



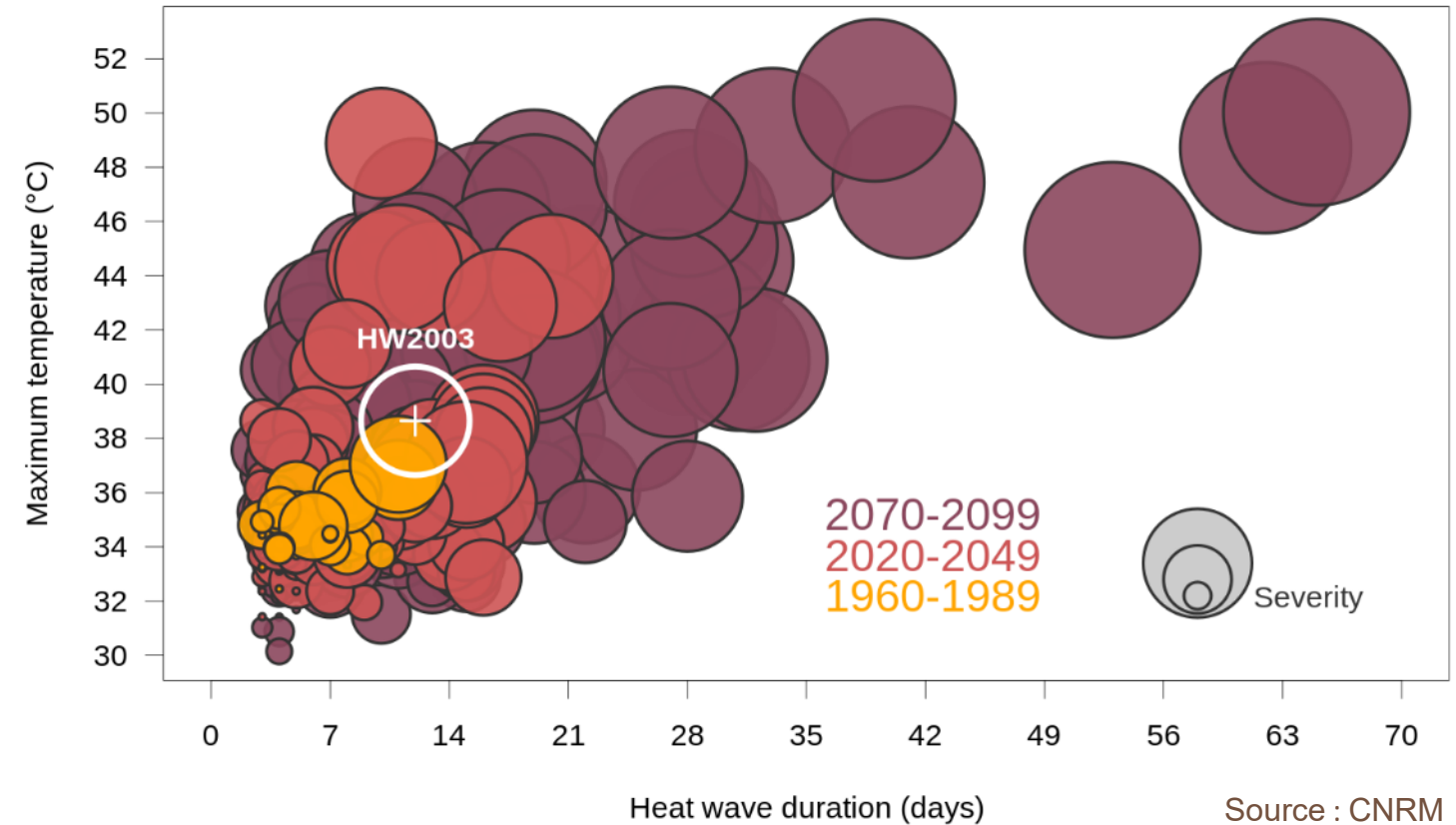
ADAPTATION DES BÂTIMENTS AUX PÉRIODES CANICULAIRES FUTURES PROJET DE RECHERCHE RESILIANCE

EDUARDO SERODIO, STÉPHANE THIERS (IZUBA ÉNERGIES)

LE PROJET RESILIANCE

Contexte du projet RESILIANCE

- Canicules de plus en plus fréquentes, longues et sévères



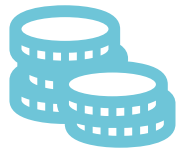
- Bâtiments en surchauffe, occupants en inconfort

Objectifs du projet RESILIANCE

- Comment **adapter** les bâtiments d'aujourd'hui au **climat de demain** ?



▶ pour maintenir un **confort d'été acceptable**



▶ à **moindre coût**



▶ à **moindre impact environnemental**

- Bâtiments neufs et existants

Méthodologie générale

Élaboration
de données
climatiques
prospectives



Simulation
thermo-
aérauliques
dynamiques



Analyse de
cycle de vie

(en cours)



Évaluations
économiques

(en cours)

Partenaires du projet RESILIANCE



Financement AAP « vers des bâtiments responsables »



*Coordination
STD et ACV*



ines
INSTITUT NATIONAL
DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

*Retours d'expérience,
mesures*



*Données climatiques
prospectives*

RESALLIANCE

by  **sixense**

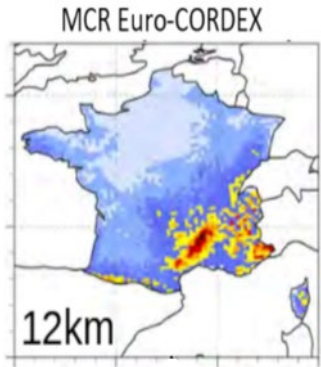
*Évaluations
économiques*



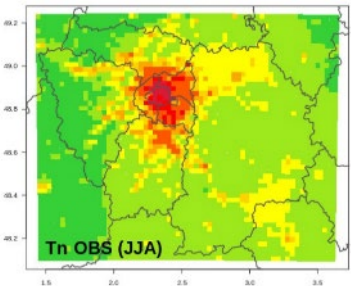
*STD et ACV
Diffusion*

ÉLABORATION DE DONNÉES CLIMATIQUES PROSPECTIVES

Données climatiques : méthode

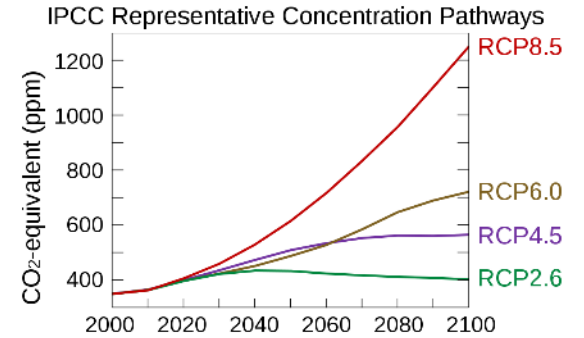


Descente
d'échelle



Conditions climatiques typiques futures

- modèles régionaux EURO-CORDEX
- 2006-2100 scénario RCP 8.5
- **Journalières**, résolution **12,5 km**



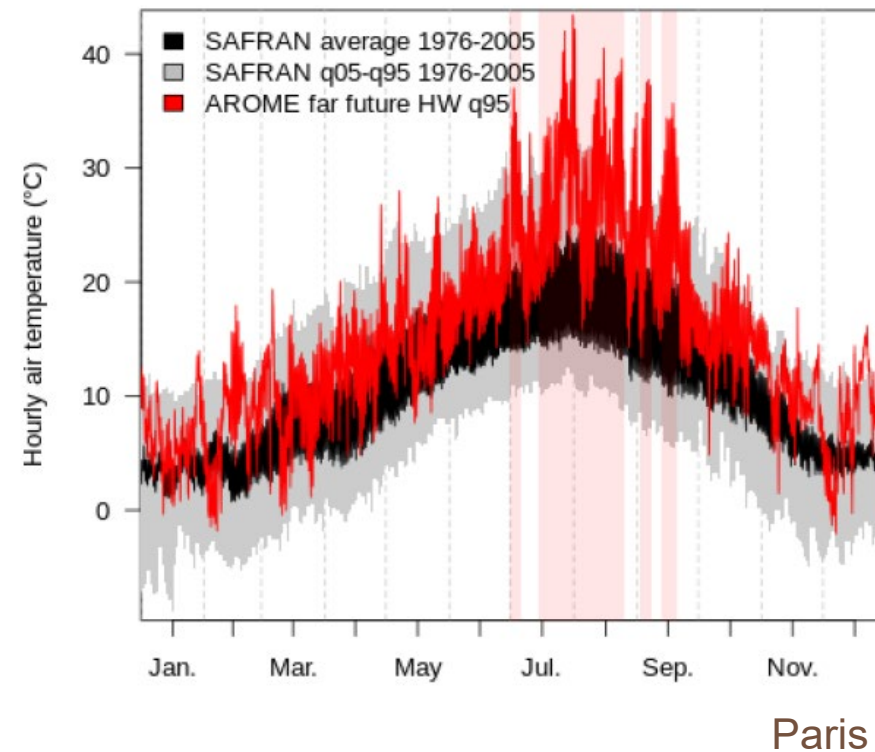
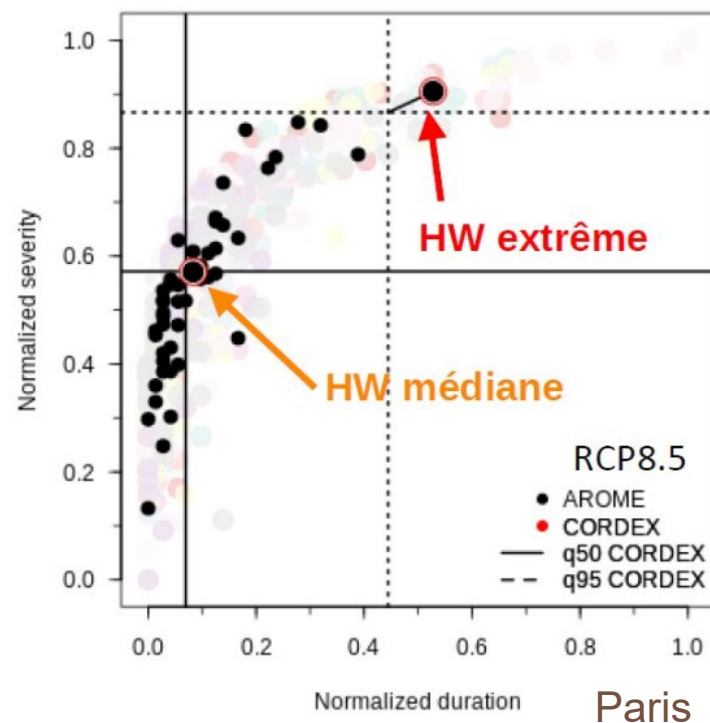
Données météo en climat futur

- Modèle AROME
- **Horaires**, résolution **2,5 km**

Données climatiques : méthode

Ajout des vagues de chaleur aux fichiers années moyennes

- Analyse des mêmes modèles AROME et CORDEX
- Choix de vagues représentatives **médianes et extrêmes**



Données climatiques : fichiers produits

Localisations :

- climats : régions **Nîmes / Paris**
- îlot de chaleur : **rural / urbain**

Série statistique :

- horizons : **2050 / 2100**
- vagues de chaleur : **médiane / extrême**

16 cas



Données horaires extraites :

- Température, rayonnement, vent, humidité

Données climatiques : fichiers produits

T° ext max		Région de Paris		Région de Nîmes	
		Rural	Urbain	Rural	Urbain
2050	Médiane	35,8	36,5	37,6	38
	Extrême	43,5	42	39,7	37,7
2100	Médiane	36,5	38,4	41	40,7
	Extrême	47	46,1	44,2	42,8

Paris 2003

42,2

Nb heures T° ext > 35°C		Région de Paris		Région de Nîmes	
		Rural	Urbain	Rural	Urbain
2050	Médiane	3	9	29	44
	Extrême	55	68	21	39
2100	Médiane	10	26	217	210
	Extrême	136	171	448	457

Paris 2003

72

MÉTHODOLOGIE

Bâtiments étudiés



Maisons à énergie positive



Maisons 1970



Résidence BBC



HLM 1960



Haussmannien



Bureaux



École ancienne



École récente

Mesures d'adaptation étudiées

Sur le bâti et la ventilation :

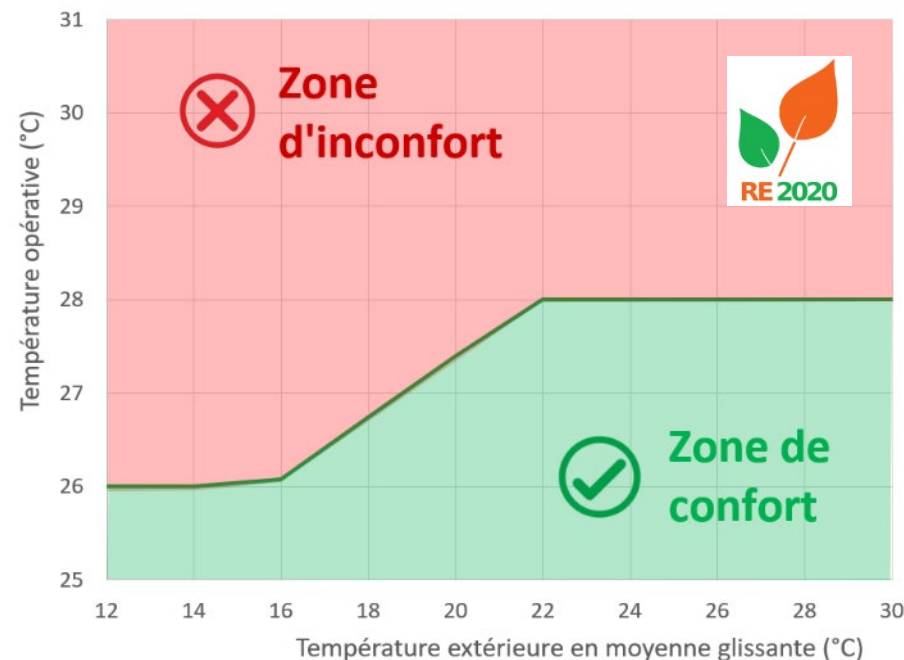
- Vitrage, protections solaires, revêtement extérieur, végétalisation
- Isolation, inertie de l'enveloppe
- Ventilation naturelle nocturne, surventilation nocturne

Sur les équipements :

- Rafraîchissement adiabatique
- Brasseurs d'air
- Puits climatique
- Climatisation en zonage thermique

Évaluation du confort

- Indicateur retenu : **degrés-heures d'inconfort chaud (DH)**
 - Cumul des degrés-heures > température limite en confort adaptatif
- Intérêt :
 - **Durée et intensité** du dépassement
 - Vitesse d'air prise en compte
 - Facile à calculer et connu (RE 2020)
- Vigilance :
 - Calculé aux heures d'occupation uniquement (350 DH : référence absolue ?)
 - Pas de prise en compte de l'humidité



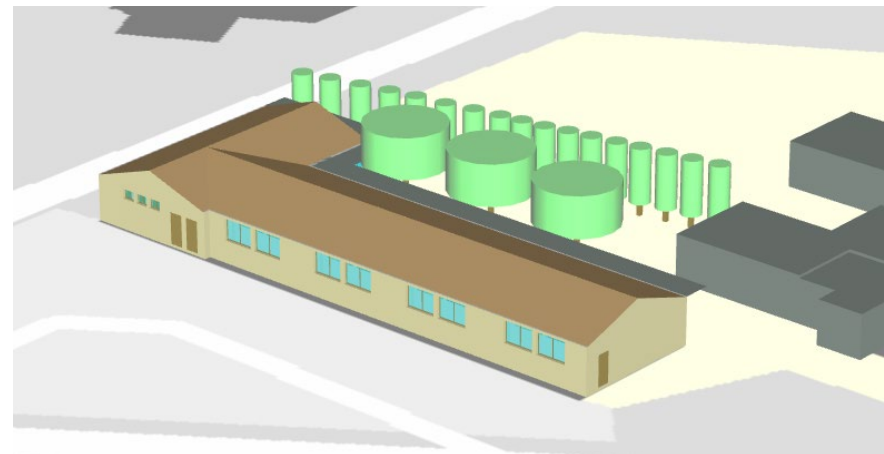
Modélisation et simulations



PLEIADES

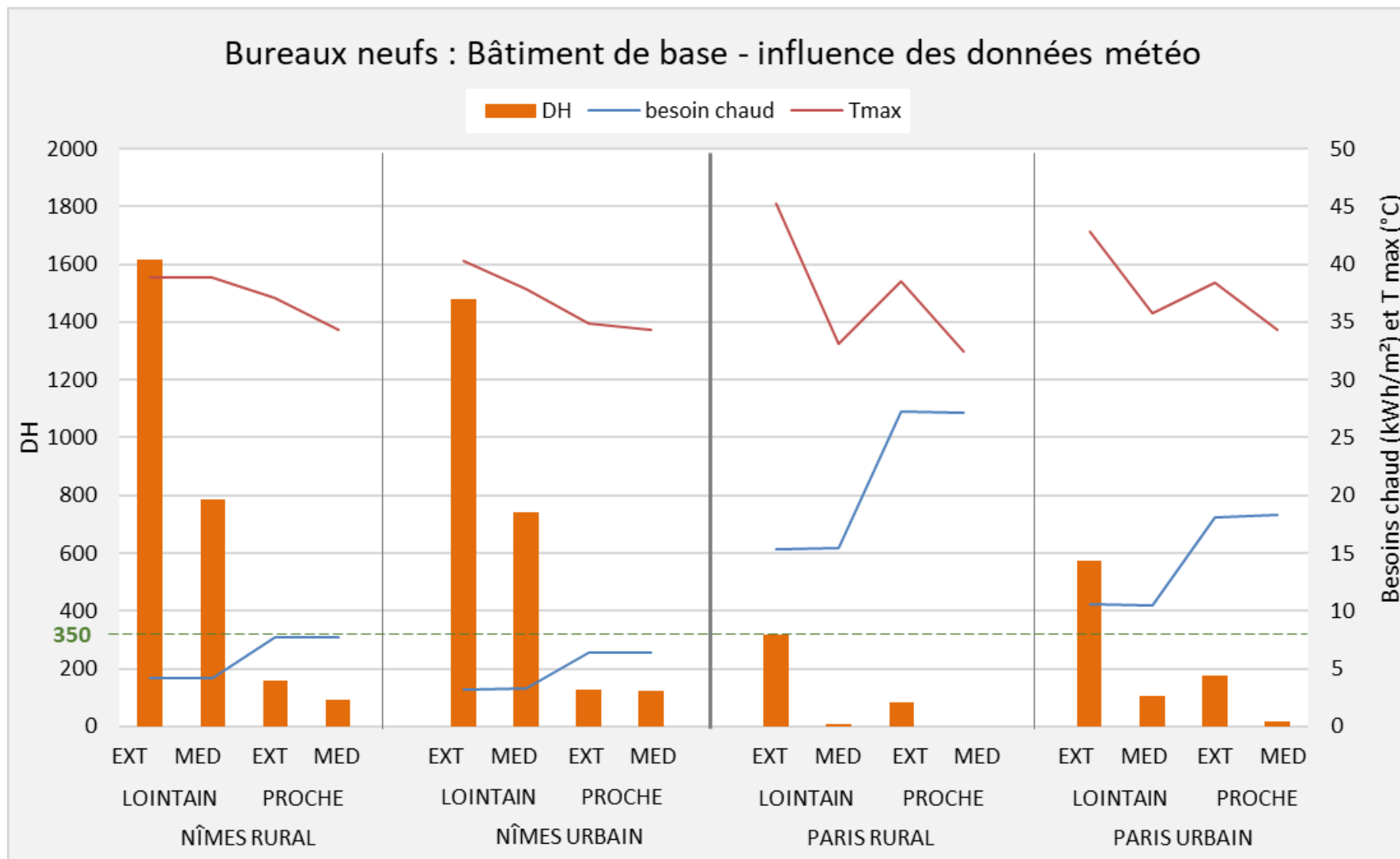
Logiciel Pleiades

- Simulation thermique dynamique multizone (COMFIE)
- Hypothèses sur la présence et le comportement des occupants
- Sélection d'**une zone de référence** pour évaluation de l'inconfort

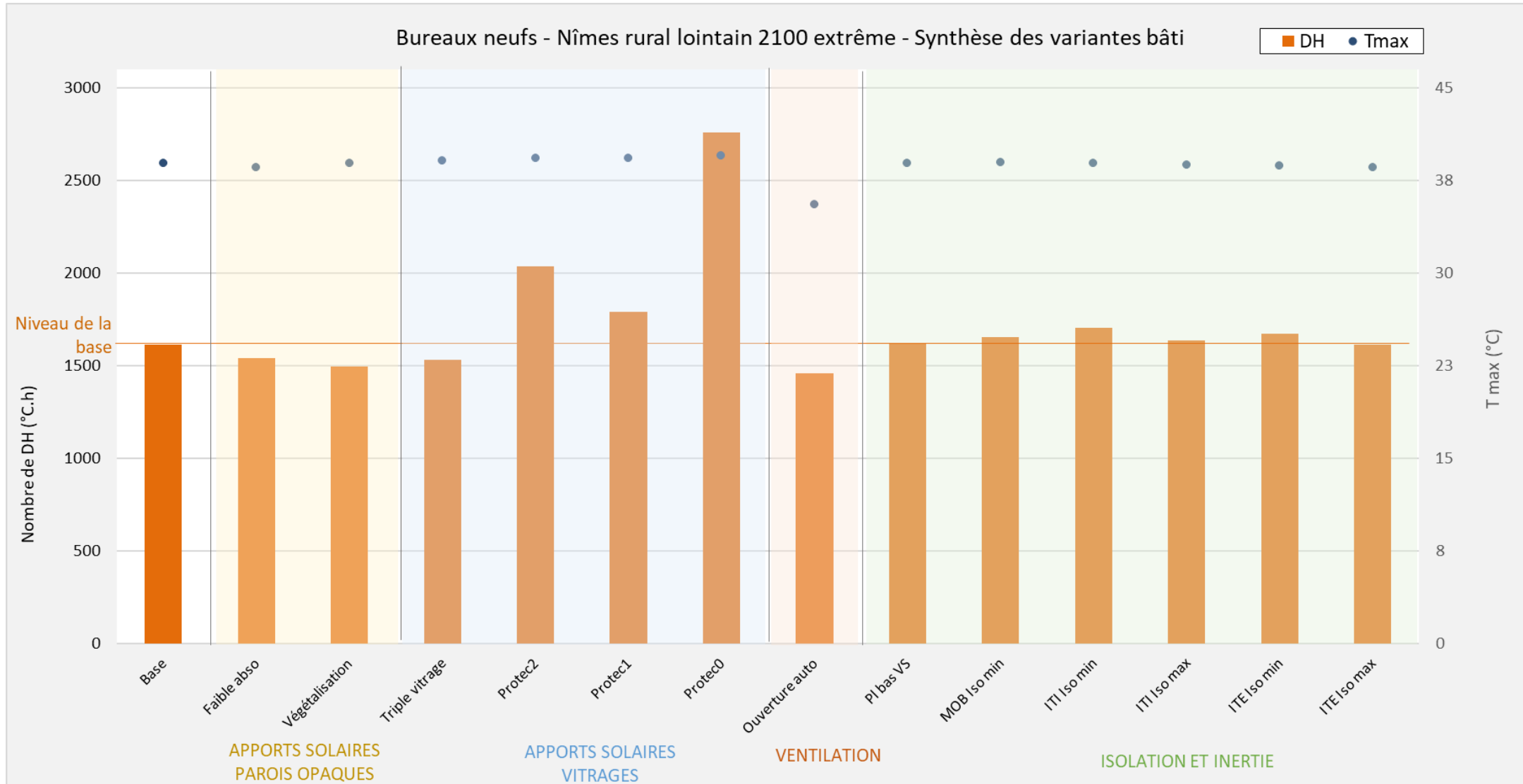


PREMIERS RÉSULTATS

Résultats : bureaux neufs

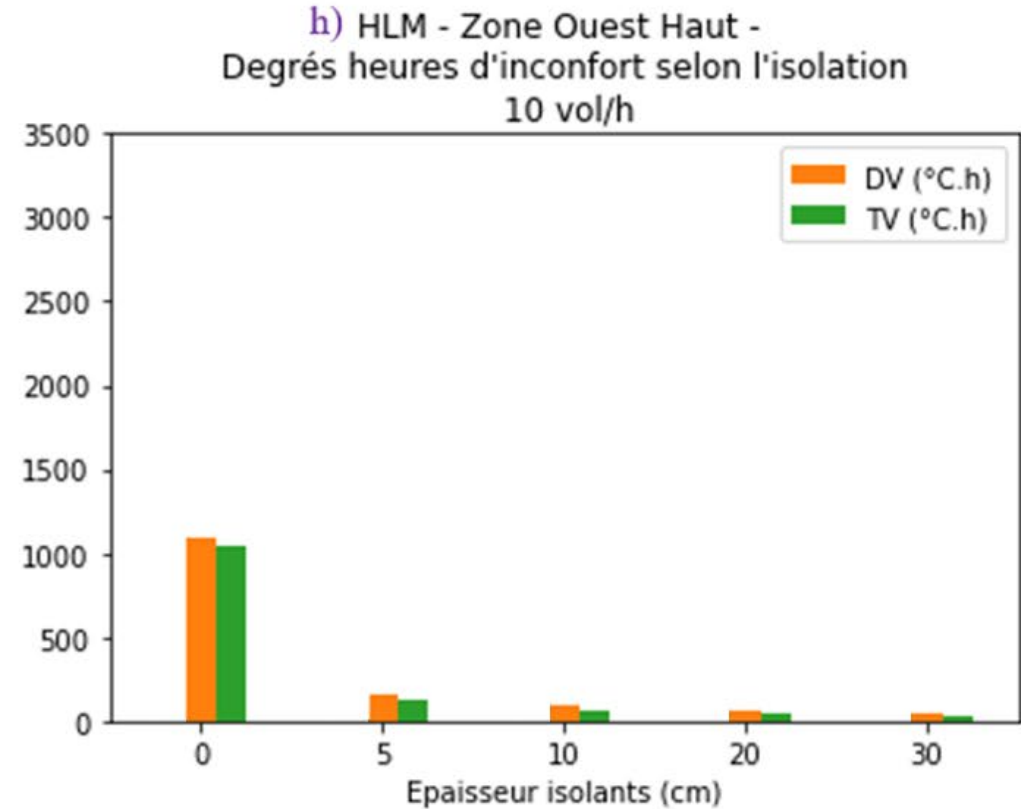
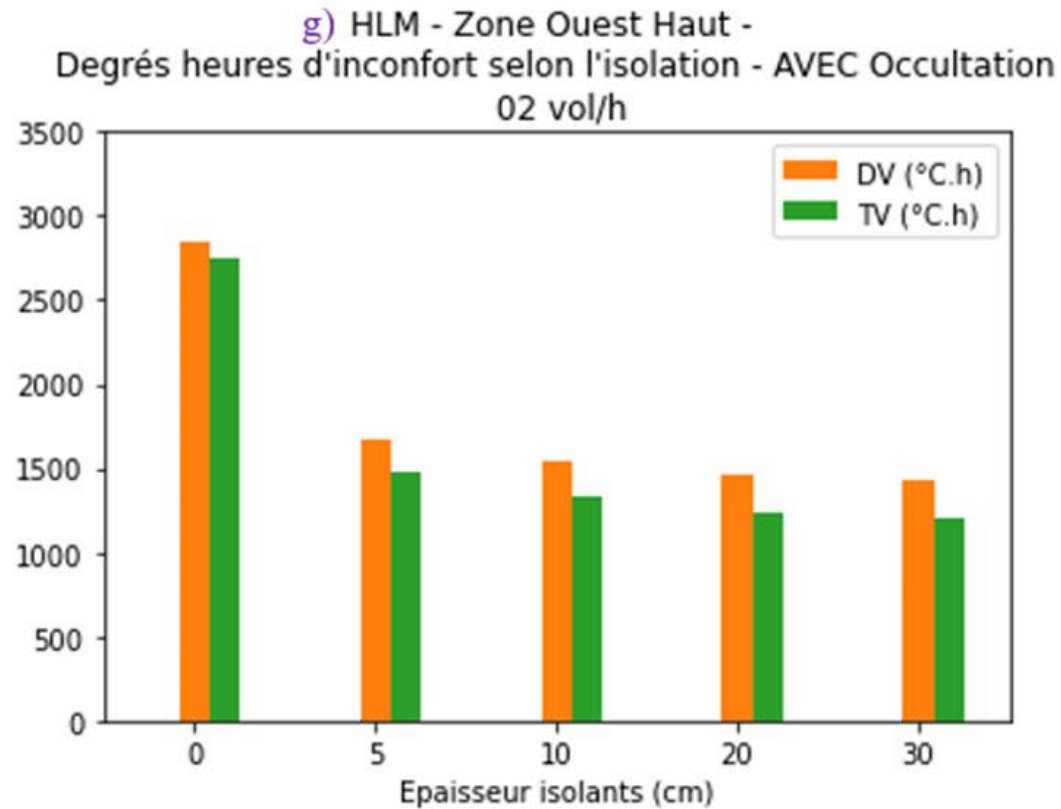


Résultats : bureaux neufs



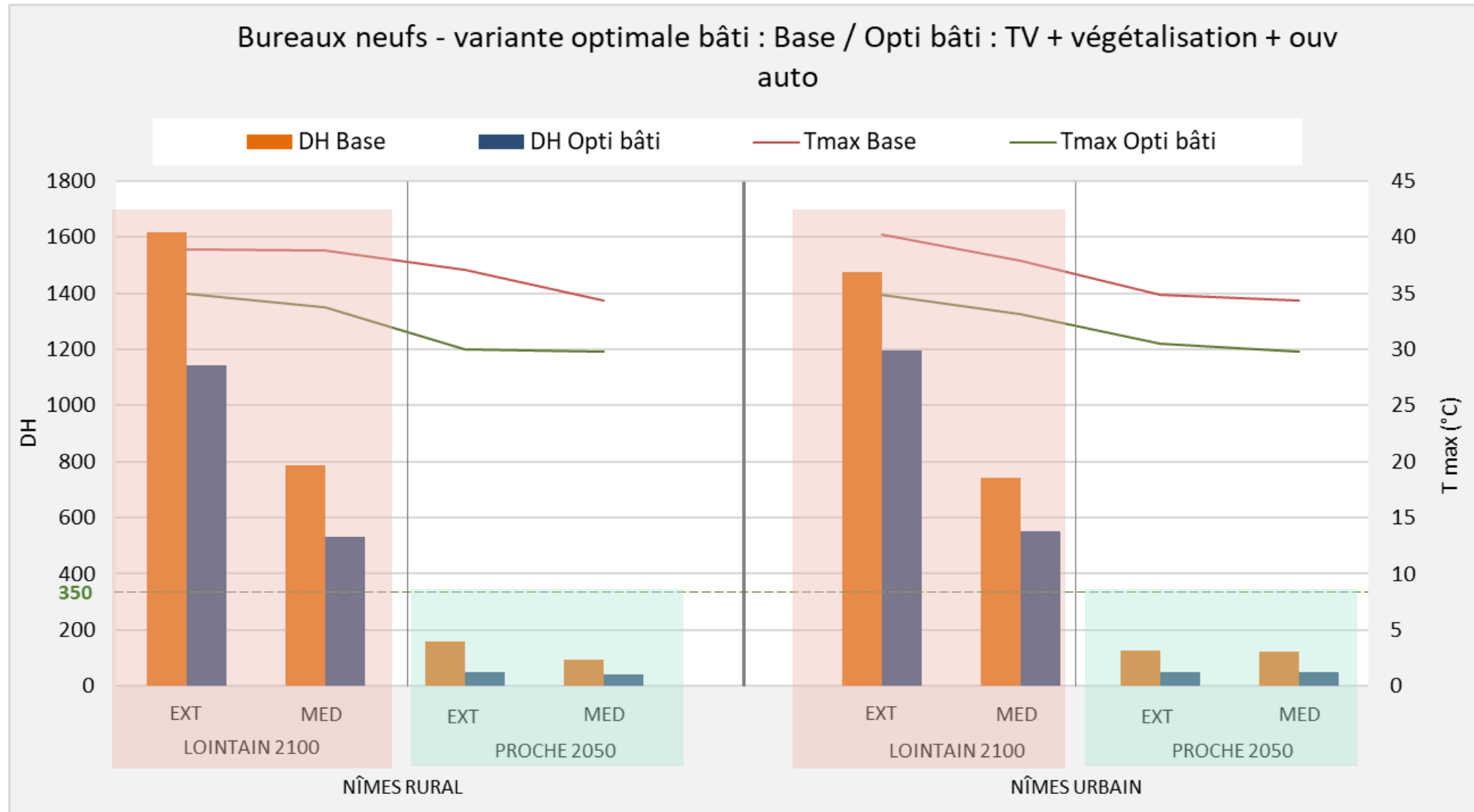
Résultats : logement collectif HLM

- Effet de l'isolation (ITE)



Paris urbain lointain 2100 vague médiane

Résultats : bureaux neufs



Résultats : Actions bâti et ventilation

Indispensables :

- **Protections solaires** efficaces
 - Extérieures et adaptées à l'orientation
- **Ventilation**
 - Surventilation nocturne et free-cooling
 - Ventilation double flux avec récupération de fraîcheur
- **Isolation**
 - Toiture et murs extérieurs (5 à 10 cm minimum)
 - Double vitrage performant ou triple (selon climat et orientation)

Recommandés :



- **Inertie thermique « accessible »**
 - → ITE préférable à ITI
 - Plafonds lourds, plancher bas sur TP



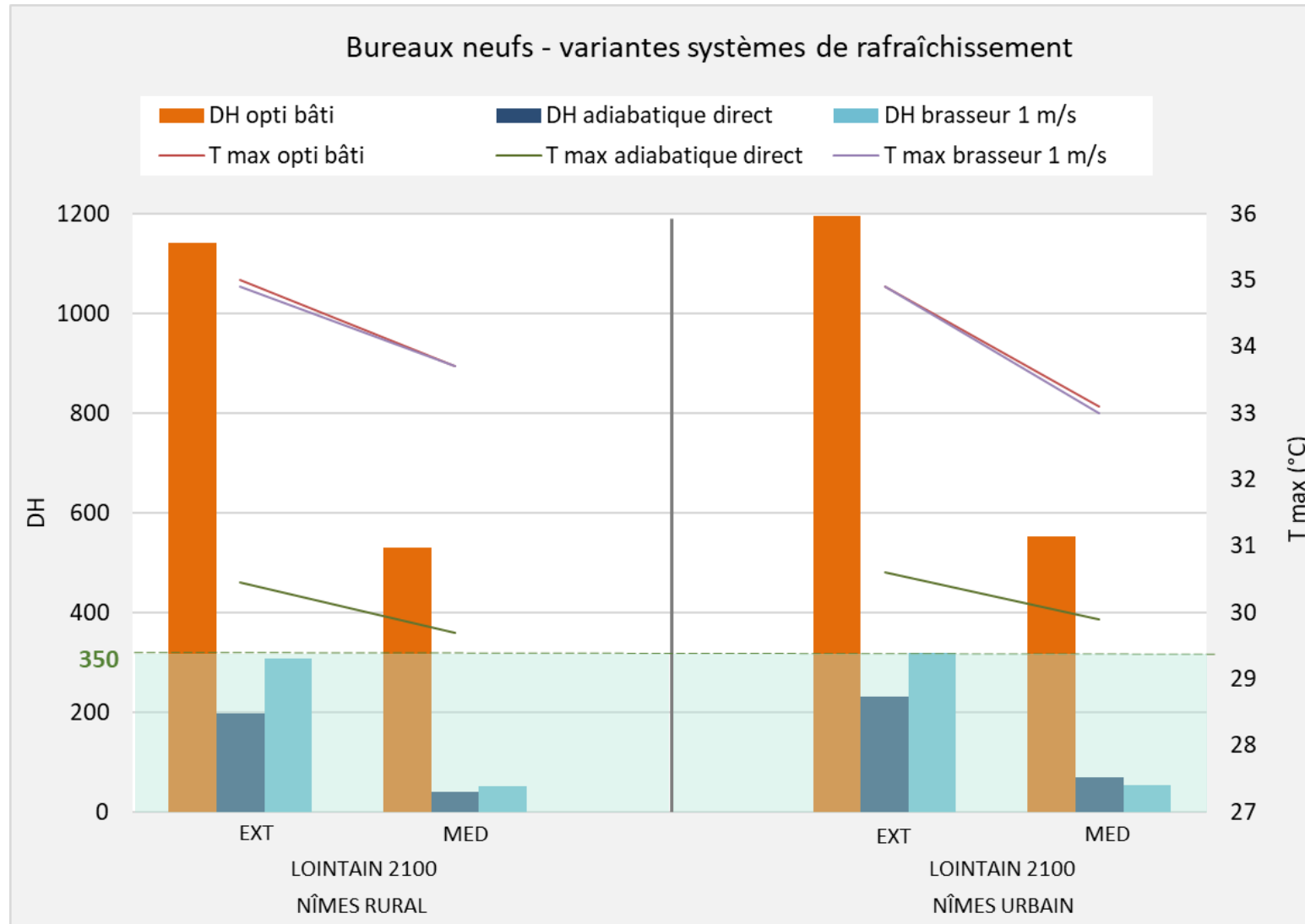
À combiner !

Résultats : Actions bâti et ventilation

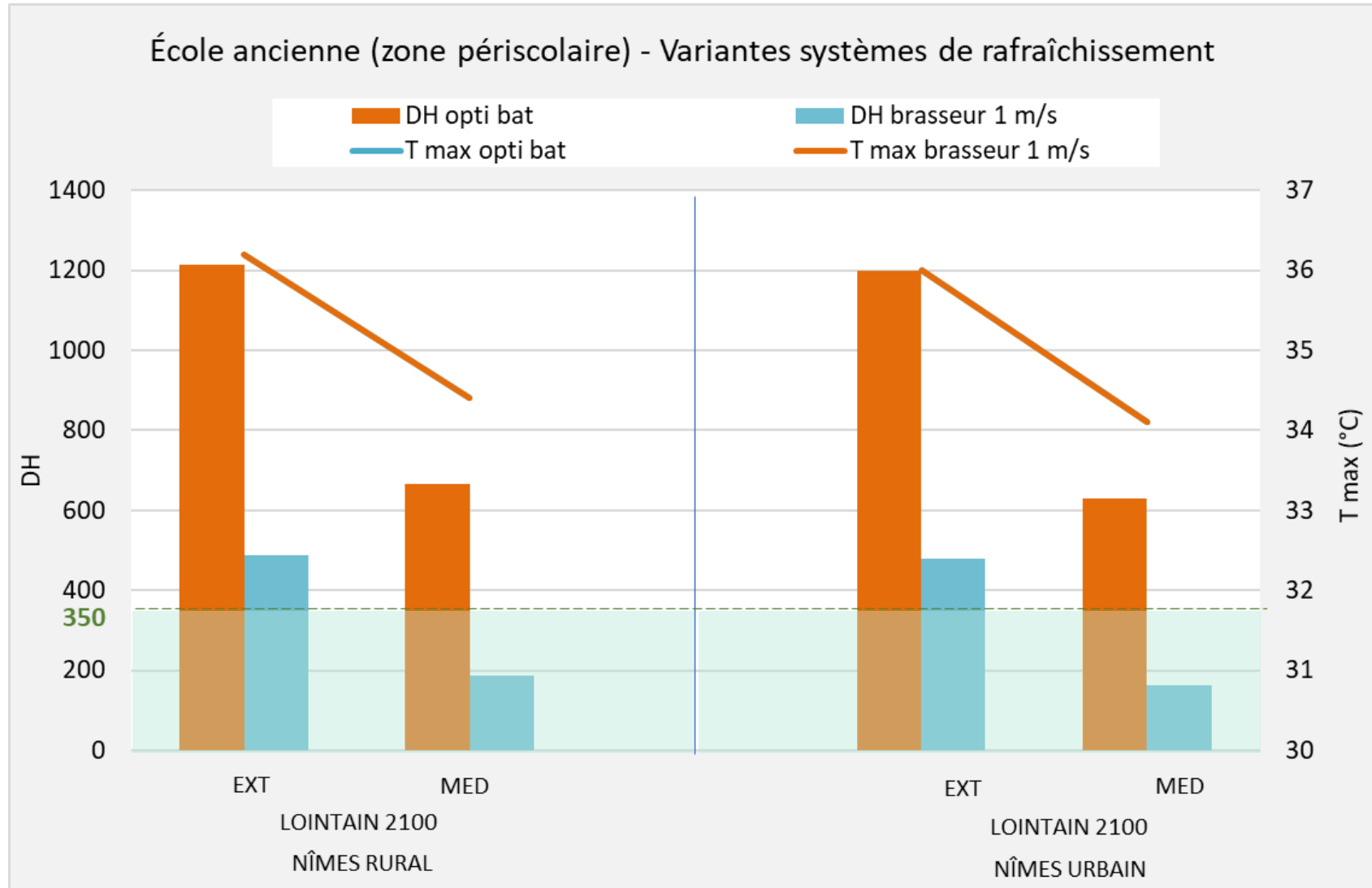
Actions combinées bâti et ventilation

- Horizon 2050 :
confort atteint 
- Horizon 2100 :
inconfort 

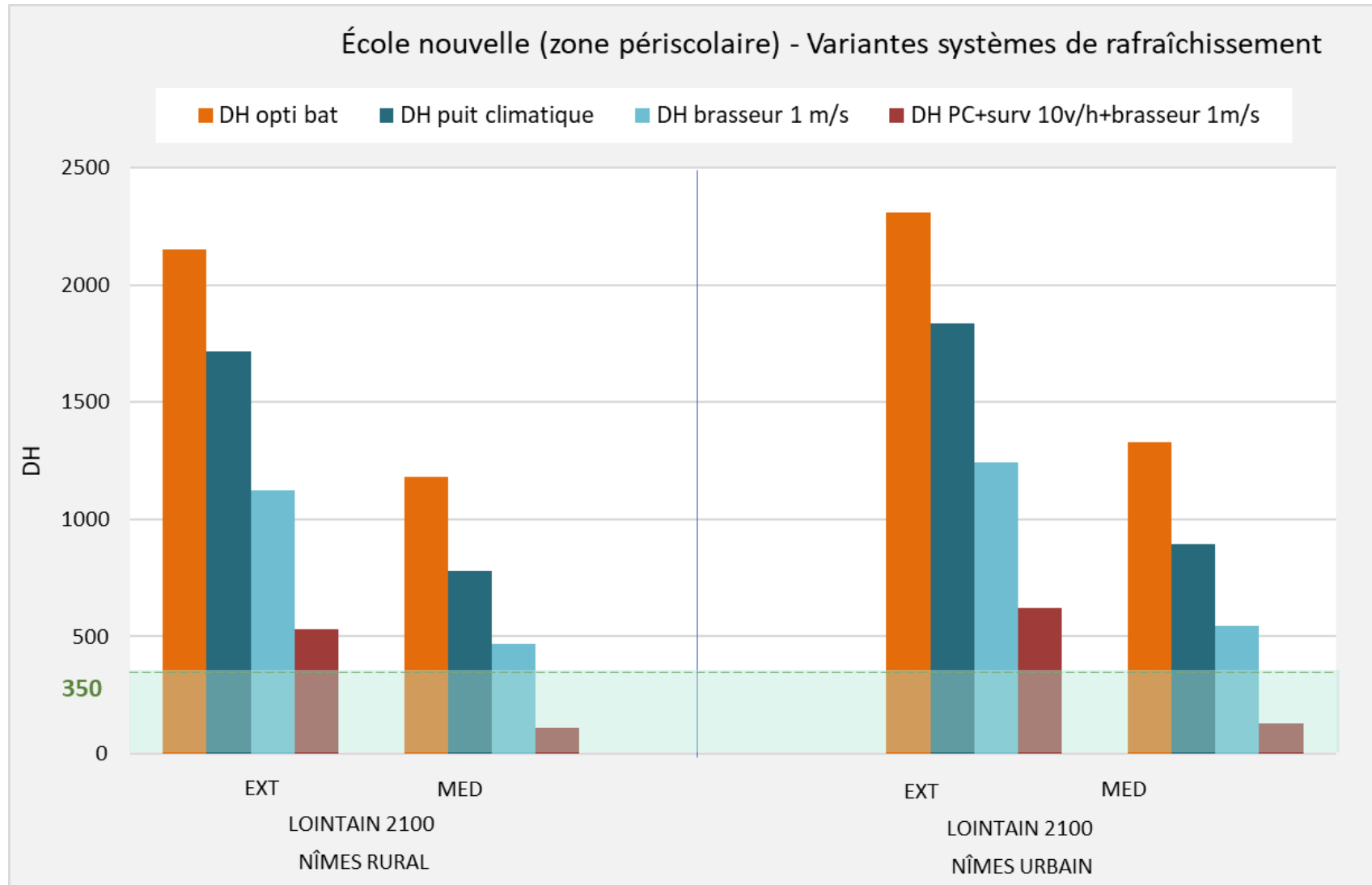
Résultats : bureaux neufs



Résultats : école ancienne



Résultats : école neuve



Résultats : Systèmes actifs

Brasseurs d'air : particulièrement efficaces

- Peuvent éviter le recours à une climatisation
- Renforcent l'effet d'une climatisation

Rafrâichissement adiabatique : particulièrement efficace

- Indirect avec échangeur de chaleur (ventilation double-flux)
- Direct (insufflation) : attention à l'humidification !

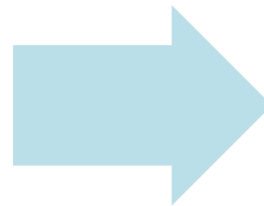
Puits climatique : intéressant

- Si régulation optimale, possibilité de by-pass
- Et taux de renouvellement d'air > 1 vol/h, idéalement 3 vol/h
- Mise en œuvre en rénovation limitée

Résultats : Rafraîchissement actif

Actions combinées bâti et ventilation

- 2050 : confort atteint 
- 2100 : inconfort 



Rafraîchissement actif

- 2050 : confort atteint 
- 2100 : confort atteint 

Limites

- Valables pour le **panel de bâtiments et de solutions** étudié
 - Climatisation active indispensable dans certains cas particuliers
 - Possibilité de limiter son usage : zonage, brasseurs d'air...
- Rôle majeur du **comportement des usagers**
 - Gestion des ouvrants : surventilation et occultation
 - Priorité d'usage entre dispositifs
- Effet de l'**humidité** de l'air sur le confort

Perspectives

-  Évaluation des **coûts économiques** des mesures
-  Évaluation des **impacts environnementaux** des mesures
- Évaluation des limites de la **mise en œuvre** des adaptations
 - Pratiques, réglementaires, rôle des occupants
- Extension à d'autres types de bâtiments
- **Diffusion** et mise à disposition des **fichiers météorologiques**

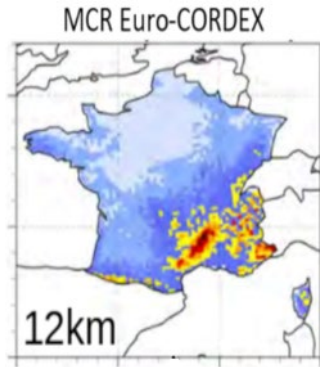


ADAPTATION DES BÂTIMENTS AUX PÉRIODES CANICULAIRES FUTURES PROJET DE RECHERCHE RESILIANCE

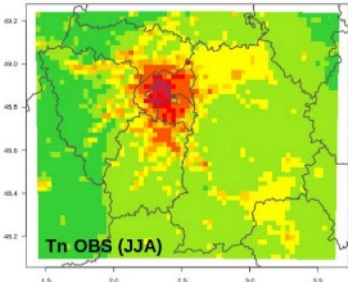
MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

ANNEXES

Données climatiques : méthode

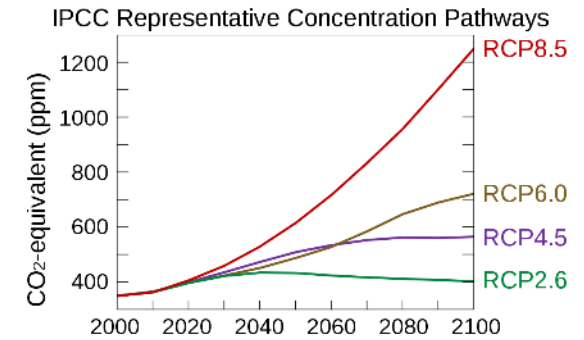


Descente
d'échelle



Conditions climatiques typiques futures

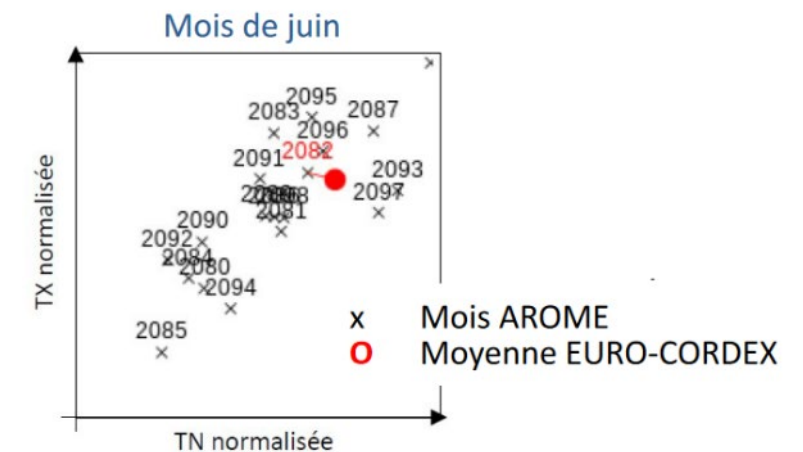
- modèles régionaux EURO-CORDEX
- 2006-2100 scénario RCP 8.5
- **Journalières**, résolution **12,5 km**



Choix de mois représentatifs
▶ **année moyenne**

Données météo en climat futur

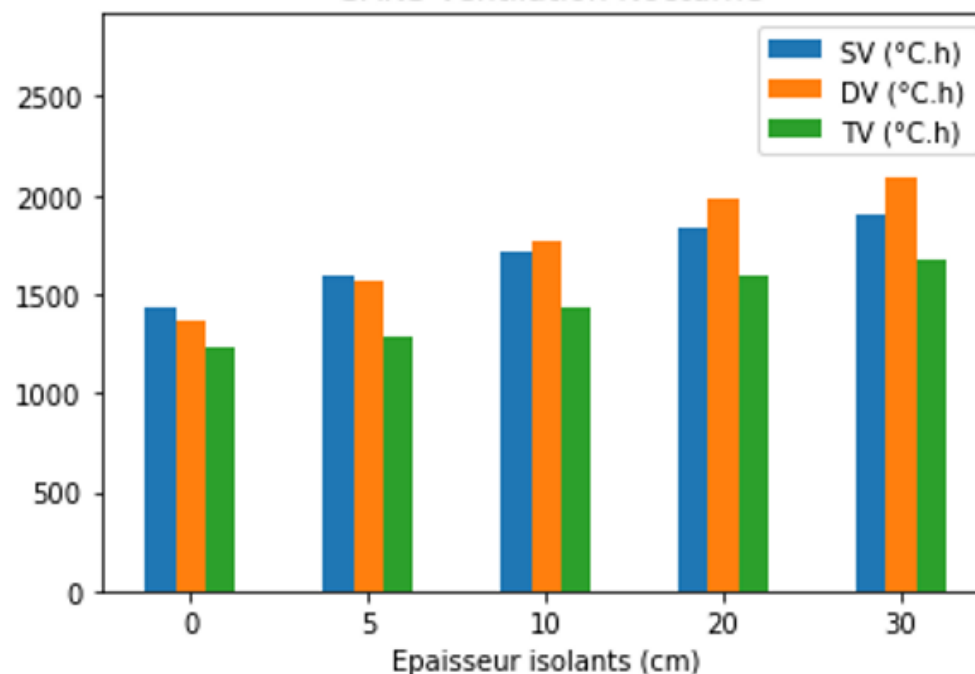
- Modèle AROME
- **Horaires**, résolution **2,5 km**



Résultats : maison individuelle

- Effet de l'isolation (ITE)

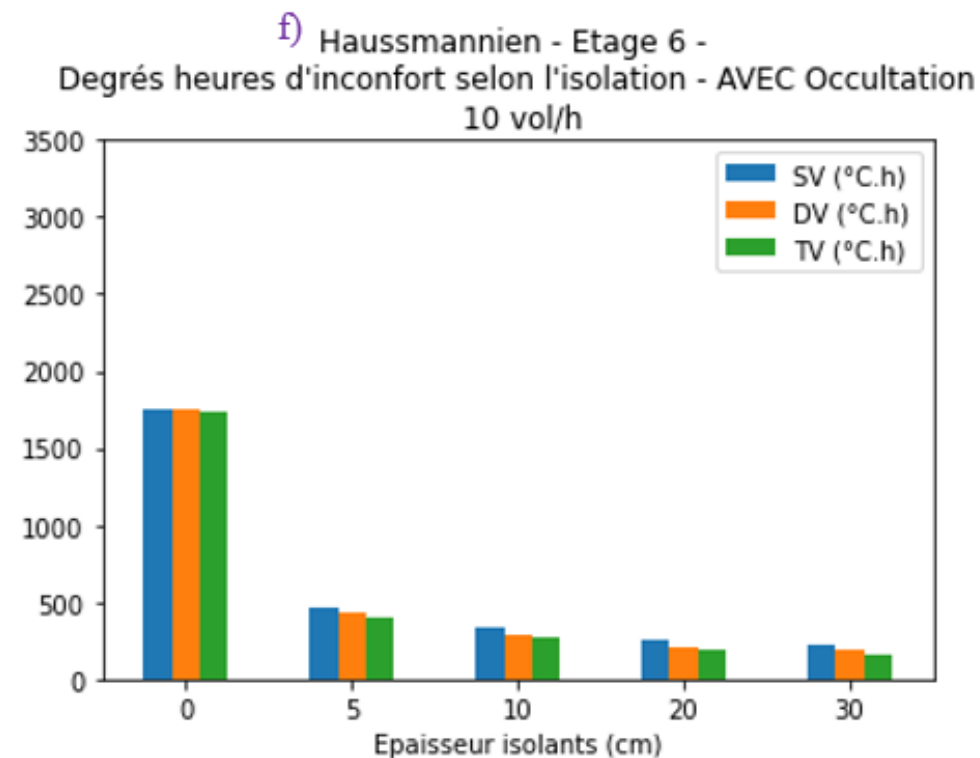
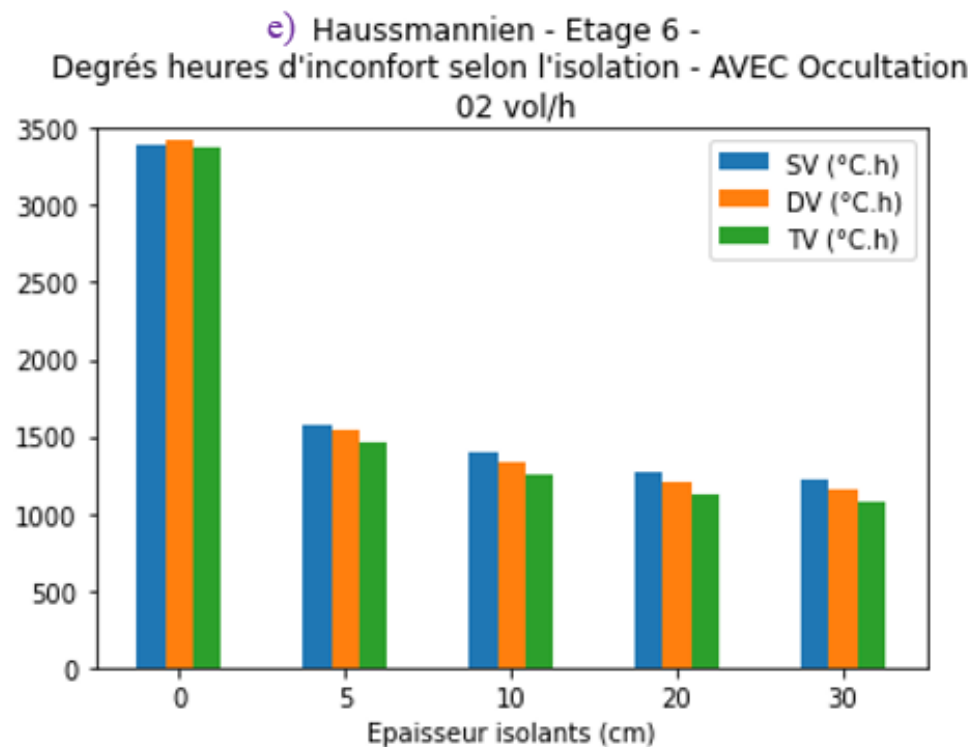
Maison Neuve - Zone nuit Sud -
Degrés heures d'inconfort selon l'isolation - AVEC Occultation
SANS Ventilation Nocturne



Paris urbain lointain 2100 vague médiane

Résultats : collectif Haussmannien

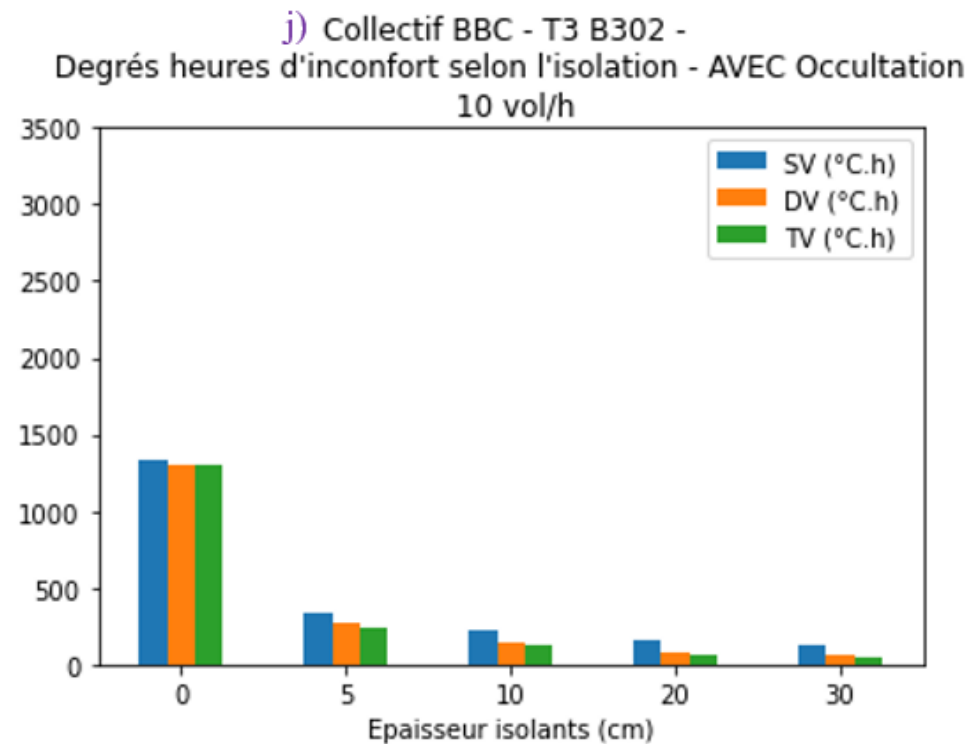
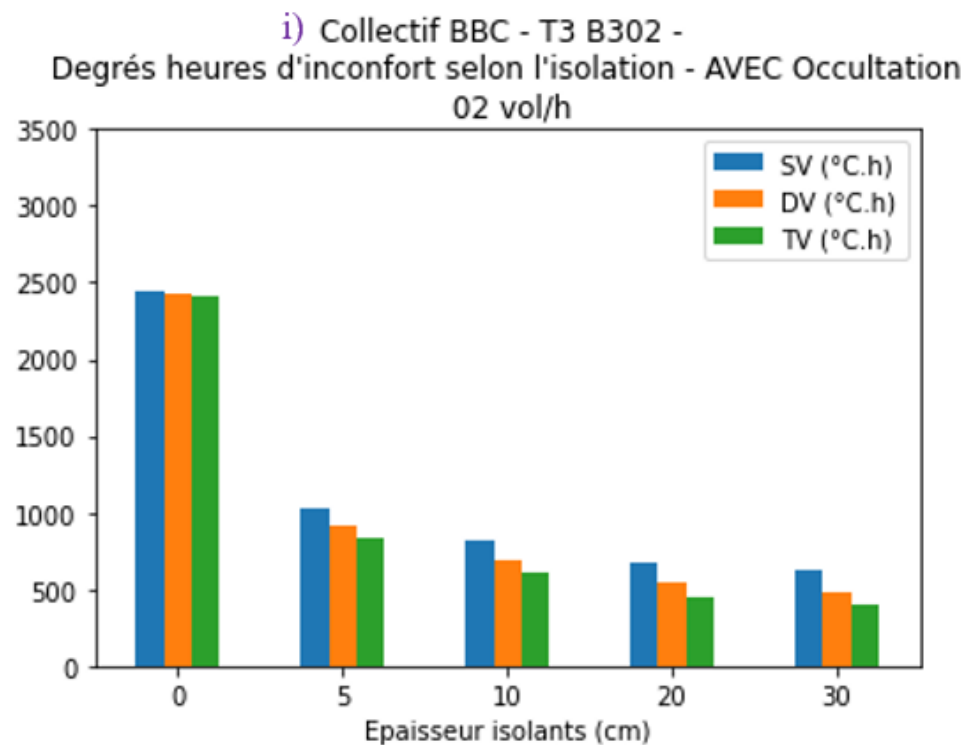
- Effet de l'isolation (ITE)



Paris urbain lointain 2100 vague médiane

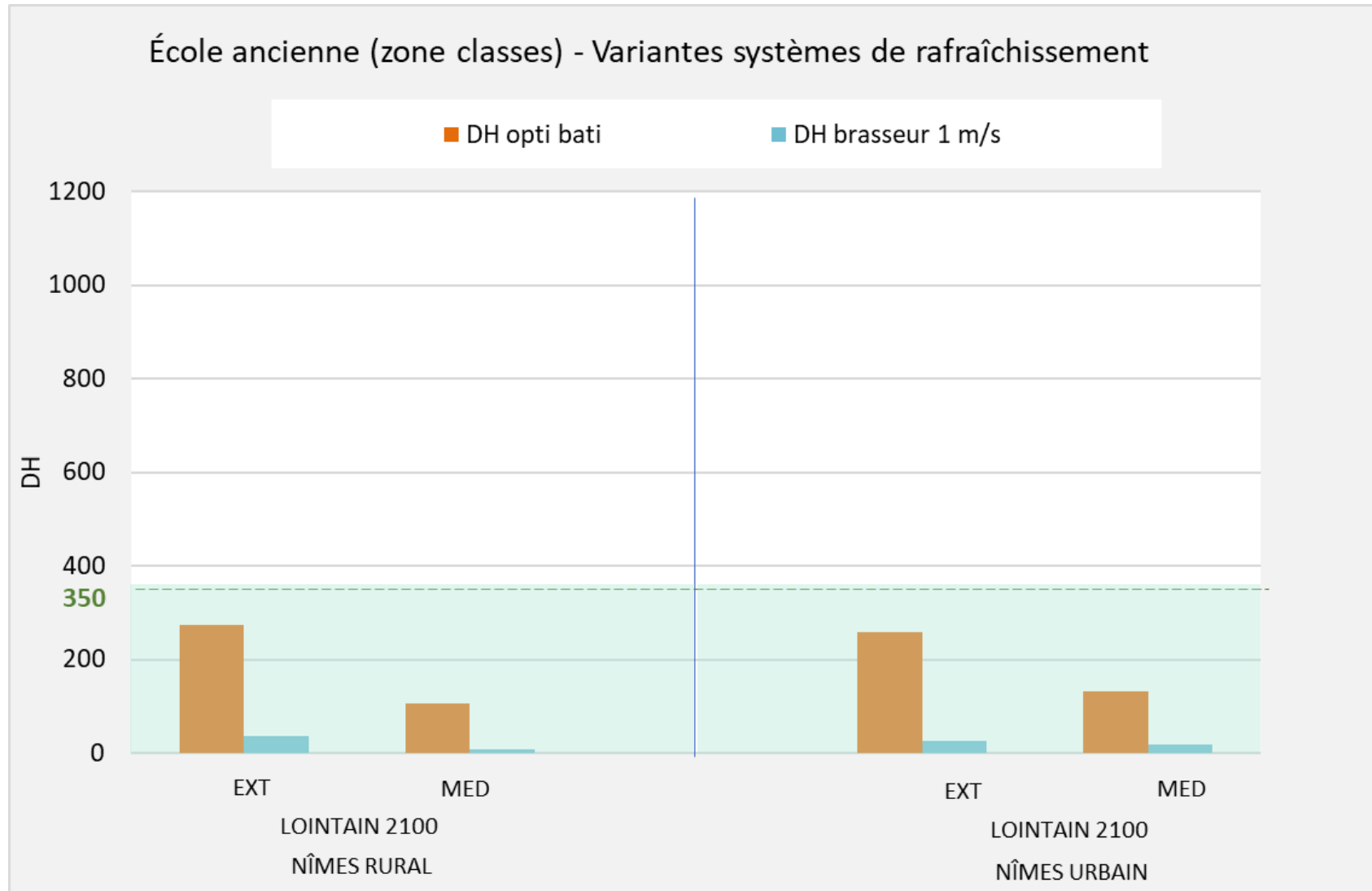
Résultats : collectif BBC

- Effet de l'isolation (ITE)



Paris urbain lointain 2100 vague médiane

Résultats : école ancienne



Résultats : école neuve

