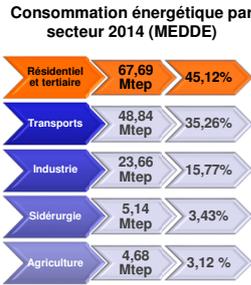
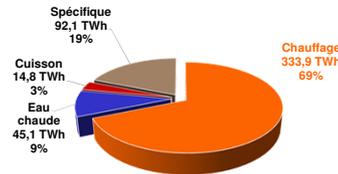


CONTEXTE



Consommation énergétique par poste de consommation dans le secteur résidentiel 2013 (CEREN)



Solutions potentielles d'optimisation



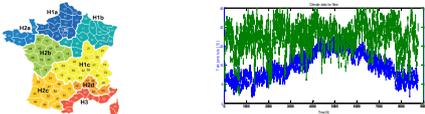
Le poste de consommation **chauffage** est responsable de la majeure partie de la consommation énergétique et implicitement des impacts environnementaux dans le **secteur résidentiel et tertiaire**.
 La mise en place de solutions pour optimiser la consommation énergétique et les émissions du bâtiment nécessite l'identification de **leviers d'actions** liés aux différents **niveaux** du bâtiment.

METHODE

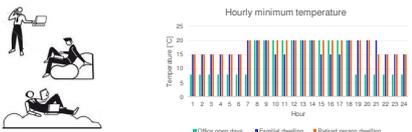
Synoptique de l'approche d'éco-conception de la phase d'utilisation du bâtiment

Les paramètres étudiés

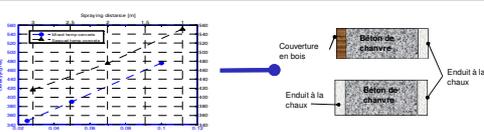
Paramètres contextuels : la variabilité des conditions climatiques



Paramètres sociologiques : la variabilité du profil d'occupation et du profil de l'occupant



Paramètres techniques : la variabilité des matériaux, des parois



Notre cas d'étude

- Zones hiver**
 - ✓H1 (Nancy),
 - ✓H3 (Nice).
- Le profil d'occupation**
 - ✓La température de confort
 - ✓Le métabolisme,
 - ✓Le facteur habillement.
- Bâtiment test Annexe 41 IEA**
 - ✓Une forme parallélépipédique de dimensions 8 m x 6 m x 2,7 m,
 - ✓Une même constitution des murs et des planchers haut et bas,
 - ✓Deux configurations de parois utilisant le béton de chanvre,
 - ✓Une variation de la densité du béton de chanvre.

Les sources de variabilités

- L'environnement extérieur**
 - ✓Les données météorologiques,
 - ✓Les masques.
- L'environnement intérieur**
 - ✓Les occupants
 - ✓Les sources de chaleur et d'humidité,
 - ✓L'ambiance intérieure.
- La configuration du bâtiment**
 - ✓ Les dimensions,
 - ✓ Le nombre de pièces, d'étages,
 - ✓ L'orientation du bâtiment,
 - ✓ Les ouvertures (porte, fenêtre, baie vitrée),
 - ✓ Les constituants des parois et leurs caractéristiques.

Les réponses à étudier

Programme de simulation thermique dynamique



Bilans thermique et hydrique à l'échelle du bâtiment, couplés aux transferts hygrothermiques dans les parois simulés par le modèle de Kunzel (1995).

- La consommation d'énergie**
L'énergie de chauffage (W/h) et de climatisation (W/h)
- Le confort de l'occupant**
L'indice de confort hygrothermique « Predicted Mean Vote » (sans dimension) (ISO 7730)
- L'ambiance intérieure**
La température de l'air intérieur (°C), La température opérative (°C), L'humidité relative de l'air intérieur (%)
- Les impacts environnementaux (ACV)**

Réponse observée

Influence des paramètres avec la méthode d'analyse de sensibilité de Morris (1991), percentile (25% ; 75%)

Identification des leviers d'action pour la réponse

Utilisation de la méthode d'analyse de sensibilité de Morris (1991) pour observer l'évolution horaire de l'influence des paramètres sur les réponses. Représentation statistique des résultats pour les périodes **estivale** et **hivernale** avec les « box plot ». Obtention des valeurs des percentiles d'influence ~0% (min), 25%, 50% (médiane), 75%, ~100% (max), ainsi que des valeurs atypiques. Recherche de **leviers d'actions** : paramètres techniques influents, indiquant des solutions potentielles d'améliorations.

RESULTATS

Consommation d'énergie de climatisation et de chauffage (kWh) en période hivernale et estivale.

- Influences prépondérantes (Fig.1)
- Période hivernale : taux de ventilation (1,04 ; 1,52) Wh et température de consigne (229 ; 294) Wh.
 - Période estivale : température de consigne (-83 ; 83) Wh, taux de ventilation (77,77) Wh.

- Leviers d'action
- Réduction du taux de ventilation en hiver tout en respectant les valeurs minimales réglementaires.
 - Réduction de la température de consigne en hiver.
 - Utilisation d'une température de consigne plus élevée dans les régions chaudes en été.

Indice de confort PMV (ISO 7730)

- Influences prépondérantes (Fig.3)
- Période hivernale : métabolisme (2,8 ; 3), facteur habillement (1,3 ; 1,4), vitesse de l'air intérieur (-0,5 ; -0,4).
 - Période estivale : métabolisme (0,11 ; 0,15)

- Leviers d'action
- Augmentation de la vitesse de l'air intérieur et du taux de ventilation pour avoir une sensation de fraîcheur.
 - Réduction de l'habillement pour avoir une sensation de fraîcheur.

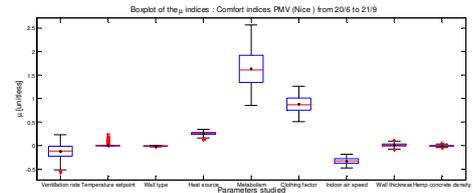
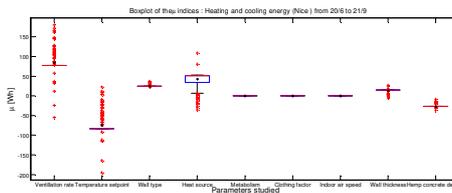
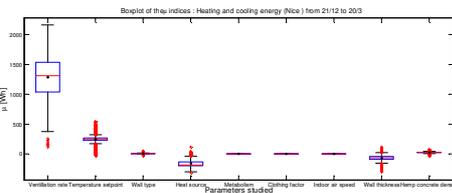


Fig.1 Box plot des influences des paramètres sur la consommation d'énergie de chauffage et de climatisation en hiver (gauche) et en été (droite)

Fig.3 Box plot des influences des paramètres sur l'indice de confort PMV en été (gauche) et en hiver (droite)

Humidité relative intérieure

- Influences prépondérantes (Fig.2)
- Période hivernale : taux de ventilation (3,5 ; 9,6) %, température de consigne (-9,6 ; 0,6) %, source de chaleur (+4,4 ; 2,4) %.
 - Période estivale : source de chaleur (-8,2 ; -6,5) %, taux de ventilation (2,6 ; 6,8) %.

- Leviers d'action
- Réduction de la température de consigne pour augmenter l'humidité relative intérieure.
 - Augmentation de la ventilation en été pour réguler la température et l'humidité relative.

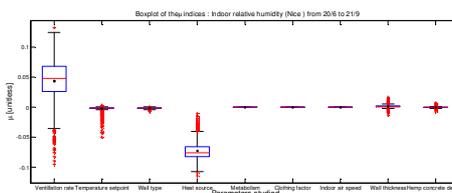
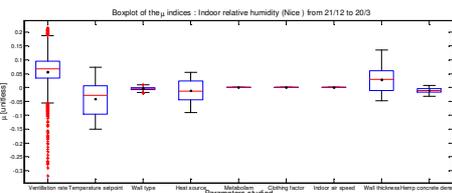


Fig.2 Box plot des influences des paramètres sur l'humidité relative intérieure en hiver (gauche) et en été (droite)

CONCLUSION

- La ventilation provoque une déperdition de chaleur importante. Le taux de ventilation doit être ajusté selon la période d'occupation et l'utilisation du bâtiment. Une récupération de la chaleur dans le système de ventilation peut aussi être envisagée.
- Pour une optimisation du confort et une réduction de la consommation d'énergie, le choix de la température de consigne doit être fonction de la période, l'activité et l'habillement de l'occupant.
- Une faible influence du choix de la couverture extérieure des parois (en bois ou enduit en chaux) et de la variation de la densité du béton de chanvre sur les réponses étudiées.
- Perspectives : prise en compte des réponses environnementales du bâtiment (ACV). Optimisation du programme de simulation thermique dynamique pour prendre en compte d'autres sources de variabilité.

PARTENAIRES DE LA CHAIRE GENIE CIVIL ECO-CONSTRUCTION

