

Journée SFT-IBPSA INES Chambéry – 21 mars 2006

Efficacité énergétique des Bâtiments, vers des Bâtiments autonomes en énergie

Réalisation d'un bâtiment à énergie positive

De la phase programme à la phase conception



François GARDE

Laboratoire de Physique du Bâtiment et des Systèmes
Université de La Réunion

garde@univ-reunion.fr • <http://lpbs.univ-reunion.fr/>

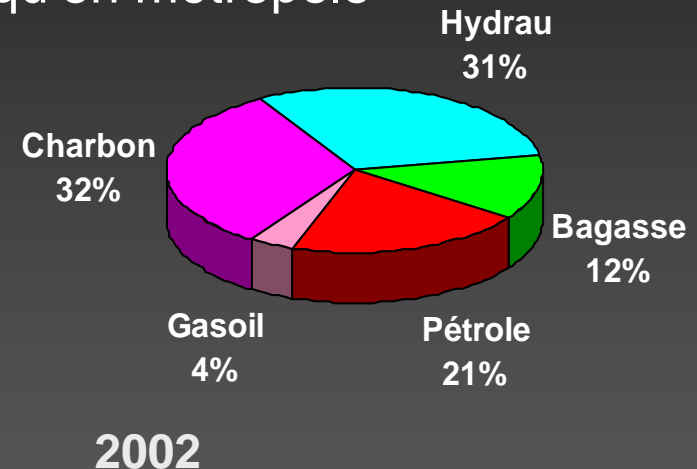
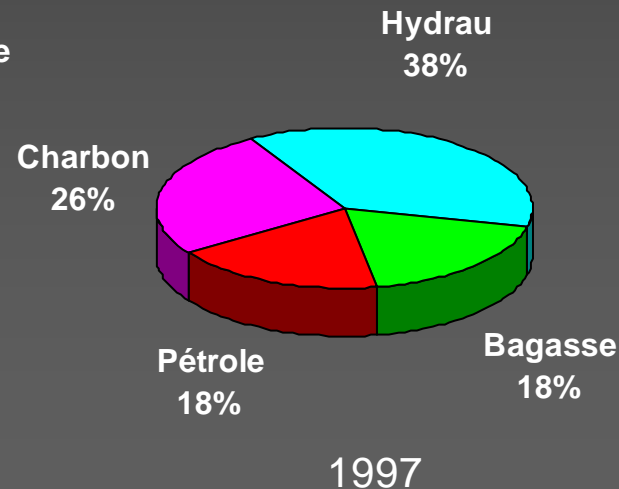
IBPSA FRANCE 2006 <http://conference2006.ibpsa-france.net>



Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Contexte énergétique : Ile de La Réunion

- Une dépendance croissante des énergies fossiles importées
- Une augmentation des émissions de GES
- Le kWh est plus polluant à La Réunion qu'en métropole
 $1\text{kWh} = 680\text{ g CO}_2$



Bâtiment à énergie positive à La Réunion

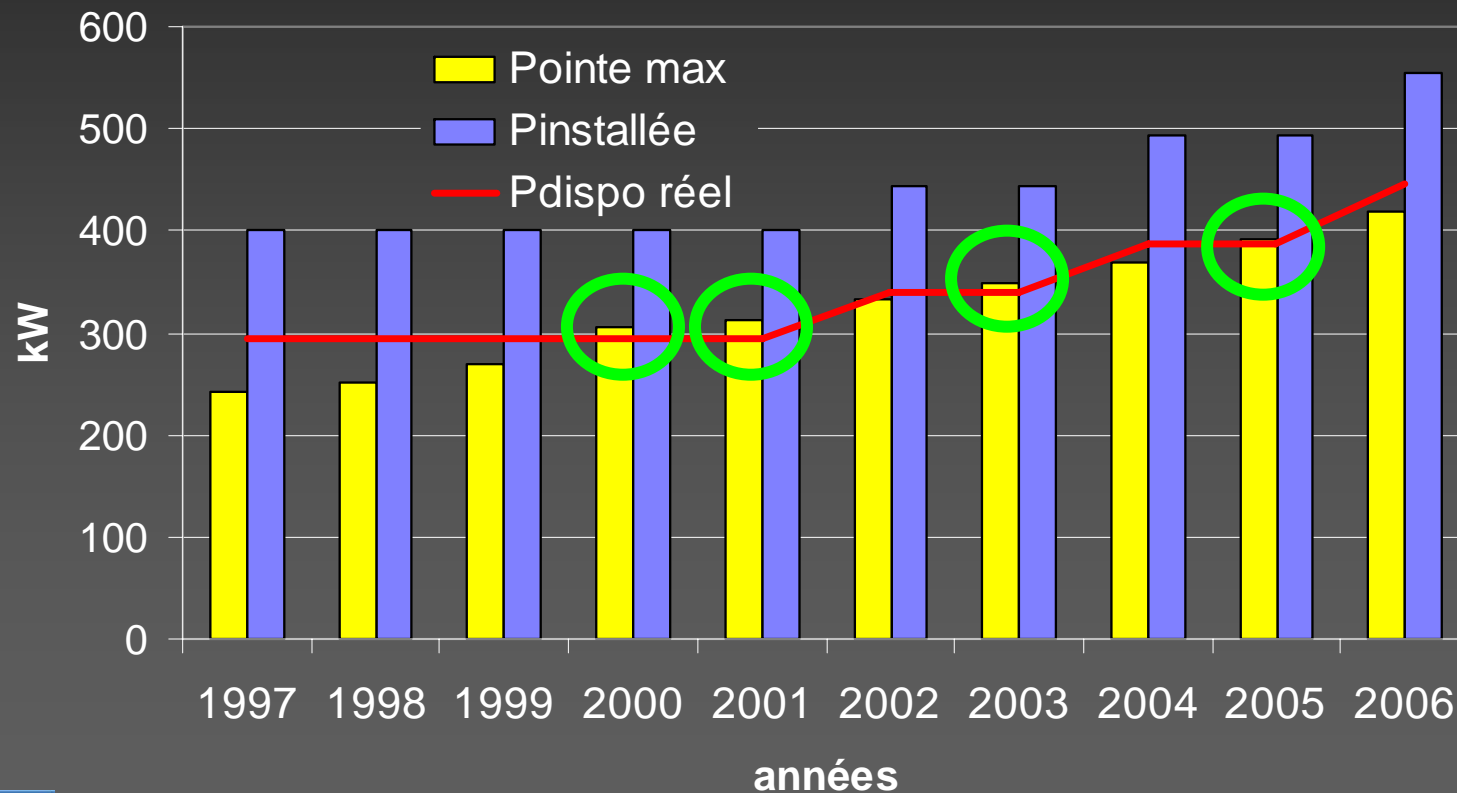
Contexte énergétique : Ile de La Réunion

- Croissance énergétique de 7%/an
- Pas de réglementation thermique
- La production n'arrive pas à suivre la demande
- Risques de délestage importants



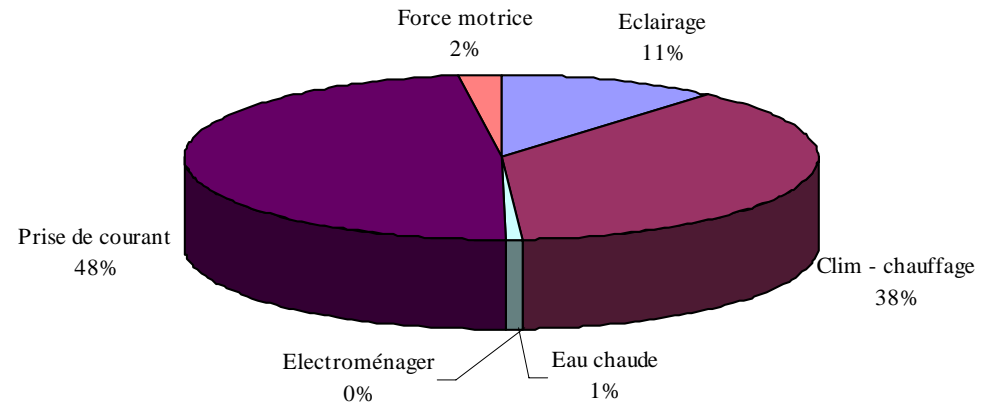
Contexte énergétique : Ile de La Réunion

Evolution des puissances max, installée et réelle

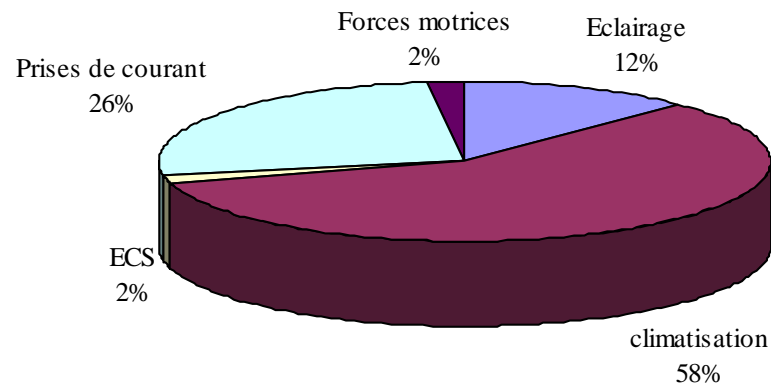


Répartition des dépenses énergétiques : Bureaux

Puissance



Consommation



Ratio moyen : 140 kWh/an/m²

Actions MDE à l'Université de La Réunion

- Mise en place d'une politique énergétique globale à l'université
 - Bâtiments HQE, PERENE
 - Suivi des énergies, tableaux de bords, ENR
 - Homme énergie
 - Objectif de réduction de 10% de la facture EDF
- En phase programme, exigences MDE sur
 - Environnement du bâtiment
 - Conception thermique des bâtiments
 - Traitement de l'air
 - Systèmes performants (froid, éclairage)
 - Suivi et gestion des énergies
 - Recours aux ENR



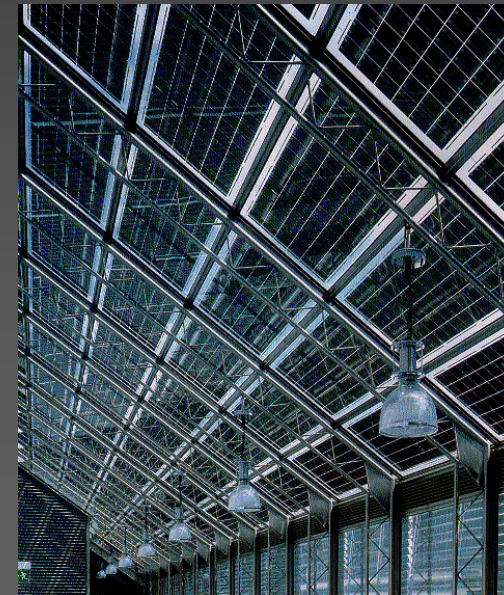
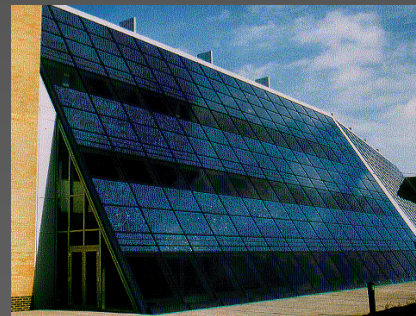
Journée SFT-IPBSA – INES Chambéry 21 mars 2006



Bâtiment à énergie positive à La Réunion

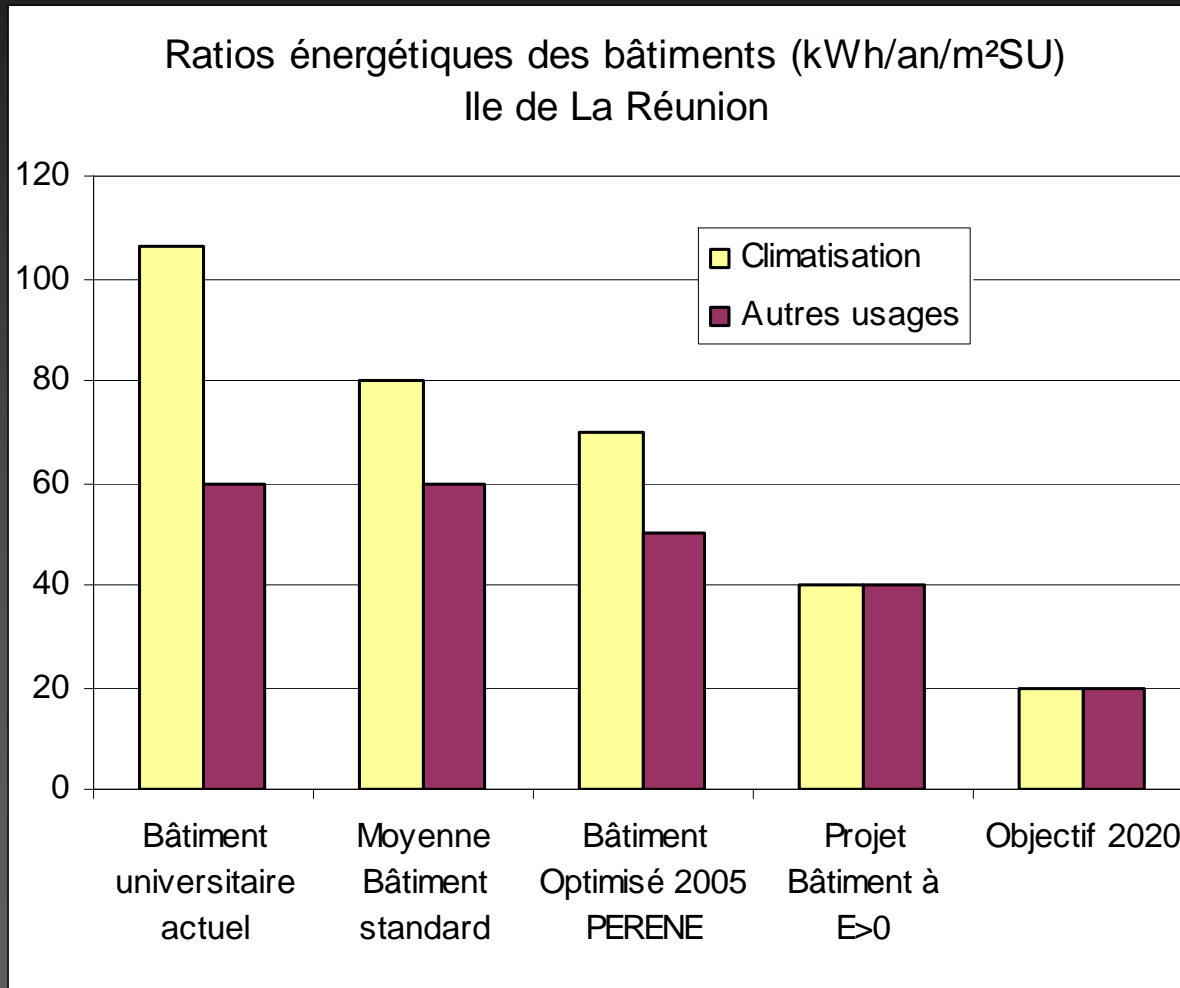
Vers des bâtiments HQE à énergie positive

- Objectif : construire des bâtiments qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment
- Deux phases
 - OPTIMISATION DES CONSOMMATIONS
 - UTILISATION DES ENR

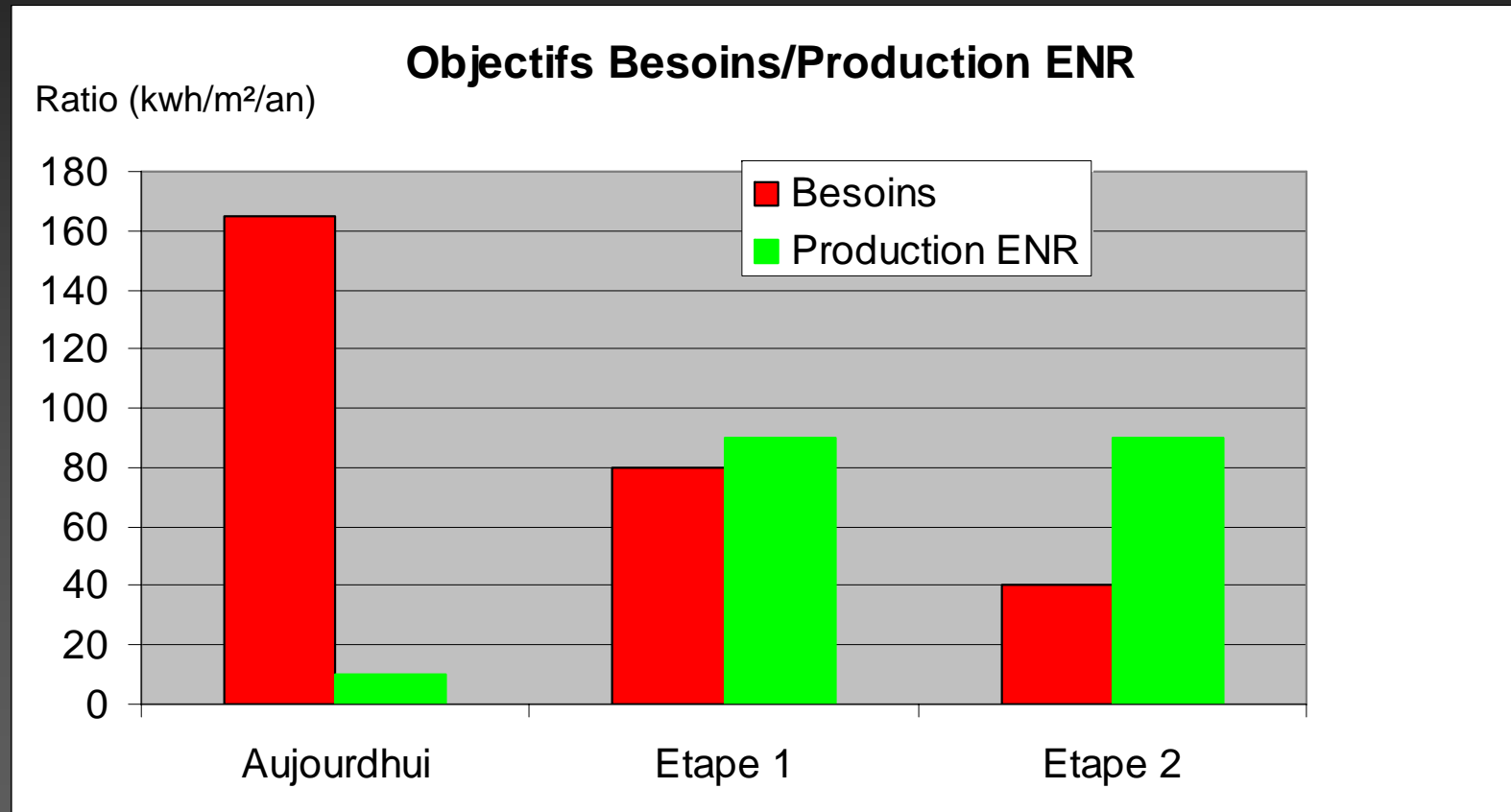


Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Objectifs en MDE

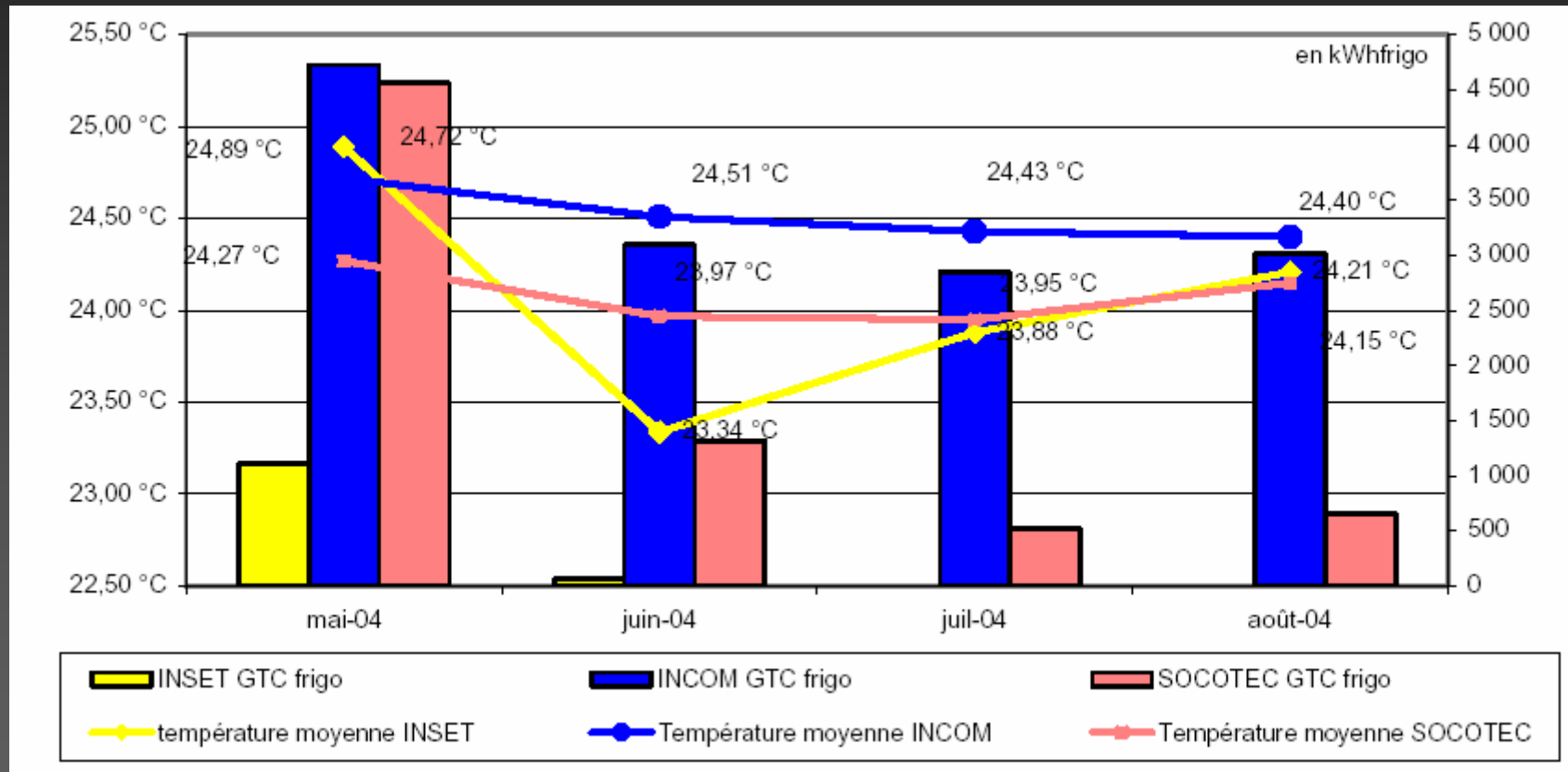


Objectifs : Bâtiment à énergie > 0



Ventilation naturelle/climatisation

Exemple du bâtiment Cosinus



Bâtiment Mastère GC/IUT 5^{ème} Dpt : premier Bâtiment HQE à E>0

- Le bâtiment
 - Deux départements : Mastère Génie Civil et IUT SRC
 - 1700 m² de SU
 - 47 % de surface climatisée



Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Bâtiment HQE à énergie positive

Objectifs :

- Optimiser les solutions passives
- Réduction de la période de climatisation
- Éclairage naturel
- Ratio $< 80 \text{ kWh/m}^2$



Façades Nord et Ouest



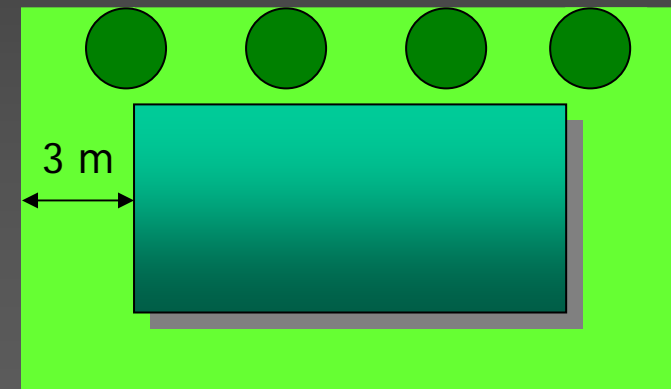
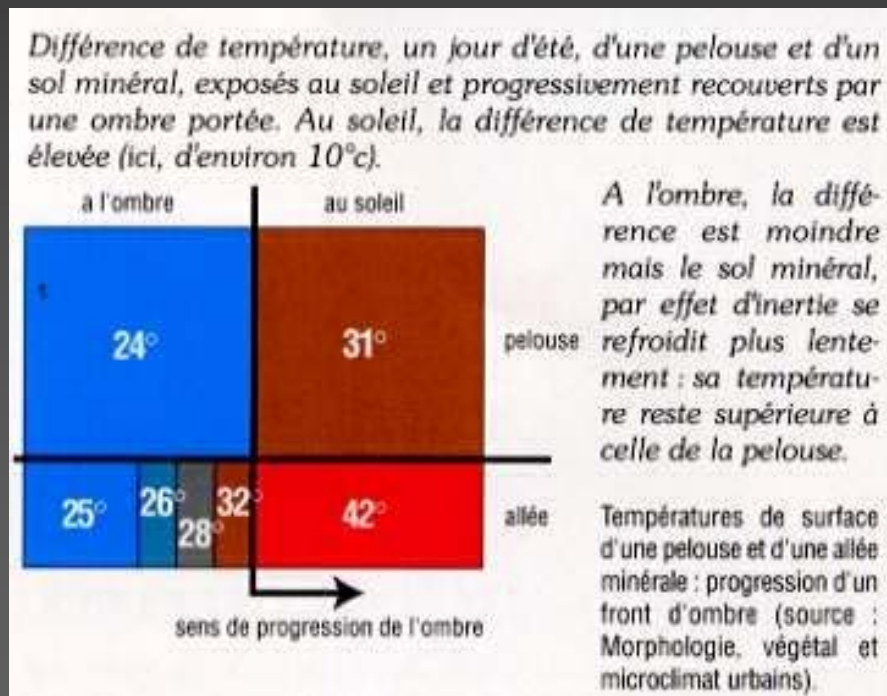
Vue depuis chaque département



Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Environnement autour du bâtiment

- Éviter les surfaces bitumées autour du bâtiment
- Solutions techniques :
 - Végétalisation autour du bâtiment (pelouse et/ou arbres)
 - toute solution de type écran solaire située au-dessus du sol et protégeant celui-ci (sol minéral ou sol fini) du rayonnement direct.

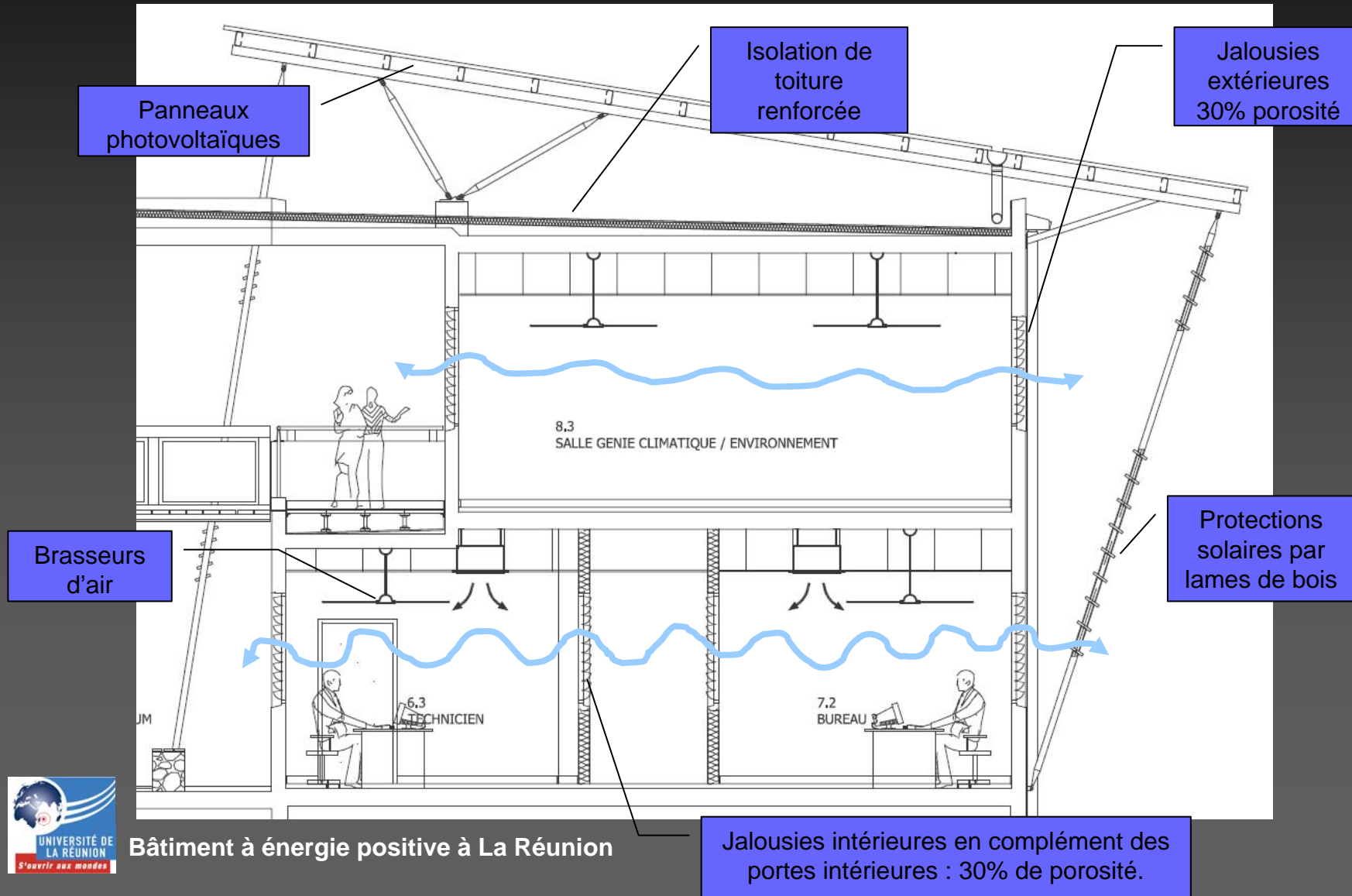


A éviter ...

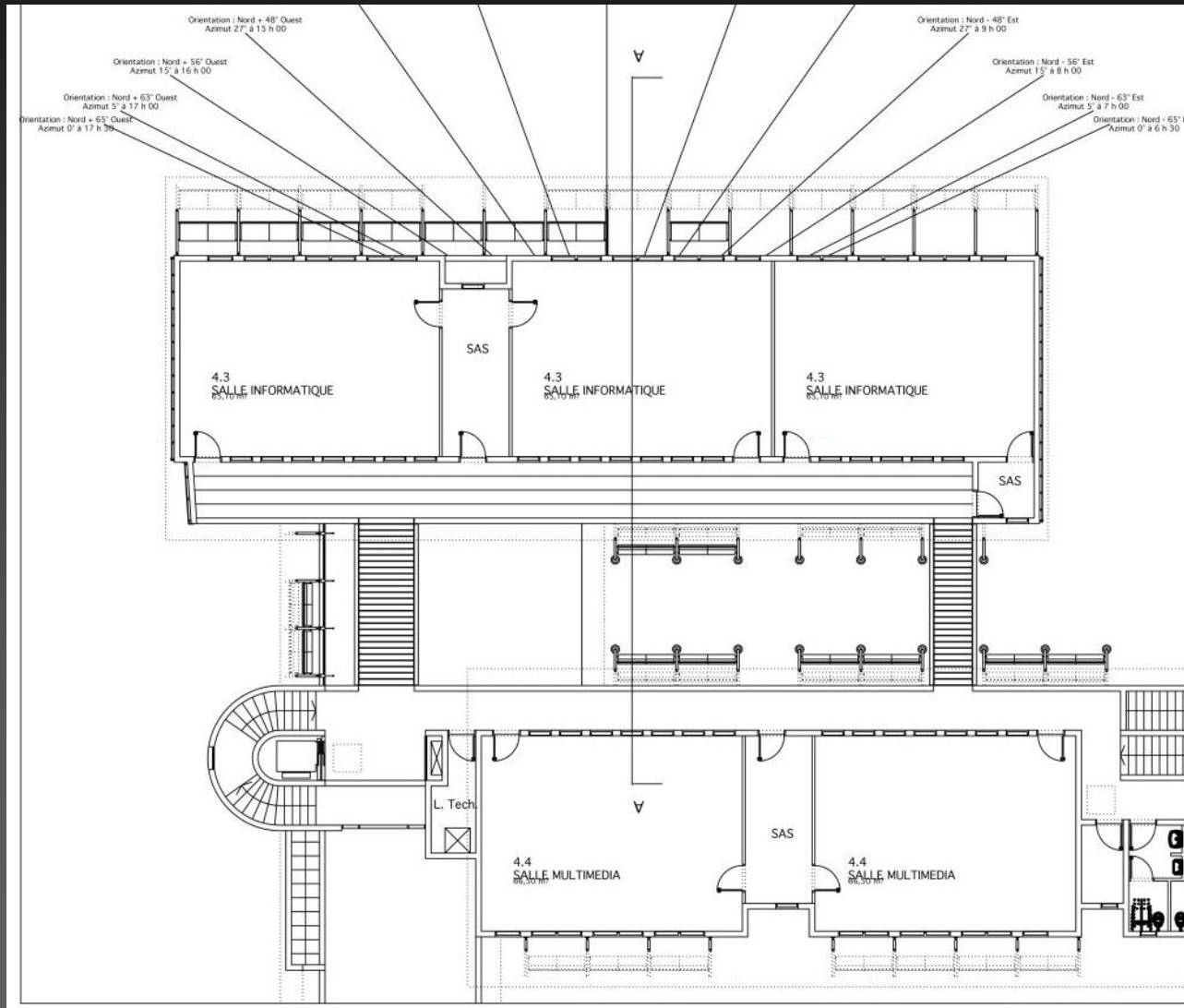


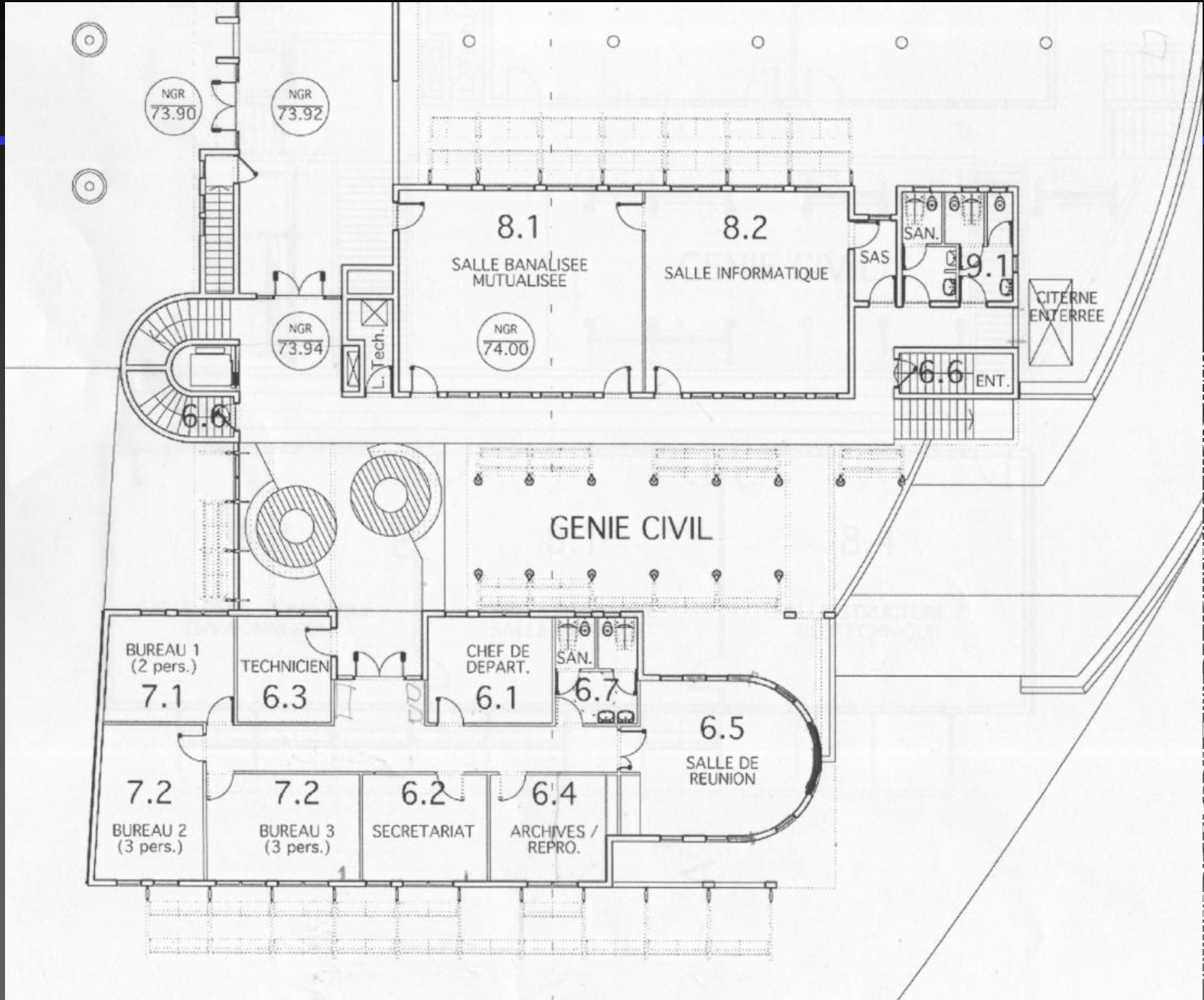
Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Principes de conception thermo-aéraulique



Principes bioclimatiques : toutes les salles traversantes, porosité 30%





SOMMAIRE DE L'ETUDE D'ARCHITECTURE - 21 MARS 2000



Optimisation des protections solaires : Simulations sous Autocad 3D

9 h



11 h



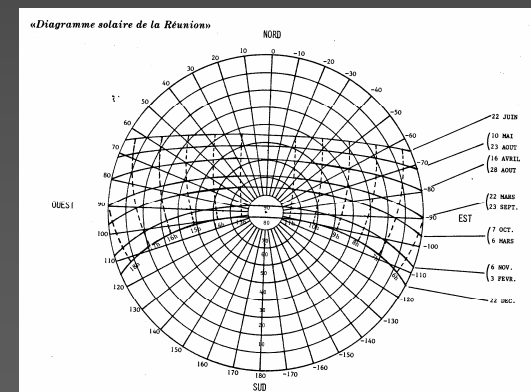
12 h



14 h



Façade Nord : avril
Façade Sud : Décembre



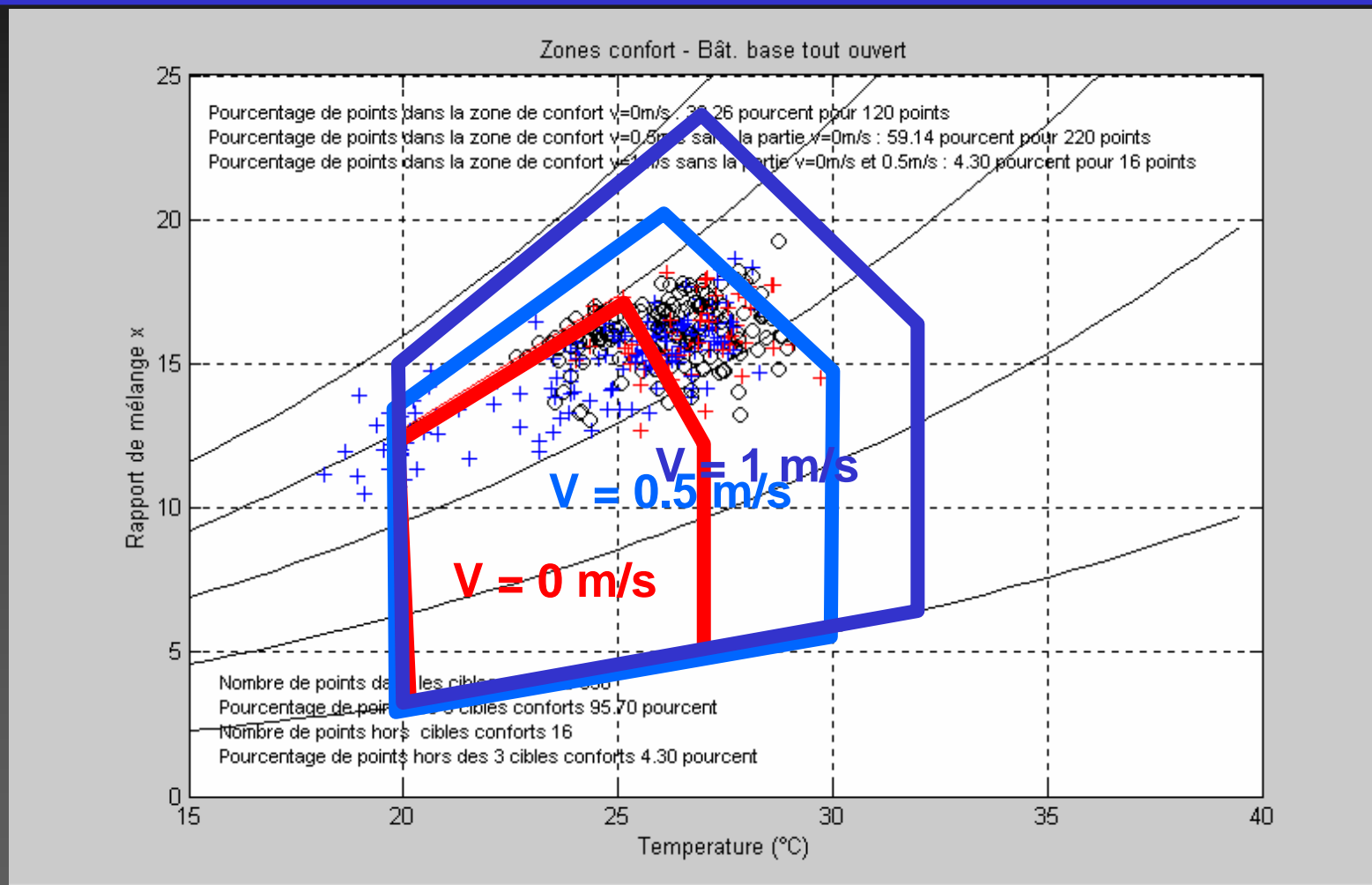
Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Simulations en régime dynamique

- Objectif
 - Prédire la période de transition ventilation naturelle/brasseurs d'air/climatisation
 - Prédire la consommation de l'éclairage naturel
- 3 salles type
 - Bureau (3 personnes)
 - Salle banalisée (40 personnes)
 - Salle informatique (20 personnes + 20 machines)
- Outils
 - Codyrun, outil de simulation thermo-aéraulique dynamique
 - Codyconf
 - DIAL
 - PVSYST
- Sorties
 - Température résultante
 - Zones de confort
 - Facteur de jour, % d'autonomie de la pièce



Le diagramme de confort ou diagramme de Givoni

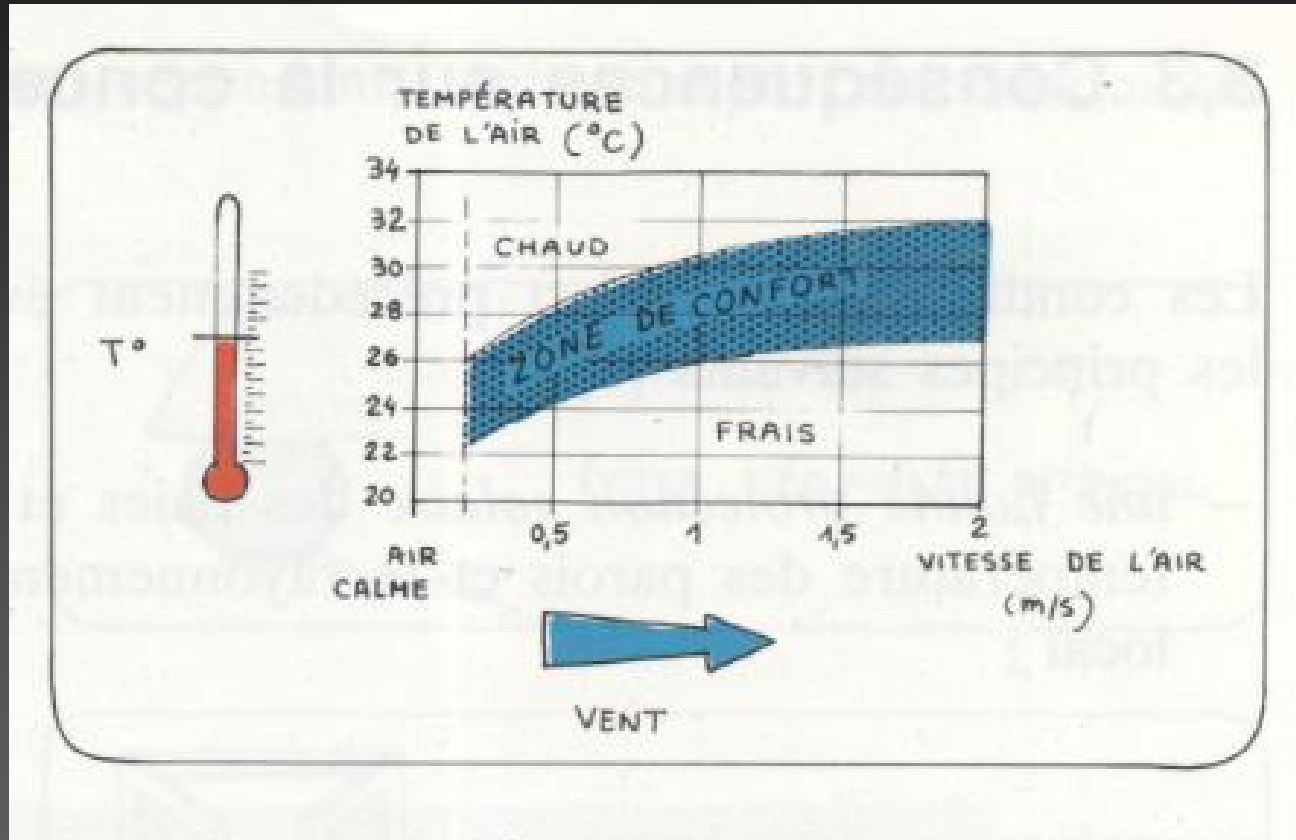


Valable pour une vêtue d'été et une activité de bureau

Bâtiment à énergie positive à La Réunion



Confort et vitesse d'air



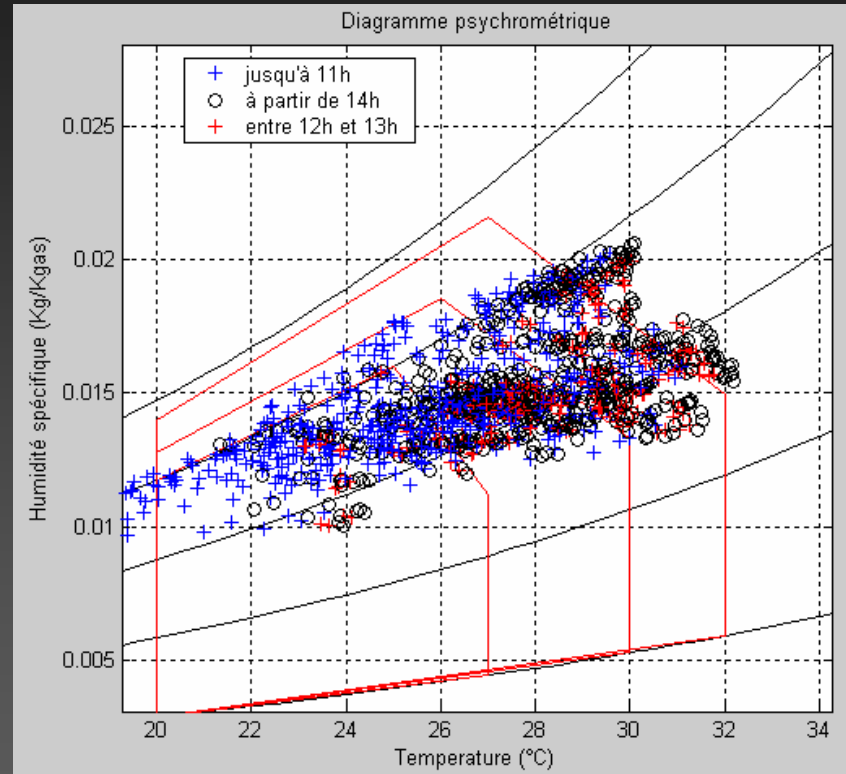
Source : CSTB

Hypothèses de simulation

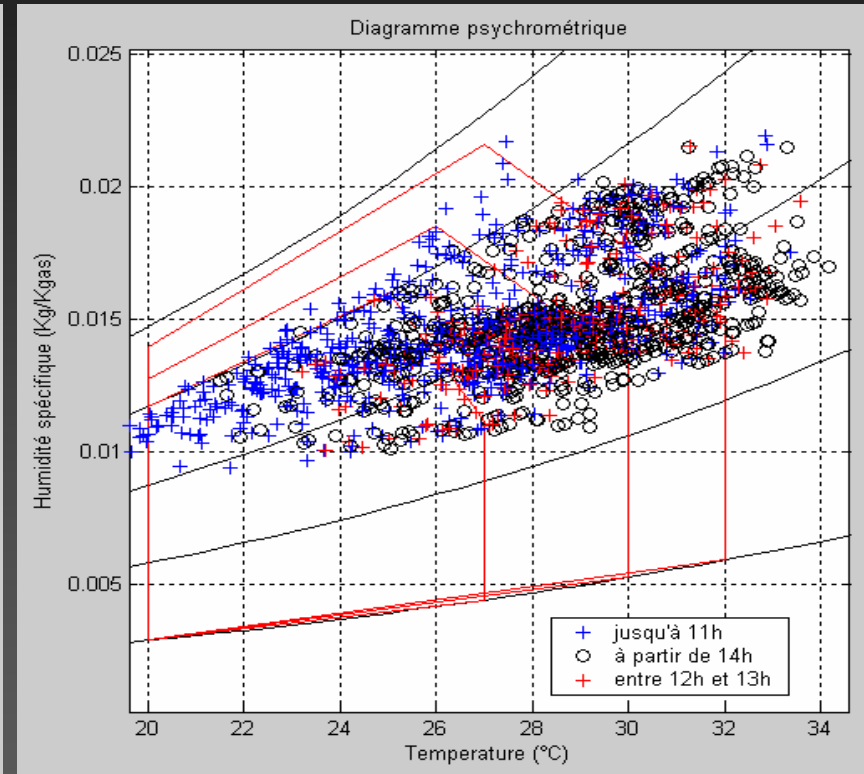
- Utilisateur : 70 W sensible, 50 W latent
- Éclairage naturel uniquement. Pas d'éclairage artificiel
- PC enseignants : 40 W portables
- PC étudiants : 120 W Pentium IV + 17'TFT
- Profil déterministe des charges internes



Résultats de simulations thermiques



Bureau Bâtiment Mastère Génie Civil



Salle info Mastère Génie Civil

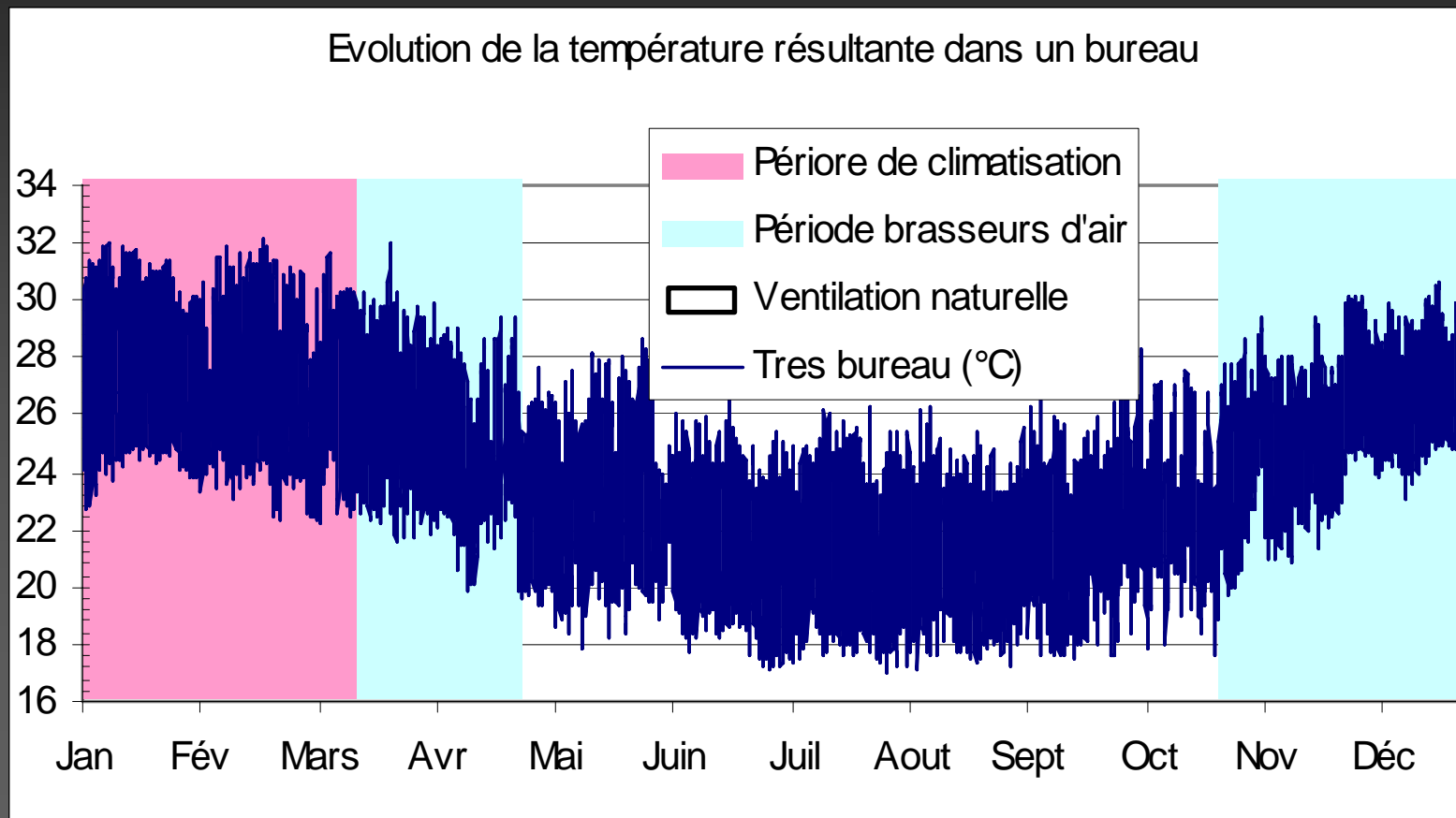
Heures d'inconfort : bureau 160h, TD 270h, Info 335 h



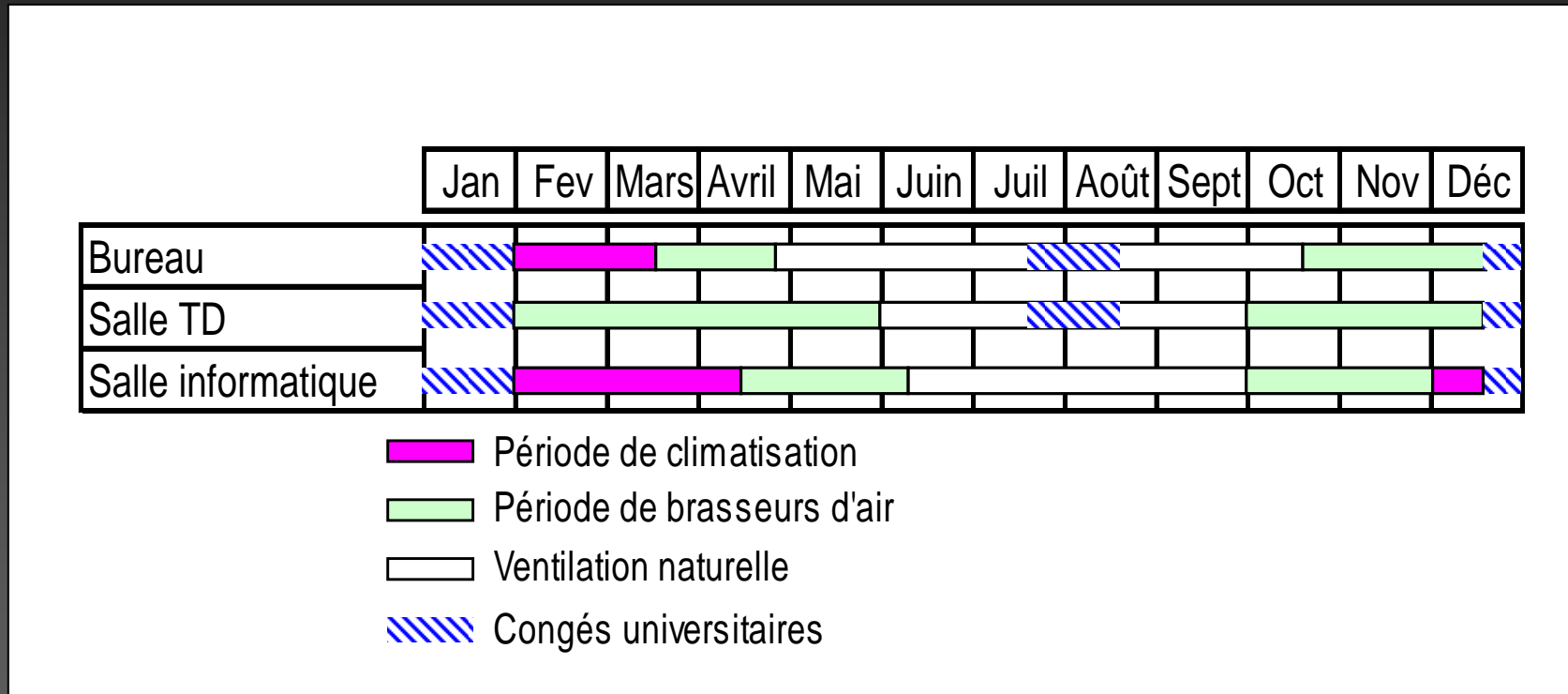
Bâtiment à énergie positive à La Réunion

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 $V_a=1 \text{ m.s}^{-1}$

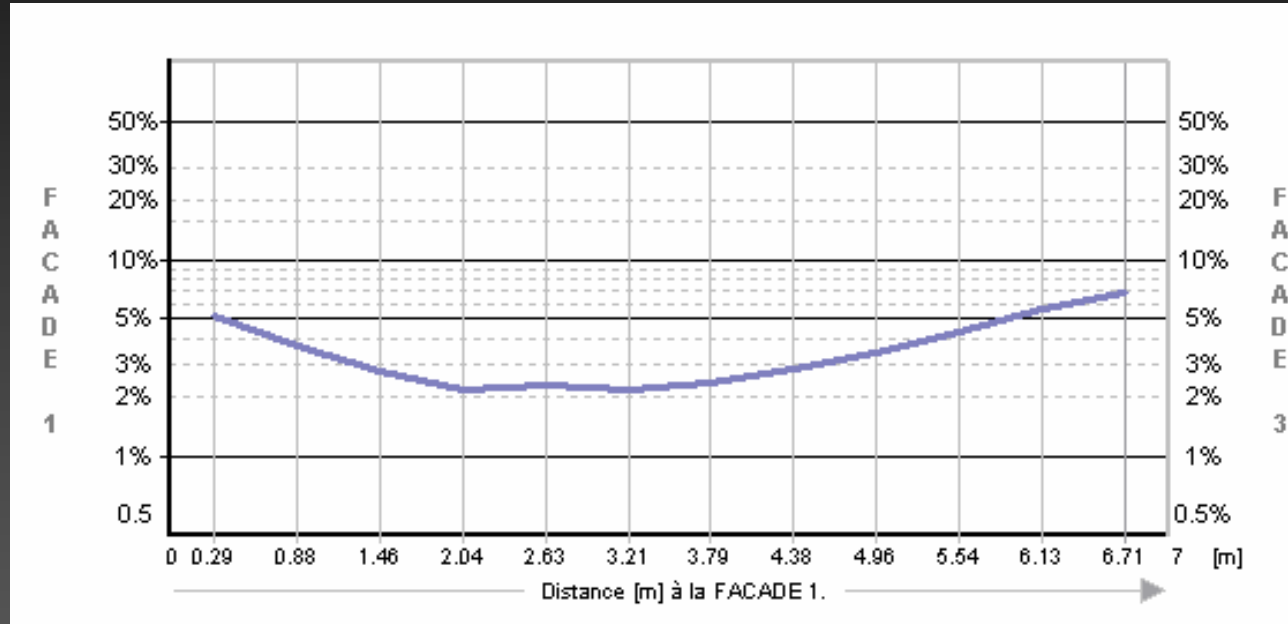


Les périodes de fonctionnement



Éclairage naturel

FJ > 1,5%



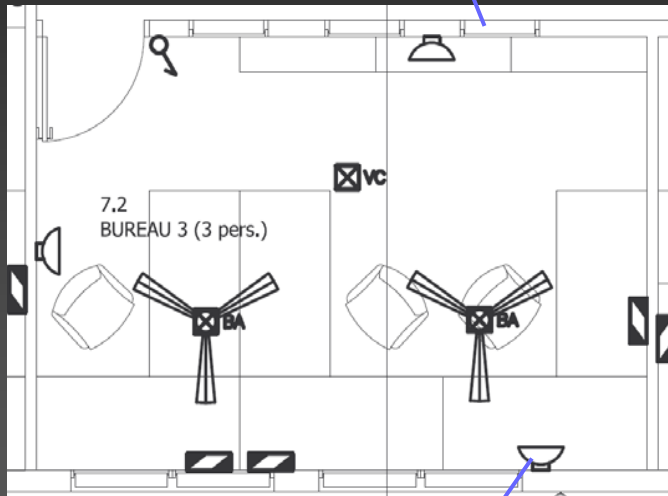
Local	% surface pièce FJ ≥ 1.5%	FJ minimum (%)
Bureau RdC sur patio	60%	1.0%
Salle RdC sur patio	Entre 40 et 82%	1.2%
Salles en R+1	100%	1.6%



Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Éclairage artificiel : les principes

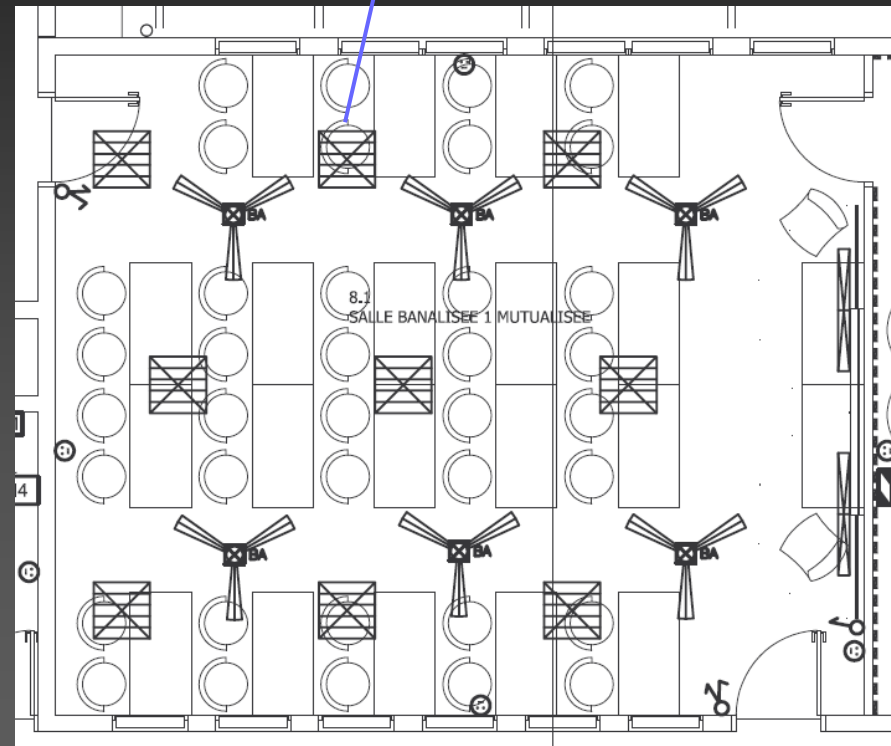
Second jour par
jalousies intérieures
dans couloir



Éclairage en
applique 15 W

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

Éclairage 2x24 W
Objectif : 250 lux
Double commande



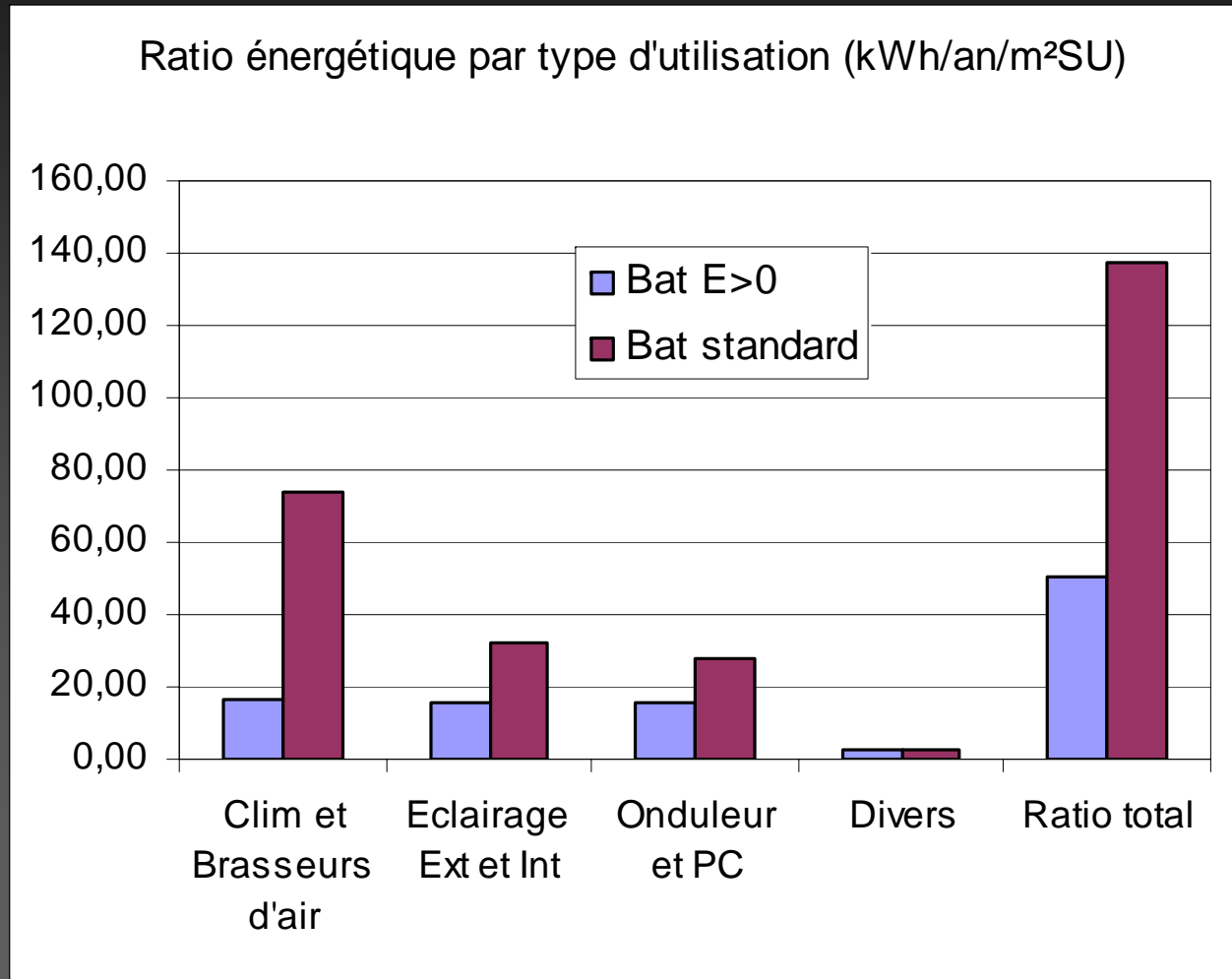
$P_{inst} : 8 \text{ W/m}^2$

Autres principes MDE

- Capteurs de présence
 - Bureaux : Si absent, $T_c = 27^\circ\text{C}$, éclairage OFF
 - Toilettes
- Systèmes performants
 - Climatisation : COP >3. Deux groupes (eau glacée + VRV)
 - Éclairage : fluorescent basse luminance, Lampes SHP
- GTC optimisée
 - Arrêt clim/éclairage toutes les 2 heures dans les salles d'enseignement
 - Gestion Horaires de fonctionnement journalier/saisonnier
 - Suivi puissance/énergie par type d'utilisation
 - Suivi températures/humidités
 - Courbe de charge en temps réel par type d'utilisation
 - BDD My SQL pas de temps de la minute



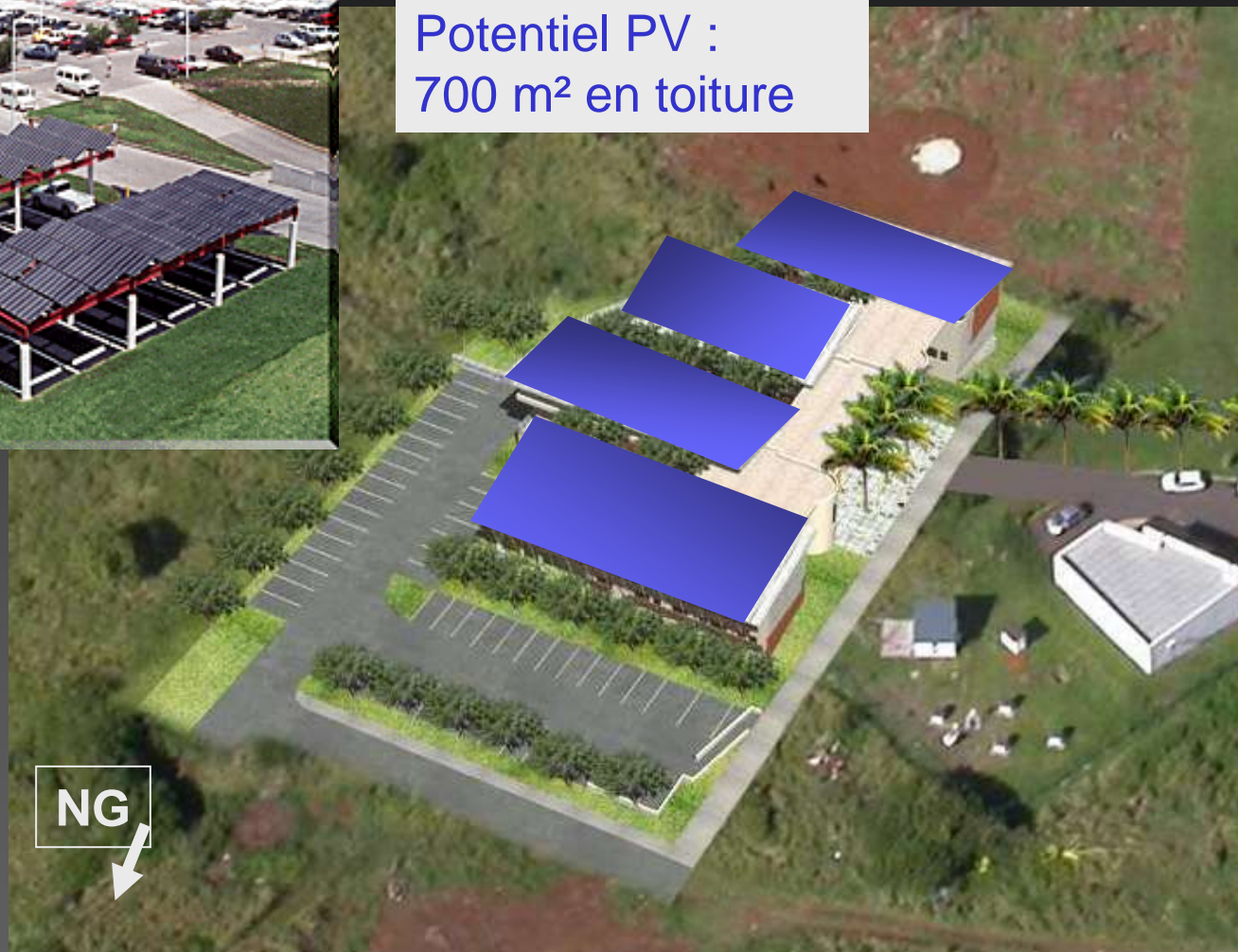
Ratios énergétiques au final



Bâtiment à énergie positive : IUP GC, IUT 5ième Dpt



Potentiel PV :
700 m² en toiture



Bâtiment à énergie positive à La Réunion

Bilan énergétique

- Besoins
 - Ratio à atteindre : 80 kWh/m²
 - Ratio après étude : 50 kWh/an/m², soit 90 kWh/an/m² d'économies / bâtiment standard
 - SU : 1700 m²
 - Consommation annuelle prévisionnelle : 85 MWh
- Production ENR
 - 700 m², soit 90 kWc
 - Ratio de production : 1400 kWh/kWc.
 - Production prévisionnelle : 126 MWh
- Bilan positif de 61 MWh



Économies générées Bât E>0 vs Bâtiment standard

- Par an
 - 170 MWh/an,
 - 17 k€ d'économies
 - 115 t CO₂
- Sur 20 ans
 - 3,4 GWh (moitié de la conso annuelle de l'UR)
 - 340 k€ d'économies
 - 2300 t CO₂
- Financement
 - Surcoût quasiment nul
 - MDE : subvention PERENE
 - PV : location de toiture
- Malgré cela : points de blocage
 - Séparation investissement / fonctionnement



Travaux futurs

- CFD pour passage ventilation naturelle/brasseurs d'air
- Modélisation de la signature énergétique des différents postes
 - Pb du bilan : le foisonnement et la non connaissance des profils des charges internes entraîne un surdimensionnement.
 - Bilan thermique : approche comportementale, probabiliste.
 - Éclairage, idem.
 - Parc informatique : problématique du réseau ondulé et du parc informatique.
 - Globalisation des modèles et reconstitution de la courbe de charge modélisée.
- Validation expérimentale
 - Puissance, énergie des différents postes de consommation.
 - Capteurs de présence : validation des modèles de comportement.
 - Température, humidité, éclairage dans plusieurs salles.
 - Comparaison courbe de charge.

