

Séminaire de formation continue  
**ASTHME**

**Syndrome du Bâtiment  
Malsain et Allergies  
Résultats du projet HOPE**

Claude-Alain Roulet

François Spertini



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

**CHUV Lausanne**

# Syndrome du bâtiment malsain

- Série de symptômes atypiques ressentis parfois par une large part des occupants de bâtiments
- Selon l'OMS, 30 % des immeubles dans le monde présenteraient le *sick building syndrom*, le "mal du bureau"
- La climatisation et la pollution intérieure sont souvent accusés d'en être les causes
- Toutefois, pas de relation claire de cause à effet: probablement plusieurs causes

# Syndrome du bâtiment malsain

## Liste des symptômes

### Les plus fréquents

- Yeux secs
- Peau sèche
- Nez bouché
- Gorge sèche
- Mal à la tête
- Apathie, fatigue

### Autres symptômes observés

- Yeux larmoyants
- Nez coulant
- Poitrine oppressée
- Peau irritée, éruptions
- Symptômes de grippe

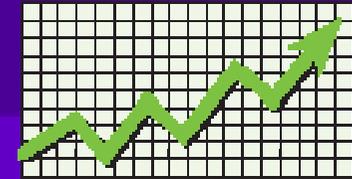
Si le symptôme s'améliore pendant les jours d'absence, il est attribué au bâtiment

# Building Related Illness

- Maladie dont les causes sont clairement dans le bâtiment
- Exemple: legionellose, maladie des humidificateurs, irritations par des polluants bien identifiés, etc.
- A distinguer du SBS

# Objectifs

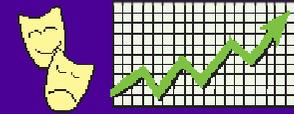
# HOPE



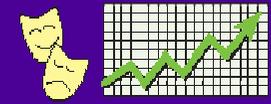
- Relations entre performance énergétique, confort et bien être dans les bâtiments
- Quels sont les liens entre les caractéristiques des bâtiments et le bien être des occupants?

# Méthode

HOPE



- Sélection des bâtiments
  - Moitié bureaux, moitié logements
  - $\frac{3}{4}$  avec mesures d'économie d'énergie
- Caractéristiques: checklist, entretiens
- Bien être: questionnaires



## Critères importants

- Syndrome du bâtiment malsain
- Allergies et maladies
- Confort ressenti
  - thermique
  - qualité de l'air
  - éclairage
  - acoustique
- Consommation d'énergie mesurée

# BSI : Building Symptom Index

Questions du type:

Durant les derniers 12 mois, avez-vous eu plus de deux épisodes d':

**yeux secs**

Oui  Non

*Cochez une case s.v.p.*

Si "oui", vous sentiez-vous mieux en dehors du bureau?

Oui  Non

# BSI

## Building symptom index

Nombre moyen par occupant  
de symptômes  
attribuables au bâtiment.

# Allergies: bureaux

Avez-vous souffert des maux suivants?

- **Asthme**
- **Rhume des foins**
- **Rhinite allergique (nez irrité ou coulant, yeux irrités, éternuements fréquents)**
- **Eczéma**
- **Autre problème de peau**

# Allergies: logements

Avez vous souffert des maux suivants?

- Asthme
- Bronchite /broncho-pneumonie
- Respiration sifflante
- Autre problème respiratoire
- Migraine
- Rhume des foins
- Rhinite allergique (nez irrité ou coulant, yeux irrités, éternuements fréquents)
- Eczéma
- Dermatites
- Autre problème de peau

# Confort

- Evaluation de nombreux aspects du confort sur une échelle allant de 1 (satisfaisant) à 7 (non satisfaisant)
- Confort thermique
- Qualité de l'air
- Eclairage naturel et artificiel
- Confort acoustique
- Aménagement, propreté
- Contrôle sur l'environnement

# Résultats

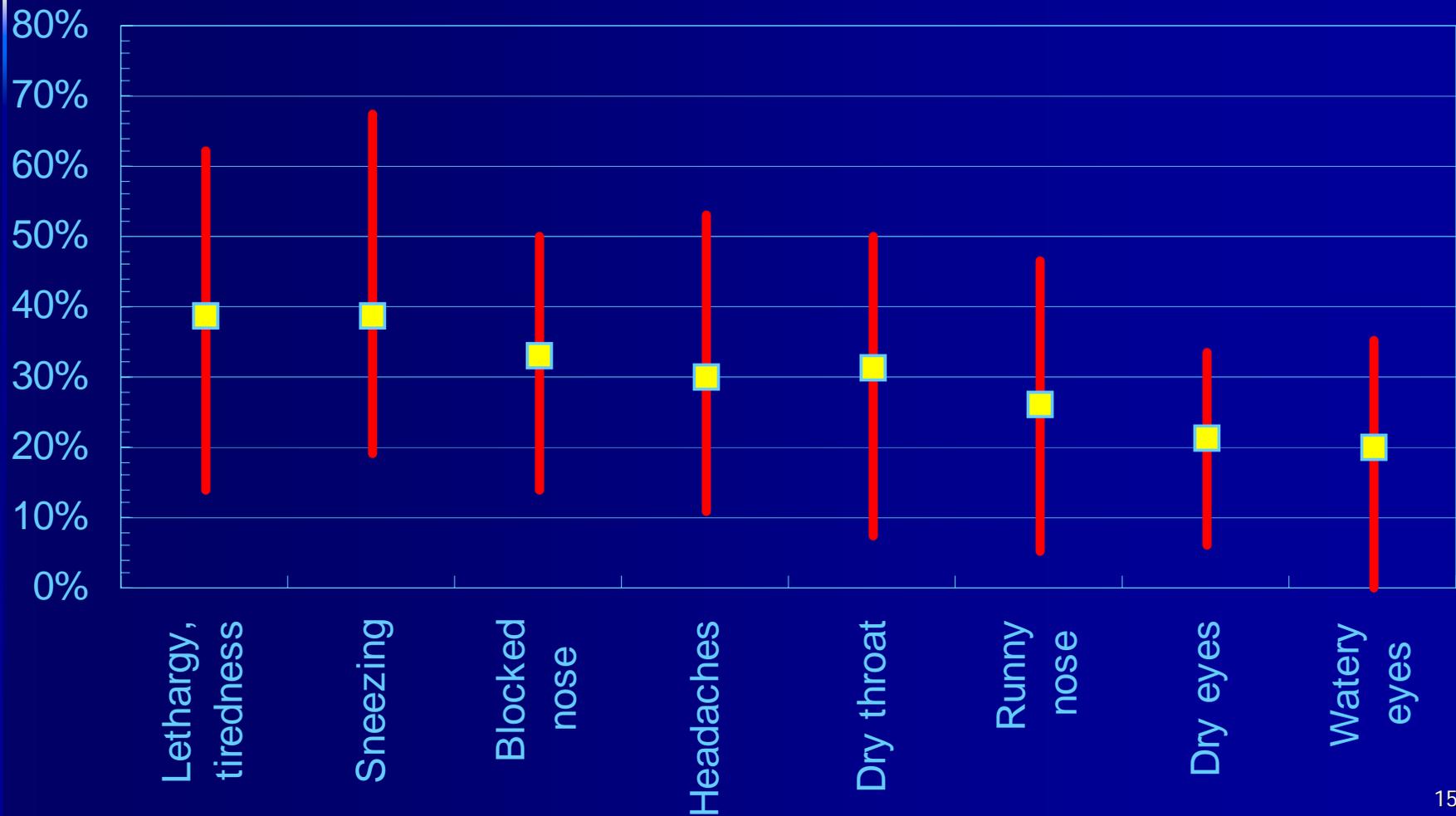
# Caractéristiques des bâtiments

97 immeubles d'appartements  
64 immeubles de Bureaux

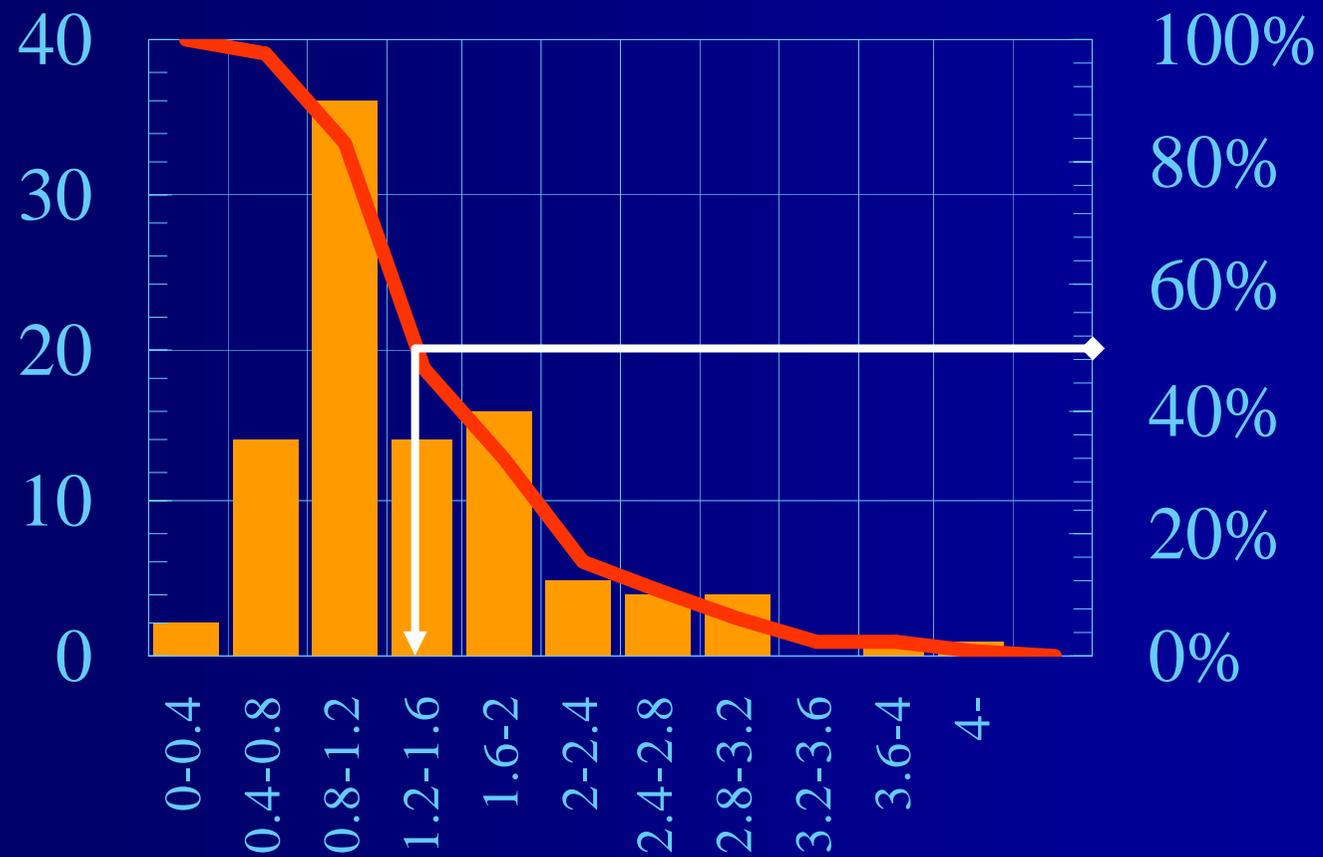
Construits entre 1960 et 2001  
Entre 50 et 1000 employés  
20 à 90 m<sup>2</sup>/personne  
Hauteur de plafond entre 2,5 et 3,5 m

Construits entre 1950 et 2000  
Entre 50 et 300 habitants  
55 à 105 m<sup>2</sup>/logement  
Hauteur de plafond entre 2,4 et 3,0 m

# Symptomes - loggements

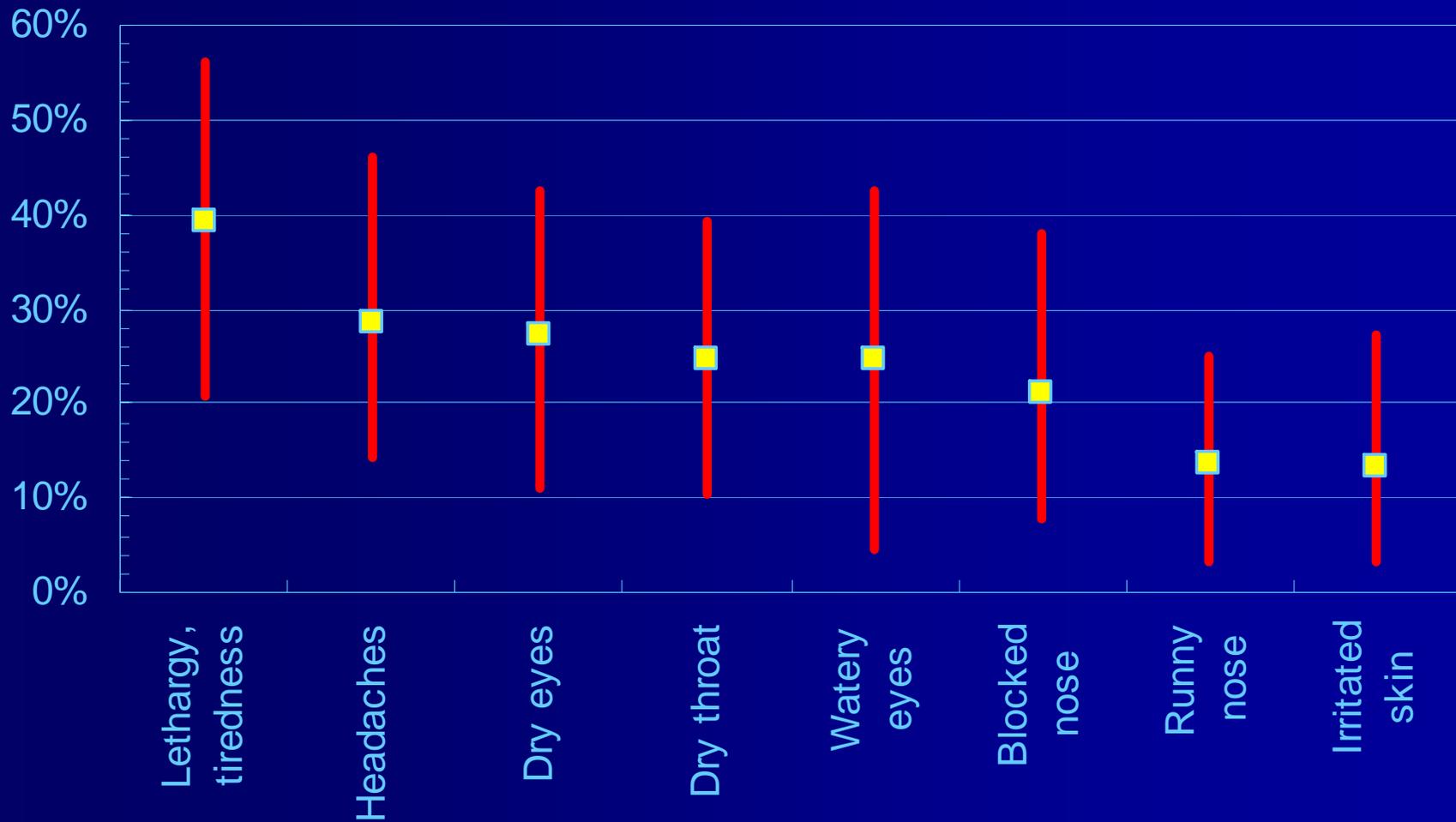


# BSI Logements



Brs 10:

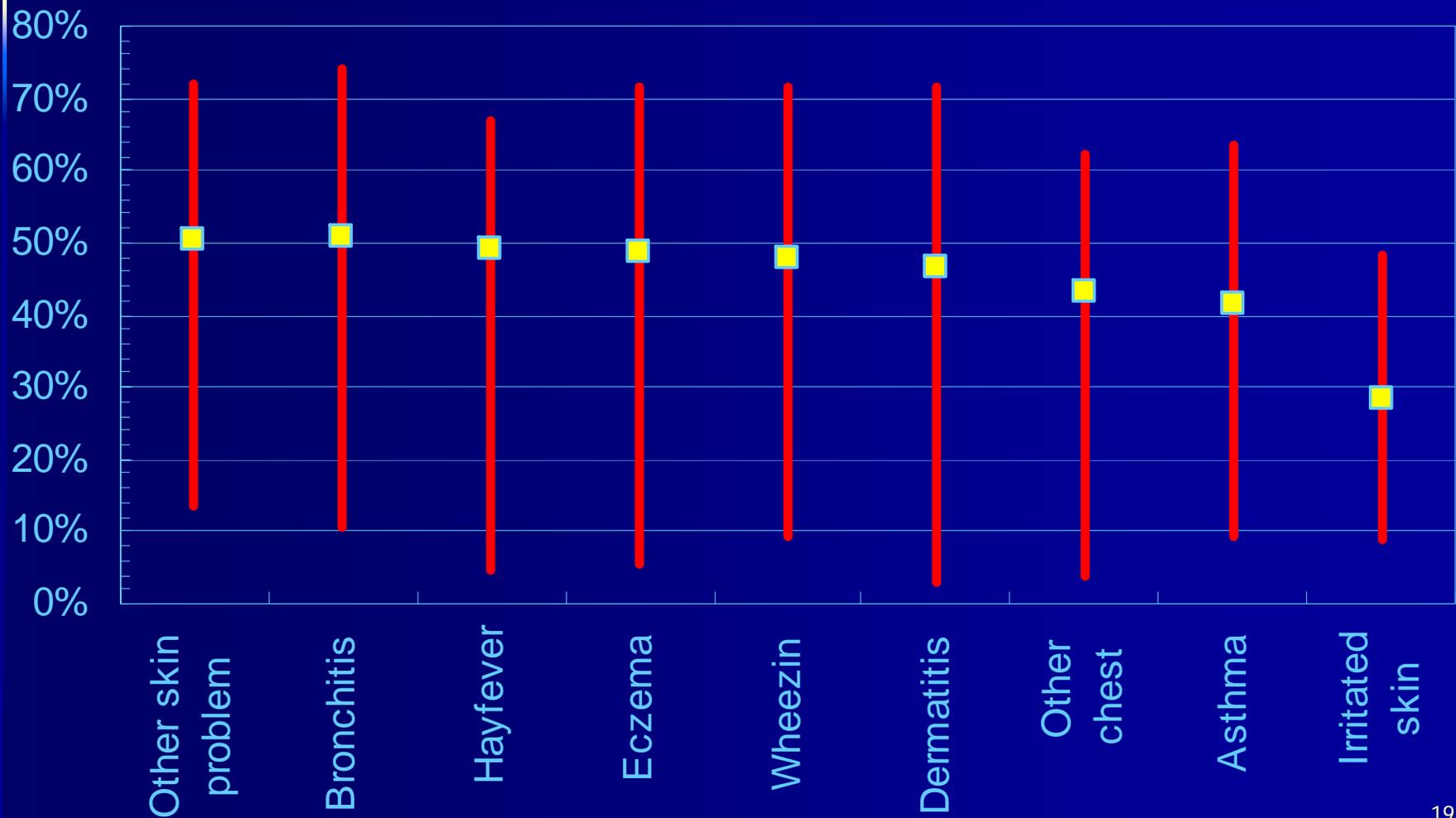
# Symptomes - bureaux



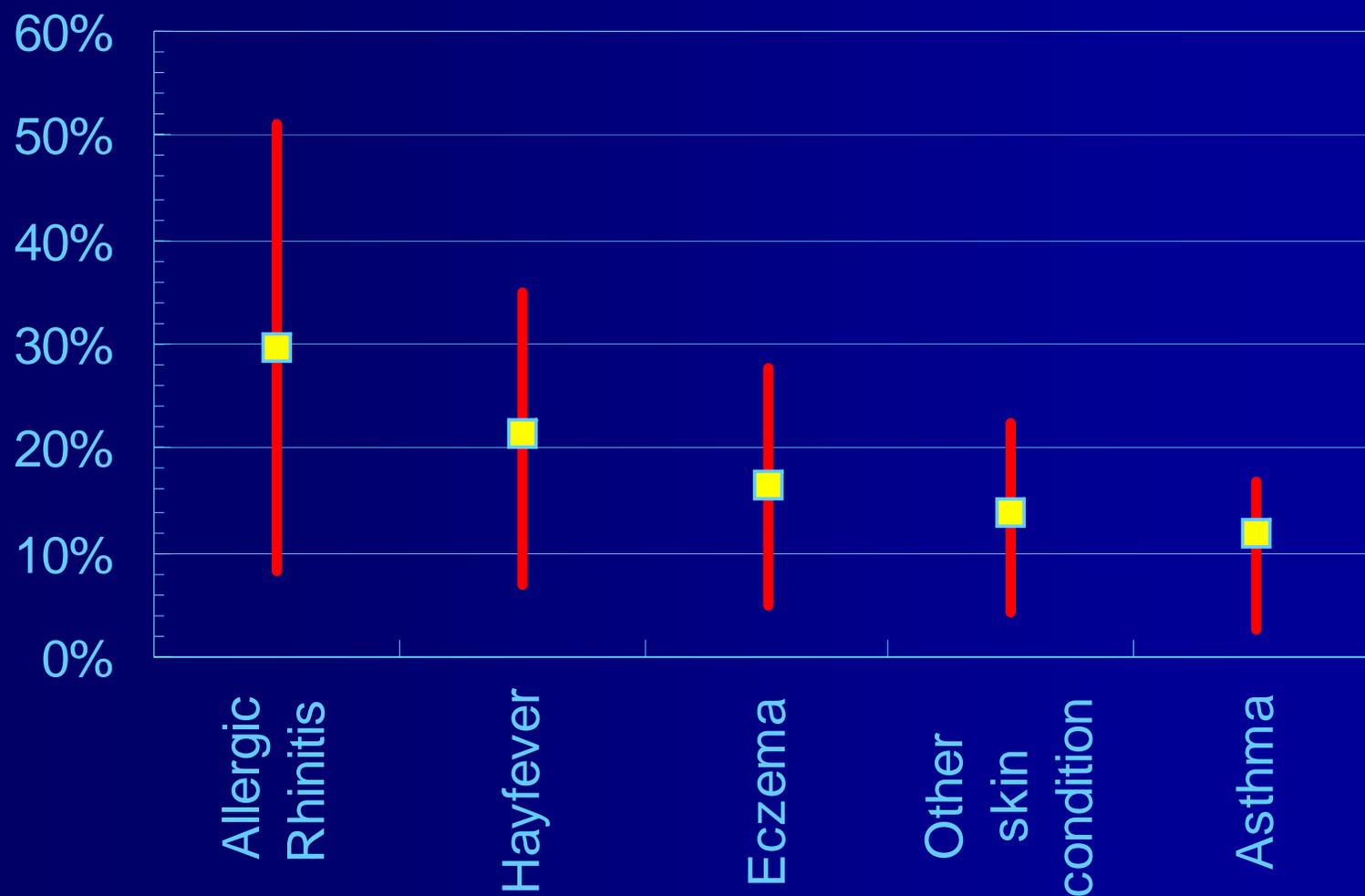
# BSI Bureaux



# Allergies - loggements



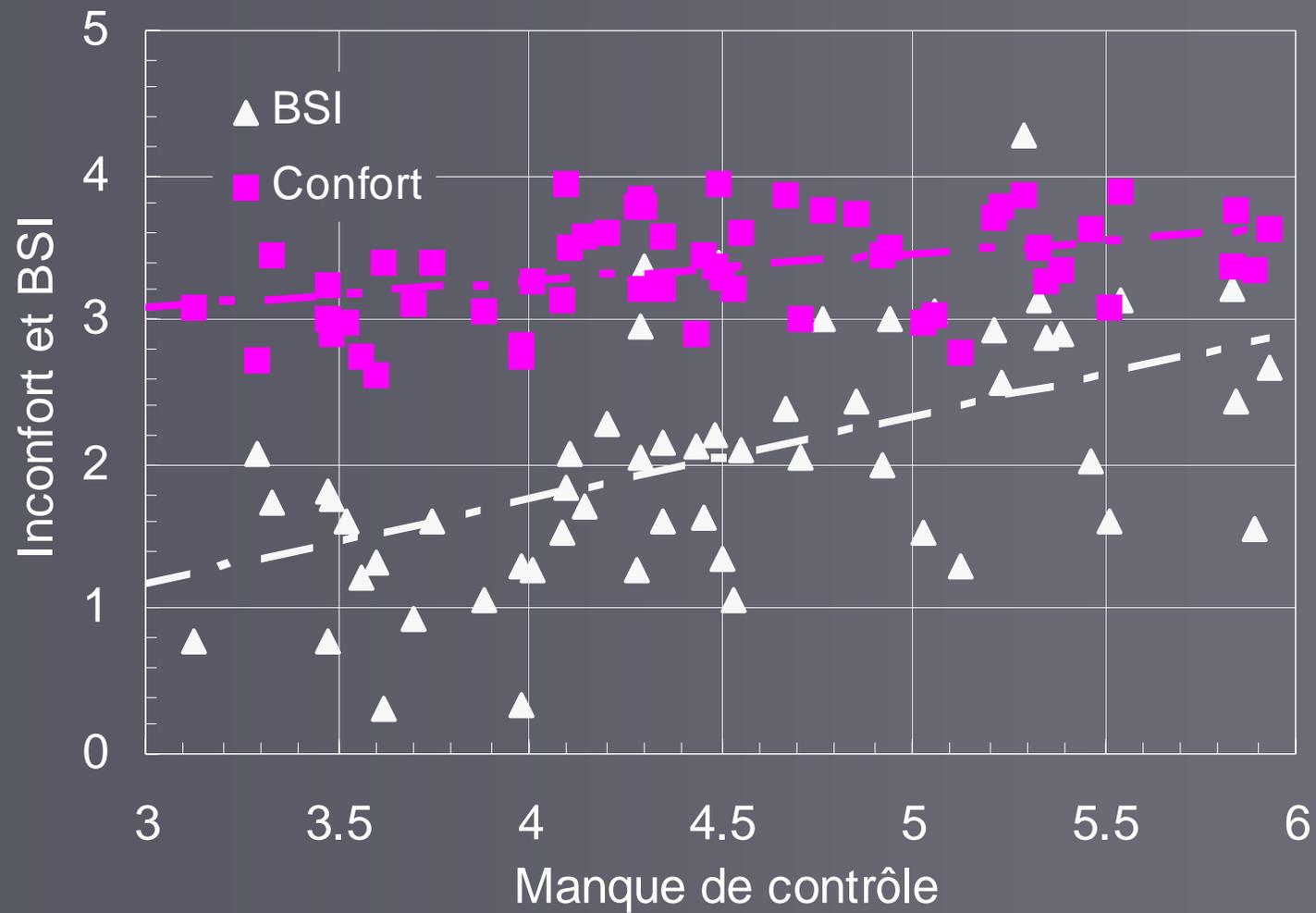
# Allergies - bureaux



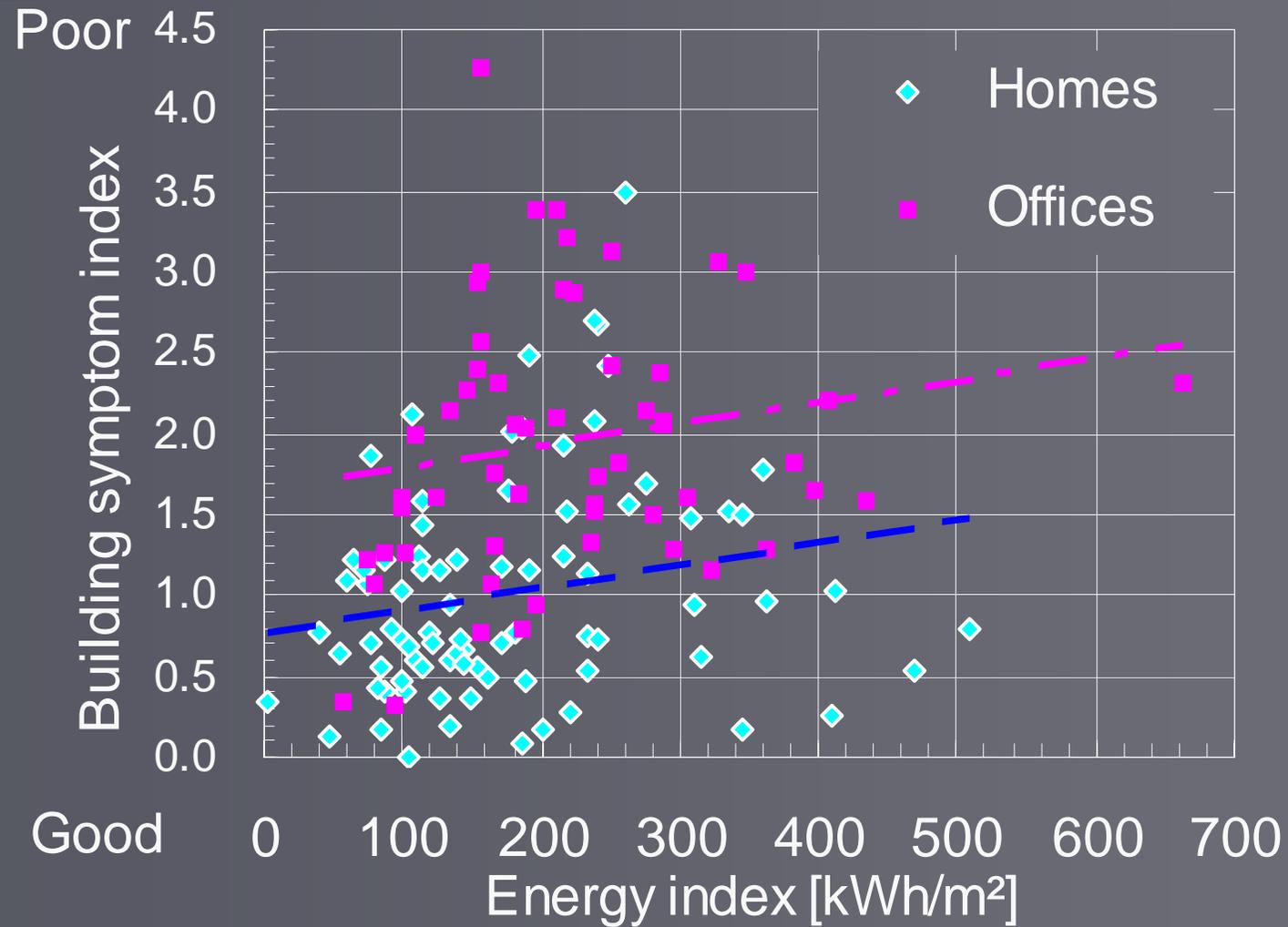
# Confort et santé

- Dans les bureaux:
  - Corrélation significative entre confort et BSI, surtout pour QAI
  - Pas de corrélation entre confort et allergies
- Dans les logements
  - Corrélation significative entre confort et BSI, sauf pour l'acoustique
  - Corrélation significative entre qualité de l'air et allergies.

# Contrôle, confort et BSI



# Energie et bien être



# BSI et environnement

Dans les bureaux, forte corrélation entre le BSI et:

- la privacité
- l'arrangement du bureau
- la décoration
- la propreté

tels que ressentis par l'occupant

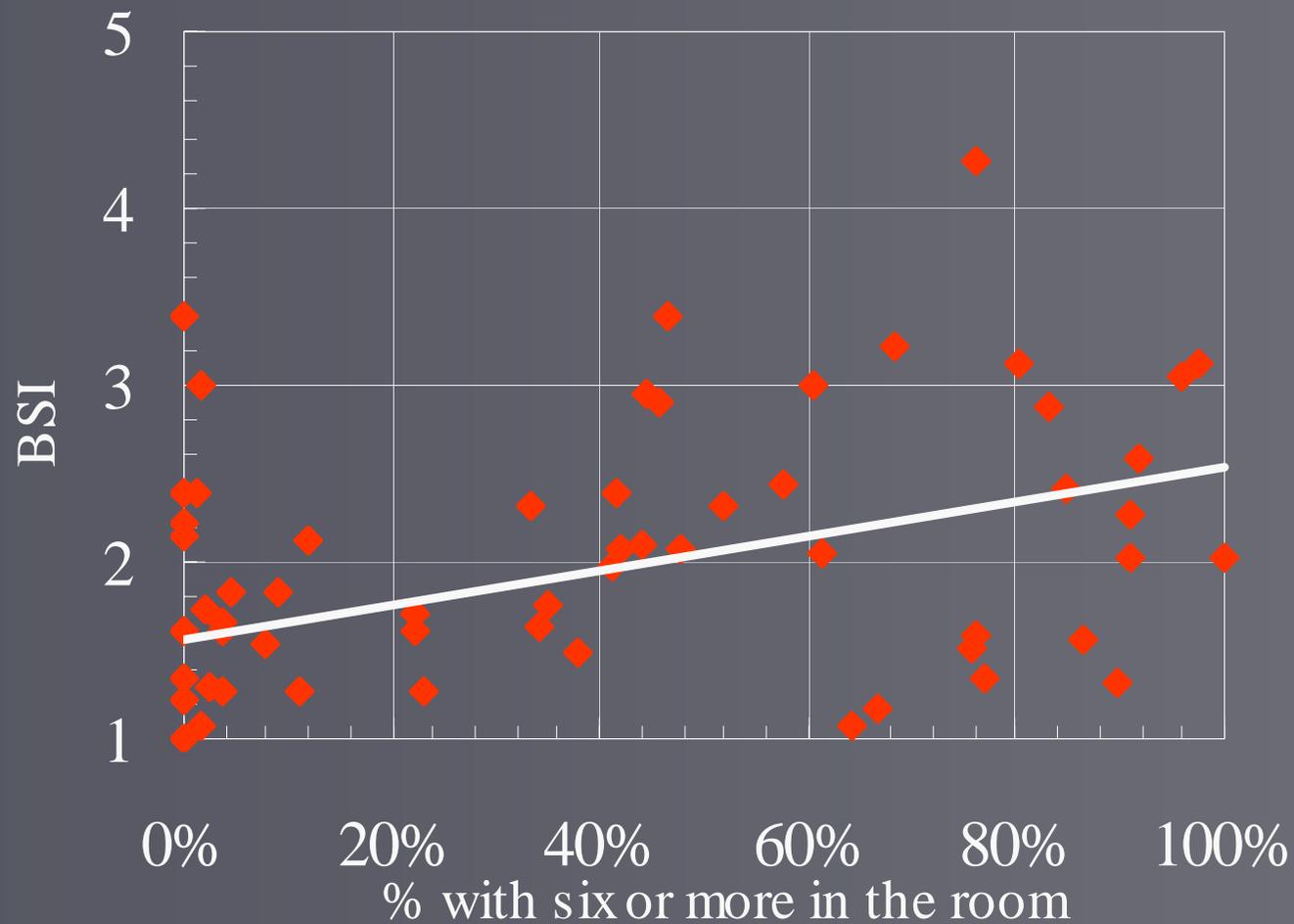
# Confort et santé

		BSI:		Illness indicator	
		R	P	R	P
Offices	Air Quality	0.66	5.E-09	-0.02	90%
	Thermal Comfort	0.48	7.E-05	0.11	38%
	Lighting Comfort	0.37	3.E-03	-0.12	37%
	Acoustic Comfort	0.30	2.E-02	-0.11	37%
	Comfort overall	0.58	9.E-07	0.01	94%
Apartments	Air quality	0.41	2.E-04	24%	3%
	Thermal comfort	0.24	4%	20%	9%
	Lighting	0.25	3%	14%	22%
	Acoustics	0.17	14%	3%	82%
	Comfort overall	-0.08	51%	17%	13%

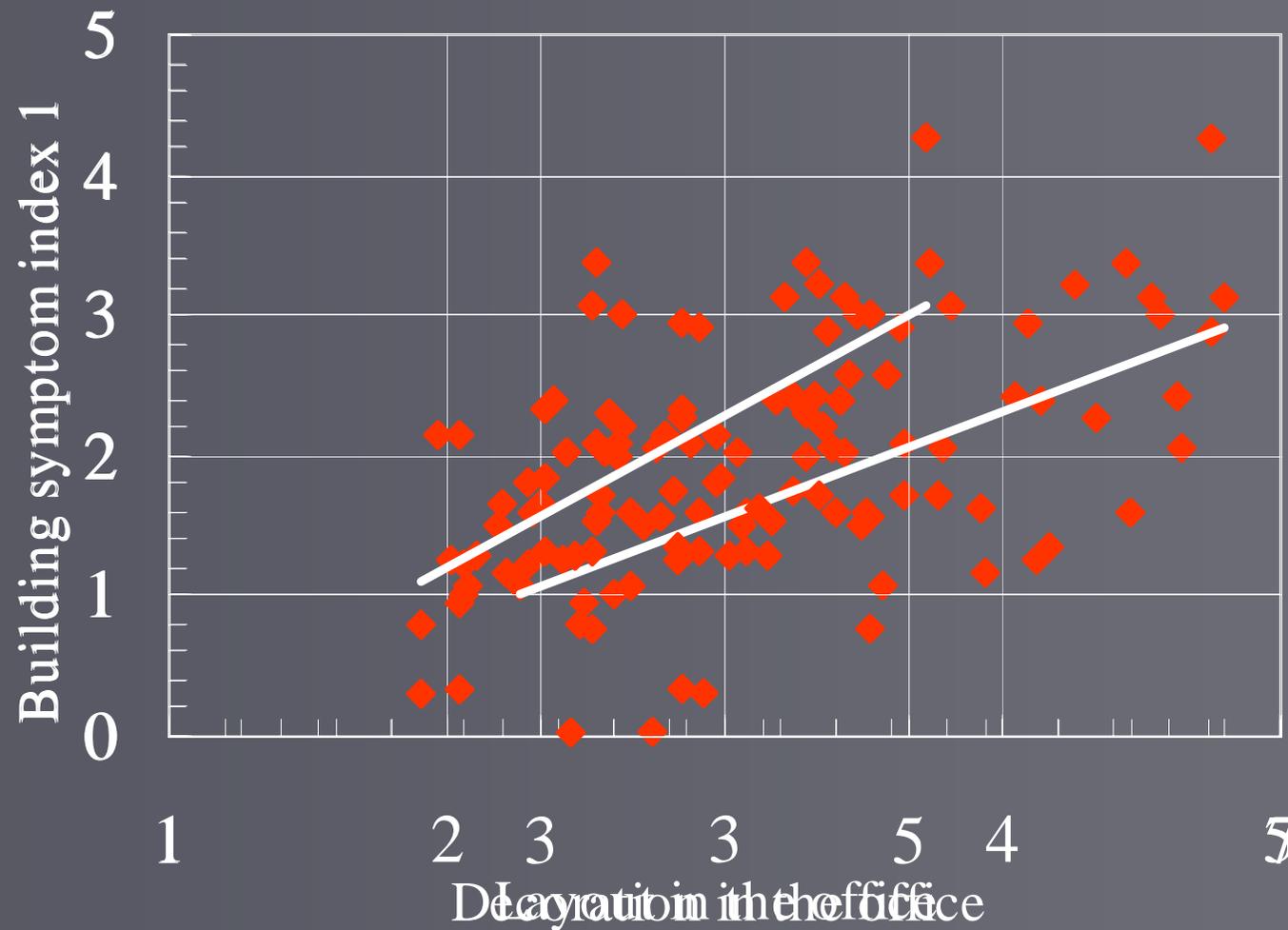
# BSI and environment

Correlation with BSI of:	<i>R</i>	<i>P</i>
Amount of privacy	0.51	2.E-05
Layout in the office	0.64	3.E-08
Decoration in the office	0.64	2.E-08
The cleanliness of office	0.60	2.E-07
Control on Temperature	0.44	3.E-04
Control on Ventilation	0.47	1.E-04
Control on Lighting	0.31	1.E-02
Control on Noise	0.48	8.E-05

# Bureaux paysagers



# BSI et environnement



# Bureaux à fort et faible BSI

- 64 immeubles de bureaux au départ
- BSI moyen: 1.9    BSI médian: 1.8
- Sélection des
  - 21 plus faibles BSI ( $< 1.6$ )    1306 personnes
  - 21 plus forts BSI ( $> 2.2$ )    2215 personnes
- Aucun bâtiment considéré malsain *a priori*

# Similarités des 2 groupes

- Route ou parking proche
- Hauteur des bâtiments voisins
- Orientation des fenêtres
- Température extérieure moyenne
- Type et durée de travail
- Catégories d'âge
- Interdiction de fumer ou non

# Situation des bâtiments

<b>Situation</b>	<b>BSI bas</b>	<b>BSI fort</b>
Zone industrielle	0%	0%
Mixte industrielle / résidentielle	30%	10%
Zone commerciale	20%	19%
Mixte commercial / résidentiel	5%	19%
Centre ville	20%	38%
Bourgade	0%	5%
Suburbain, avec jardins	20%	5%
Village rural	5%	5%

# Risques pour la santé

- Evalués d'après la situation et le type de construction
- VOC présent ou probablement présent dans les deux groupes
- ETS et NOx plus présents chez haut BSI
- Amiante absente dans faible BSI, présent dans 5% des hauts BSI

# Allergies

- Même prévalence pour
  - Asthme
  - Rhume des foins
  - Eczéma
- Prévalence supérieure de
  - Rhinite allergique
  - "Autres problèmes de peau" dans le groupe à haut BSI

# Différences

	<b>BSI bas</b>	<b>BSI haut</b>	<b><i>P</i></b>
Année de construction	1994	1981	3.E-03
Nombre d'étages	3.6	6.6	4.E-08
Hauteur de plafond [m]	3.3	2.8	1.E-02
Surface par personne [m <sup>2</sup> ]	63	38	2.E-03
Source de bruit	95%	86%	NS
Route à fort trafic	43%	71%	5.E-03
Traffic aérien	5%	19%	3.E-02
Isolation du toit (coeff. U)	0.5	0.9	5.E-02
Isolation des vitrages (coeff. U)	1.7	2.4	9.E-05
Isolation des murs(coeff. U)	0.7	0.7	NS

# BSI et ventilation

- Dans le groupe à bas BSI
  - Tous ont des fenêtres qui s'ouvrent
  - 2/3 ont la ventilation naturelle
- Dans le groupe à haut BSI
  - 1/3 a les fenêtres scellées
  - 2/3 ont la ventilation mécanique

# Bien être et ventilation

- En moyenne, le BSI est plus grand dans les bâtiments à ventilation mécanique et meilleur dans les bâtiment à ventilation naturelle
- Mais il existe des bâtiments sains à ventilation mécanique!
- En moyenne, le confort, la consommation d'énergie et la qualité de l'air sont les mêmes dans les deux types de bâtiments

# Recommandations AIRLESS

## Ventilation

- Ne pas recirculer l'air, ne fournir que l'air hygiénique
- Récupérer la chaleur  $\Leftrightarrow$  enveloppe étanche
- Echangeur rotatifs: attention!
- Ne pas humidifier, en tout cas pas trop, et avec de l'eau propre
- Ne pas filtrer à travers la saleté!
- Réseau de conduites propres

# Recommandations AIRLESS

## Chauffage et refroidissement

- Construire des échangeurs propres et les garder propres
- Capteur de gouttes derrière l'échangeur froid
- Utiliser l'eau de préférence à l'air pour transporter la chaleur
- Eviter de surchauffer
- Eviter de sur-refroidir

# AIRLESS

- Programme européen visant à trouver les sources de pollution dans les installations de ventilation mécaniques
- A émis des recommandations pour construire et entretenir des installations fournissant de l'air propre.

# Recommandations AIRLESS

- Dans dans les bureaux et les logements à ventilation mécanique, les bâtiment respectant les recommandations AIRLESS présentent:
  - Un BSI inférieur
  - Moins d'allergies
  - Une meilleure qualité d'air perçue
  - Un meilleur confort
- Sans augmenter la consommation d'énergie, voire en la diminuant.

# Recommandations Airless Logements

	Oui	En partie	Non	P	
<b>Ventilation</b>	<b>Nombre</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	
	<b>BSI</b>	0.55	1.85	1.2	0.5%
	<b>Allergies</b>	2.18	3.87	2.38	0.5%
	<b>QAI</b>	2.34	3.12	2.73	0.4%
	<b>Confort thq</b>	2.3	2.8	2.6	2%
	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	109	202	238	NS
<b>Thermique</b>	<b>Nombre</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	
	<b>BSI</b>	0.54	1.88	1.33	2%
	<b>Allergies</b>	2.05	4.05	2.65	0.4%
	<b>QAI</b>	2.29	3.11	2.86	2%
	<b>Confort thq</b>	2.3	2.8	2.7	9%
	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	109	205	292	2%

# Recommandations Airless Bureaux

	0	Oui	En partie	Non	P
<b>Ventilation</b>	<b>Nombre</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	
	<b>BSI</b>	1.6	1.9	2.6	1%
	<b>Allergies</b>	0.7	0.8	1	7%
	<b>QAI</b>	3.3	3.9	4.4	0.01%
	<b>Confort thq</b>	3	3.4	3.6	0.1%
	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	275	190	211	NS
<b>Thermique</b>	<b>Nombre</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	
	<b>BSI</b>	1.7	1.7	2.7	0.2%
	<b>Allergies</b>	0.7	0.8	1	NS
	<b>QAI</b>	3.4	3.8	4.3	0.6%
	<b>Confort thq</b>	3	3.3	3.6	4%
	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	276	198	207	NS

# Bons et mauvais bâtiments

- Sélection de bâtiments caractérisés par:
  - Bon confort ressenti
  - Faible BSI (bien être)
  - Basse consommation d'énergie
- ou par
  - Mauvais confort ressenti
  - BSI élevé
  - Forte consommation d'énergie

# "Faits" reconnus

- Grandes différences entre bâtiments
- Air-conditionné < ventilation naturelle malgré moins bon contrôle de qualité d'air
- SBS présent dans des immeubles conformes à toutes les normes
- Pas de preuve que la pollution est la cause du SBS

# Conclusions

- Le SBS est plus présent qu'on le croit, mais on trouve des bâtiments où il est pratiquement absent.
- Des mesures peuvent être prises pour l'éviter
- Des bâtiments confortables, sains et à basse consommation d'énergie existent
- Fortes corrélations entre BSI, confort et caractéristiques de l'environnement intérieur: **Le SBS est-il psychosomatique?**



Je vous remercie et  
passe la parole au  
Prof. François Spertini