

Séminaire EnviroBat Réunion « Le tertiaire sans clim »  
29 Avril 2011, CAUE, Saint-Denis

# Retour d'expérience ENERPOS Saint-Pierre

François GARDE, Thierry Faessel-Bohe



# Le bâtiment à La Réunion

85 % de la demande en électricité

Une seule énergie : l'électricité

Des consommations importantes

- Moyenne Bâtiments tertiaires : **330 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>SHON.an** (dont 190 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>SHON.an pour la climatisation )
- Un impact environnemental énorme

Une réglementation RT2A DOM

Des outils d'aide à la conception : PERENE 2009

Un décalage par rapport aux lois Grenelle 2 et aux directives européennes (EBPD : 2019, tous les bâtiments neufs à E>0)

Objectif BBC : **50 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>SHON.an (22 kWh<sub>él</sub>/m<sup>2</sup>SHON)**

Usages pris en compte : chauffage, refroidissement, ventilation, auxiliaires, production d'ECS, éclairage des locaux

RT2012 : tous les bâtiments BBC

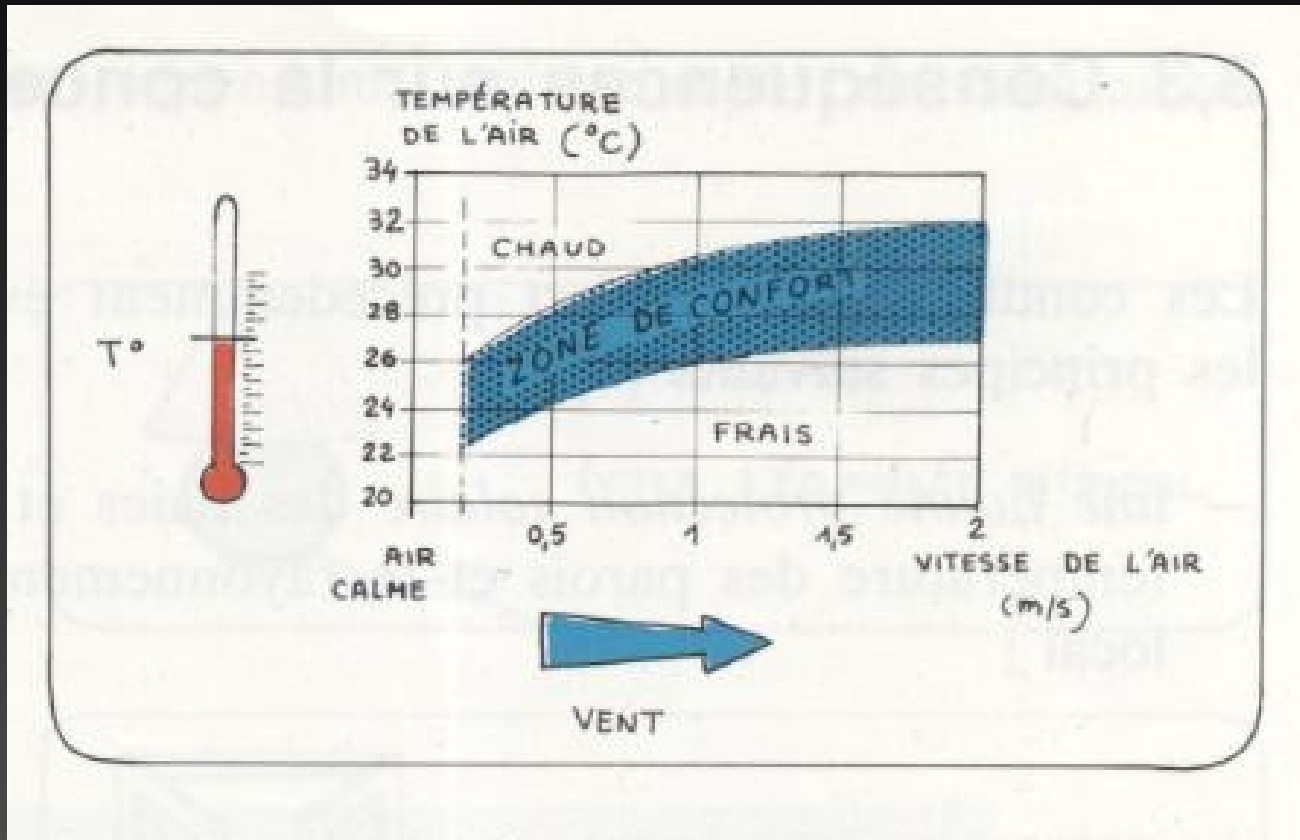
# Les principes de base d'un BBC/NZEB

- Avoir des bâtiments qui consomment le moins possible tout en garantissant le confort des usagers
- Construire des bâtiments passifs et à très faible énergie
  - Connaître le climat et utiliser les bons outils de conception
  - Environnement autour du bâtiment
  - Conception thermique de l'enveloppe
  - Traitement de l'air
  - Privilégier l'éclairage naturel, limiter l'éclairage artificiel
  - Améliorer les performances des systèmes
- Pendant l'exploitation
  - Suivi des énergies : suivi des factures EDF, comptages
  - Maintenance
  - Formation des usagers, présence d'un homme énergie
- Favoriser les énergies renouvelables



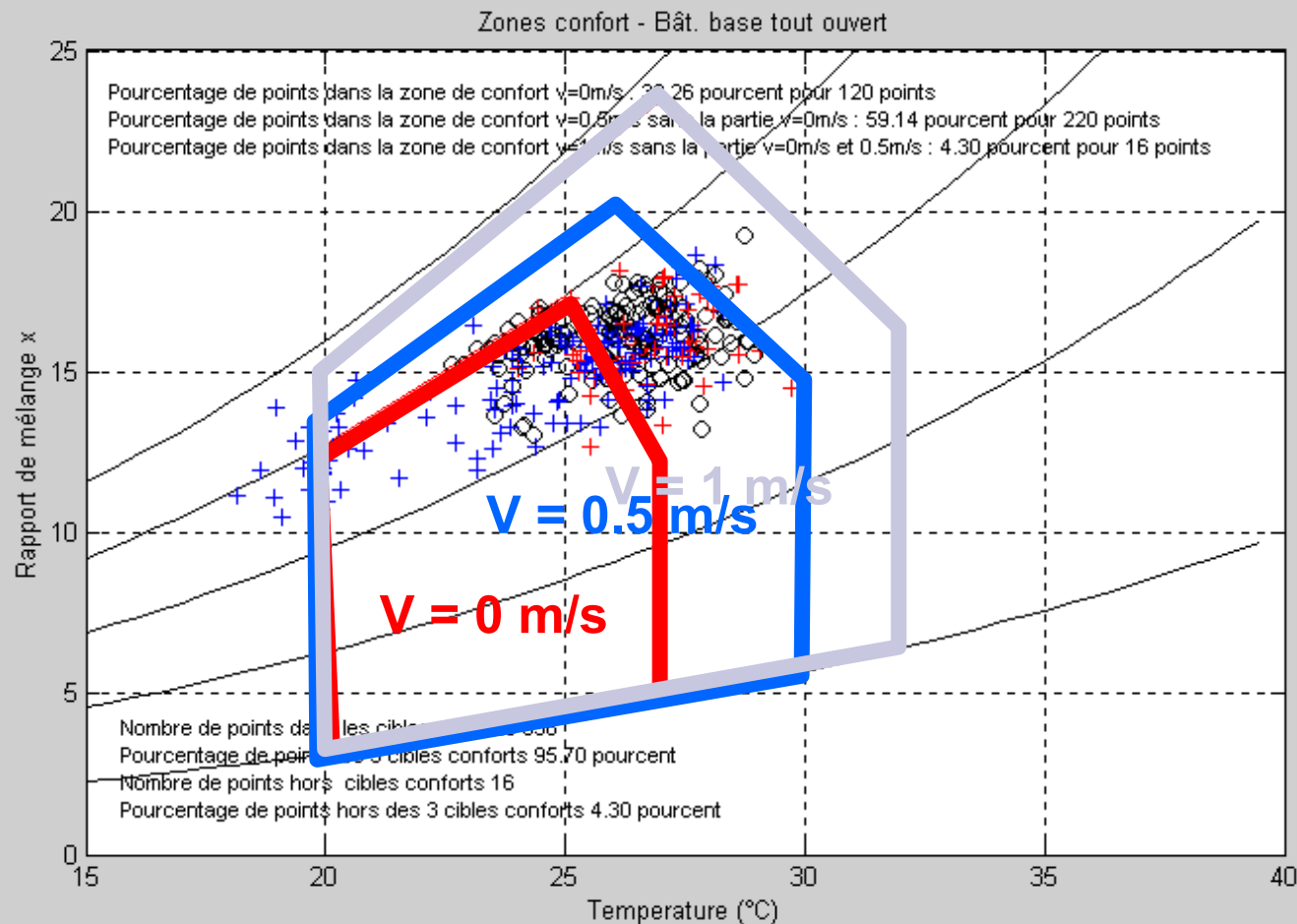
Idée fondamentale : utiliser des moyens passifs le plus longtemps possible. Les moyens actifs ne doivent être utilisés qu'en dernière limite.

# Confort et vitesse d'air



Source : CSTB

# Le diagramme de confort ou diagramme de Givoni



Valable pour une vture d'été et une activité de bureau



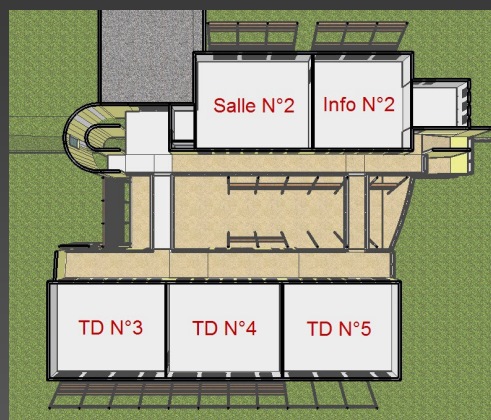
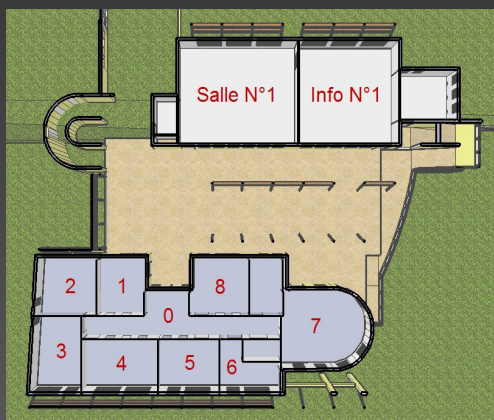
# ENERPOS : 1er bâtiment à E>O des DOM

## EXIGENCE DU PROGRAMME

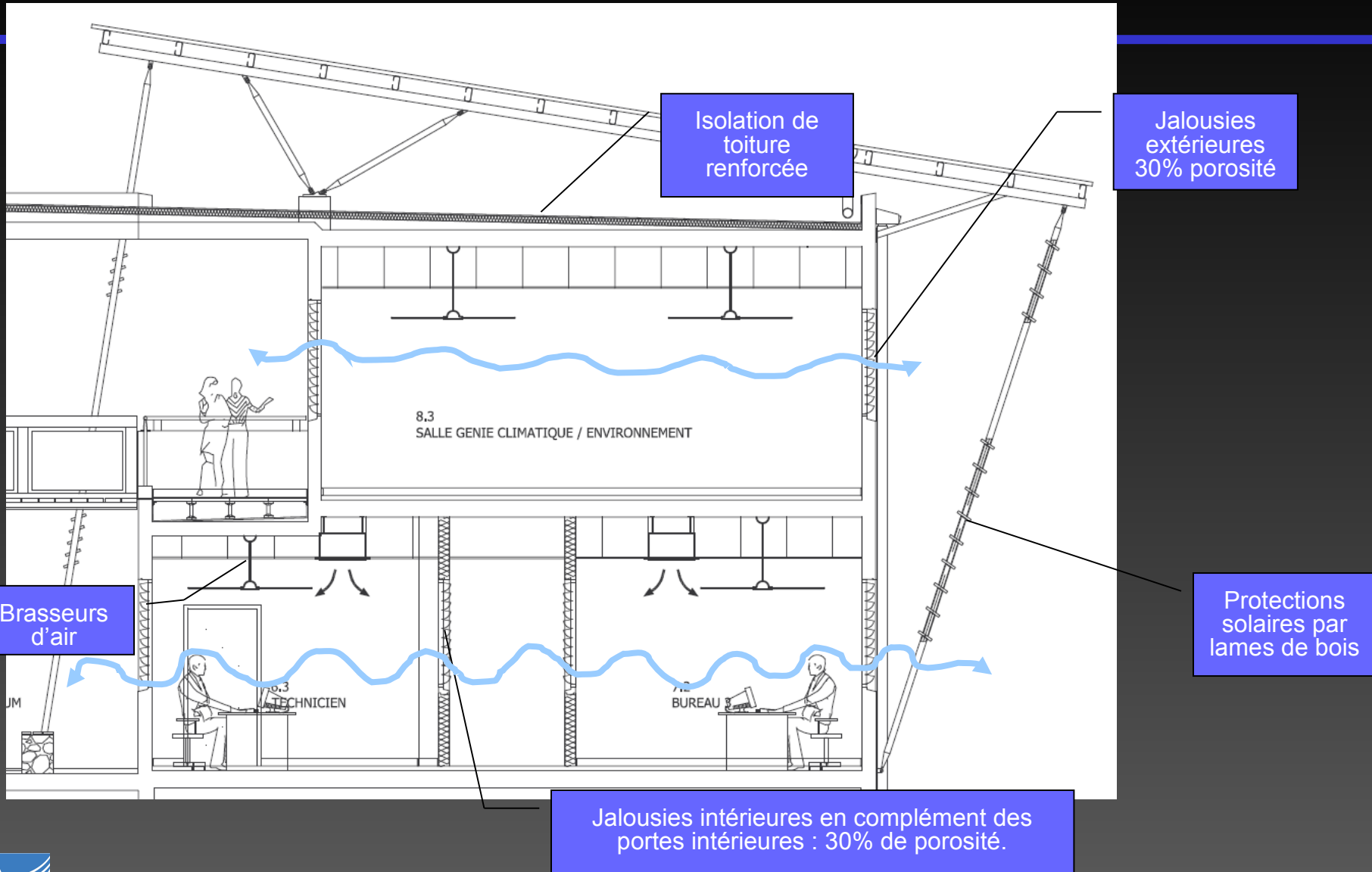
- Ventilation naturelle traversante obligatoire
- Climatisation limitée à 3 mois
- Eclairage artificiel  $< 7 \text{ W/m}^2$
- Consommation  $< 80 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$

# Le Bâtiment « ENERPOS »

- 739 m<sup>2</sup> SHON / 1425 m<sup>2</sup> SHOB (7 salles + 160 m<sup>2</sup> bureaux)
- 2 bâtiments / 2 niveaux
- Toitures PV : 49 kWc/370 m<sup>2</sup>
- Livraison : Juillet 2008
- Coût : 3200€ HT /m<sup>2</sup> SHON, 1664 € HT /m<sup>2</sup> SHOB
- Architecte : T Faessel-Bohe
- Bureau d'étude : IMAGEEN (La Reunion)
- AMO HQE : TRIBU (Paris)



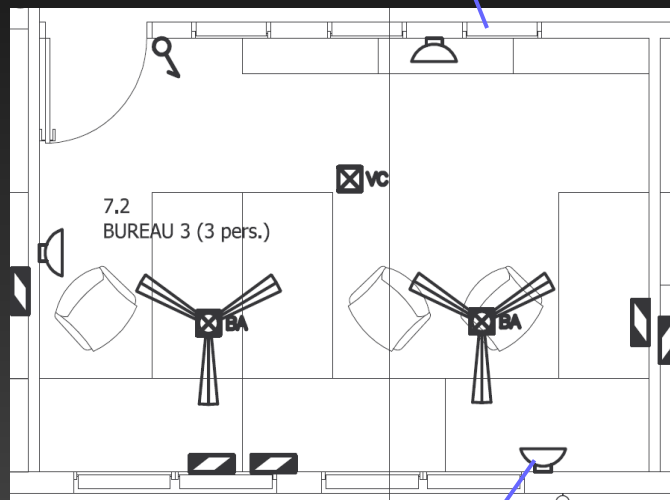
# Principes passifs de conception





# Éclairage artificiel : les principes

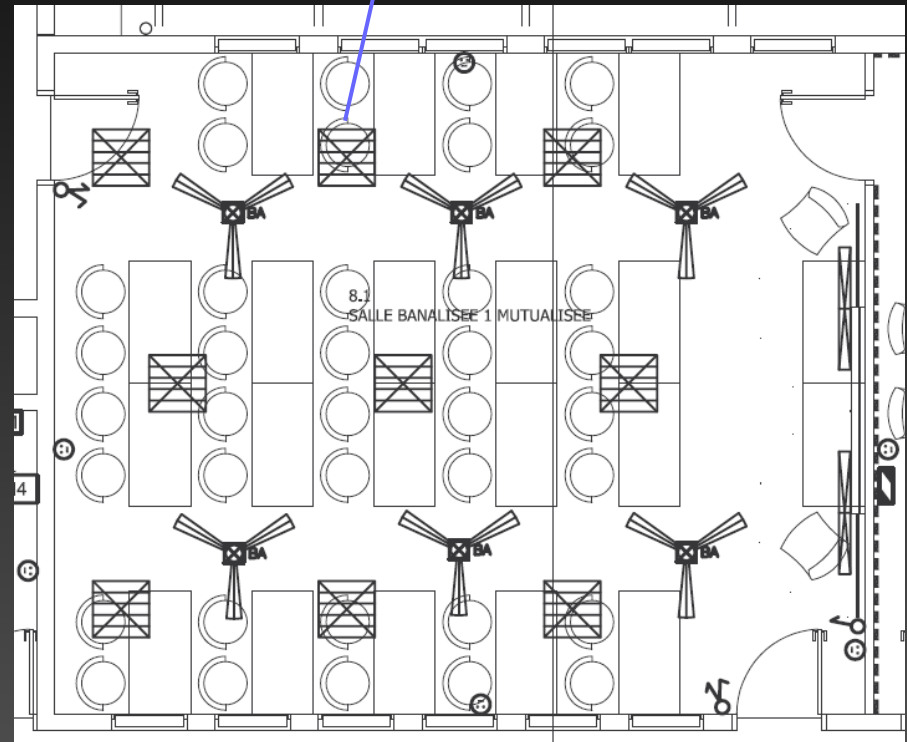
Second jour par  
jalousies intérieures  
dans couloir



Éclairage en  
applique 15 W

$P_{inst} : 4,5 \text{ W/m}^2$

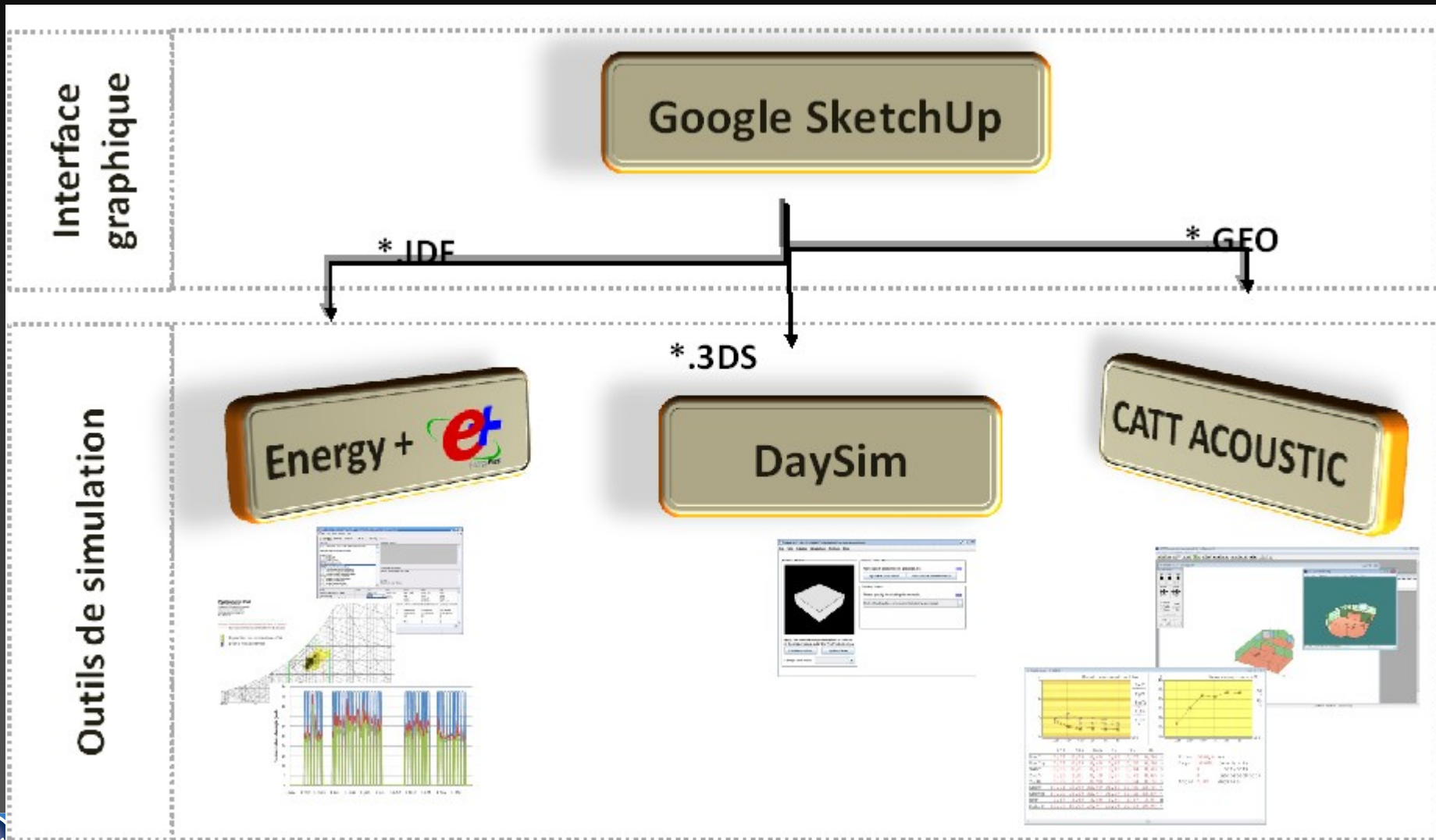
Éclairage 2x24 W  
Objectif : 250 lux  
Double commande



$P_{inst} : 8 \text{ W/m}^2$

# Outils de simulation et méthodologie d'ENERPOS

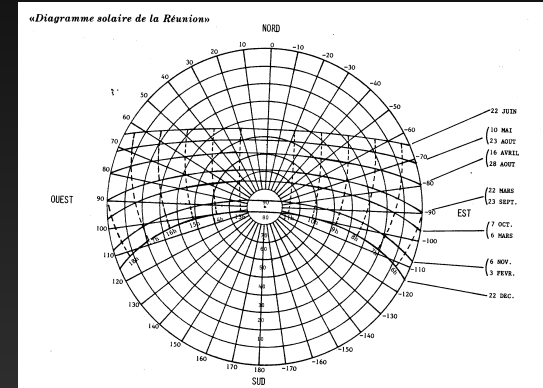
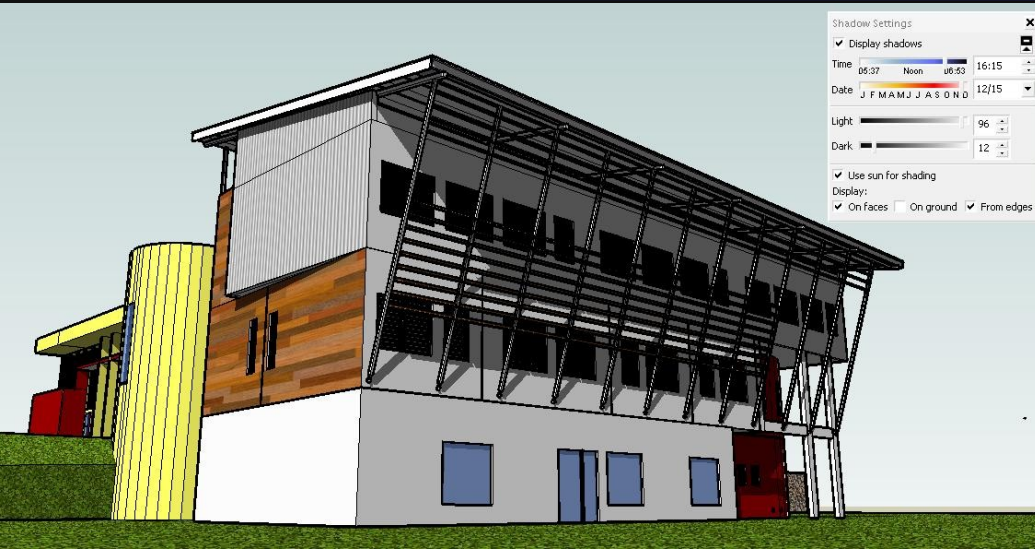
Vers un modeleur 3D permettant de faire tout type de simulation..



Retour d'expérience ENERPOS

Séminaire Envirobat Réunion « Le tertiaire sans clim ». CAUE, Saint-Denis, 29 avril 2011

# Sketchup pour optimiser les protections solaires

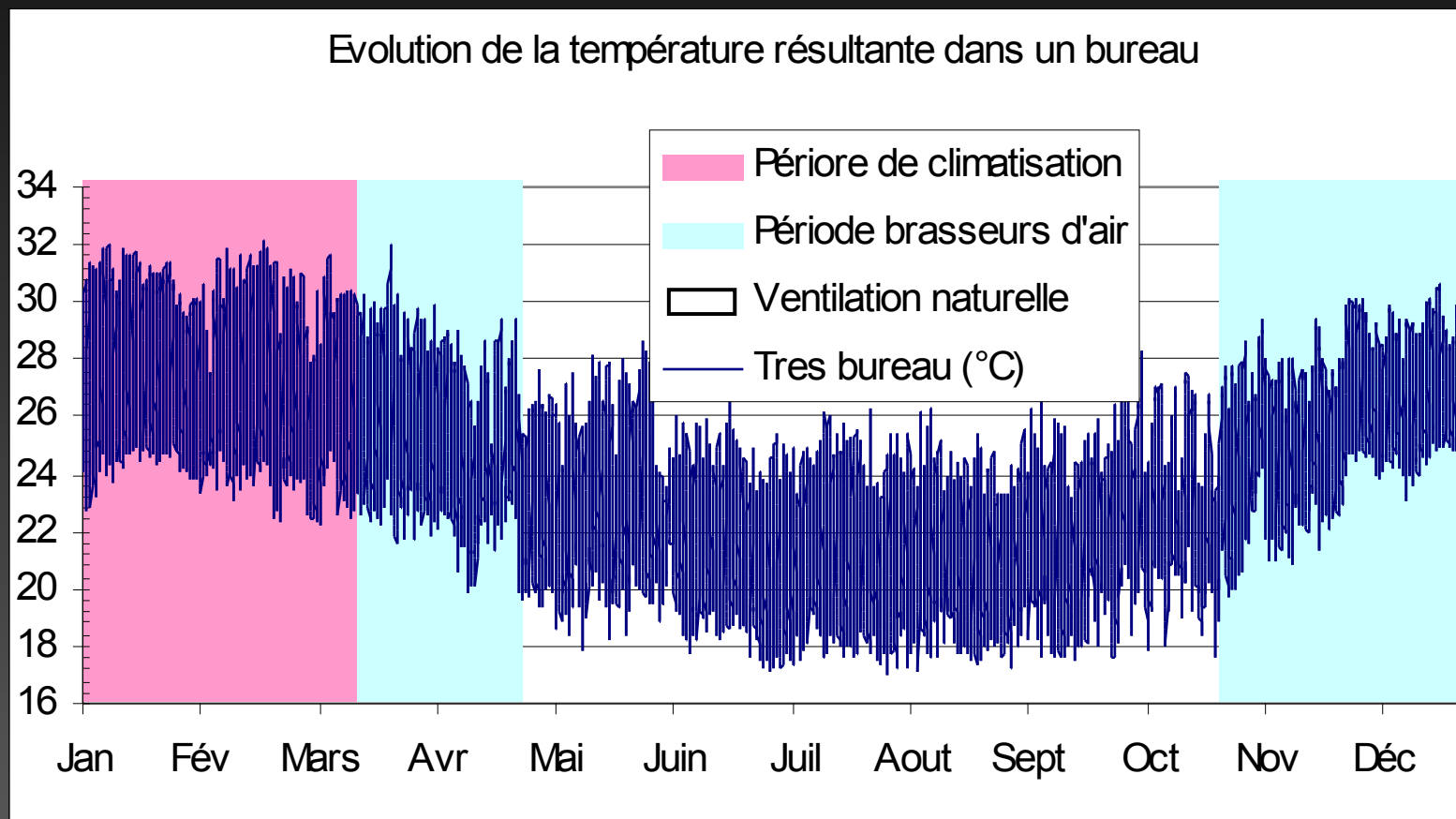


Utilisation du diagramme solaire  
Optimisation des protections solaires en utilisant Google Sketchup

Validation : Photo et modélisation de la façade Sud-Ouest en Décembre à 16h30.

# Évolution de la température résultante dans un bureau

- Critère passage VN/BA :  $T_a > 28^\circ\text{C}$  pour  $V_a=0,5 \text{ m.s}^{-1}$
- Critère passage BA/clim :  $T_a > 30^\circ\text{C}$  pour  $V_a=1 \text{ m.s}^{-1}$







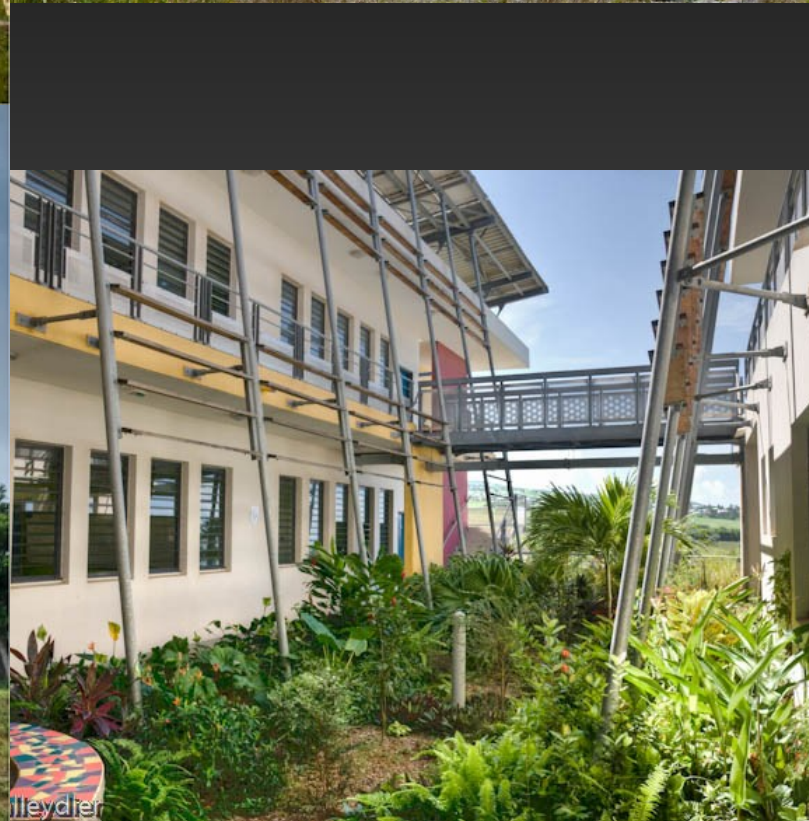
Jerome Balleydier



**Toiture PV intégrées**  
**370 m<sup>2</sup>/49 kWc**



Jerome Balleydier



Jerome Balleydier





Jerome Balleydier



ril 2011



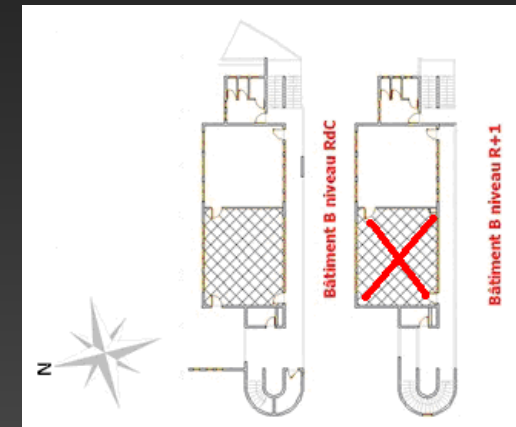
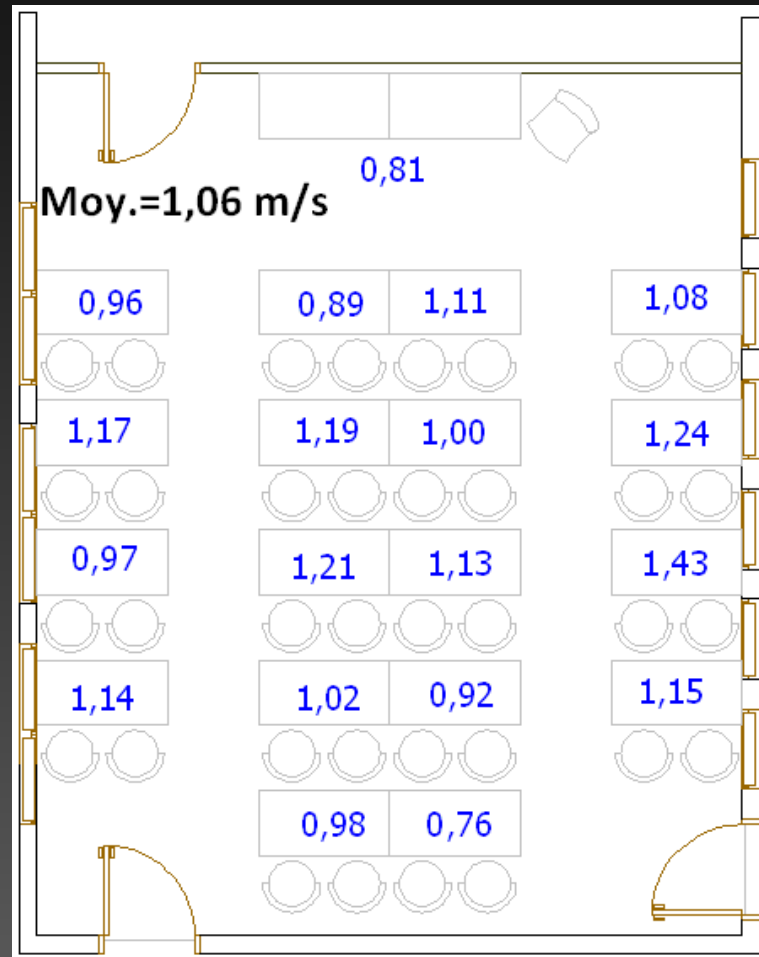
# Et après les études ? :

## POE, Suivi expérimental, enquête de satisfaction



# Mesures : Ventilation naturelle et vitesse d'air intérieure

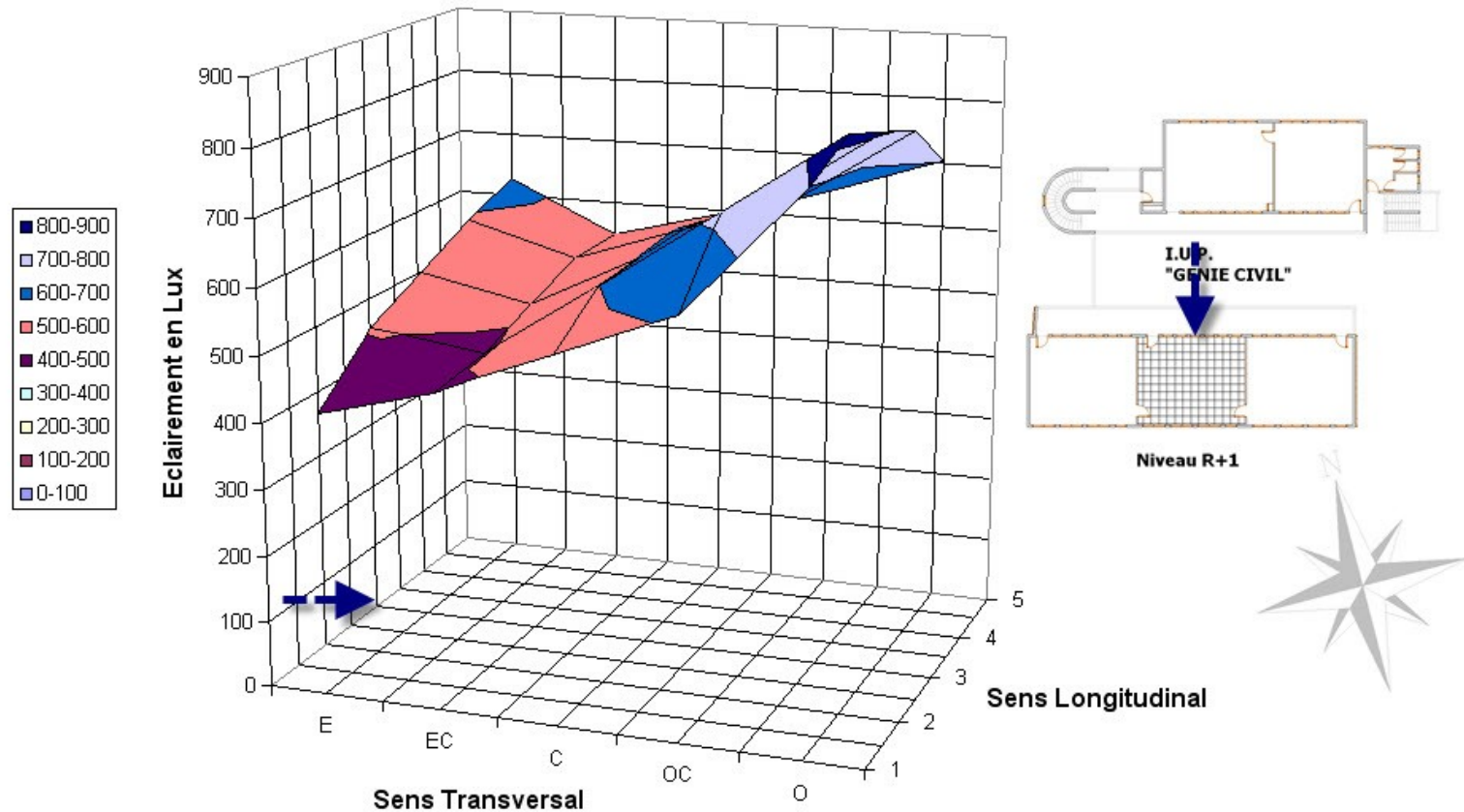
Moy. Vitesses d'air Ext. = 3,5 m/s



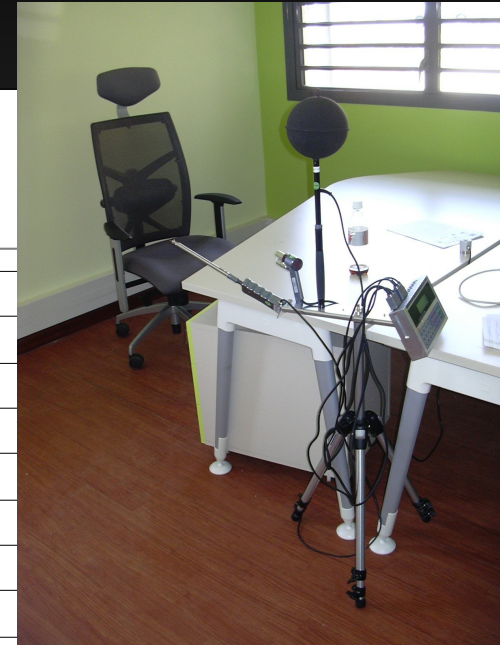


# Mesures : Éclairage naturel

Répartition de la moyenne d'intensité journalière de l'éclairage naturel dans la salle TD 3

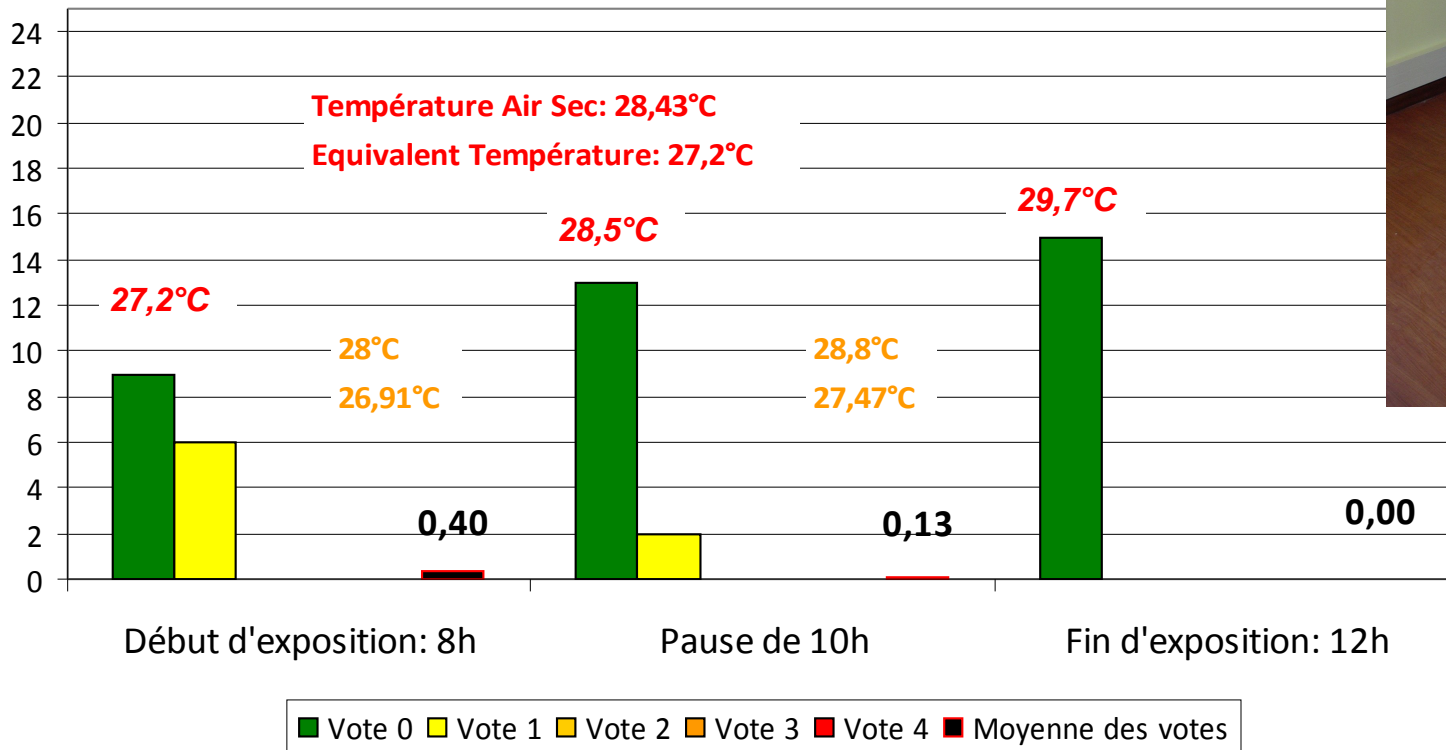


# POE : Evaluation du confort thermique

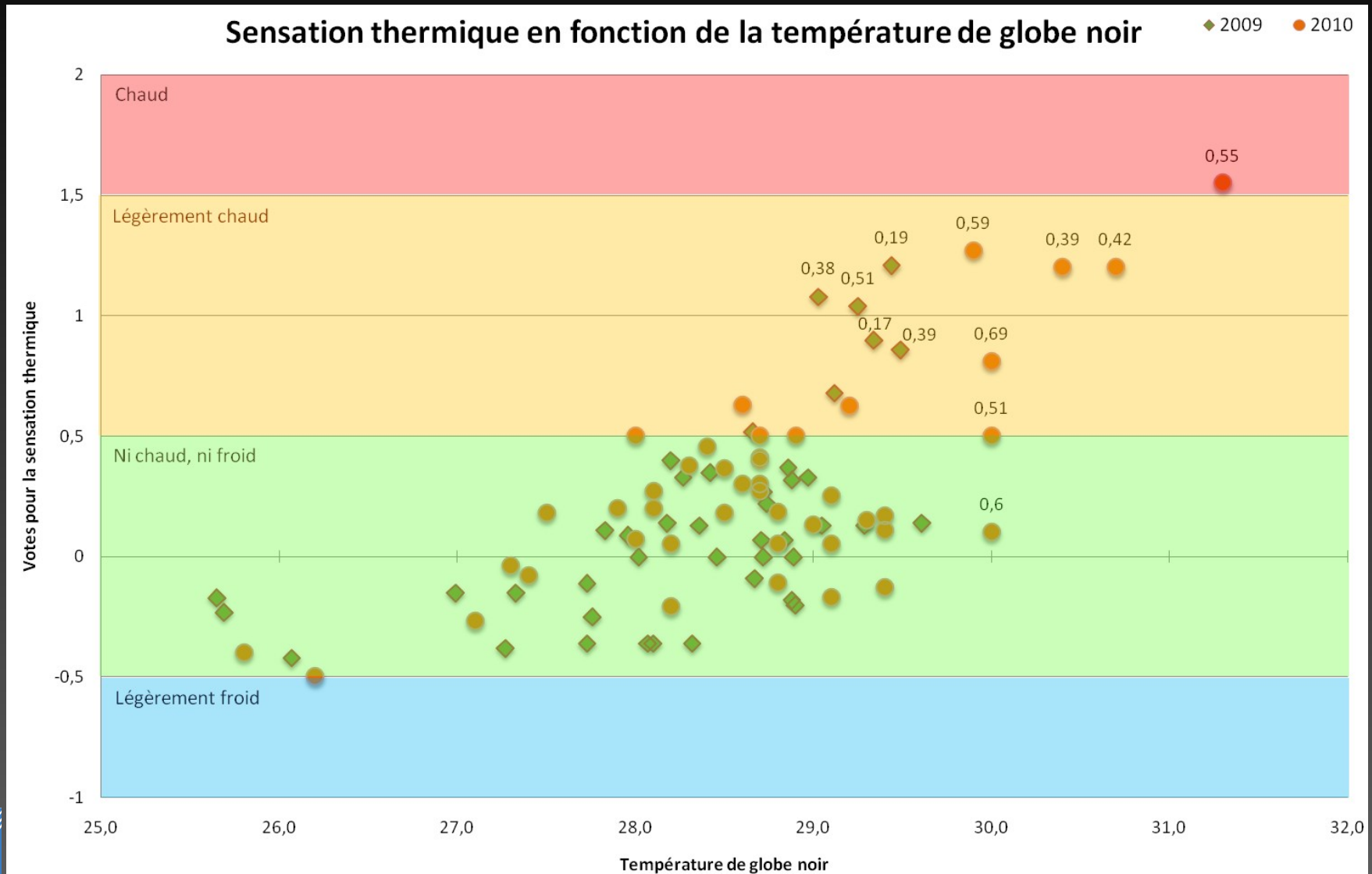


Nombre de personnes

## Evolution du jugement thermique au cours de l'exposition 8 am - 12 am, le 20 02 2009, SALLE TD 4



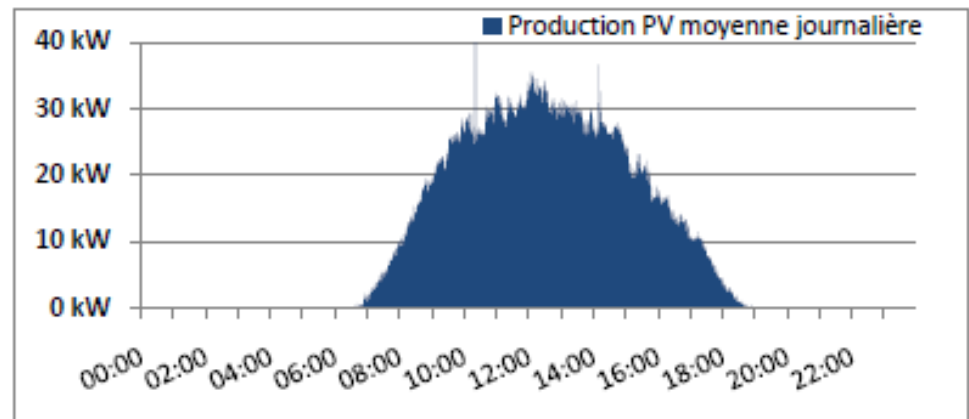
# POE : 1500 questionnaires/500 personnes interrogées



# Monitoring en Mars 2011

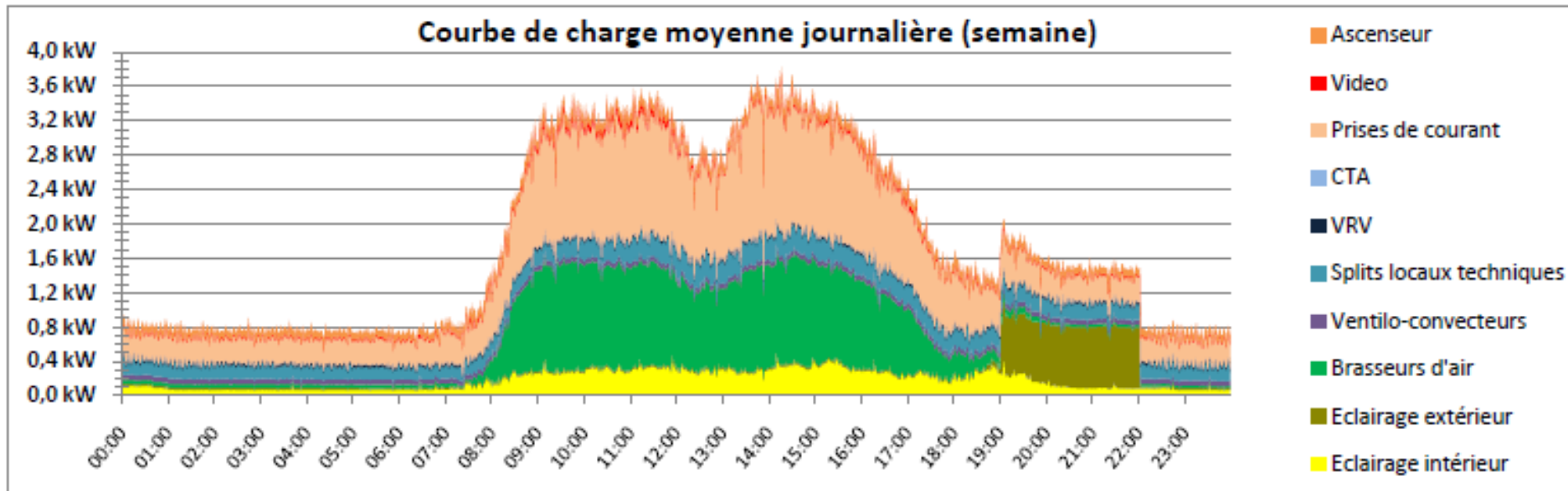
**Mars 2011**

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Consommation totale | 1167 kWh |
| Production PV       | 4580 kWh |
| Positif ?           | OUI      |



Consommation moyenne journalière SEMAINE

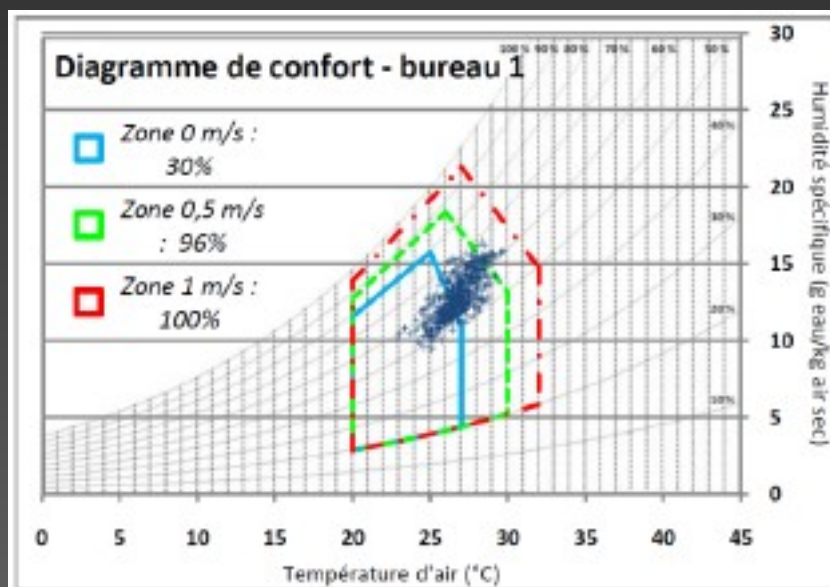
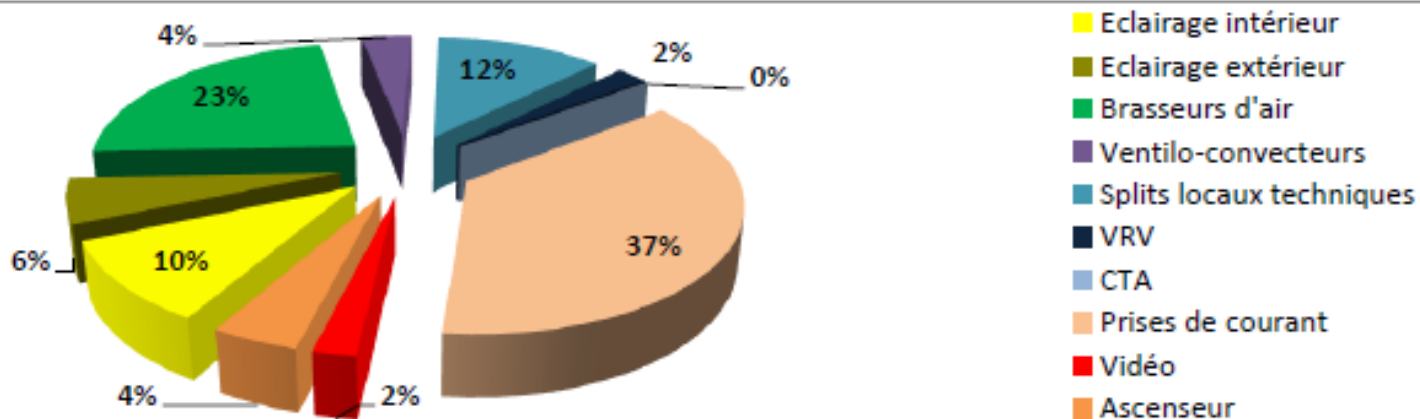
43,2 kWh



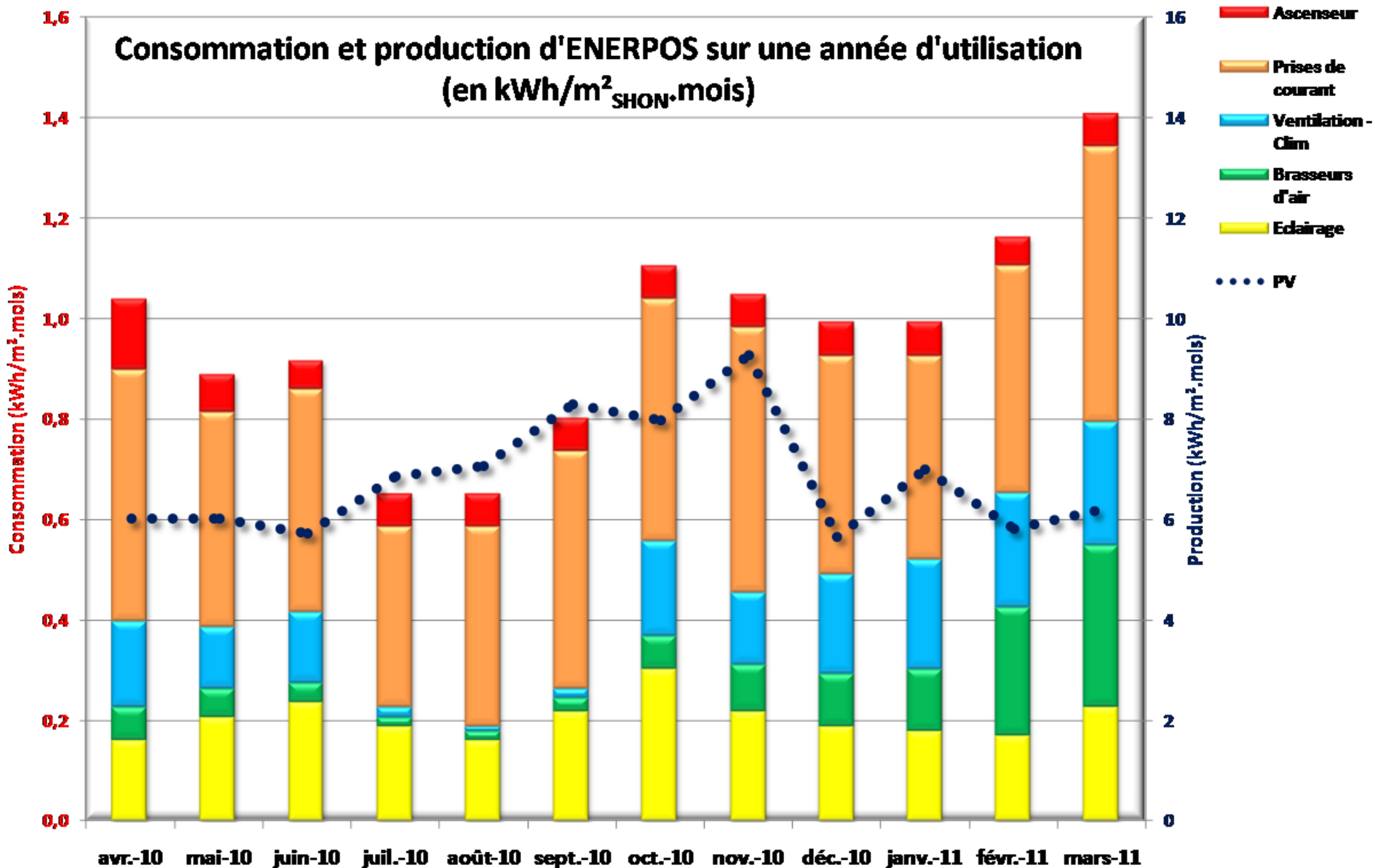


## Répartition de la consommation électrique par usage

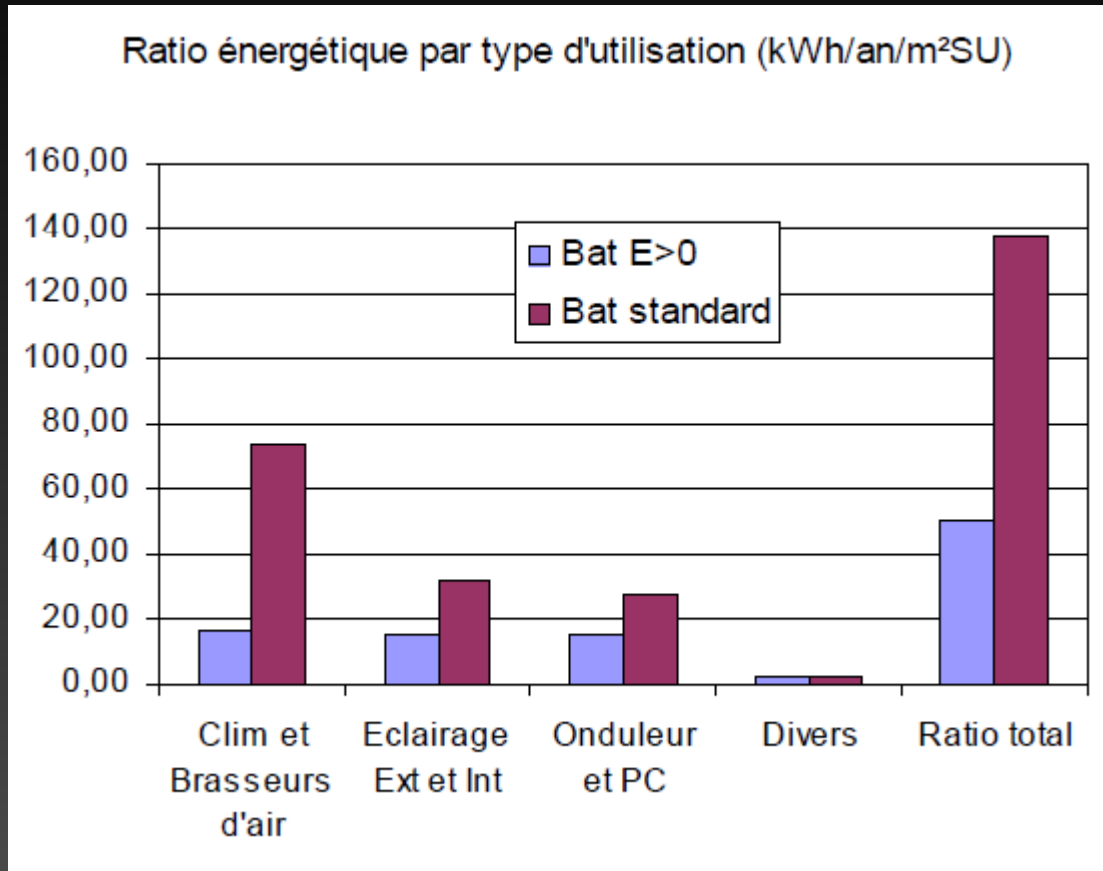
| Usage                                  | Eclairage intérieur | Eclairage extérieur | Brasseurs d'air | Ventilo-convecteurs | Splits locaux techniques | VRV    | CTA   | Prises de courant | Vidéo  | Ascenseur | TOTAL    |
|--|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|--------|-------|-------------------|--------|-----------|----------|
| Consommation                           | 120 kWh             | 67 kWh              | 265 kWh         | 42 kWh              | 140 kWh                  | 26 kWh | 0 kWh | 431 kWh           | 25 kWh | 52 kWh    | 1167 kWh |
| %                                      | 10 %                | 6 %                 | 23 %            | 4 %                 | 12 %                     | 2 %    | 0 %   | 37 %              | 2 %    | 4 %       | 100 %    |
| Ratio kWh/m <sup>2</sup> <sub>SU</sub> | 0,15                | 0,09                | 0,34            | 0,05                | 0,18                     | 0,03   | 0,00  | 0,55              | 0,03   | 0,07      | 1,49     |



# Consommation et production d'ENERPOS sur une année d'utilisation (en kWh/m<sup>2</sup><sub>SHON</sub>.mois)



# Ratio énergétique pour tout type d'utilisation



**Appel de puissance :**  
4,3 W/m<sup>2</sup> au lieu de 30 W/m<sup>2</sup>

## Consommation

**51 kWh/m<sup>2</sup>SU.an**  
(Etudes)

**32 kWh/m<sup>2</sup>SU.an**  
(après correction)

**16 kWh<sub>ef</sub>/m<sup>2</sup>SU.an**

## ENR

**78 kWh/m<sup>2</sup>SU.an**  
Source : Photovoltaïque

## Balance

**- 62 kWh/m<sup>2</sup>SU.an**

# Eclairage, brasseurs d'air et climatisation

## Eclairage artificiel

- Pas d'éclairage au plafond
- Lampes de bureau à LED

## Brasseur d'air vs climatisation

- moteur garanti à vie
- pas de coût de maintenance (clim : 10 €/m<sup>2</sup>)
- Consommation : 7 kWh/m<sup>2</sup>.an (vs 100 kWh/m<sup>2</sup>.an pour la clim)
- Appel de puissance : 6 W/m<sup>2</sup> vs 80 W/m<sup>2</sup>
- Investissement : 40€/m<sup>2</sup> vs 200€/m<sup>2</sup> pour la clim



# Verrous rencontrés, Facteurs clés de succès

## FCS

- un programme précis avec des objectifs clairs
- Changer les objectifs (approche confort, autonomie en éclairage naturel ...)
- un Maître d'Ouvrage motivé avec une équipe de MOe motivée
- un environnement adapté
- Valider toutes les étapes de la conception (programme, APD, PRO, chantier)
- Outils de conception et simulations à imposer et dans une logique de conception passive
- Les utilisateurs sont la clé :
  - POE indispensable
  - Information, sensibilisation et communication constantes

## Le point faible

Monitoring et coordination des entreprises GTC/électricité/génie climatique/PV

## Et si c'était à refaire ?

Pas de clim dans les bureaux, approche Energie grise, ACV

Douche, parc à vélo, tri sélectif

Commande individuelle brasseurs d'air, jalousies toute hauteur

Retour d'expérience ENERPOS

Séminaire Envirobat Réunion « Le tertiaire sans clim ». CAUE, Saint-Denis, 29 avril 2011



# En résumé



Les BBC/NZEB sont étroits et ventilés naturellement

Le facteur 4 est possible sans nouvelles technologies/matériaux

Rôle central du brasseur d'air et de l'environnement

Solutions innovantes

- Bâtiments étroits et traversants
- Un environnement végétalisé
- Protection solaires décalées de la façade
- Brasseurs d'air à haute efficacité
- Jalousies intérieures et extérieures

Back to the roots ?

