISO 16343*/ ISO 16344*/ ISO 16346*** – Performance énergétique

* Élaboration en cours

15/11/2015 33

NORMALISATION INTERNATIONAL : ISO

ISO 50001:2011, Systèmes de management de l'énergie – Exigences et recommandations de mise en œuvre, font état de résultats et d'économies d'énergie significatifs.

NB: On estime que la norme, qui soutient des stratégies de management pour accroître l'efficacité énergétique, réduire les dépenses d'énergie et améliorer la performance énergétique, peut avoir un impact sur près de 60% de l'usage énergétique mondial.

15/11/2015 34

NORMALISATION INTERNATIONAL : CEI

La **Commission électrotechnique internationale** (**CEI**) ou ***International Electrotechnical Commission (IEC)*** en anglais, a été créée en 1906 et compte actuellement 69 pays participants.

Originellement située à Londres, la Commission a rejoint ses quartiers généraux actuels de Genève en 1948.

Elle est chargée des domaines de l'électricité, de l'électronique et des techniques connexes. Elle est complémentaire de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), qui est chargée des autres domaines.

15/11/2015 35

CEI ET ABNORM

Le Burkina Faso est membre affilié de la CEI depuis 2002.

Un comité national électrotechnique a été créé en 2010 et mis en place en 2011.

Il est chargé d'élaborer des normes dans le secteur de l'électricité, de l'énergie et de l'électronique au Burkina Faso

Sa composition est la suivante.

15/11/2015 36

CEI ET ABNORM

•Direction Générale de l'Architecture, de l'Habitat et de la Construction (DGHAC) : 1
•Direction Générale des Douanes (DGD) : 1
•Direction Générale des Marchés Publics (DGMP) : 1
•Direction Générale de l'Energie (DGE) : 1
•Laboratoire National du Bâtiment et des Travaux Publics (LNBTP) : 1
•2iE : 1
•Agence Faso Bara : 1
•SONABEL : 1
•ONATEL : 1
•Syndicat National des Entreprises de l'Electricité et Assimilés du Burkina Faso (SNEAB) : 1
•Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT) : 1
•Universités (Ouagadougou, Bobo) : 2
•Association des Assureurs : 1
•Ligue des Consommateurs du Burkina (LCB) : 1
•Organisation des Consommateurs du Burkina (OCB) : 1

15/11/2015 37

CEI ET ABNORM

•Société d'Etudes et Entreprise d'Equipement du Burkina (S.E.E.E Burkina) : 1
•Société Electrification, Ondulation, Distribution et Assistance (E.O.D.A.) : 1
•SOFTNET Burkina : 1
•Société d'Installation, de Maintenance et d'Etudes d'Equipements Electriques (SIMEEEL) : 1
•Travaux d'Ingénierie Etudes et Réalisations Industrielles (T.I.E.R.I. SA) : 1
•SAMWEL Electronics : 1
•K&K International : 1
•ARCE : 1
•DGQM : 1

- Association des Consommateurs du Burkina (ACB) : 1
- Vigi – consommateur : 1
- Institut Supérieur de Génie Electrique du Burkina Faso (ISGE-BF) : 1
- Ministère du Commerce (DGI) : 1
- Ministère de la Défense (Genie-millitaire) : 1
- Bureaux d'études et du contrôle (BEIGE, GGY) : 2

15/11/2015 38

PERSPECTIVES ET CONCLUSION

Deux (02) programmes en cours sur l'efficacité énergétique dont :

- **un au niveau de l'UEMOA** en collaboration avec OIF/EE : Elaboration du code EEB UEMOA ➡ transposition et adaptation dans les Etats Membres.

- **un au niveau de la CEDEAO piloté par le** Centre pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique de la CEDEAO (CEREEC/ECREEE basé à Praia, CAP VERT)

Efficacité énergétique dans les bâtiments ➡ Economie d'énergie ➡ Accessibilité à l'énergie à tout moment (Objectif de tout Pays)

15/11/2015 39

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

Unité de Formation et de Recherches en Sciences Exactes et Appliquées (UFR/SEA)

LABORATOIRE D'ENERGIES THERMIQUES RENOUVELABLES (L.E.T.RE)

DETERMINATION DES PERFORMANCES THERMIQUES ET ENERGETIQUES D'UN HOTEL LOCALISE DANS LA VILLE DE OUAGADOUGOU

Tiabrihani OTOIDIBIGA

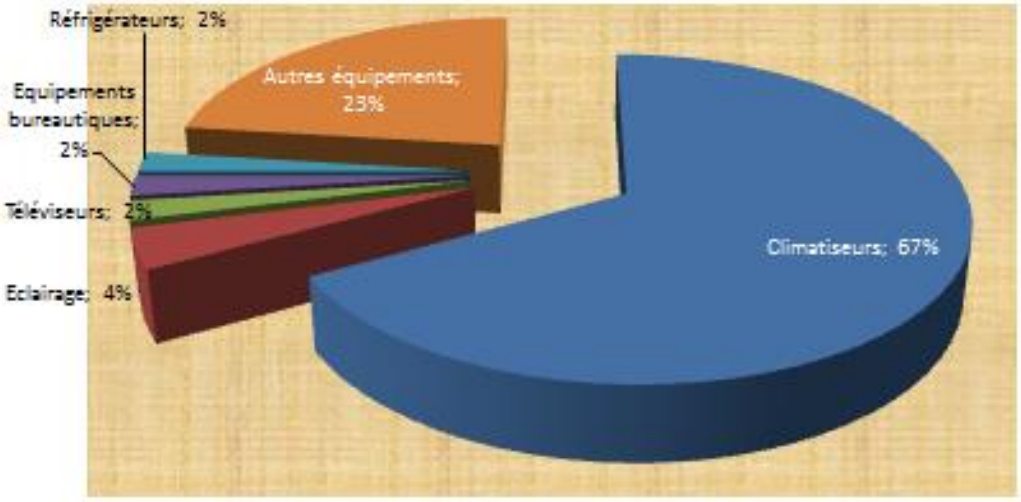
1

Principes d'un audit énergétique : cas de l'hôtel Amiso á Ouagadougou

- ✓Recensements des équipements consommateurs d'énergie installés et relevés de leurs caractéristiques nominales respectives
- ✓Saisi et analyse des factures mensuelles d'électricité des trois dernières années : 2010, 2011, 2012
- ✓Prise des températures et d'humidité à laide d'un hygromètre de températures et d'humidité dans les deux salles de conférences et dans certaines chambres mises à notre disposition.
- ✓Rencontre et échanges avec les responsables de la société d'électricité du Burkina : SONABEL
- ✓Renseignements sur le marché du prix dune batterie de condensateur et de certaines tubes fluorescentes plus économique en matière d'économie d'énergie.
- ✓Suggestions et recommandations pour l'amélioration de la consommation d'énergie dans l'édifice.

2

Répartition des puissances installées en % par secteur



3

Le bâtiment étudié et dimensions

4

Tarification de l' électricité au Burkina-Faso

Au Burkina-Faso, l' énergie consommée dans les bâtiments est facturée en fonction de :

- ✓ du type de tarif choisi,
- ✓ de la puissance souscrite,
- ✓ de la prime fixe annuelle qui est proportionnelle à la puissance souscrite,
- ✓ la redevance (frais de location et d'entretient du compteur),
- ✓ des taxes ,
- ✓ des différentes pénalités
- ✓ du prix du kilowattheure(kWh) en vigueur au Burkina-Faso.

8

Résumé des résultats obtenus de l'analyse des factures d'électricité des trois années: 2010, 2011 et 2012

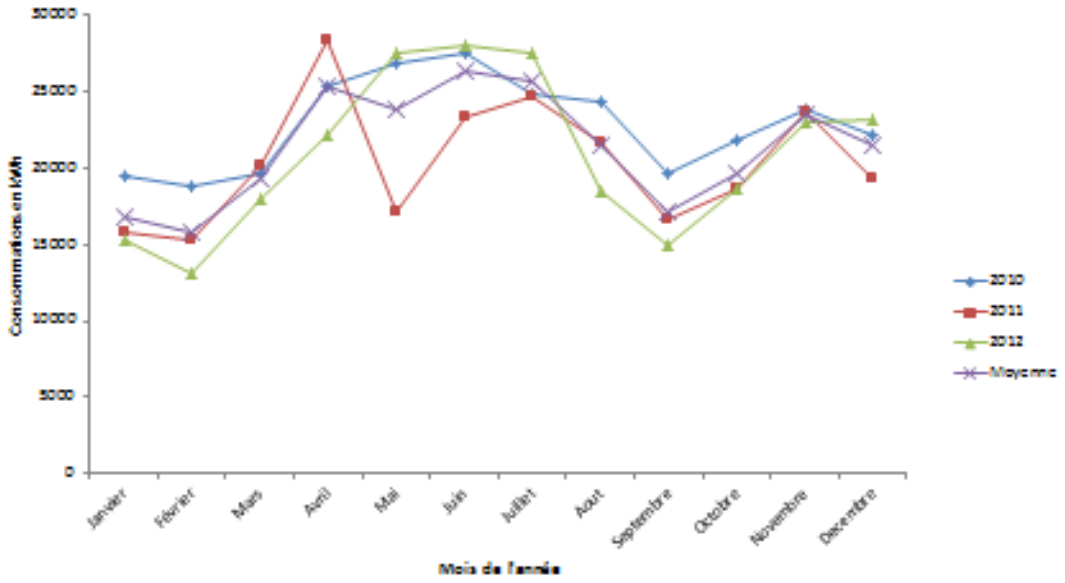
Années	2010	2011	2012
Puissance souscrite (kW)	50	70	70
Puissance maximale appelée (kW)	89	83	86
Consommation d'électricité (kWh)	274 252	244 694	249 893
Coût correspondant (FCFA)	30 244 088	26 977 651	27 358 571
Nombre de dépassement de puissance souscrite	12	4	3
Pénalité correspondante (FCFA)	1 173 150	123 750	153 450
Somme totale versée à la SONABEL y compris les taxes (FCFA)	39 915 949	35 543 800	36 021 526

$$P_{pui} = 30 \times (P_{app} - P_S) \times tarif_{HPT}$$

$$P_{conso} = 50\% \times (C_{AG} - C_{AR}) \times tarif_{HPI}$$

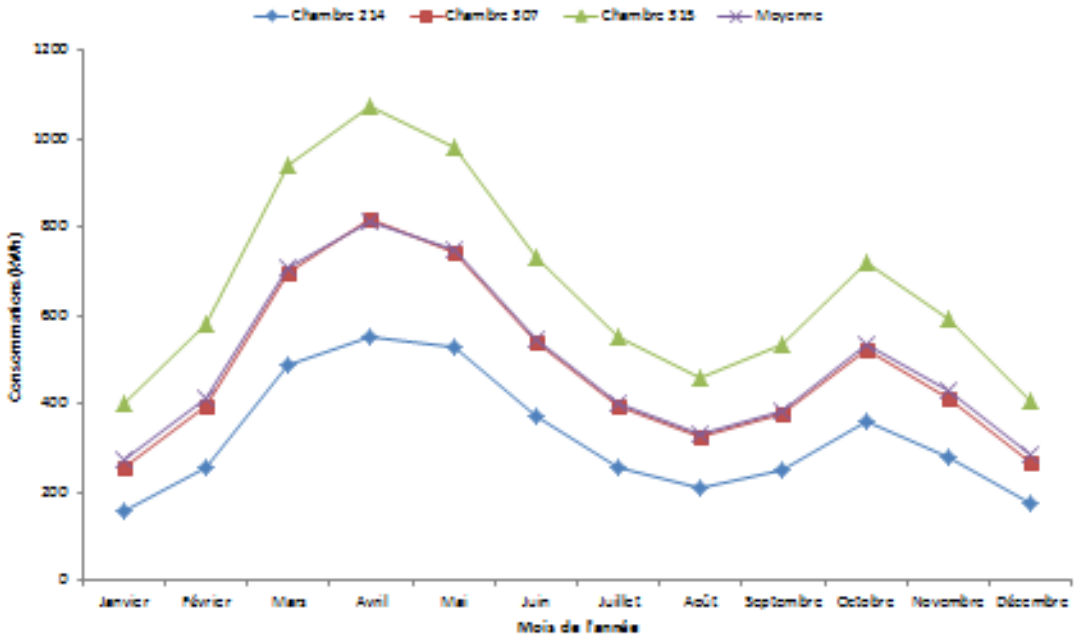
5

Evolution de la consommation annuelle d'énergie



6

Evolution de la consommation d'électricité de quelques chambres par CoDyBa



7

Suggestions et recommandations pour l'amélioration de la consommation d'énergie et la réduction des coûts des factures d'électricité dans le bâtiment

Les actions à coût nul ne nécessitant pas d'investissements et le temps de retour immédiat

- ✓ Action 1: Choix de tarif

Type de tarif	Prix du kWh heure pleine(FCFA/kWh)	Prix du kWh heure de pointe(FCFA/kWh)	Tarif prime fixe(FCFA/an/kW)
Tarif D1 non industriel	88	165	34 582
Tarif D2 industriel	75	140	28 818
Tarif E1 non industriel	64	139	70 826
Tarif E2 industriel	54	118	64 387

9

Suggestions et recommandations pour l'amélioration de la consommation d'énergie et la réduction des coûts des factures d'électricité dans le bâtiment

- ✓ Action 2: Eviter ou limiter l'utilisation de certains appareils pendant les heures de pointe
- ✓ Action 3: Désinstaller toutes les lampes défectueuses et les mettre en poubelle,
- ✓ Action 4: Débrancher tous les appareils installés dans les chambres hors service ou inoccupés
- ✓ Action 5: Organiser des séances de sensibilisation sur la gestion de l'électricité

10

Suggestions et recommandations pour l'amélioration de la consommation d'énergie et la réduction des coûts des factures d'électricité dans le bâtiment

Les actions à coût nul ne nécessitant pas d'investissements et le temps de retour immédiat

✓ Action 6: Maintenir la puissance souscrite de 70 kW

Puissance souscrite (kW)	50	60	70	80	90	100
Prime fixe et pénalités 2010	2 853 835	2 615 772	2 550 959	2 748 496	3 025 233 (prime fixe uniquement, pas de dépassement de puissance)	3 463 826 (prime fixe uniquement, pas de dépassement de puissance)
Prime fixe et pénalités 2011	2 551 885	2 437 572	2 476 709	2 703 946	3 025 233(prime fixe uniquement, pas de dépassement de puissance)	3 463 826 (prime fixe uniquement, pas de dépassement de puissance)
Prime fixe et pénalités 2012	2 452 885	2 393 022	2 506 409	2 738 596	3 025 233 (prime fixe uniquement, pas de dépassement de puissance)	3 463 826 (prime fixe uniquement, pas de dépassement de puissance)

11

Suggestions et recommandations pour l'amélioration de la consommation d'énergie et la réduction des coûts des factures d'électricité dans le bâtiment

Les actions nécessitant un investissement

✓ Action 1: Installation d'une batterie de condensateur

Mois	Ecarts (2010)	Coût (2010)	Ecarts (2011)	Coût (2011)	Ecarts (2012)	Coût (2012)
Janvier	0,038	90 613	0,045	90 487	0,043	84 298
Février	0,040	93 361	0,038	74 216	0,043	73 810
Mars	0,043	102 649	0,047	117 677	0,052	116 268
Avril	0,050	151 626	0,053	180 398	0,053	144 324
Mai	0,052	164 322	0,055	117 826	0,052	170 832
Juin	0,050	163 040	0,055	154 078	0,045	149 547
Juillet	0,053	156 703	0,058	172 086	0,047	155 059
Août	0,052	151 267	0,058	154 979	0,043	99 114
Septembre	0,052	124 499	0,055	114 440	0,040	75 716
Octobre	0,052	135 887	0,057	132 923	0,042	97 629
Novembre	0,052	147 836	0,055	158 766	0,043	122 671
Décembre	0,052	138 254	0,053	126 937	0,038	107 896
Total(FCFA)	0,586	1 620 057	0,629	1 594 813	0,541	1 397 164

12

Puissance de la batterie de condensateur à installer et coût

Energie réactive maximale : 9 098 kVArh (Avril 2011) et la durée moyenne de fonctionnement des appareils : 402 heures,

$$P_c = \frac{kVArh\ la\ plus\ elevee\ a\ facturer\ (mensuelle)}{Nombre\ heures\ de\ fonctionnement\ (mensuel)}$$

$$P_c = \frac{9098\ kVArh}{402\ h} = 23\ kVAr$$

Nous avons conseillé aux responsables du bâtiment de prendre une batterie de 25 kVAr qui coûte 265 000 FCFA; le temps de retour est de trois mois maximum

13

Les actions nécessitant un investissement

✓ Action 2: Choix des climatiseurs MPS Inverter

Economie d'énergie(kWh)	Gain (FCFA)	Investissement (FCFA)	Temps retour
502 477,25/an	55 272 497/an	27 047 701	6 mois

✓ Action 3: Maintenance et nettoyage des climatiseurs au moins trois fois dans l'année

Economie d'énergie (kWh)	Gain (FCFA)	Investissement (FCFA)	Temps retour
393,33/an	47 986/an	420 000/an	9 ans

14

Les actions nécessitant un investissement

- ✓ Action 4: Installation des minuteries et des détecteurs de présence pour l'éclairage

Economie d'énergie (kWh)	Gain (FCFA)	Investissements (FCFA)	Temps retour
4098,95/an	450 884/an	900 000	2 ans

- ✓ Action 5: Choix d'une cellule photovoltaïque : réduction du coût total: 39,55%

Economie d'énergie (kWh)	Gain (FCFA)	Investissements (FCFA)	Temps retour
75 700/an	14 563 579/an	103 320 000	7 ans

15

Les actions nécessitant un investissement

- ✓ Action 6: Installation d'un délesteur électrique

Economies d'énergie (kWh)	Gain (FCFA)	Investissements (FCFA)	Temps retour
4 395/an	483 450/an	262 000	6,5 mois

16

Conférence Internationale (EERTB1)

Conférence sur l'efficacité énergétique et la réglementation thermique dans les bâtiments, du 24-25 juillet 2015, Ouagadougou, Burkina Faso.

Les codes d'efficacité énergétique des bâtiments

Présenté par Dr Ousmane COULIBALY

ousmane.coulibaly@univ-ouaga.bf; coulous2005@yahoo.fr

Plan

1- Problématique

2-Le développement d'un code d'efficacité énergétique

3-Les codes utilisés dans le Bâtiment

4-La politique d'efficacité énergétique au Burkina Faso

5- Conclusion

1-Problématique

❖**CODE D'ENERGIE**: c'est une directive légale qui établit les seuils minima efficacité énergétique pour les nouvelles constructions et/ou pour les modifications.

❖**Les codes d' efficacité énergétique vise à apporter des réponses à une triple problématique** :

➢L'absence de considérations énergétiques dans la conception et la gestion des bâtiments dans les pays en développement ;

➢La non maîtrise des dépenses énergétiques suite à la fluctuation des coûts du pétrole et du gaz sur le marché international ;

➢La nécessité de réduction de gaz à effet de serre dans le secteur de la construction.

15/11/2015 3

Les enjeux environnementaux

La justification d'un effort supplémentaire de maîtrise de l'énergie relève de plus en plus de considérations environnementales, telles que la lutte contre les changements climatiques.

Les domaines de réductions de GES dont les plus significatives sont: les transports, l'industrie, l'agriculture et la construction.

L'adoption et/ou le renforcement de la réglementation thermique dans le secteur de la construction figurent actuellement au rang des priorités de la communauté internationale.

15/11/2015 4

Les enjeux économiques et sociaux

L'adoption des codes d'efficacité énergétique s'avère une priorité économique et sociale au regard de la croissance de la demande énergétique et de la fluctuation des cours du pétrole et du gaz sur le marché international.

Par ailleurs, face aux difficultés rencontrées par un nombre important de ménages pour accéder à un logement décent, certains gouvernements restent particulièrement attentifs à la maîtrise des coûts d'investissement et des charges d'exploitation dans le secteur du logement.

15/11/2015 5

Selon les études menées dans certains pays industrialisés, notamment en France, le surcoût d'amélioration des performances thermiques des bâtiments neufs est évalué à environ 1% du coût global de la construction, ce qui milite favorablement pour l'intégration des considérations d'efficacité énergétique dans les codes de la construction.

15/11/2015 6

- Il appartient en général à l'État de définir, en amont, une stratégie énergétique globale et, en aval, d'établir une politique de maîtrise de l'énergie, qui, toutes les deux, permettront l'implication des acteurs-clés, notamment les professionnels de l'industrie de la construction et de distribution des équipements énergétiques.
- Les codes d'énergie sont généralement conçus pour fixer des exigences minimales pour la conception et la construction et peuvent, de manière significative, contribuer à réduire les coûts d'exploitation des bâtiments.

15/11/2015 7

2-Le développement d'un code d'efficacité énergétique

Pour mettre en place une réglementation thermique efficace, plusieurs problèmes se dressent sur le chemin du législateur.
L'objectif est de faire la preuve, grâce à des actions concrètes et à des projets en vraie grandeur, de la faisabilité technique, de l'intérêt environnemental et de la rentabilité économique des mesures réglementaires liées à la conception de bâtiments neufs efficaces sur le plan énergétique

15/11/2015 8

La barrière institutionnelle

Le développement d'un code d'efficacité énergétique ou d'une réglementation thermique dans le bâtiment est un **long processus** qui requiert **l'implication de plusieurs opérateurs institutionnels** du pays. Une **bonne planification administrative** et la connaissance du **contexte institutionnel local** sont les clés essentielles du succès.

15/11/2015 9

<u>Les solutions envisagées sont les suivantes :</u>

– Mise en place, au sein des administrations compétentes, **d'organes institutionnels** chargés de développer et de valider des documents à caractère réglementaire et normatif : codes d'efficacité énergétique, codes de confort thermique, guides techniques d'application, normes sur les matériaux et les équipements du bâtiment, etc. ;

– Mise en place d'un **cadre institutionnel, politique et financier** qui encourage et/ou éventuellement impose des bâtiments et des équipements économes en énergie dans un contexte de planification intégrée du secteur de l'énergie électrique;

– Mise en œuvre de **mesures financières et institutionnelles efficaces** pour la gestion de la demande d'énergie électrique.

15/11/2015 10

La barrière technique

La barrière technique est l'une des barrières **les plus fréquentes** dans le développement des codes d'efficacité énergétique, surtout dans les pays en développement où **le recours à des codes de construction n'est pas encore la règle**. Des pays comme **la Côte-d'Ivoire et le Sénégal ont expérimenté cette difficulté,** il y a une dizaine d'années, lors du développement de leurs réglementations thermiques dans le bâtiment.

La Tunisie, le Maroc et Liban ont réussi à développer un code grâces à des **partenaires aux développement**.

15/11/2015 11

Les solutions envisagées sont les suivantes :

-Formation des opérateurs techniques (architectes, ingénieurs, agents de bureaux d'études, contrôleurs, exploitants, maîtres d'ouvrages) aux techniques de conception, de construction, de réhabilitation, d'exploitation et de maintenance de bâtiments économes en énergie;

– **Création et/ou amélioration des capacités d'essai, de caractérisation, d'évaluation et de certification des matériaux et des équipements du bâtiment** (éclairage, moteurs, chauffage, ventilation, climatisation, eau chaude sanitaire, régulation,etc.) ;

15/11/2015 12

- **Développement des capacités d'analyse énergétique et environnementale**, incluant la gestion de la demande d'énergie, le développement des politiques énergétiques, l'expertise en tarification de l'énergie, l'analyse de leurs implications environnementales.

– **Mise en place des capacités requises au sein des administrations compétentes en matière de permis de construire** et au sein des sociétés de contrôle pour instruire et évaluer toutes mesures proposées dans la réglementation thermique.

15/11/2015 13

La barrière méthodologique

L'enjeu principal dans la mise en place d'un code **n'est pas seulement d'avoir des capacités techniques** sur place dans le pays ou la région. Encore faut-il adopter une **méthodologie cohérente** susceptible de conduire rapidement aux résultats attendus par les pouvoirs publics. Beaucoup de ces codes **s'inspirent du code modèle ASHRAE 90.1**

Les solutions envisagées sont les suivantes :

– Établir la ligne de base des pratiques actuelles de construction dans le pays ;

– Définir la structure de base (plan type) du code et sélectionner les exigences minimales et les paramètres à inclure dans le code ;

15/11/2015 14

-**Réaliser une étude du climat du pays et établir des zones climatiques cohérentes pour les associer aux exigences du code** (par exemple à partir de degrés/jour de chauffage et de climatisation) ;

– **Réaliser les enquêtes de marché et les études technico-économiques** qui permettraient de comparer le surcoût de chaque disposition de la réglementation avec les économies générées à moyen et long termes ;

-**Développer ou adopter des outils de simulations informatiques** afin de faciliter les études paramétriques visant à établir l'efficacité et la pertinence de chaque mesure.

– **Définir l'ancrage du code par rapport au cadre juridique existant** ;
– **Écrire une version préliminaire du** code et procéder à une révision publique;

– **Écrire la version finale du code et en concevoir le plan d'implantation** ;

– **Établir un plan de formation et d'information sur le code tout en prévoyant les règles de mise à jour dans le temps.**

Il est important de noter que **les méthodologies, les outils, et l'information d'un code existant peuvent servir de base au développement d'un code national**. Cela peut être particulièrement utile à des pays ayant **des racines culturelles communes, des traditions techniques similaires et/ou des conditions climatiques comparables.**

La barrière financière

Même lorsque **l'organisation institutionnelle existe**, il est donc important de penser à mettre en place **des mesures d'incitations financières.**

Les solutions envisagées sont les suivantes :

– **Instauration des budgets nationaux récurrents suffisants** pour le développement des codes d'énergie et leurs mises à jour ;

– **Octroi par le gouvernement de mesures d'incitations économiques** (réduction de taxes et déductions fiscales, subventions vertes, etc.)

– **Pour les pays en développement, recours aux fonds dédiés à la protection de l'environnement** (Fonds pour l'environnement mondial et Mécanisme pour un développement propre)

15/11/2015 17

Barrière informationnelle

Cette barrière est liée **au manque d'informations pertinentes** et à l'absence d'un cadre de **communication/information/sensibilisation** qui puisse assurer une meilleure adhésion des différents acteurs concernés : **administrations publiques, institutions de recherche, universitaires, compagnies d'électricité, industriels, associations professionnelles, etc.**

Les solutions envisagées pour vaincre cette barrière incluent nécessairement les aspects suivants :

15/11/2015 18

– La mise en place **d'un plan de consultation du public lors du développement du code;**

– L'édition et la diffusion à l'ensemble des opérateurs du secteur,, des documents à caractère législatif, réglementaire et normatif ;

– L'adoption d'un programme de sensibilisation grand public sur l'efficacité énergétique avec une composante orientée vers les professionnels du secteur de la construction, de l'équipement technique et de la gestion des bâtiments.

15/11/2015 19

3-Les codes (logiciels) utilisés dans le Bâtiment

- Énergétiques: modélisant le comportement thermique (ENERGYPLUS, TRNSYS, CoDyBa…)

- Aéraulique: décrivant les mouvements d'air (AIRNET, COMIS, CONTAM…)

- Hygrique: Représentant l'humidité dans l'air et/ou dans les matériaux (ESP-r, BILGA, COMFIE…)

15/11/2015 20

❑**Classification en termes d'usage des outils traitant du comportement thermique**

➢Obtenir des tendances : PHPP (pour « Passive House Planning Package ») ; ECOTECT …

➢Optimiser l'enveloppe : CoZYBU, COMFIE …

➢Dimensionner les équipements, calculer les consommations ENERGYPLUS, TRNSYS, SIMULINK, SIMBAD, DYMOLA, SPARK…

15/11/2015 24

4-La politique d'efficacité énergétique au Burkina Faso

REALISATION DANS LES BATIMENTS PUBLICS

Dans le cadre de la mise en œuvre des mesures d'efficacité énergétique (EE) dans les bâtiments de l'Administration publique, d'importantes actions ont été réalisées ; il s'agit notamment de :

- La réalisation des audits énergétiques de 25 bâtiments de l'Administration publique ;

15/11/2015 22

-l'installation de 5000 kVar de batteries de condensateurs ;

- l'installation de 29000 lampes basse consommation.

En somme, environ 150754 kWh d'économie d'énergie électrique ont été réalisés en fin 2010.

15/11/2015 23

On peut citer comme autres réalisations :

La couverture du toit de l'immeuble abritant le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable en Cellules photovoltaïques d'une puissance de **78 kWc** ;

Société Générale des Banques du Burkina : **85 kWc** ;
Présidence du Faso **: 201 kWc ;**

Ecole Dassasgo B **: 10 kWc ;**

Fondation 2iE : **20 kWc**

15/11/2015 24

L'utilisation de panneaux solaires dans ces structures ont permis une économie de la consommation d'énergie de près de 25%.

Il y' a donc une prise de conscience du bien fondé de ces expériences pilotes de développement du solaire dans les bâtiment au Burkina.

15/11/2015 25

5-Conclusion

-La promotion d'un dialogue politique entre organismes gouvernementaux, chercheurs, architectes, ingénieurs, industriels et promoteurs immobiliers …, sur d'efficacité énergétique dans le bâtiment.

-le recours aux équipements électriques performants et aux matériaux de construction modernes et efficaces.

- Le développement de métiers nouveaux et d'un nouveau créneau économique (industrie de matériaux d'isolation, double vitrage, équipements à haute performance énergétique, lampes économiques ...).

-Le projet code d'efficacité énergétique de l'UEMOA permettra au Burkina Faso d'économiser 35% d'énergie selon le MMCE

15/11/2015 26

Ouagadougou, le 24/07/2015

PROJET FONRID: Travaux réalisés

Contribution à la maitrise de l'énergie au Burkina: Réglementation thermique et efficacité énergétique dans les bâtiments.

Coordonnateur: Dr Abdoulaye OUEDRAOGO, Maître de Conférence
Présentateur: Dr Ousmane COULIBALY

abdoulay@univ-ouaga.bf;

Plan

1- Introduction

2- Objectifs du projet

3- Travaux réalisés et Résultats Obtenus

4- Conclusion et perspectives

1-Introduction

❖**Maîtrise de l'énergie (efficacité énergétique dans le bâtiment)** ➡ facteur indispensable au développement dynamique et durable du Burkina Faso

❖ **Les codes d' efficacité énergétique vise** ➡ **Réponses à une triple problématique** :

➢L'absence de considérations énergétiques dans la conception et la gestion des bâtiments dans les pays en développement ;

➢La non maîtrise des dépenses énergétiques suite à la fluctuation des coûts du pétrole et du gaz sur le marché international ;

➢La nécessité de réduction de gaz à effet de serre dans le secteur de la construction.

❖**Production d'électricité au Burkina Faso**: 47 % thermique diesel, 12 % hydroélectricité 41 % importation ➡ Augmentation des importations d'hydrocarbures et la pollution de l'environnement

15/11/2015 3

Introduction

Audits énergétique

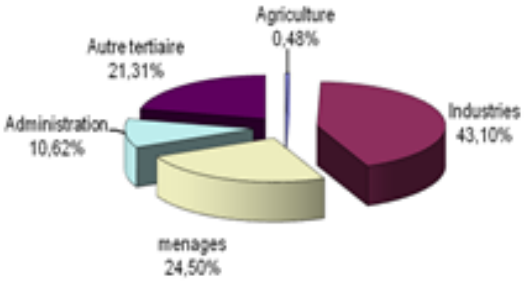


Fig. 1: *Répartition de la consommation d'électricité par secteur d'activité (1987-2002)*

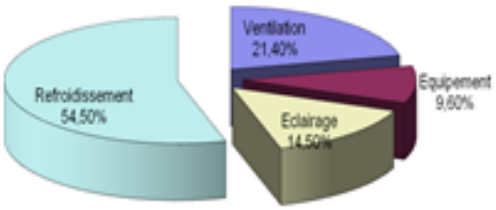


Fig.2: Répartition des besoins énergétiques d' un bâtiment type

❖**Nécessité d'une réglementation thermique et énergétique des bâtiments**

❖**Notre contribution à la maîtrise de l'énergie:** Fournir une base de données scientifiques qui serviront à la mise en place d'une réglementation thermique et énergétique des bâtiments.

15/11/2015 4

2-Objectifs du Projet

De façon spécifique, il s'agira de :

- faire un découpage du Burkina Faso en des zones de caractéristiques climatiques homogène, à partir d'une analyse statistique des données climatiques (températures, humidités relatives, rayonnement, vent etc.);

- déterminer aussi les données climatiques de base (température extérieure de base, humidités relatives, degrés jours etc.) pour le dimensionnement des installations de climatisation et la conception des bâtiments;

15/11/2015 5

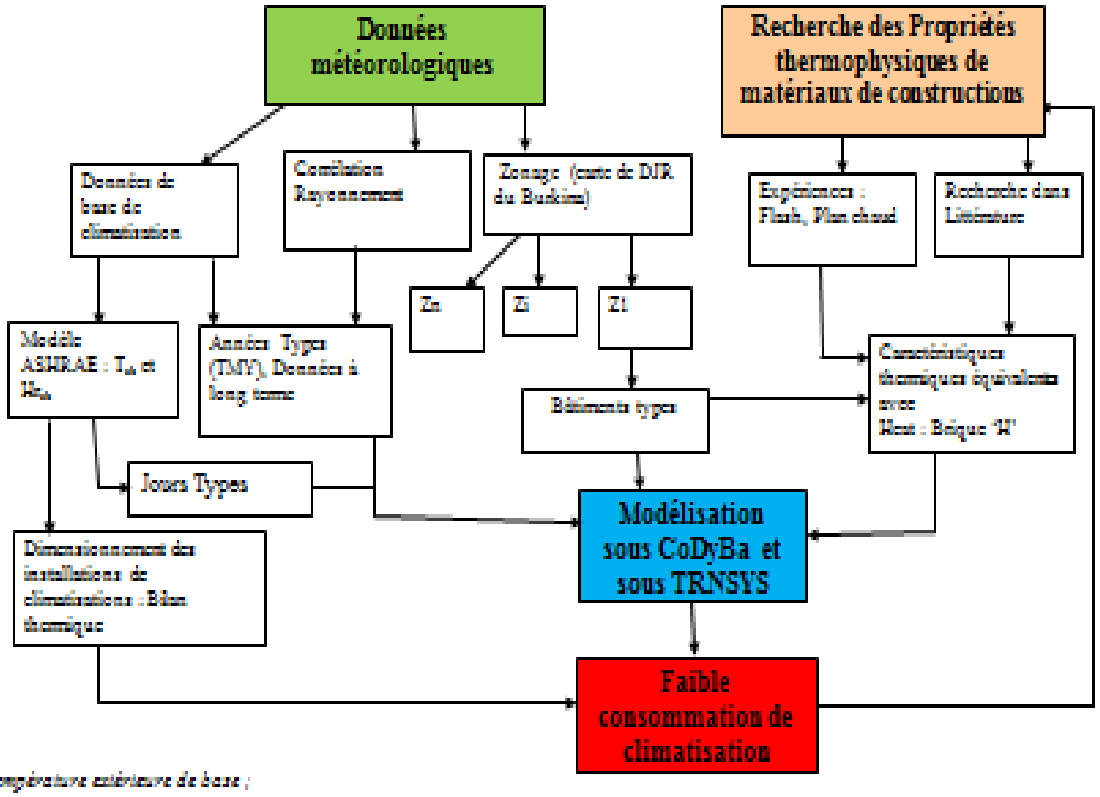
Objectifs du Projet

- déterminer les propriétés hydriques, mécaniques et thermophysiques des matériaux de construction existant et à concevoir;
- faire une simulation du comportement thermique des bâtiments types;
- Concevoir et réaliser un bâtiment bioclimatique
- assurer la maîtrise et la gestion de l'énergie dans les bâtiments ;
- faire une synthèse des résultats à travers un outil simplifié pour le calcul des indicateurs liés à l'exigence réglementaire à l'intention des praticiens.

15/11/2015 6

4- Les Travaux réalisés et résultats Obtenus

15/11/2015 7



T_{ab} : Température extérieure de base ;

Hr_{ab} : Humidité relative extérieure de base

Z1 : Zone climatique 1 ; Zi : $i^{ème}$ zone ; Zn : $n^{ème}$ zone,

n: Le nombre de zones qui sera retenue pour la réglementation

Fig. 3: Représentation Schématique des principaux travaux réalisés (thèse COULIBALY)

15/11/2015 8

❖*Détermination des données de base inspirée du modèle ASHRAE*

✓**Les températures extérieures de base**: une fréquence cumulée de 1,0%, 2,5%, 5,0% pour la saison chaude (3672h) et 0,4%; 1,0% ; 2% sur l'année (8760h) données horaires sur 15 ans (1992 à 2006).

✓**La moyenne des humidités relatives associées** aux valeurs des températures extérieures correspondantes aux fréquences cumulées de 1%, 2,5%, 5% pour la saison chaude et 0,4%; 1,0% ; 2% sur l'année.

✓ **La moyenne des amplitudes journalières** pour la période considérée.

❖**Les Années Météorologiques Types** déterminés par la **méthode de Sandia** et l'aide du **code TRNSYS**

15/11/2015 9

Tableau 2: Comparaison des résultats obtenus à Ouagadougou à ceux de ASHRAE (1997) de deux pays voisins et de la Tunisie à Remada

Période et ville	Latitude	Longitude	Altitude	Fréquence (%)	T_{ae}(°C)	Hr_{ae} (%)	Amplitude (°C)
(Ouaga) 0h-23h (24h) Saisonnière 1992-2006	12,35N	1,52W	296	1,0 2,5 5,0	41,0 40,0 39,0	10,4 12,2 15,0	12,3
(Ouaga) 7h-18h (12h) Saisonnière 1992-2006	12,35N	1,52W	296	1,0 2,5 5,0	41,2 40,5 40,0	10,3 10,8 12,2	12,3
(Ouaga) 0h-23h (24h) Annuelle 1992-2006	12,35N	1,52W	296	0,4 1,0 2,0	41,3 41,0 40,5	10,3 10,4 11,8	12,8
Tunisie (Remada) 1983-1997	32,31N	10,40W	300	1,0 2,5 5,0	43,0 41,0 40,0	10,0 12,0 14,0	14 ,4
Mali : Par ASHRAE (Bamako) 1982-1993	12,53N	7,95W	381	0,4 1,0 2,0	40,0 39,2 38,3	14,9 16,2 17,9	12,3
Niger : Par ASHRAE (AGADEZ) 1982-1993	16,97N	7,98E	502	0,4 1,0 2,0	42,1 41,4 40,7	09,4 10,3 11,0	12,5
Niger : Par ASHRAE (Niamey) 1982-1993	13,48N	2 ,17E	227	0,4 1,0 2,0	42,1 41,2 40,3	15,1 16,3 17,0	13,2

10

❖ Données climatiques- Années météorologiques types

Tableau 3: Les différentes années météorologiques types

	Années météorologiques types									
Mois	Sandia1		Sandia2		Sandia3		Sandia4		Crow	
	Année	FSmin	Année	FSmin	Année	FSmin	Année	FSmin	Année	Ecartmin
Janvier	2003	0,021	1998	0,021	1994	0,028	1994	0,030	1998	0,138
Février	1993	0,022	1993	0,019	1992	0,025	1992	0,022	1993	0,122
Mars	2006	0,015	2006	0,015	2003	0,029	2006	0,027	2001	0,094
Avril	2002	0,022	1995	0,020	2002	0,025	2002	0,026	1993	0,031
Mai	2005	0,010	2005	0,009	2001	0,022	2001	0,024	1996	0,073
Juin	1993	0,009	1993	0,008	1996	0,025	1996	0,024	1996	0,005
Juillet	1994	0,007	1994	0,007	1994	0,021	1994	0,022	1995	0,006
Août	2005	0,008	2005	0,008	2003	0,025	2006	0,023	2005	0,013
Septembre	2001	0,009	2001	0,008	2006	0,024	2006	0,021	2001	0,016
Octobre	1993	0,010	1993	0,010	1992	0,022	1999	0,022	2006	0,066
Novembre	2002	0,016	2002	0,014	2001	0,025	2001	0,026	2005	0,110
Décembre	2005	0,016	2005	0,016	1998	0,022	1998	0,023	2002	0,123

-Sandia1 : méthode de Sandia avec WF_T=50% et WF_H=50%
-Sandia2 : méthode de Sandia avec WF_T=2/3 et WF_H=1/3
-Sandia3 : méthode de Sandia avec WF_T=2/7, WF_H=1/7 et WF_R=4/7
- Sandia4 : méthode de Sandia avec WF_T=3/8, WF_H=1/16, WF_V=1/16 et WF_R=1/2

15/11/2015 11

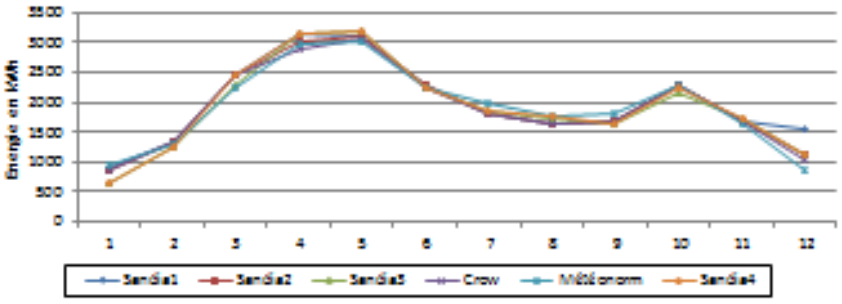


Figure N° 4: Consommations mensuelles des climatiseurs en fonction des années types

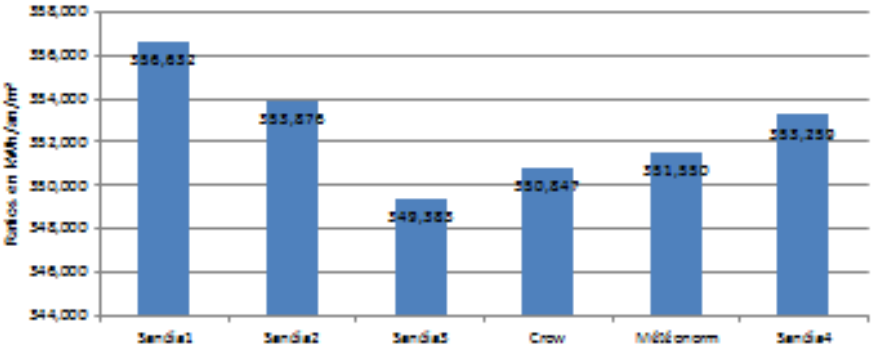


Figure N° 5 Les ratios de consommation énergétique annuelle en fonction des années types

12

Paramétrages pour le zonage thermique

- **Zonage de la Tunisie: Lois de Zonage**
- **Paramétrages proposées au Burkina**

Tableau 1 : Données utilisées pour le paramétrage

Station	OUAGA	DORI	Ouahigouya	Dédougou	Bogandé	Fada	Bobo	Boromo	Pô	Gaoua
DJR (Base 26°C)	840,37	1087,87	948,93	835,99	898,51	776,42	521,95	780,61	654,23	553,97
Durée d'insolation (heure)	8,37	8,92	8,6	8,55	8,54	8,38	7,58	7,63	8,01	8,09
Humidité (%)	48,08	37,91	42,00	47,39	41,57	51,25	57,96	52,14	55,01	62,48
Tmax (°C)	37,60	40,44	38,66	37,97	37,78	37,41	34,98	37,51	36,17	35,37
H (kJ/ (m².jour))	18528	21806	18326	19136	19338	19454	18608	19158	18474	16842

Lois de zonage et carte de DJR

DJR= -834,3324+138,3384*λ-15,56876*L_{ong}-0,103464*h avec R=0,97

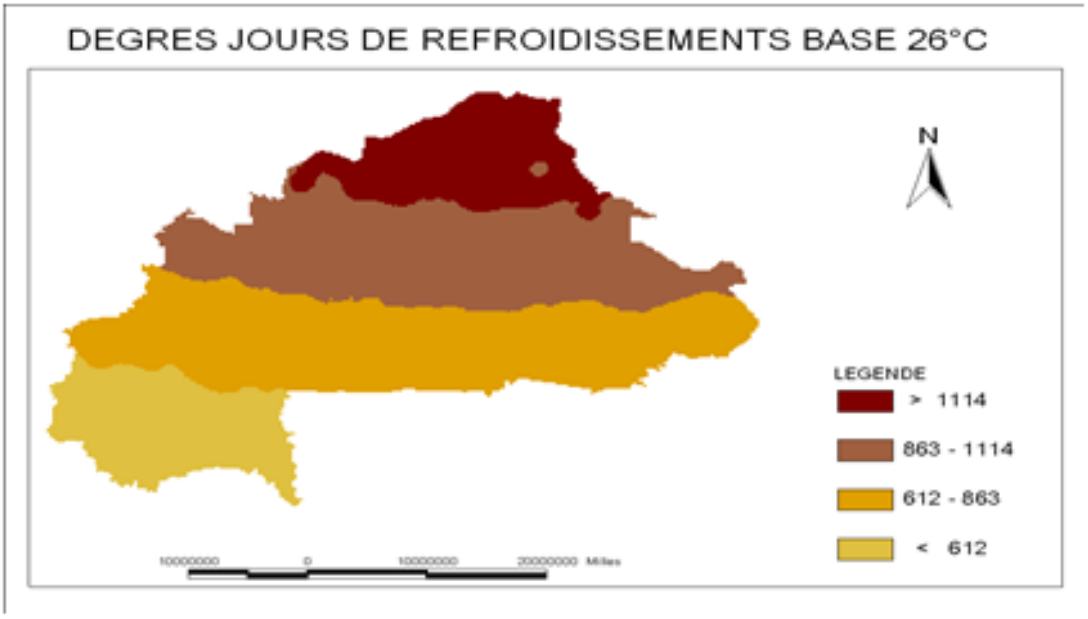


Figure 6: Degrés jours de refroidissements, base 26°C

- 38 <**Tmax**<40°C. (Une moyenne maximale de 39°C,)
- 40% < **Hr** < 53 %. (moy 46 ,5%)
- 7,8 <**N**< 8,5. (Moy 8,15 h)
- 690 <**DJR**<1100 °C. moy (895°C)
- 18550<**RG**<20250. (moy 19400 kJ/(m^2.jour))

Figure 7: Zone climatique II

Les matériaux de constructions

Nous travaillons en collaboration **avec l'entreprise Zi Matériaux** qui est spécialisée dans la Production et la Distribution des Eco-Matériaux de construction.

Nous avons fait quelques prélèvements dans leur carrière située à Loumbila pour des analyses **au Laboratoire National du Bâtiment et des Travaux Publics**.

Les échantillons de sol prélevés sont de type **Grave Argileuse Latéritique (GAL)**.

Les analyses effectuées sont: **la granulométrie, la sédimentation, les limites d'Atterberg et les essais de Proctor modifié et de Portance CBR.**

❖ Caractéristiques des matériaux formulés (BTC)

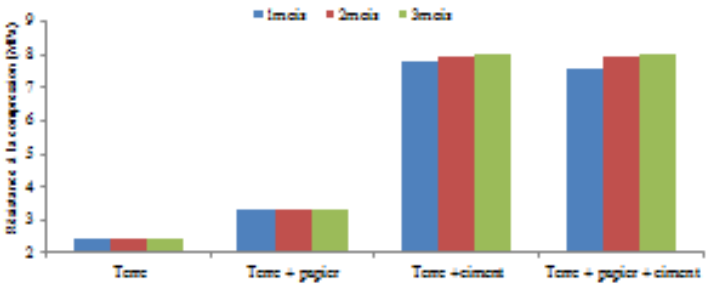


Figure 8 : Résistance à la compression en fonction de l'âge des BTC

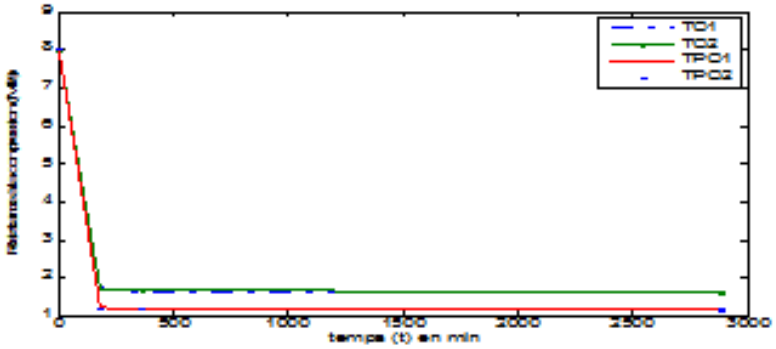


Figure 9 : La résistance à la compression des BTC en fonction du temps d'immersion.

Tableau 4 : les valeurs des résistances à la flexion et des masses volumiques des blocs

Echantillons	Résistances à flexion à trois points (MPa)	Masses volumiques (kg/m³)
Terre (T)	0,205	1835,45
Terre-Papier (TP)	0,248	1745,34
Terre-Ciment (TC)	0,689	1959,76
Terre-Papier-Ciment (TPC)	1,132	1820,47

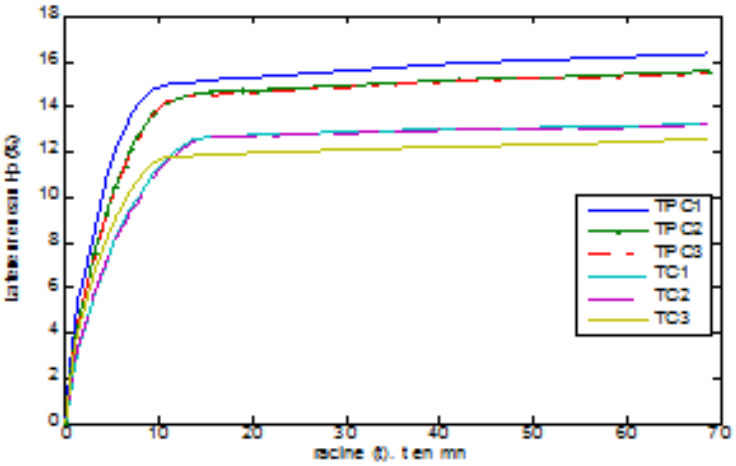


Figure10: les teneurs en eau des blocs en fonction du temps d'immersion.

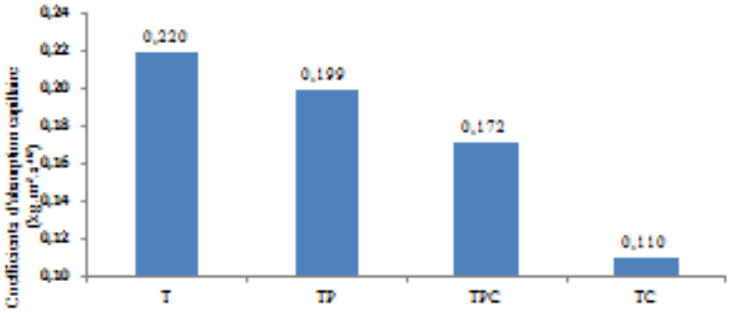
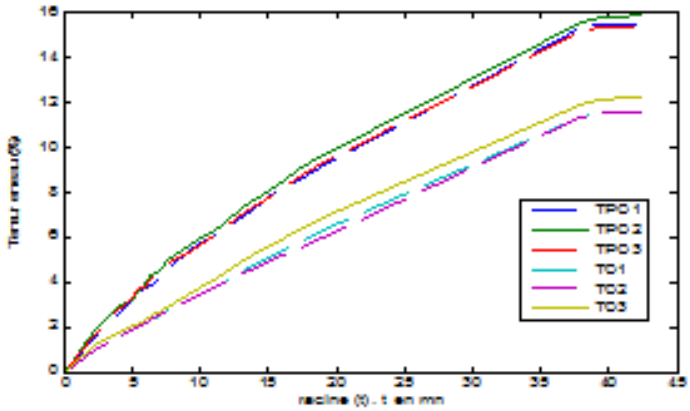


Figure 11 : Les coefficients d'absorption capillaire des différents types de BTC

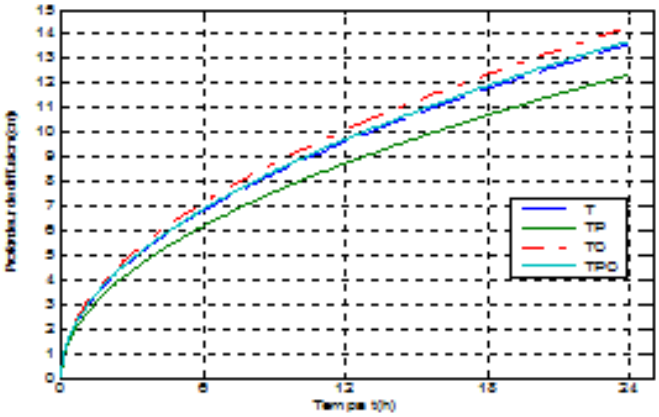


15/11/2015 19

Figure 12 : La teneur en eau des BTC en fonction du temps.

Tableau 5 : Les Propriétés thermophysiques des blocs de terre comprimée

Propriétés	Terre	Terre + papier	Terre + ciment	Terre + papier + ciment
λ (W/(m.K))	0,556 ± 0,006	0,490 ± 0,004	0,671 ± 0,009	0,588 ± 0,006
C (MJ/ (m².K)	2,602 ± 0,034	2,778 ± 0,025	2,925 ± 0,038	2,842 ± 0,026
ρ (kg/m)	1835,450 ± 27,532	1745,340 ± 26,175	1959,760±28,392	1820,470±27,207
Cp (kJ/ (kg.K)	1,417 ± 0,018	1,592 ± 0,014	1,492 ± 0,019	1,561 ± 0,014
E ((kJ.W)$^{1/2}$/(m².K))	38,020 ± 0,339	36,826 ± 0,327	44,214 ± 0,581	40,638 ± 0,389
α (10^{-7} m²/s)	2,140 ± 0,023	1,767 ± 0,016	2,360 ± 0,034	2,180 ± 0,023



15/11/2015 20

Figure 13: Propagation de la chaleur pour différents matériaux en fonction du temps de diffusion

Tableau 6: Les propriétés thermophysiques des blocs latéritiques taillés

	Bobo-Dioulasso	Réo	Yako
Conductivité thermique (W/(m.K))	0,577	0,444	0,469
Masse volumique (kg/m^3)	1892,293	1813,024	1853,319
Capacité thermique (J/(kg.K))	1027,853	1143,945	982,562
Diffusivité thermique (10^{-7} m^2/s)	2,973	2,145	2,783
Effusivité thermique ((kJ.W)$^{1/2}$/(m^2.K)	33,500	30,316	28,114

15/11/2015 21

RAPPORT DE L'ENQUETE SUR LA CONSOMMATION ELECTRIQUE DANS LES MENAGES DES VILLES DE OUAGADOUGOU ET BOBO DIOULASSO

L'objectif de l'étude, est de **déterminer la consommation électrique globale des ménages, distinguer les postes les plus consommateurs et déterminer le potentiel d'économie d'énergie**.

I. Méthodologie de mise en œuvre des enquêtes

Le questionnaire

Le questionnaire est structuré en **deux (02) parties composées essentiellement de 23 questions à choix multiples.**

- Les **caractéristiques générales du ménage** (localisation, profession du chef de famille, âge, taille du ménage) et du logement qu'il occupe (type d'habitation, surface, âge du logement).
- **Les pratiques de consommation électrique et sur les utilisations** des appareils électriques et leur efficacité énergétique.

15/11/2015 22

Échantillonnage .

Nous avons opté pour l'échantillonnage aléatoire simple qui consiste à **sélectionner les répondants au hasard** à partir d'une population. L' échantillon est construit de tel sorte que les observations soient généralisables à l'ensemble de la population.

En général, un échantillon de 300-400 individus fournit donc de bon résultats mais plus **l'échantillon est grand plus l'estimation est précise.**

15/11/2015 23

Réalisation des enquêtes

Au total 1300 ménages ont été enquêtés soit **800 à Ouagadougou** et **500 à Bobo-Dioulasso**.

La procédure suivi est de choisir au hasard un premier ménage dans chaque secteur.

A la suite de ce premier ménage un saut de 5 ménages sera respecté jusqu'à atteindre le nombre de ménages souhaité c'est-à-dire 15.

En cas de refus d'un ménage, de manque d'électricité ou de compteur unique pour plusieurs ménages, le ménage suivant sera systématiquement enquêté pour le remplacer.

15/11/2015 24

Les ménages sont enquêtés avec une répartition conforme à ce qui figure dans le tableau suivant.:

Tableau 7: Statistiques sur les enquêtes menés dans les deux villes

Ville	Enquêteurs	Ménages	secteurs	Ménages /jour	Durée (jours)	Ménages/ secteur
Ouaga	9	800	55	18	5	15
Bobo	6	500	33	18	5	15
Total	15	1 300	88	260	10	15

15/11/2015 25

LE TAUX D'EQUIPEMENT

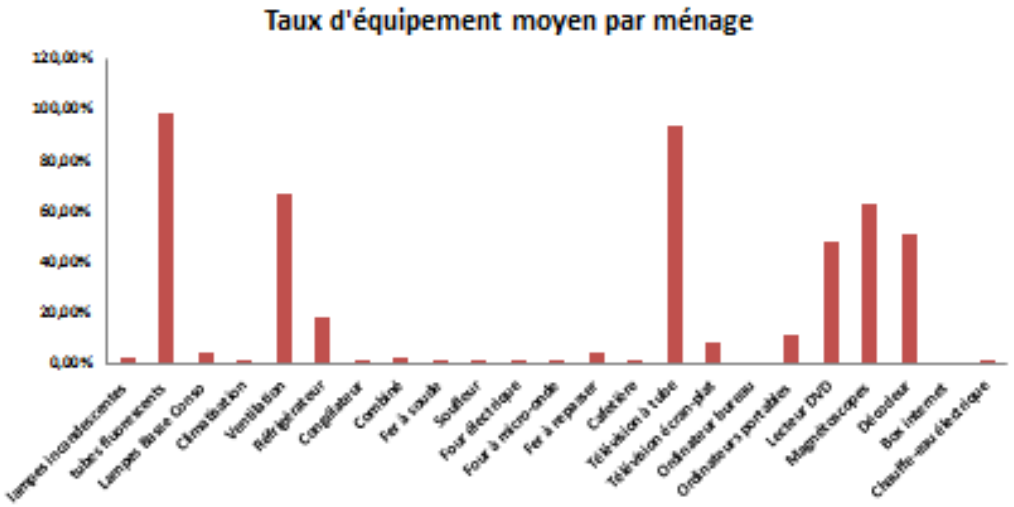


Figure 14: Taux d'équipement moyen par ménage

La tendance générale est la présence des appareils électroménagers(les réfrigérateurs, les congélateurs, …) de classe énergivore (France au revoir), des lampes fluorescentes , des télévisions à tube dans les ménages.

15/11/2015 26

Consommation annuelle d'électricité moyenne par ménage (821 kWh/an/ ménage)

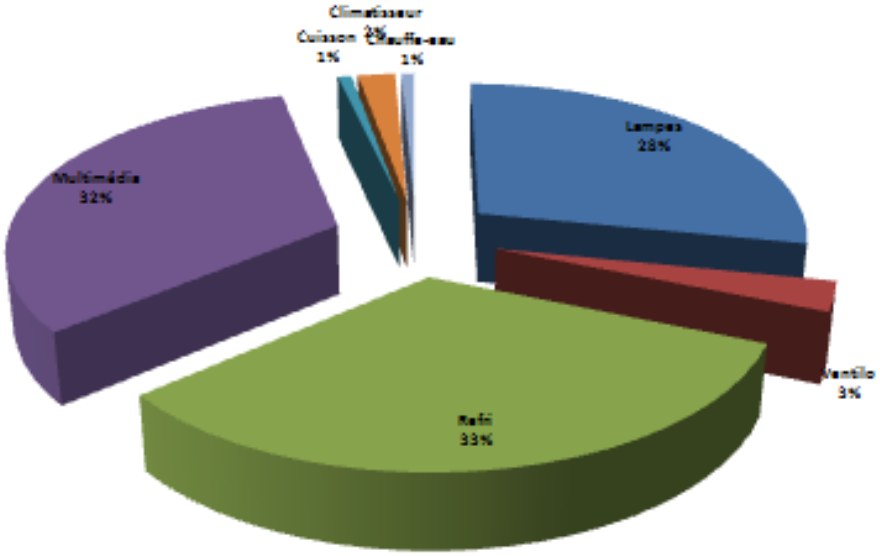


Figure 15:Consommation annuelle d'électricité moyenne par ménage

15/11/2015 27

Bilan des puissances par poste

Le bilan de puissance est le regroupement de puissances moyennes de différents appareils ceci pour obtenir une répartition moyenne des puissances installées. Pour un ménage burkinabè elle est environ 561 W et repartie comme suit :

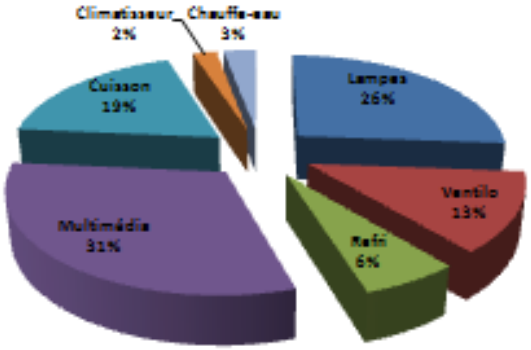


Figure 16:Bilan des puissances par poste

Il est a noté une forte puissance électrique installée pour les postes multimédia environ 31%, éclairage environ 26%, la cuisson, la ventilation et les réfrigérateurs respectivement environ 19%, 13% et 6%.

15/11/2015 28

Le potentiel d'économie d'énergie

Le scénario suivant propose un potentiel d'économie d'énergie :

•Remplacer toutes les ampoules incandescentes et fluorescentes par des lampes basses consommations ;

•Remplacer les climatisations et le gros électroménager (réfrigérateurs, congélateur,…) par des appareils de classes de A, A+ ou A++.

•Supprimer toutes les veilles des appareils ;

•Remplacer tous les chauffe-eau électriques par des chauffe-eau solaires.

Consommation d'énergie avant et après MDE par poste

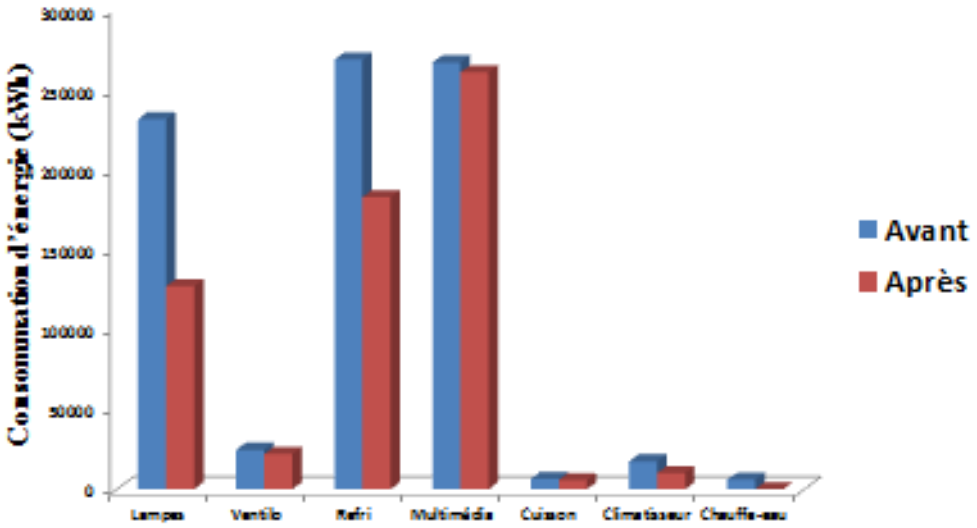


Figure 17: Consommation d'énergie avant et après MDE par poste

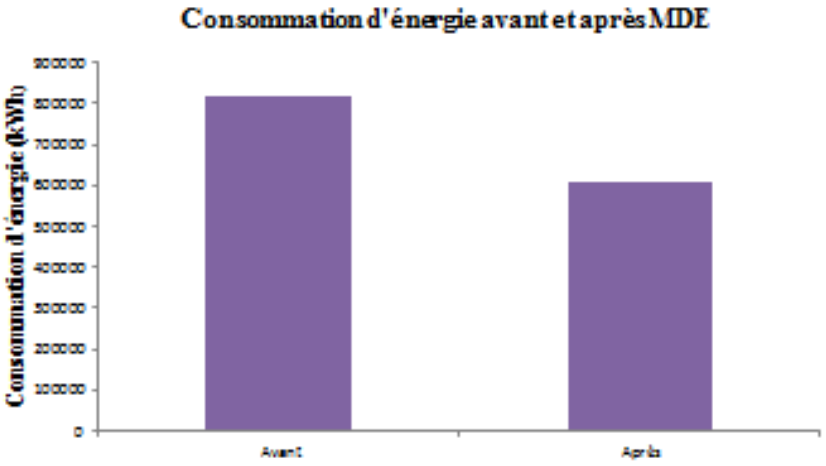


Figure 18: Consommation d'énergie avant et après MDE

La consommation initiale **avant MDE est de 821kWh/an** en réalisant des actions de MDE **celle-ci atteint 607 kWh/an**.
En suivant le scénario de MDE, il est possible de faire une **économie de 17% sur la facture électrique soit 136 kWh économisés par an et par foyer.**

15/11/2015 31

- Cette étude servira **aussi d'information et de sensibilisation des ménages sur les modes de consommations et la possibilité de réduire sa facture énergétique.**
- L'étude permettra ainsi aux **pouvoirs publics** de mettre en œuvre des **actions de maîtrise de l'énergie.**

- Il reste cependant à **évaluer le temps de retour à l'investissement et à étendre l'étude sur la consommation énergétique des ménages dans les autres villes et aussi pour les autres secteurs (industries, hôtels etc.)**

15/11/2015 32

Conclusion et perspectives

En récapitulatif, les principaux résultats obtenus sont:

✓*les données climatiques de base pour le dimensionnement des installations de refroidissement sont évaluées par la méthode ASHRAE;*

✓*des années météorologiques types sont déterminées pour dix stations synoptiques du Burkina Faso;*

✓*les données sur les Degrés Jour de Refroidissement (DJR) sont connus pour dix stations synoptiques du Burkina Faso;*

✓*Une carte de données climatique de base pouvant être utilisé pour le dimensionnement des installations de refroidissements est établie.*

15/11/2015 33

✓*les propriétés thermophysiques de quelques matériaux tels : les Bloc de terre comprimés, les blocs latéritiques ,la terre-argileuse, le parpaing en ciment et la brique H, sont déterminées.*

✓*les coefficients de déperditions de quelques ponts thermiques sont évalués à l'aide du logiciel HEAT*

✓ *les consommations énergétiques de quelques modèles de bâtiment sont simulées à l'aide des logiciels CoDyBa et TRNSYS.*

✓*Un logiciel simplifié de calcul de charges thermiques de climatisation est réalisé sous excel*

✓*L'étude des performances thermiques et énergétiques d'un hôtel localisé dans la ville de Ouagadougou (l'hotel Amiso)*

.

15/11/2015 34

▪Quelques activités de l'an 2 du projet restent à réaliser notamment la construction de l' habitat type et la synthèse de l'ensemble des travaux menés.

▪ Le projet a contribué également :

-à la réalisation de trois thèses dont une sera soutenue le 27/07/2015 .

- à la préparation et au dépôt d'un brevet.

▪Des travaux non liés directement au projet sont menés par l'équipe de recherche et feront l'objet de présentation au cours de cette conférence dont l'Atlas éolien du Burkina Faso

Les Publications

Quelques Publications réalisés sur le thème par l'équipe de recherche

1- E. Ouedraogo, O. Coulibaly et A. Ouedraogo, Elaboration d'une année météorologique type de la ville de Ouagadougou pour l'étude des performances énergétiques des bâtiments. Revue des Energies Renouvelables Vol. 15 N°1 (2012) 77 – 90

2- O. Coulibaly, A. Ouedraogo, F. Kuznik, D. Ballis, J. Koulidiati: Investigation of building energy autonomy in the sahelian environment, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 29 (2012) .

3- O. Coulibaly, A. Ouedraogo, J. Koulidiati, A.J. GARANE : Données climatiques de base pour le dimensionnement des installations de refroidissement en climat tropical sec. Application à un bâtiment à Ouagadougou, Burkina Faso, J.Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), 2011, série E, 13(2) : 25-31.

4.-D. Y.K. Toguyeni, O. Coulibaly, A. Ouedraogo, J. Koulidiati, Y. Dutil, D. Rousse : Study of the influence of roof insulation involving local materials on cooling loads of houses built of clay and straw Original Research Article, Elsevier, Energy and Buildings 50 (2012) 74–80

5- O. Coulibaly, F. Kuznik, D. Ballis, A. Ouedraogo : Etude de l'influence des matériaux de construction sur les charges de climatisation d'une maison individuelle en climat tropical sec ; Conférence IBPSA France –Moret-Sur-Loing, 9-10 Novembre 2010.

6- E. Ouedraogo, O. Coulibaly, A. Messan, K. Kabore, A. Ouedraogo : Etude des blocs de terre comprimée stabilisés au papier (cellulose) et au ciment ; Conférence Internationale sur les éco-matériaux de construction, Burkina ; 10-12 juin 2013.

7- *Emmanuel Ouedraogo a, Ousmane Coulibaly b, Abdoulaye Ouedraogo a*, Adamah Messan c*, Mechanical and Thermophysical Properties of Cement and/or Paper (Cellulose) Stabilized Compressed Clay Bricks , JOURNAL OF MATERIALS AND ENGINEERING STRUCTURES 2 (2015) 68–76

8 - A. Moussa, S.S. Sidibé and A. Ouedraogo, Influence of Storage Time on the Quality of Jatropha Curcas Extracted Seed Oil