



# Effet de l'Orientation d'une Habitation en Brique Creuse sur les Températures Intérieures

M. Hamdani<sup>1</sup>, S.M.A. Bekkouche<sup>1</sup>, T. Benouaz<sup>2</sup>, M.K. Cherier<sup>1</sup> et N. Benamrane<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche Appliquée en Énergies Renouvelables, URAER Ghardaïa

<sup>2</sup>Laboratoire de Physique Electronique et Modélisation, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen.

M.Hamdani, E-mail: HamdaniMaamar@yahoo.fr

**Résumé** — L'orientation et le rayonnement solaire du bâtiment, sont des facteurs significatifs de la conception. Dans les régions chaudes, comme Ghardaïa qui reçoit la lumière du soleil toute l'année, les bâtiments devraient être orientés de façon pour réduire au minimum le gain solaire, et de maximiser la ventilation naturelle. Cet article décrit une enquête sur l'effet de l'orientation du bâtiment en brique, l'habitation formée de deux niveaux (rez-de-chaussée + Premier étage) a été sélectionnée pour l'étude de cas. Les résultats montrent que l'impact de l'orientation est perceptible dans la création du confort intérieur, et suivant le degré d'exposition de la façade au rayonnement solaire direct qui influe directement sur l'élévation de la température intérieure. Les résultats ont révélé que la radiation solaire directe a participé dans la performance des pièces étudiées, le fait est dû à l'inefficacité des protections utilisées et par le manque d'ombrage. À la lumière de ces études, nous allons étudier l'influence de l'orientation de l'enveloppe d'un bâtiment en brique creuse sur les températures intérieures.

**Mots-clés** — Température – Brique Creuse – Isolation Thermique – Orientation – Enveloppe

## I. INTRODUCTION

L'architecture bioclimatique est une discipline de l'architecture qui valorise l'environnement géographique et climatique d'un bâtiment, dans le respect des modes et rythmes de vie ainsi que de la santé des usagers du bâtiment.

Elle concerne tous les types de bâtiments, habitat, tertiaire et industriel. Elle a pour objectif de réduire au minimum les besoins énergétiques du cycle de vie d'un bâtiment (construction, exploitation, rénovation, déconstruction) sans créer de pression sur les ressources environnementales, afin de maintenir des températures constantes et agréables, tout en contrôlant l'hygrométrie, l'acoustique, la qualité de l'air et la lumière intérieures [1,2].

Une construction bioclimatique est un bâtiment dans lequel le confort est assuré en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire, de l'inertie thermique des matériaux et du sol et de la circulation naturelle de l'air. Cela passe par une meilleure mise en adéquation de la construction avec le comportement de ses occupants, avec son environnement et son climat, pour réduire au maximum les besoins de chauffage, de rafraîchissement et de traitement de la qualité de l'air.

Une construction bioclimatique peut assurer les besoins de confort thermique et hygrométrique uniquement grâce au soleil. Ce résultat est obtenu par un choix rigoureux dès la conception, prenant en compte l'orientation et les ouvertures au soleil, mais aussi la qualité des matériaux et des formes architecturales, et les méthodes de renouvellement de l'air intérieur.

L'orientation d'un bâtiment répond à plusieurs critères: les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour le chauffage, ou au contraire la nécessité de s'en protéger pour éviter les surchauffes d'été, la protection du vent en hiver ou en tirer profit pour le rafraîchissement d'été, sont autant de paramètres importants pour le choix de l'orientation.

## II. PLAN DESCRIPTIF ET ESTIMATION DES ECLAIREMENTS INCIDENTS

Les logements de Ghardaïa ont été notre source d'inspiration dans la proposition de ce plan. Il est adapté aux commodités de la vie contemporaine, tel que l'utilisation des matériaux locaux à l'image de la pierre, le plâtre, la chaux et même le ciment mortier. La figure 1 est une schématisation d'une habitation réelle située au rez-de-chaussée ou au premier étage comprenant les éléments suivants:

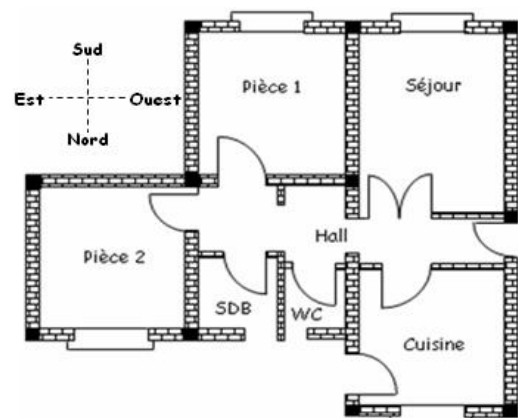


Fig. 1. Plan descriptif de l'habitat.



## Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

### The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



– Parois extérieures constituées d'une structure lourde en 40 cm de pierre, en deux couches de 1.5 cm du ciment mortier et en couche supplémentaire de 1 cm de plâtre.

– Les parois intérieures (murs de refend) dont les faces sont seulement en contact avec l'ambiance intérieure sont composées d'une structure lourde de 15 cm de pierre, de deux couches de 1.5 cm du ciment mortier et de deux couches de 1 cm de plâtre.

– Le plancher est posé sur une terre pleine et plate pour le logement du rez-de-chaussée. Il est situé et coulé directement sur le sol, n'occasionne que peu de déperditions. La forme est constituée de sable, du béton et du carrelage. C'est un revêtement de finition, permet un traitement surfacique, antidérapant, résistant à l'usure, aux produits chimique...

– Le toit est composé d'hourdis ciment, d'une dalle de béton, du sable et du ciment mortier de telle façon que les fondations tiennent le coup et acceptent la charge. Pour permettre l'écoulement des eaux, on aura une petite pente (moins de 5%) et plusieurs trous d'évacuation. Jusqu'à présent, les toits plats étaient plus perçus comme des nids à infiltration que comme une solution architecturale [3, 4].

Pour l'estimation des éclairiments reçus sur les différentes surfaces verticales et horizontales, Le modèle de Capderou est généralement le plus favorable pour un ciel totalement clair. Cette section consiste à simuler les différents éclairiments solaires incidents sur chaque surface réceptrice [5]. C'est pour cette raison que nous avons tracé les courbes dans la figure (2) qui représentent les variations instantanées des éclairiments solaires incidents sur le toit et sur les murs de l'habitat pour différentes orientations.

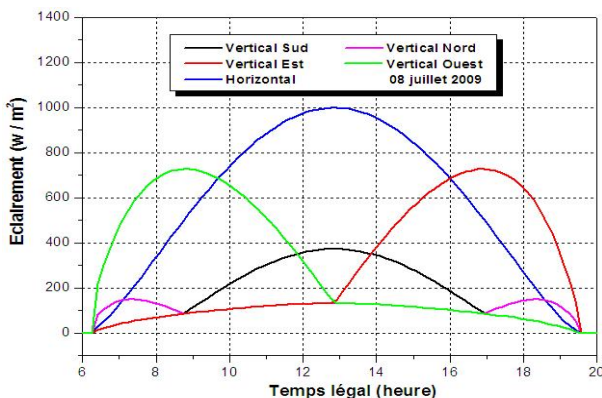


Fig. 2 Eclairiments solaires incidents sur le toit et sur les murs de l'habitat pour différentes orientations, 08 juillet 2009.

### III. MODÉLISATION ET SIMULATION NUMÉRIQUE

L'architecture bioclimatique fait appel à des procédés passifs et ne requiert pas de techniques particulières. Elle demande d'abord du "bon sens". Des simulations thermiques

dynamiques permettent ensuite d'étudier la conception du bâtiment et de fournir différentes solutions. Ces études nécessitent des connaissances spécifiques en physique du bâtiment que les architectes se doivent d'acquérir. Dans le domaine de l'énergétique des bâtiments, le modèle numérique prédictif est devenu en quelques années un outil très utilisé.

Dans un bâtiment, les températures intérieures peuvent être modélisés de façon plus ou moins précise. Le niveau de précision variera d'une évaluation globale des flux de chaleur. Le modèle proposé permet de prendre en compte d'une part les flux sollicitant le système tels que rayonnement solaire et température ambiante, d'autre part l'ensemble des transferts de chaleur inhérents au milieu des pièces de l'habitat.

#### A. Modèle Mathématique

On propose des modèles mathématiques qui permettent d'évaluer les performances énergétiques de cet habitat. Ces modèles ne concernent que les échanges thermiques. Nous avons comparé essentiellement les différentes valeurs de température de l'air intérieur fournies par les études avec celles acquises. Nous avons ensuite évalué et déterminé l'effet de l'orientation sur la température intérieure d'une pièce d'un habitat.

Pour compléter les modèles mathématiques, il faut déterminer également les conditions aux limites, environnantes et les conditions initiales pour la pièce et pour le salon. Alors, il faut mesurer par exemple les températures du sol à une profondeur  $z$  donnée. Nous avons mesuré aussi les températures des portes et des fenêtres puisque ces dernières rentrent dans les bilans énergétiques globaux.

Le coefficient de transfert par rayonnement d'une surface  $i$  avec le ciel est [6,7] :

$$h_{riciel} = \frac{\sigma (T_{ciel} + T_i) (T_i^2 + T_{ciel}^2)}{\frac{1 - \epsilon_{ciel}}{\epsilon_{ciel}} + \frac{1}{F_{i\ ciel}}} \quad (1)$$

Avec

$$T_{ciel} = 0.0552 T_{am}^{1.5} \quad (2)$$

Le coefficient de transfert par rayonnement d'une surface  $i$  avec le sol extérieur est :

$$h_{ri\ solect} = \frac{\sigma (T_{solect} + T_i) (T_i^2 + T_{solect}^2)}{\frac{1 - \epsilon_{solect}}{\epsilon_{solect}} + \frac{1}{F_{i\ solect}}} \quad (3)$$



On exprime le flux thermique échangé par convection avec l'ambiance par :

$$Q_{cviam} = h_{cviam} S_i (T_i - T_f) \quad (4)$$

Les bilans énergétiques des surfaces intérieures et extérieures sont donnés par les équations suivantes :

$$m C_p \frac{dT}{dt} = \sum Q_{absorbées} - \sum Q_{émises} \quad (5)$$

L'idée est d'avoir tout d'abord une comparaison sur les températures de l'air et de chaque surface pour identifier convenablement les directions des transferts de chaleur. Cette étude théorique est réalisée durant une période chaude [6]. Elle est basée sur des remarques préliminaires qui nous conduisent à décider et de juger que :

$$T_{mur\ sud} > T_{mur\ ouest} > T_{toit} > T_{air} > T_{mur\ est} > T_{sol} > T_{mur\ nord}$$

#### IV. LES PROPRIETES THERMOPHYSIQUES DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

L'apparition de nouvelles exigences qualitatives sur notre environnement, a conduit les architectes à se réintéresser aux matériaux et à leur mise en oeuvre. Ces recherches s'accompagnent d'une prise en compte des nouveaux facteurs de notre économie, par exemple le coût écologique. Le choix des matériaux de construction, joue un rôle important dans le confort des locaux. Les matériaux idéaux sont ceux qui offrent une grande capacité calorifique. Favorisant ainsi une absorption du rayonnement solaire le jour et assurant une restitution de la chaleur la nuit, tel que la pierre et l'argile. Selon les conditions climatiques extérieures, les parois (opaques ou transparentes) influent sur la modification des conditions intérieures, cependant le choix du matériau dépend des trois principales propriétés thermiques à savoir ; l'absorption, la conduction de la chaleur par le matériau et la capacité thermique du matériau. Ces derniers déterminent le bilan des échanges de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur.

##### A. La Brique Creuse

Le mur creux se compose d'une paroi intérieure et d'une paroi extérieure, séparées par un vide d'air. C'est est une méthode de construction qui a eu beaucoup de succès dans les régions très touchées par les averses: la paroi extérieure sert en quelque sorte d'imperméable au bâtiment, tandis que la paroi intérieure en constitue la structure portante. Mais généralement, les parois ne sont pas isotropes, c'est le cas le plus couramment rencontré dans la réalité. En supposant donc

que le transfert est perpendiculaire et unidirectionnel et en tenant compte des axes de symétrie, on peut se ramener au calcul du flux et de la résistance thermique R équivalente à travers les éléments du mur. Comme en électricité, si les résistances thermiques sont en série, la résistance équivalente est égale à la somme des résistances et si les résistances thermiques sont en parallèle, l'inverse de la résistance équivalente est égale à la somme des inverses des résistances.

Sachant que la conductivité thermique  $\lambda$  est le flux de chaleur qui traverse un matériau d'un mètre d'épaisseur par unité de surface et par un degré de différence de température. Nous retenons la valeur de conductivité thermique suivantes:

$$\lambda_{brique} = 0.5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}.$$

##### B. Schémas Descriptifs et Electriques Equivalents à une Brique Creuse

La brique est un parallélépipède rectangle, de terre argileuse crue et séchée au soleil ou cuite au four, utilisé comme matériau de construction. L'argile est souvent mêlée de sable. Les dimensions (figure 3) et le schéma électrique équivalent (figure 4) sont représentés ci dessous:

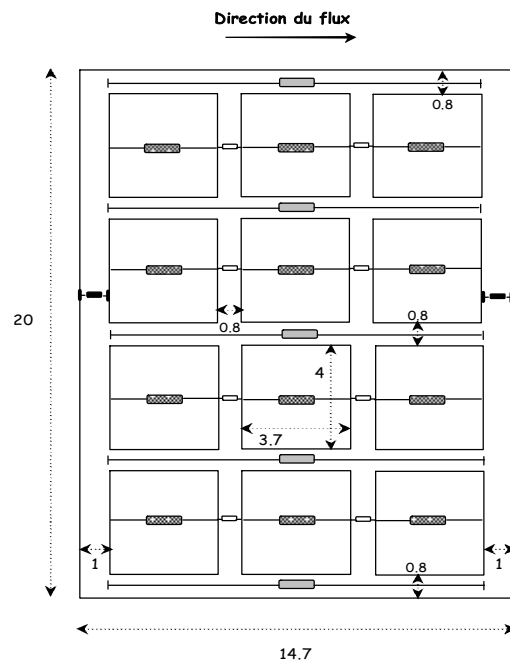


Fig. 3. Dimensions d'une brique creuse (en cm).

Le calcul des résistances thermiques équivalentes  $R_{brique}$  nous amène à déduire immédiatement les valeurs des résistances thermiques des murs. On sera obligé de respecter la loi d'Ohm mais avec une analogie thermique.

Les circuits correspondants ont été conçus sur ce principe; la tension remplacée par la température, le courant remplacé par



la puissance thermique (flux de chaleur) et la résistance électrique remplacée par la résistance thermique.

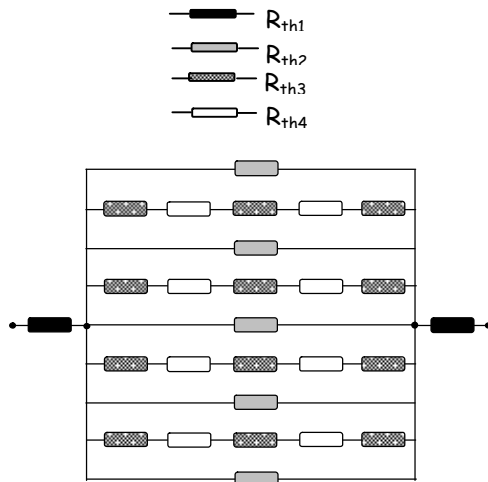


Fig. 4. Schéma électrique équivalent relatif à une brique creuse.

L'application de ces concepts repose sur la disposition des couches et du matériau par rapport à la direction du flux de chaleur [6].

Ces valeurs ont été calculées conformément à cette méthode pour différentes sollicitations.

#### V. RÉSULTAT ET SIMULATION NUMÉRIQUE

L'objectif primordial dans cette partie, consiste à prouver l'importance de l'orientation de l'enveloppe du bâtiment sur les températures de l'ambiance intérieure.

En faisant varier chaque fois l'orientation du bâtiment par 45° vers l'Est ou vers l'Ouest, nous allons sans doute obtenir un léger changement de température de l'air intérieur selon des travaux effectués auparavant par notre équipe de recherche. Cependant, l'importance de cette variation dépend du matériau de construction et de l'importance de la surface du mur par rapport au volume de la pièce. Enfin, pour passer aux solutions, il a fallu mieux proposer une variation de 90° plus claire et plus susceptible d'être appliquée. Cette étude a pour objet de voir les conséquences de l'orientation sur l'évolution des températures de l'air et sur les surfaces des parois de la pièce. En résumé, l'orientation de l'habitat par exemple vers l'Ouest par 90°, permet de rendre le mur Sud en Ouest, le mur Ouest en Nord, le mur Nord en Est et le mur Est devient en Sud.

La journée du 08 juillet 2009 a été sélectionnée pour effectuer la simulation numérique qui donne l'influence de l'orientation de l'habitat sur ses températures intérieures. La figure (5) décrit aussi les changements journaliers de la température de l'air intérieur de la pièce n° 1 pour les trois autres rotations: vers l'Est, vers l'Ouest et vers le Nord

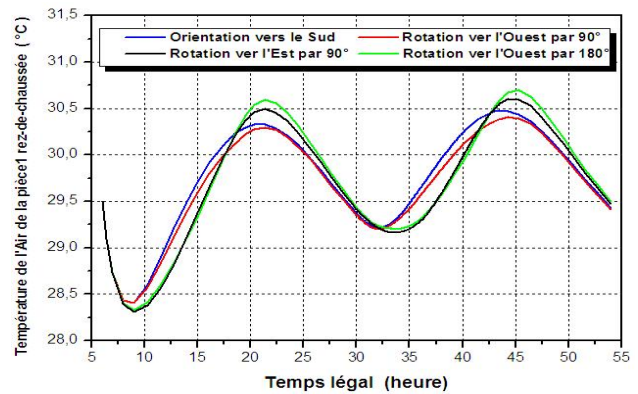


Fig. 5. Température de l'air intérieur de la Pièce n°1 avec différentes orientations, 08 juillet 2009.

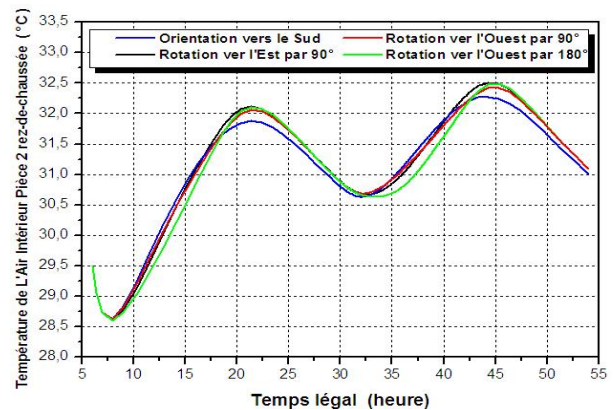


Fig. 6. Température de l'air intérieur de la Pièce n°2 avec différentes orientations, 08 juillet 2009.

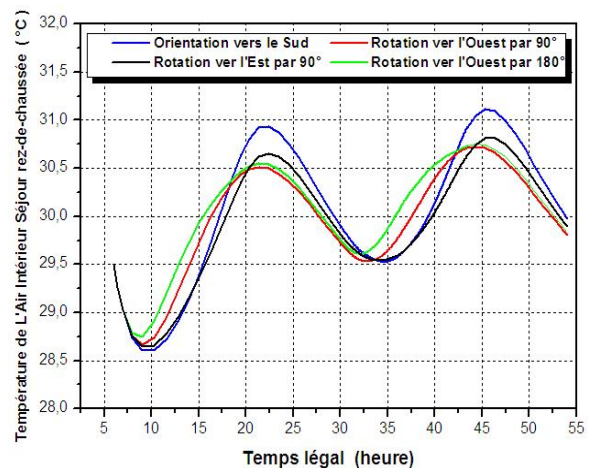


Fig. 7. Température de l'air intérieur de la salle de Séjour avec différentes orientations, 08 juillet 2009.



## Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

### The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



Les courbes tracées dans les figures (6) et (7) représentent l'évolution de la température de l'air Intérieur de la pièce n°2 et la salle de Séjour pour les trois autres rotations: vers l'Est, vers l'Ouest et vers le Nord.

On remarque que la température de l'air intérieur de la pièce n°2 au rez-de-chaussée devient plus grande. Les valeurs obtenues à cet égard montrent que les températures sont généralement plus élevées si le bâtiment est orienté vers le Nord et l'Est .

On remarque clairement que la température de l'air intérieur de la salle de Séjour est la plus élevée pour une orientation vers le Sud et l'écart maximum des températures intérieures ne dépasse pas la valeur de 0.5°C. . Nous avons remarqué effectivement que les différences entre les profils des températures n'accèdent pas la valeur de 0.3°C

#### VI. CONCLUSION

Ces travaux nous ont permis de montrer l'intérêt de l'utilisation d'une plateforme de simulation numérique dans l'étude du comportement énergétique d'un habitat situé à l'Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables de Ghardaïa. Nous avons étudié l'influence de l'orientation de l'enveloppe du bâtiment sur les températures de l'ambiance intérieure.

Le calcul de la résistance thermique équivalente de la brique creuse nous a permis dans un premier temps et avant d'entamer la simulation numérique d'avoir les valeurs des résistances thermiques des murs afin de les intégrer dans les programmes de simulation.

Dans cette étude, nous avons présenté l'impact de l'orientation sur les températures de l'air intérieur d'un habitat. Nous avons donc pu tirer quelques remarques qui sont les suivantes:

- L'orientation Ouest est la plus favorable par rapport aux autres orientations dans notre cas car elle peut réduire légèrement (et pas suffisamment) la température ambiante intérieure, puisque la durée de l'irradiation solaire en été est relativement courte la matinée, L'influence des éclairements solaires dépend des planchers et des parois extérieurs à savoir les matériaux de constructions et les surfaces de l'enveloppe.
- L'insertion des protections solaires aux espaces habités est essentielle au confort thermique. Mais pour bien intégrer ces protections au sein du bâtiment, il est nécessaire de comprendre les phénomènes géométriques et énergétiques de l'ensoleillement global.

#### REFERENCES

- [1] A.liebard, A. DeHerde, "Traite Archi Urba Bioclimatiques", E.d.observer ,2005.
- [2] J.M. Chasseriau, Conversion Thermique du Rayonnement Solaire", Ed. Dunod, France, 273 p, 1984.
- [3] D.Medjelekh, Impact de L'inertie Thermique sur le Confort Hygrothermique et la Consommation Energetique du Batiment", Memoire de Magister en Architecture Bioclimatique, Université Mentouri de Constantine, 2006M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [4] N. Chami, Evaluation de L'impact des Isolants Minces Réfléchissants dans le Bâtiment", L'école Nationale des Mines de paris, 19 octobre 2009.
- [5] M. Capderou, " Atlas Solaire de l'Algérie", Tome1, vol 1 et 2, Modèles Théoriques et Expérimentaux, Office des Publications Universitaires, Algérie, 1987.FLEXChip Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996.
- [6] S.M.A Bekkouche, T. Benouaz, M.K. Cherier, M. Hamdani et M.R Yaich,"choix des Matériaux de Construction d'un Habitat, Considérations Thermiques et Environnementales", premier Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables, Ghardaïa, 11-12 Octobre 2010.
- [7] M. Hamdani, S.M.A. Bekkouche, T. Benouaz, M.K. Cherier, " Choix d'un Modèle Numérique Adéquat pour l'Estimation des Eclairéments Incidents à Ghardaïa", premier Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables, Ghardaïa, 11-12 Octobre 2010.