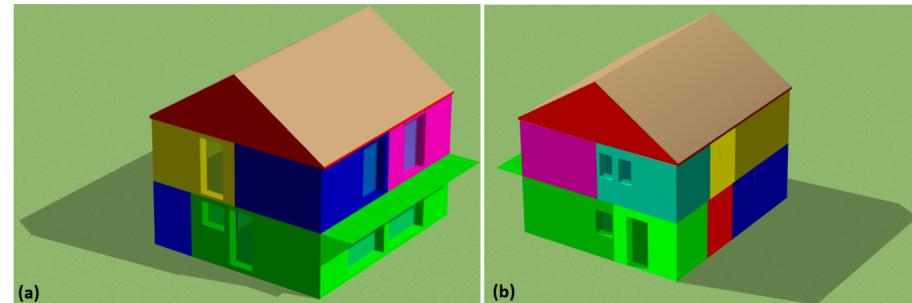


La modélisation des comportements dans la simulation énergétique des bâtiments

Eric VORGER
MINES-ParisTech



SOMMAIRE

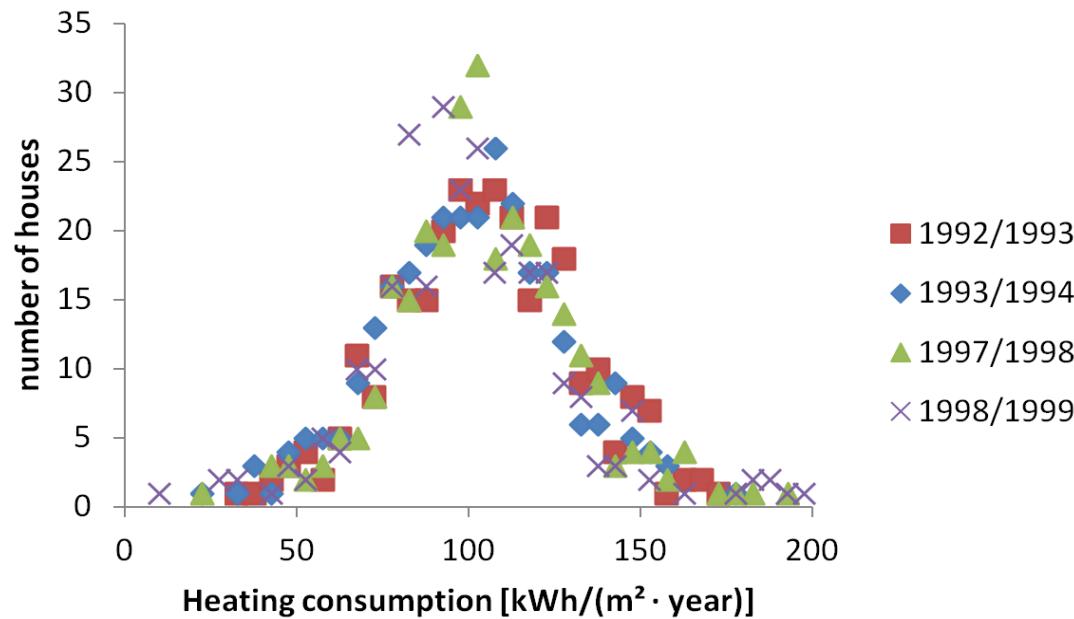
ENJEUX - OBJECTIFS | P.1

MODELISATION | P.6

RESULTATS | P.21

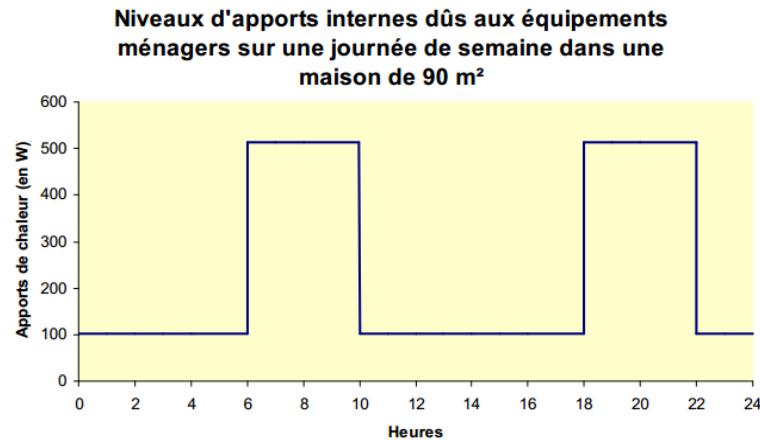
CONCLUSION - PERSPECTIVES | P.22

- Outils d'aide à la décision nécessaires pour la conception et la rénovation de bâtiments à faible consommation énergétique
- Utilisation des logiciels de STD pour prévoir les consommations futures
- Retours d' expériences : écarts significatifs entre prédictions et mesures
- Rôle clé de l' occupation



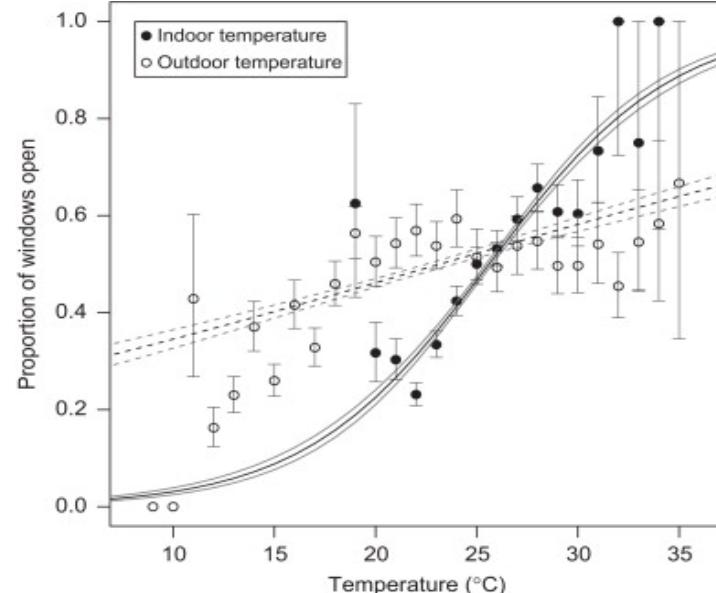
- Coupler une modélisation « complète » de l'occupation des bâtiments résidentiels et de bureaux à un outil de STD (*Pléiades+COMFIE*)
 - Influence des occupants sur la consommation énergétique
 - Présence
 - Ouverture des fenêtres
 - Gestion des dispositifs d' occultation
 - Utilisation de l' éclairage artificiel
 - Utilisation d' appareils électriques
 - Gestion des consignes de chauffage
 - Puisages d' ECS

- Remplacer les scénarios déterministes actuels



- Analyses de sensibilité des sorties de la STD aux entrées et paramètres des modèles d'occupation
- Quantifier l'incertitude sur les prédictions de la STD => GPE
- Proposer une méthodologie « fonctionnelle », diffusable aux utilisateurs courants des outils

- Modèles orientés agents basés sur le confort
 - Maximisation d'une fonction de confort, perception, apprentissage...
 - Incertitude intrinsèque des modèles de confort
 - Liens entre inconfort et actions construits par hypothèses
 - Comportements idéaux
- Modèles stochastiques statistiques
 - Lois de probabilités dérivées de mesures
 - Saisie implicite de phénomènes adaptatifs
 - Procédures de validation



Pré-process

Création de ménages virtuels pour chaque logement
Chaque habitant défini par un jeu de caractéristiques

Génération des scénarios d' activité de chaque occupant (résolution de 10 min)

Peuplement en appareils électriques
Description des cycles de fonctionnement des appareils

Simulation de l ' utilisation des appareils électriques et de l éclairage artificiel
Simulation des puisages d eau chaude et froide
Génération de scénarios des consignes de chauffage
Génération de scénarios d occultation

Répétition de la simulation complète (Monte Carlo)

Sorties du Pre-process:
Pour chaque zone, scénarios annuels de présence et d apports internes, de chauffage et d occultations

Simulation Thermique Dynamique

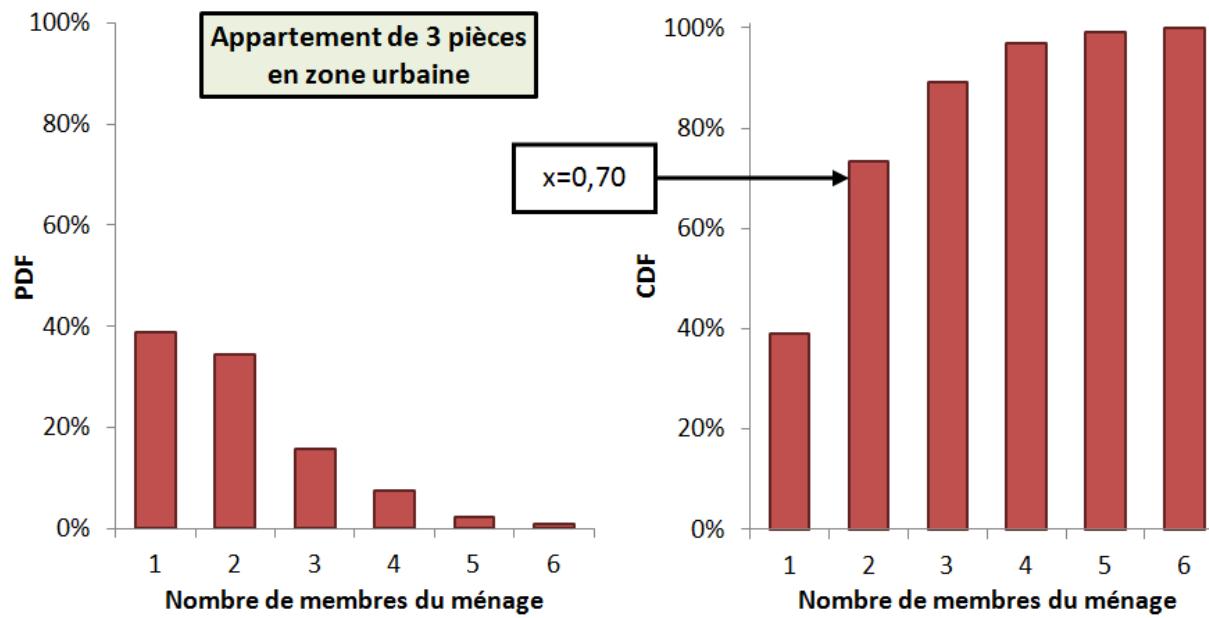
Gestion fenêtres

Données climatiques, T°_{zones}

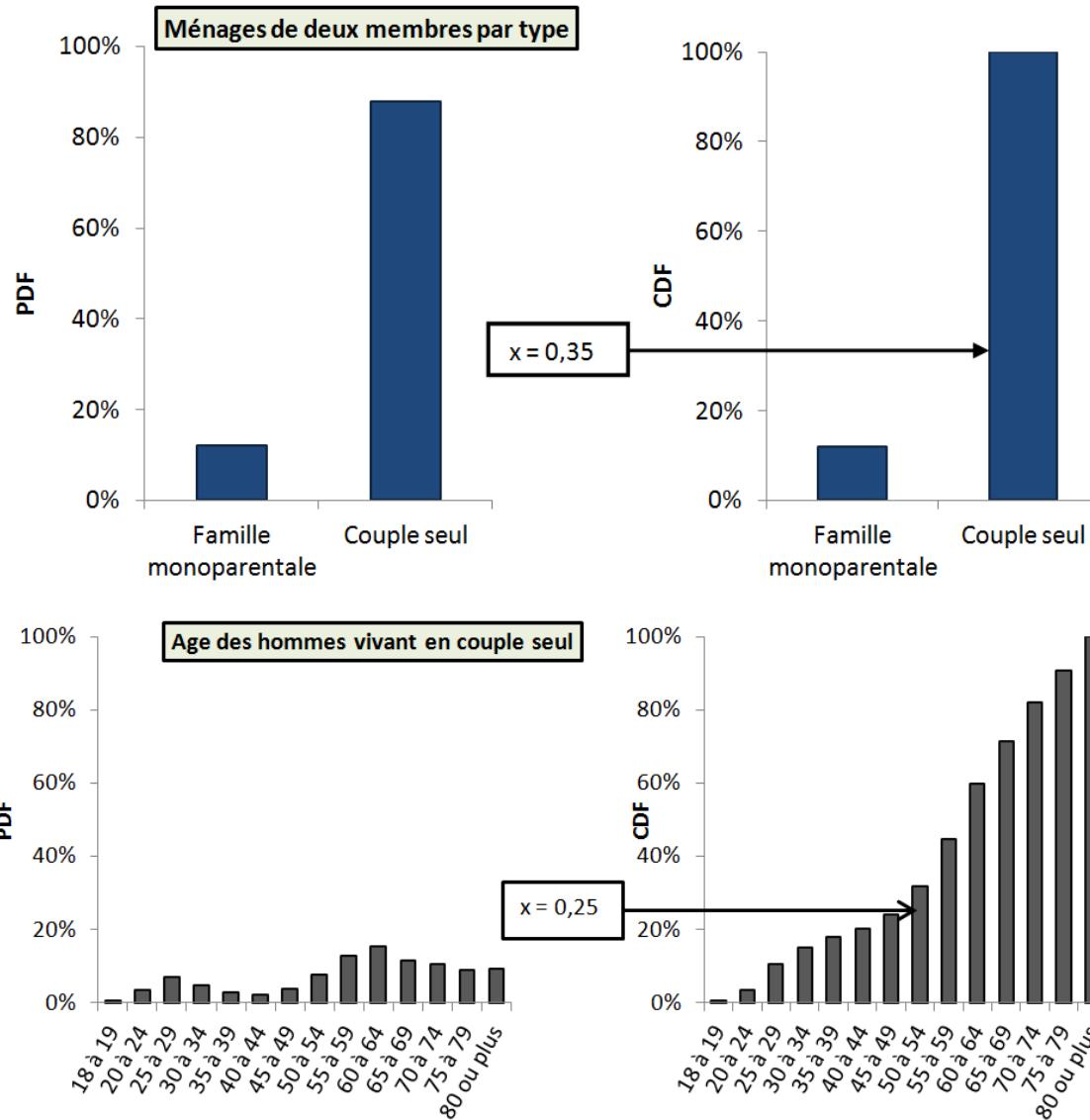
Calcul thermique à chaque pas de temps (Modèle de bâtiment)

Modification des débits d air

- 21 caractéristiques par individu
- Corrélations => Détermination séquentielle
- Données du Recensement de la Population Insee (2009)

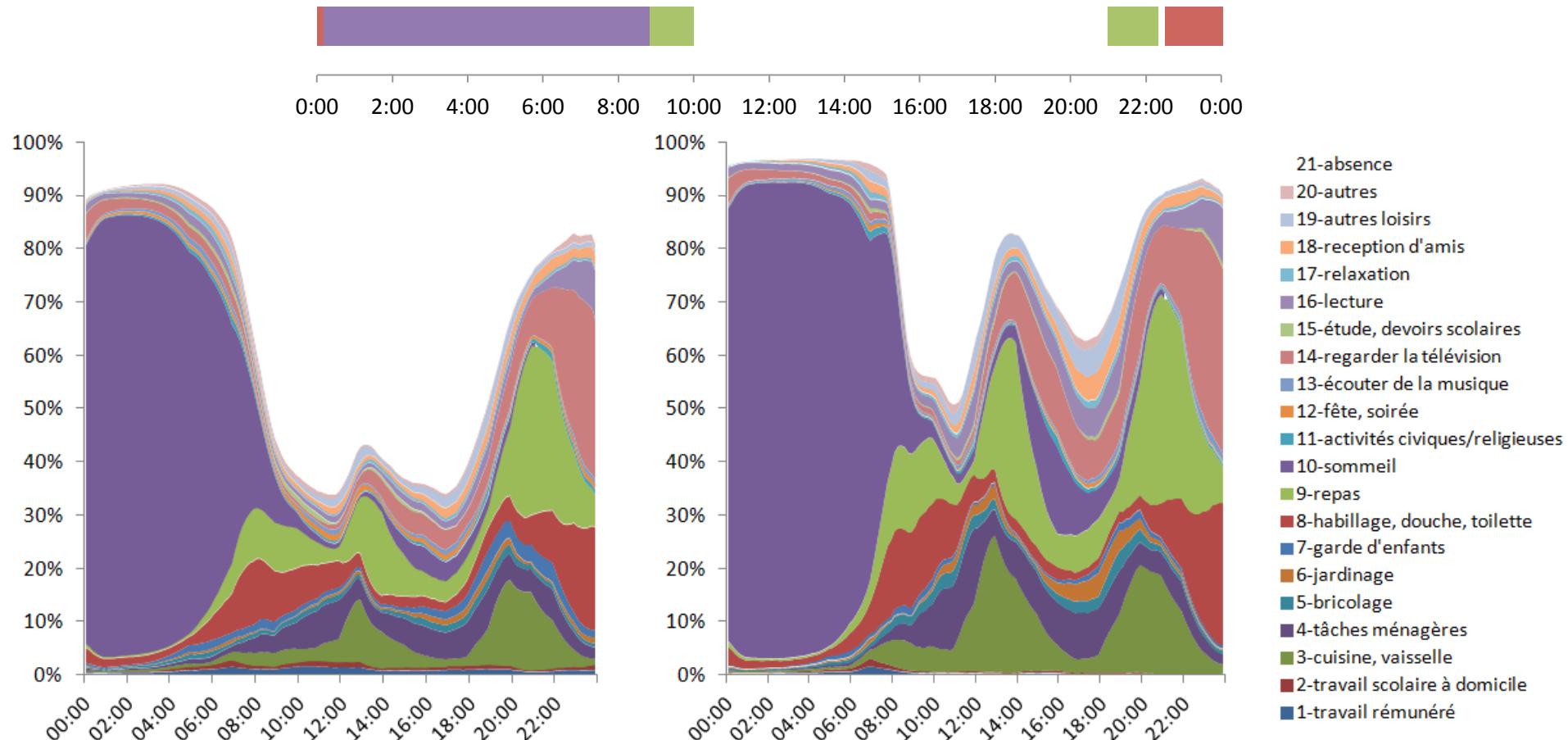


Création des ménages (2)



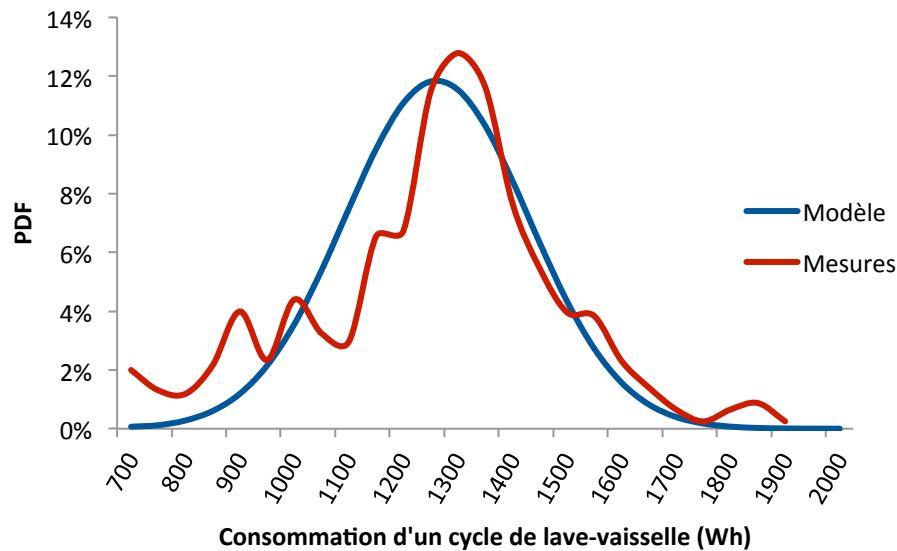
Génération des scénarios d'activités

- Modèle détaillé basé sur une analyse statistique de l' EET 1999 (Wilke et al., 2013)
- Présence: Chaînes de Markov, modèle logit; Activités: modèle logit multinomial
- Probabilités de début des activités et durées des activités dépendent des caractéristiques sociodémographiques des individus



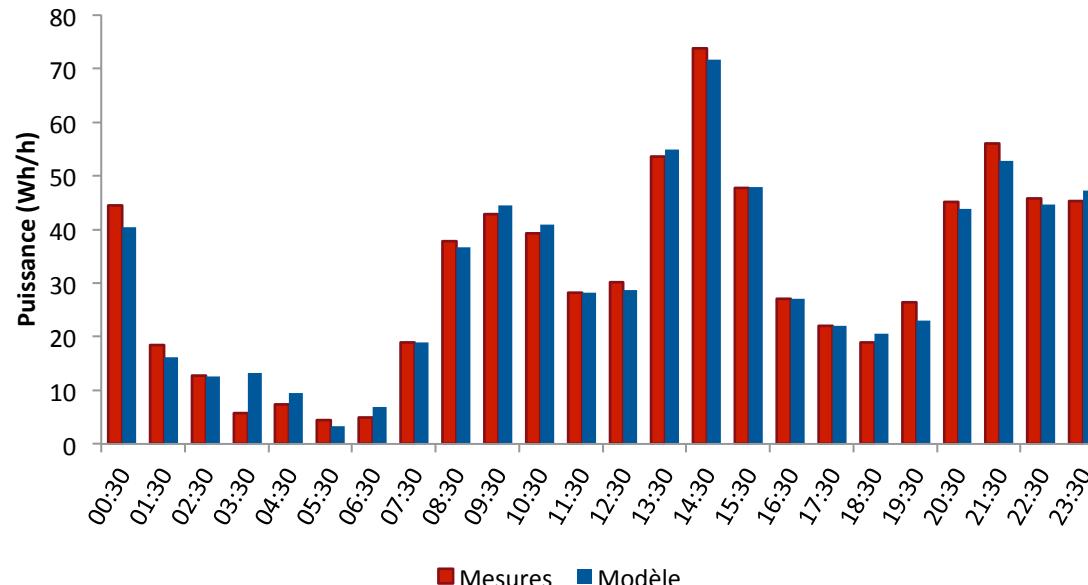
Attribution des appareils électriques (Exemple des lave-vaisselles)

Lave-vaisselle	Revenu du ménage			
	1er quartile (inférieur)	2ème quartile	3ème quartile	4ème quartile
Personnes seules	25%	30%	35%	40%
Couples sans enfants	60%	65%	70%	80%
Couples avec enfants	65%	80%	85%	90%
Autres ménages	45%	50%	50%	70%
Familles monoparentales	35%	45%	45%	55%

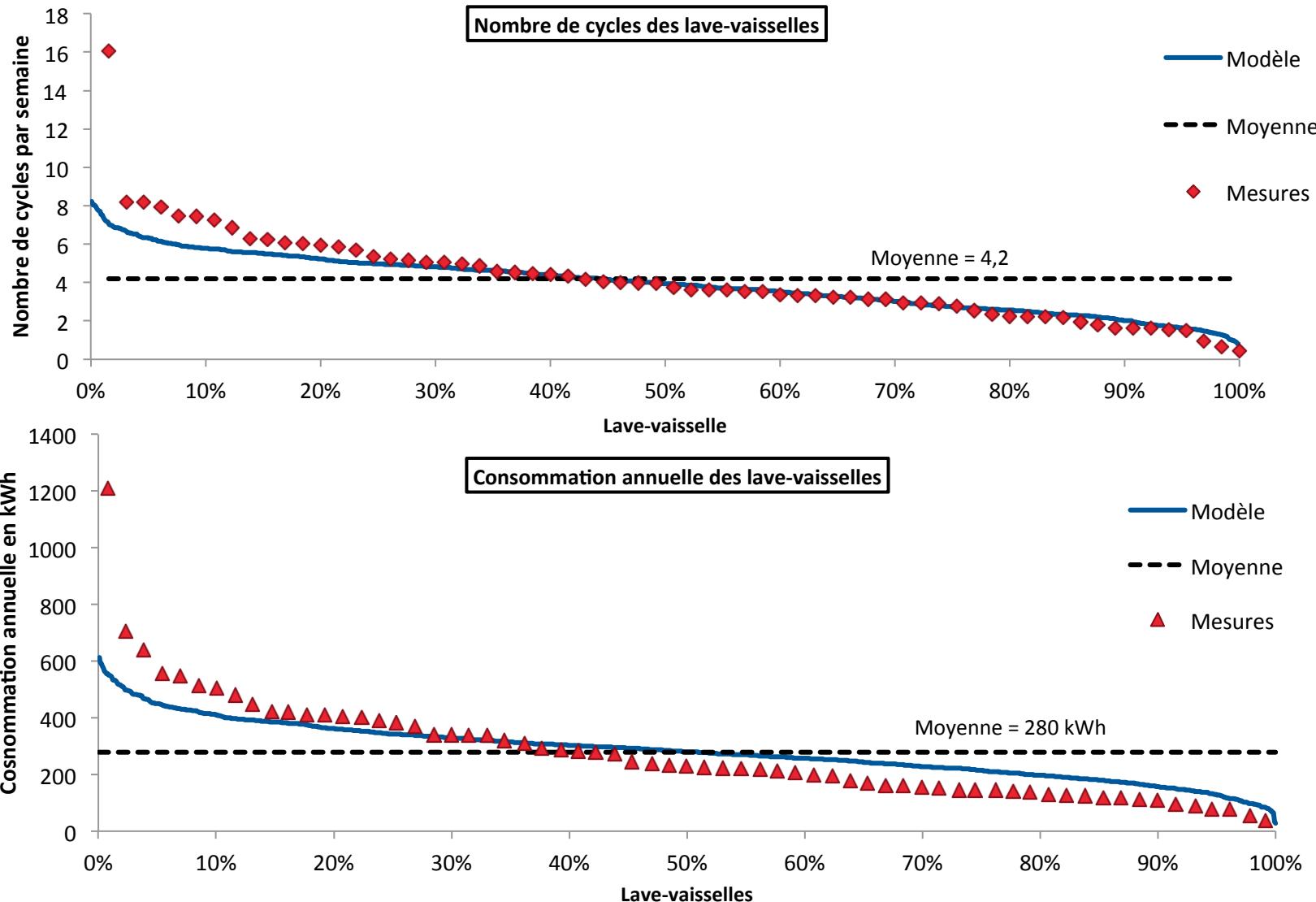


- Hypothèse : déclenchement possible à la fin d' un repas
- Objectif: minimiser l' écart entre simulations et mesures sur la courbe de charge journalière moyenne
- Calibrage des probabilités de déclenchement en fonction de l' heure

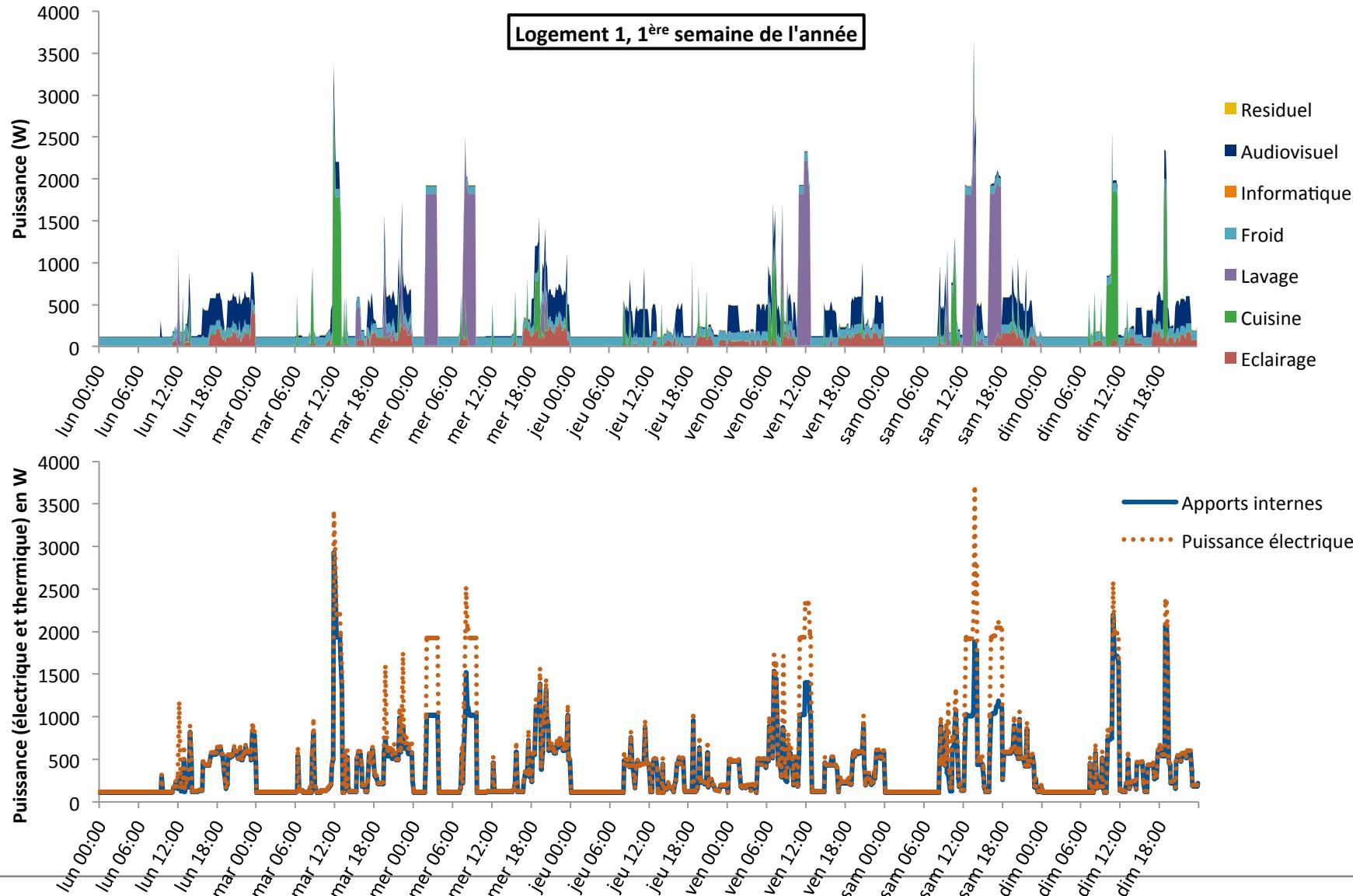
0h - 8h30	8h30 - 13h	13h - 14h	14h - 19h	19h - 21h	21h - 24h
0,10	0,16	0,22	0,17	0,25	0,15



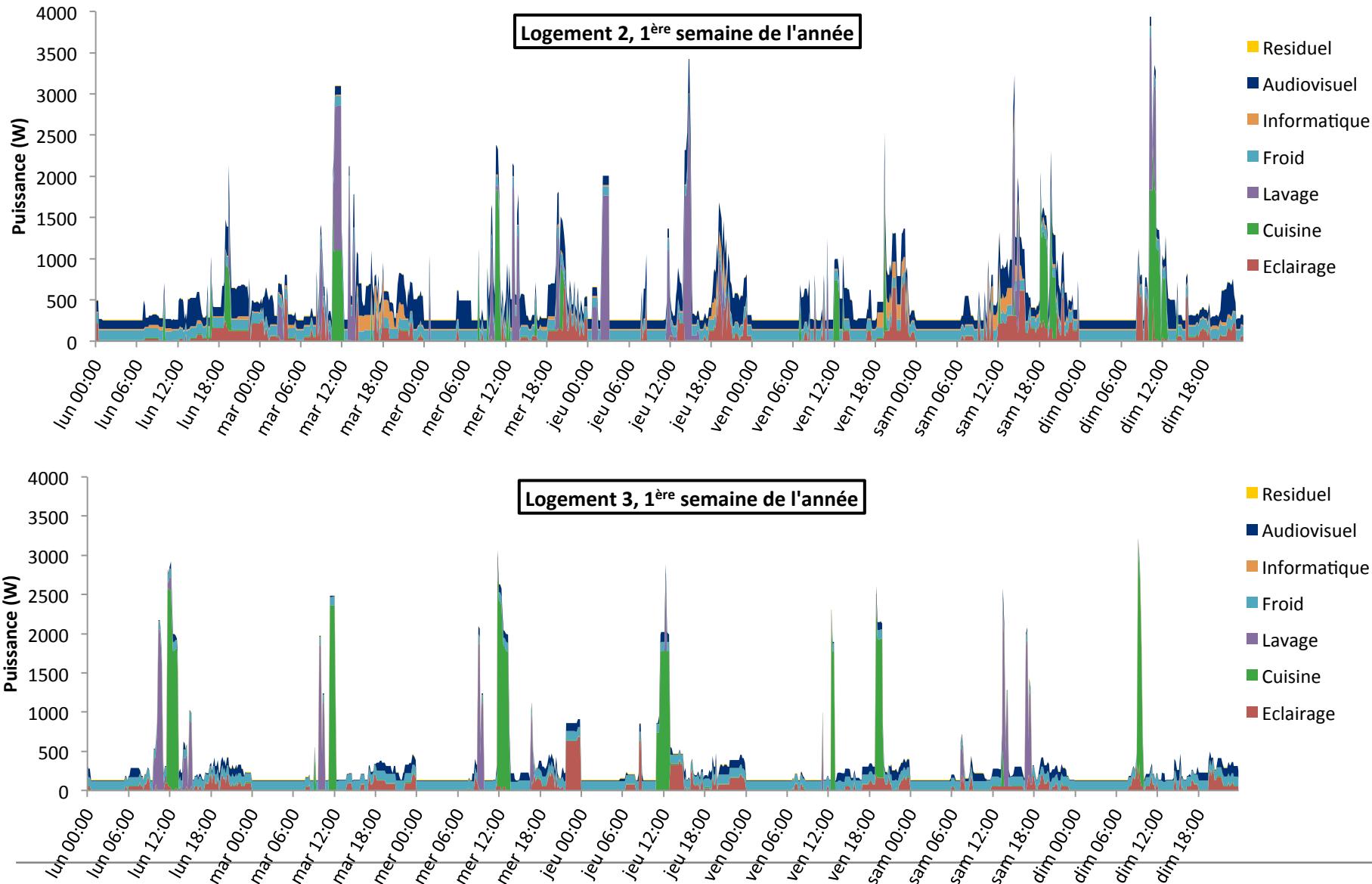
- Saisonnalité sur la puissance



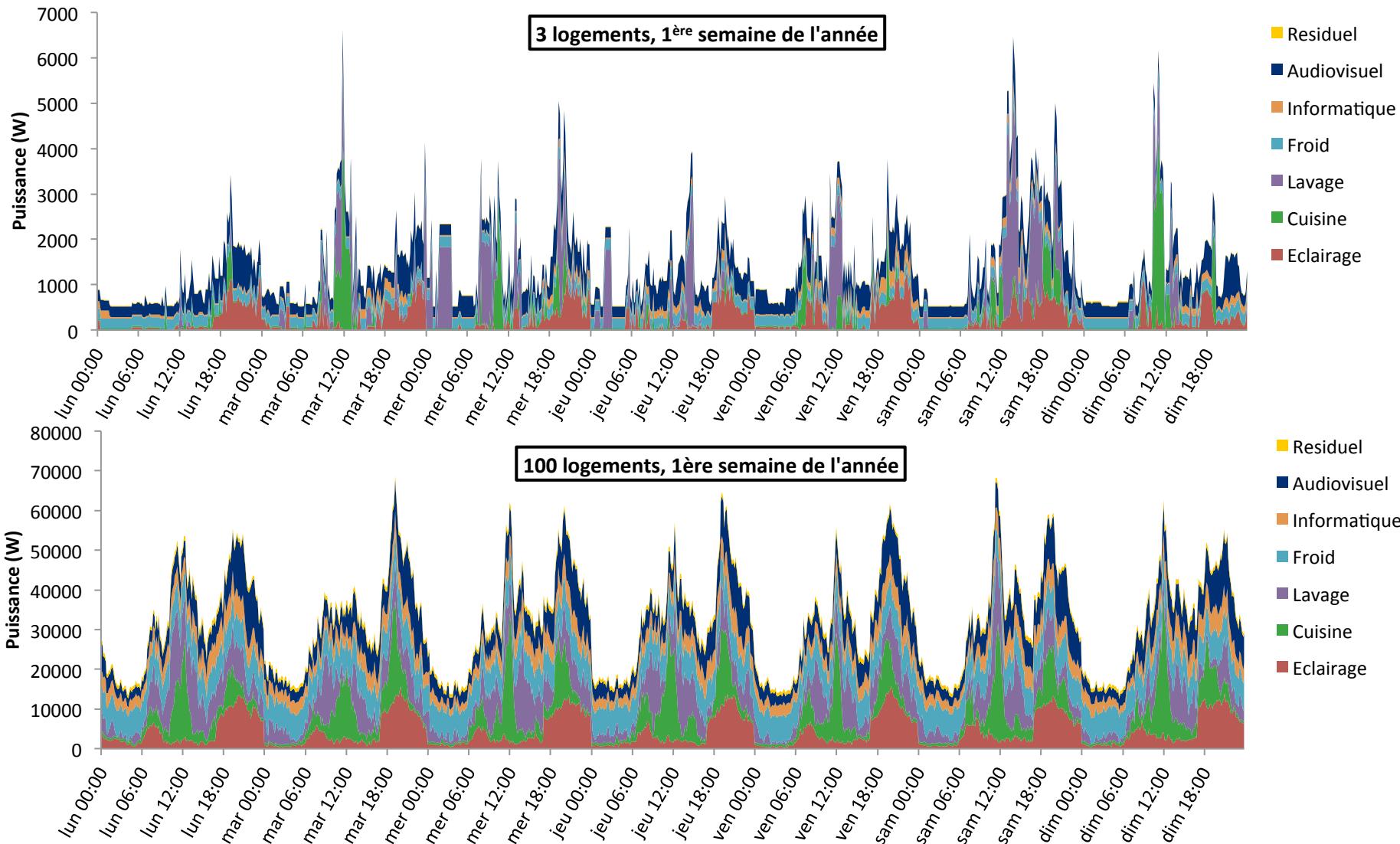
Résultats du modèle d' utilisation des appareils électriques (1)



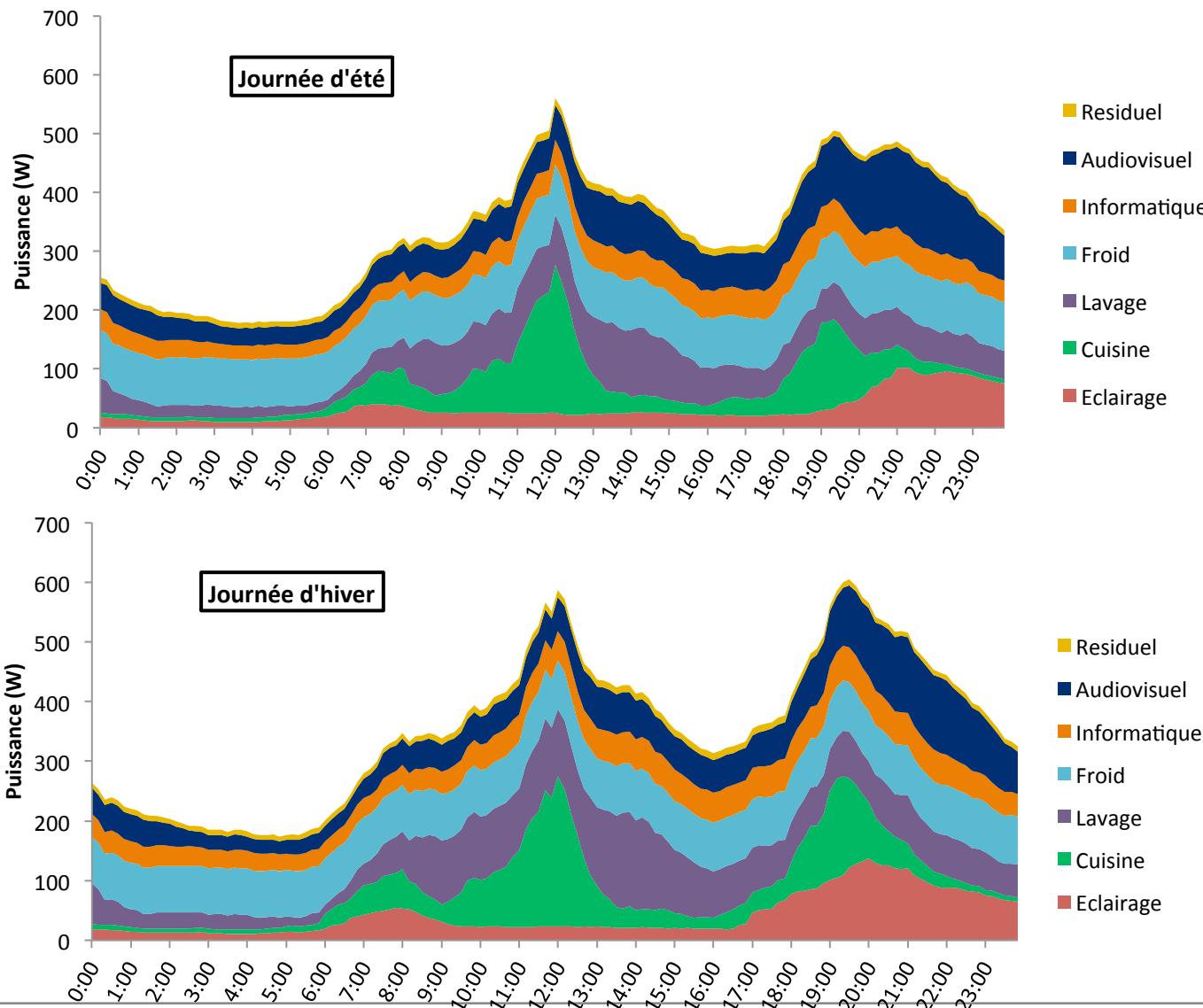
Résultats du modèle d' utilisation des appareils électriques (2)



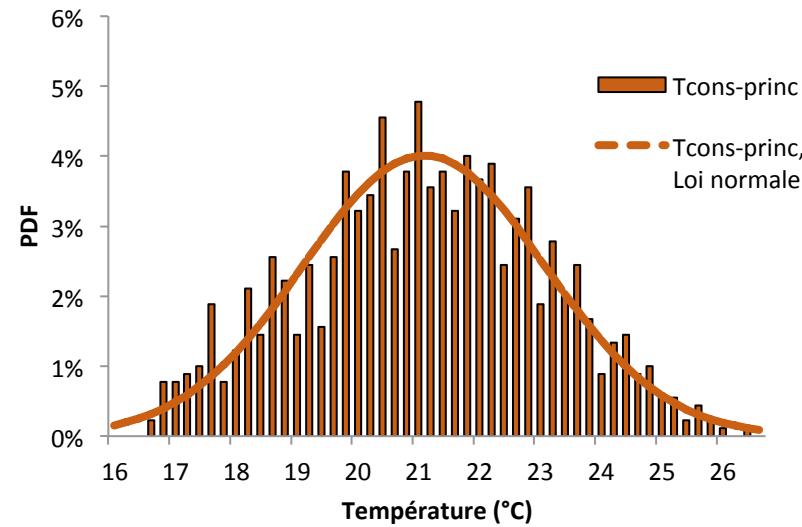
Résultats du modèle d' utilisation des appareils électriques (3)



Résultats du modèle d' utilisation des appareils électriques (4)

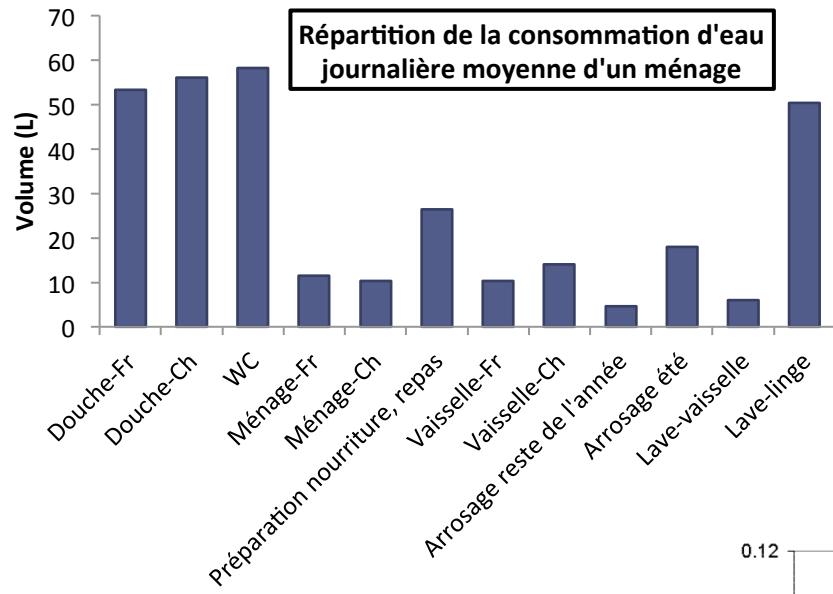


- Température dans les pièces principales, d'après des mesures : moyenne = 21,1°C ; écart-type = 2°C

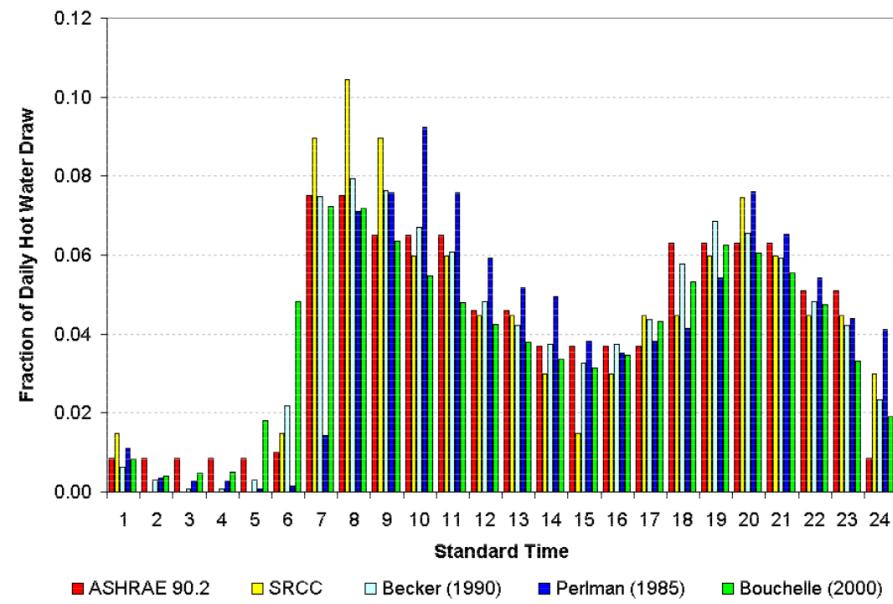
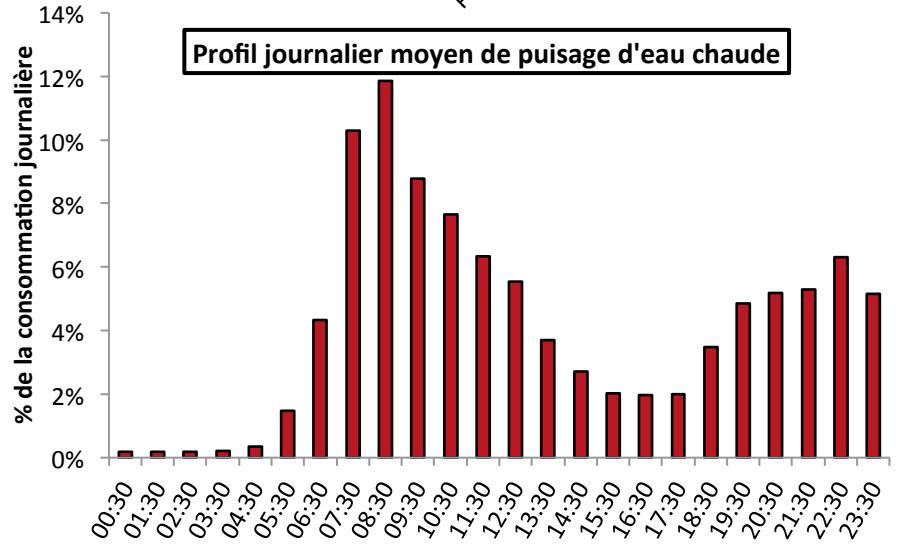


- Modification en fonction des caractéristiques du ménage (âge, charge des frais, genre) et des types des pièces
- Amplitudes et probabilités de réduire variables d'un ménage à l'autre

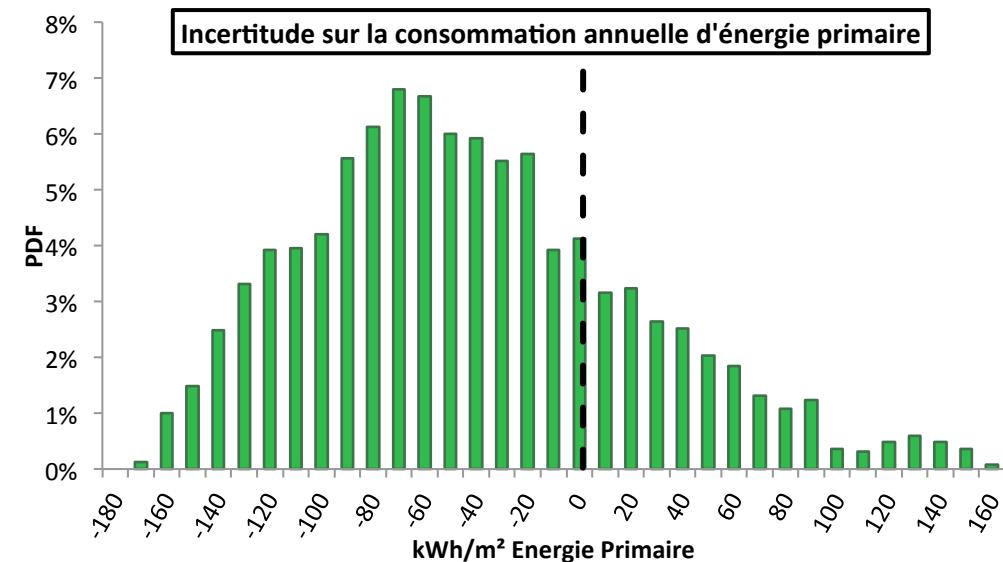
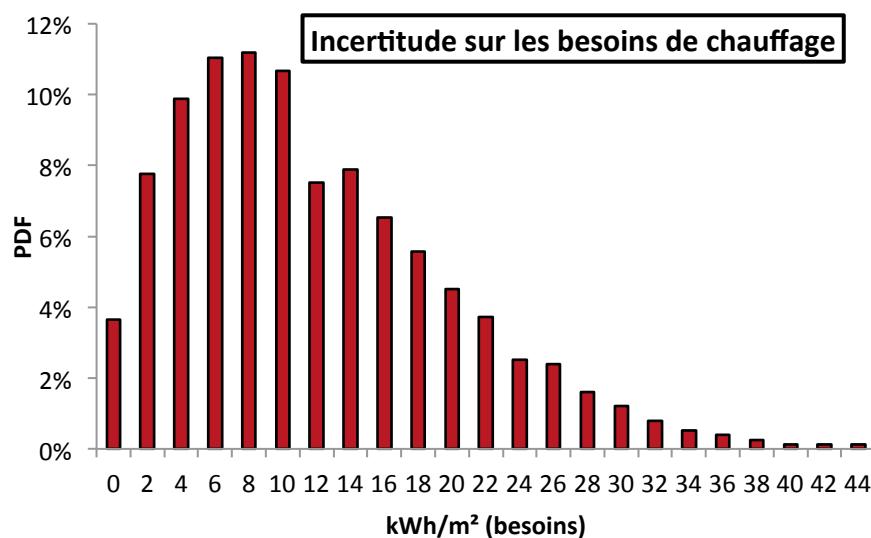
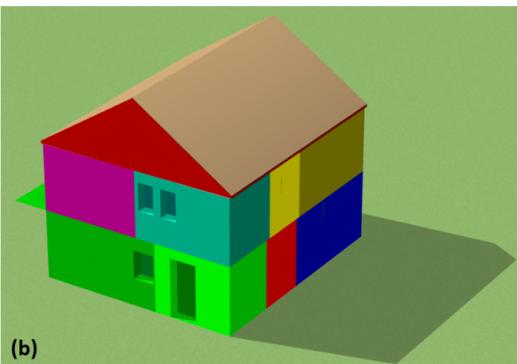
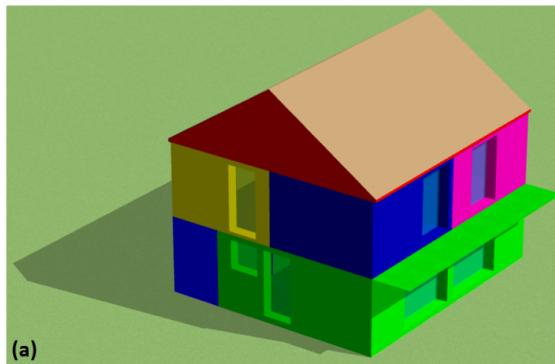
Eau chaude sanitaire



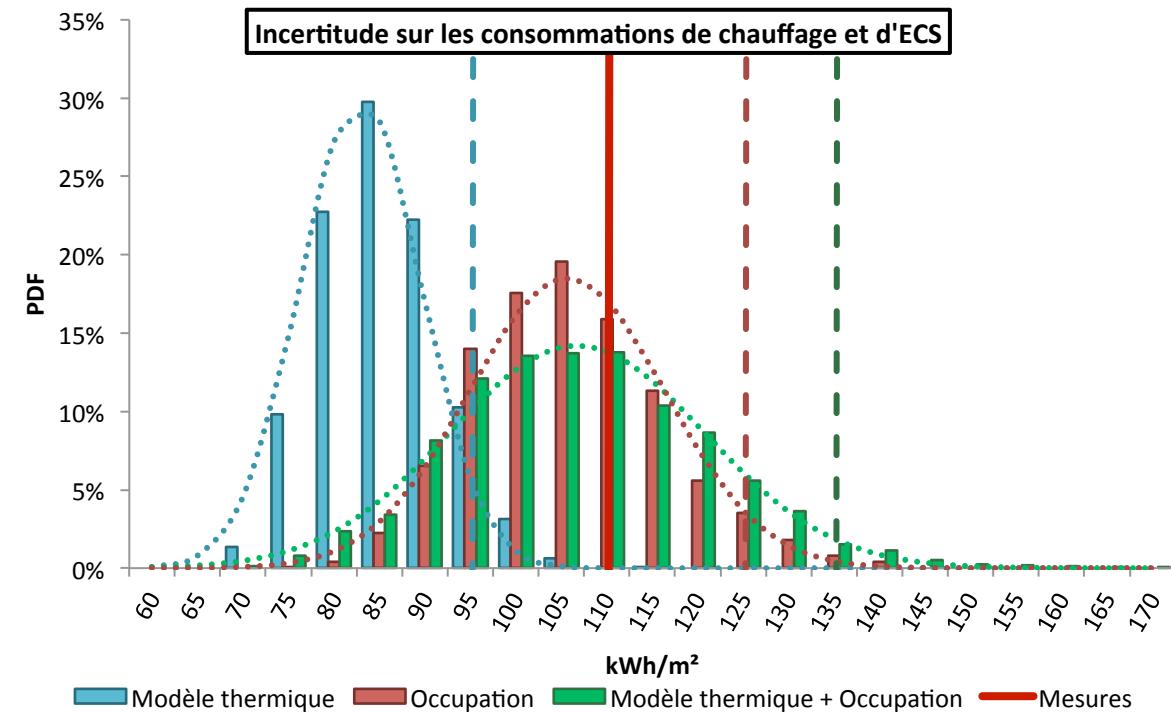
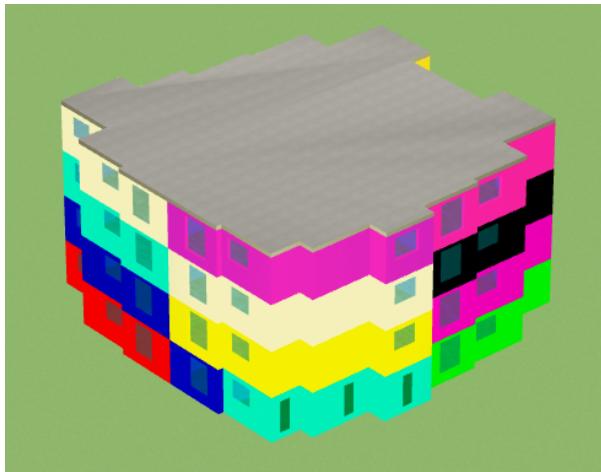
- 50 L ECS/(pers.j) en moyenne, écart-type de 30 L



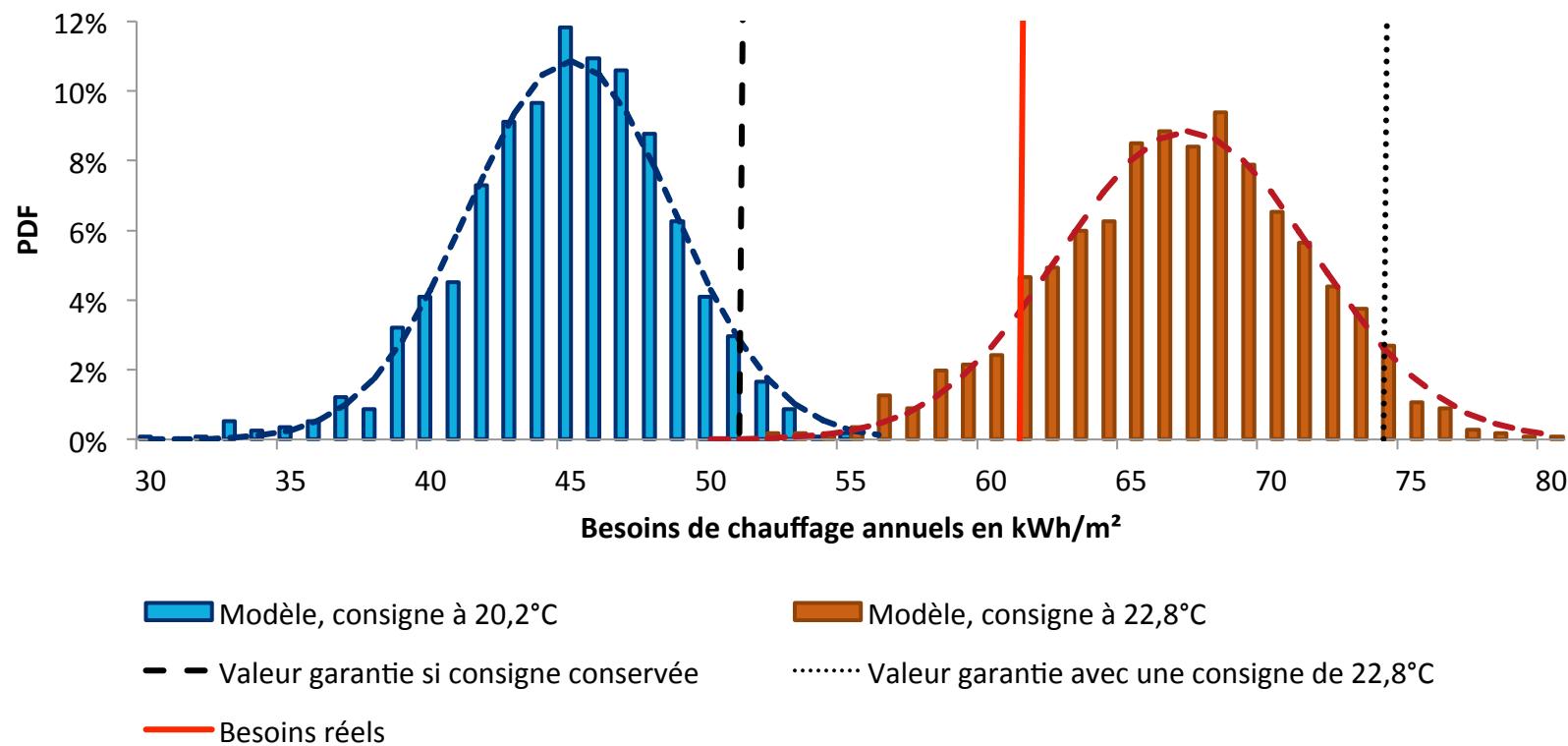
- Maison passive, photovoltaïque, solaire thermique



- Garantie de performance énergétique (GPE). Objectif : prévoir consommations de chauffage et d'ECS après rénovation avec un intervalle de confiance
- Méthode de Monte-Carlo
- Facteurs incertains du modèle thermique (enveloppe, systèmes, climat) et incertitude sur l'occupation



- Améliorations, développement des modèles
- Resserrer l' intervalle de confiance
- Identifier les paramètres qui doivent être mesurés ou relevés au cours d' un audit
- Compter avec l' effet rebond



MERCI POUR VOTRE ATTENTION