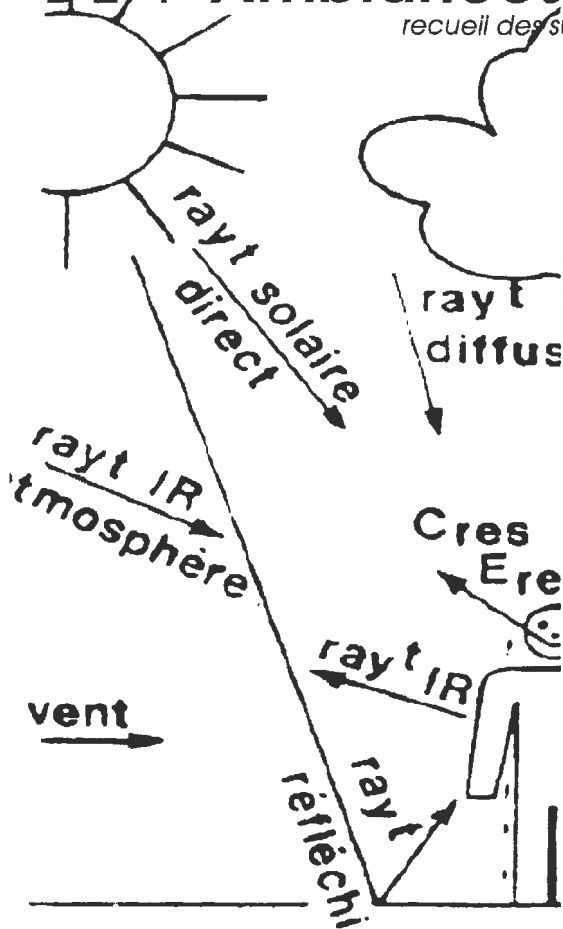


DEA "Ambiances Architecturales & Urbaines" - 1995 - 2006

recueil des supports de cours de tronc commun dispensés au cresson



Problématique du **CONFORT** et de l'inconfort dans l'espace construit vol. 2

Le bruit et la gêne

Dominique Aubrée (C.S.T.B.) 1996

Analyse du travail, ergonomie et ambiances de travail

Jean-Luc Minguy - ergonome 1997

CONFORT VISUEL

Marc Fontoyntont (LASH) 1999

Des modèles de Confort Thermique à l'inconfort des modèles

Bernard Belchun 2002

Le confort thermique

Xavier BERGER 1997

Problématique du confort et de l'inconfort

7 décembre 1994

LE BRUIT ET LA GÊNE

**Dominique Aubrée
C.S.T.B.**

I - Psychosociologie de la gêne

II - Les représentations sociales du bruit

I - Psychosociologie de la gêne

La gêne : pourquoi ?

Problématique du confort et gêne

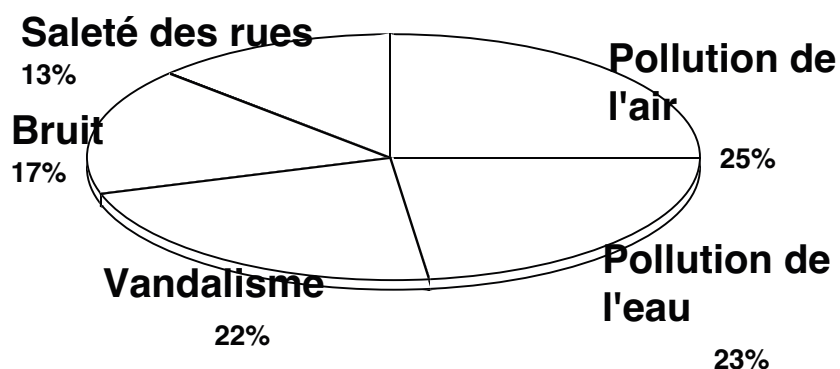
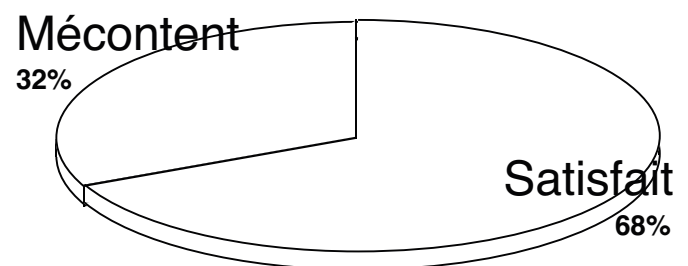
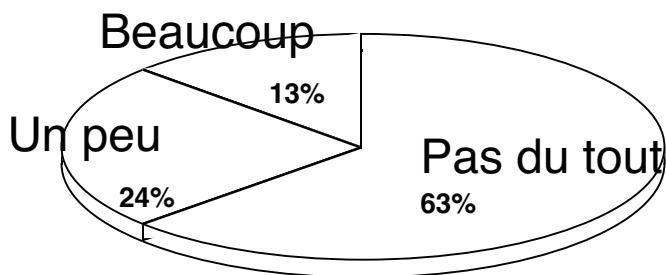
Le modèle physiologique

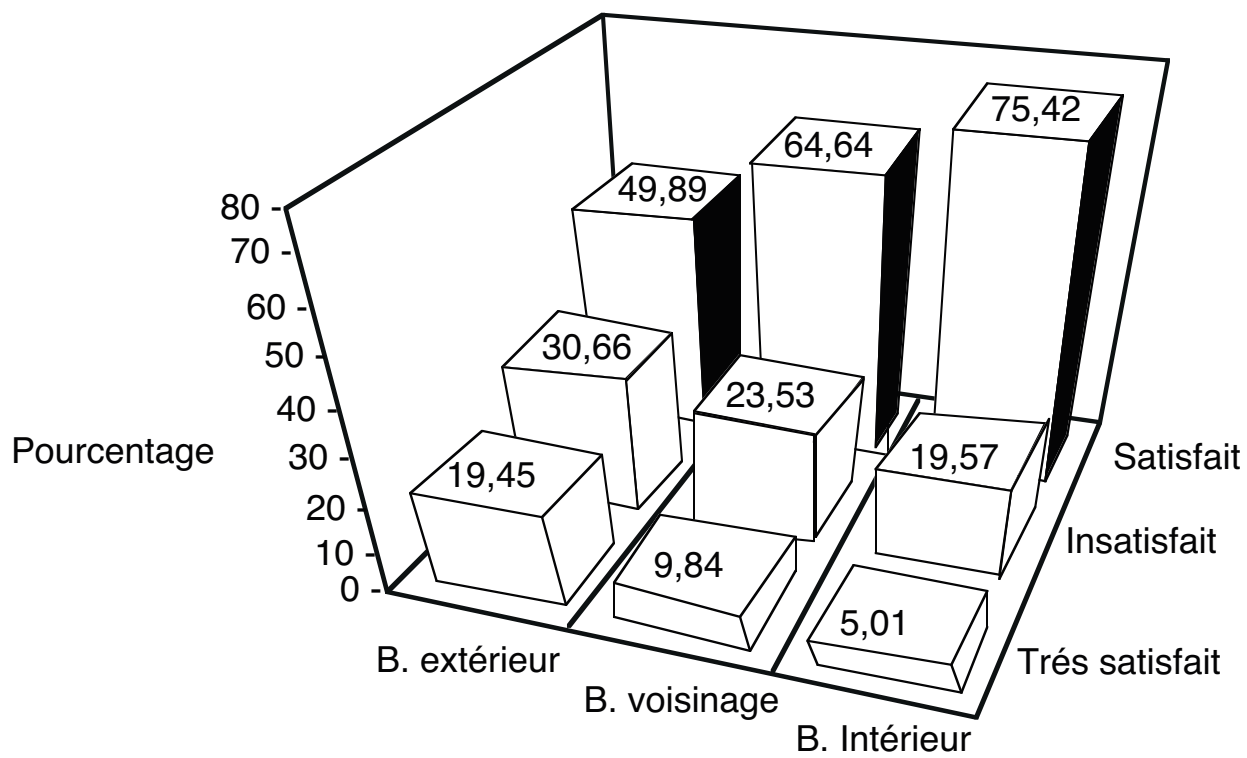
Le confort comme équilibre

Le modèle technique

Le confort comme absence

Constats : les sondages





Satisfaction globale

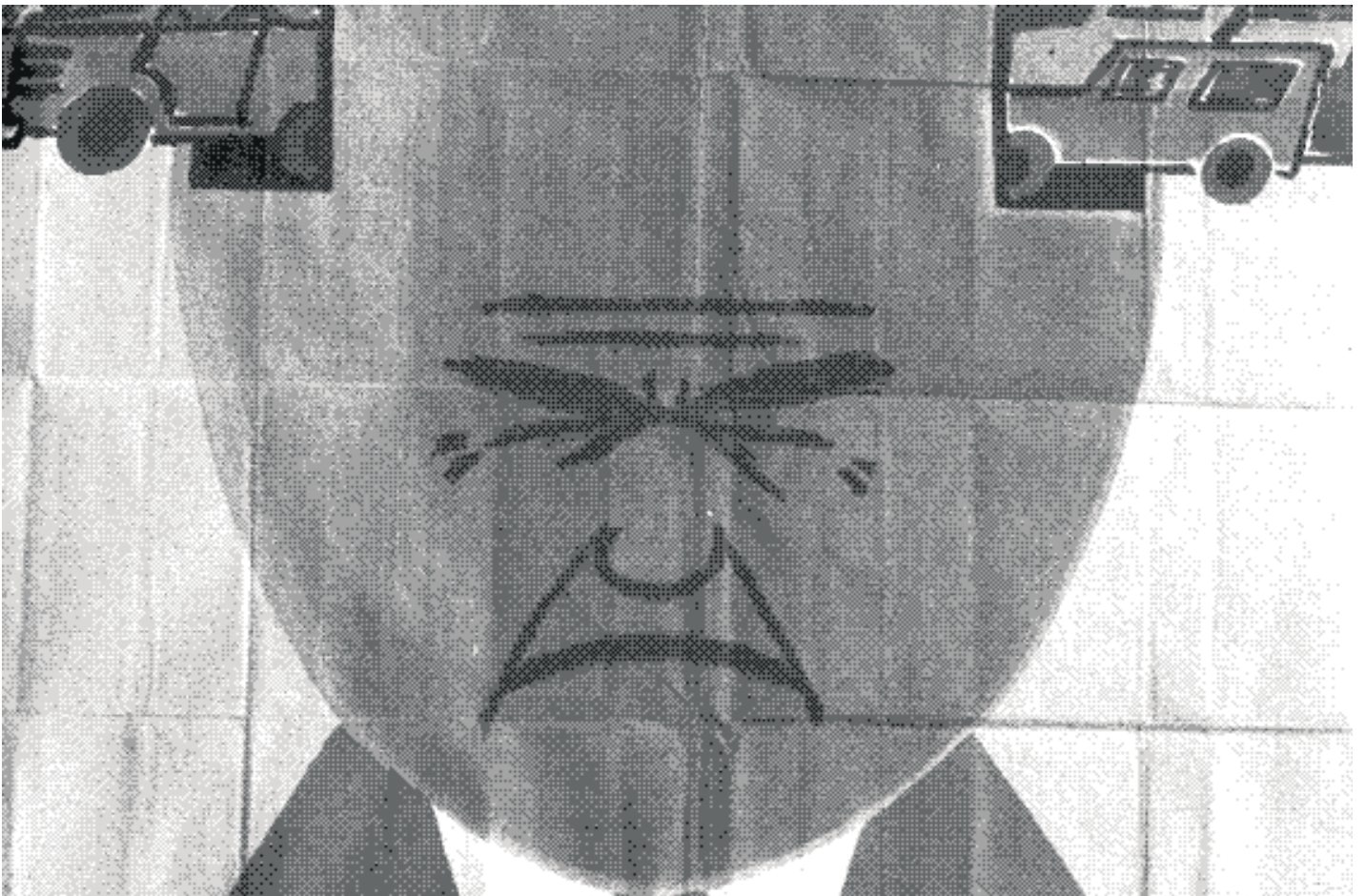


En conclusion :

Quatre fonctions :

Technique
Economique
Politique
Idéologique

La gêne : Quoi ?



Le champ sémantique de la gêne

Bien-être / gêne

Satisfaction / mécontentement

Plaisir / douleur

Santé / maladie

Confort / inconfort

La gêne comme “effet”

Sensation

Une stimulation —externe ou interne— engendre une sensation dans la mesure où elle influence le comportement avec possibilité de manifestations immédiates ou différées. (Piéron)

Attitude

Structuration préparatoire orientée au point de vue perceptif ou réactionnel. (Piéron)

Opinion

La manifestation d'une certaine attitude par l'adhésion à des propositions ou des formules déterminées. (Stoetzel)

La gêne : Comment ?

Méthodes d'observation

Expérimentale en laboratoire

Notion de plan d'expérience

$S <O_2 * Q_2 * X_2> * B_4 * V_4 * E_3 * P_2$

Enquête sur le terrain

Observation

Questionnaire

Entretien

Le choix des indicateurs

Objectifs

Physiologiques

ECG (effets cardio-vasculaires)

EEG (effets sur le sommeil)

Comportementaux

Performances

Conduites

Subjectifs

Verbaux

Evaluation centrées sur l'objet (le bruit)

Evaluation centrées sur le sujet (lui-même)

Parmi les bruits environnants, quel est celui que vous remarquez le plus ?

Voisins

Bruits de l'immeuble

Enfants

Activité proches

Voitures

Métro

Train

Avions

Autre

Voulez-vous situer ce bruit sur l'échelle que voici :

Très supportable 1 2 3 4 5 6 7 Tout à fait intolérable

Pouvez-vous écouter la radio fenêtre ouverte sans être dérangé par le bruit ?

Oui

Non

Le bruit vous dérange-t-il pour écouter la radio fenêtre fermée ?

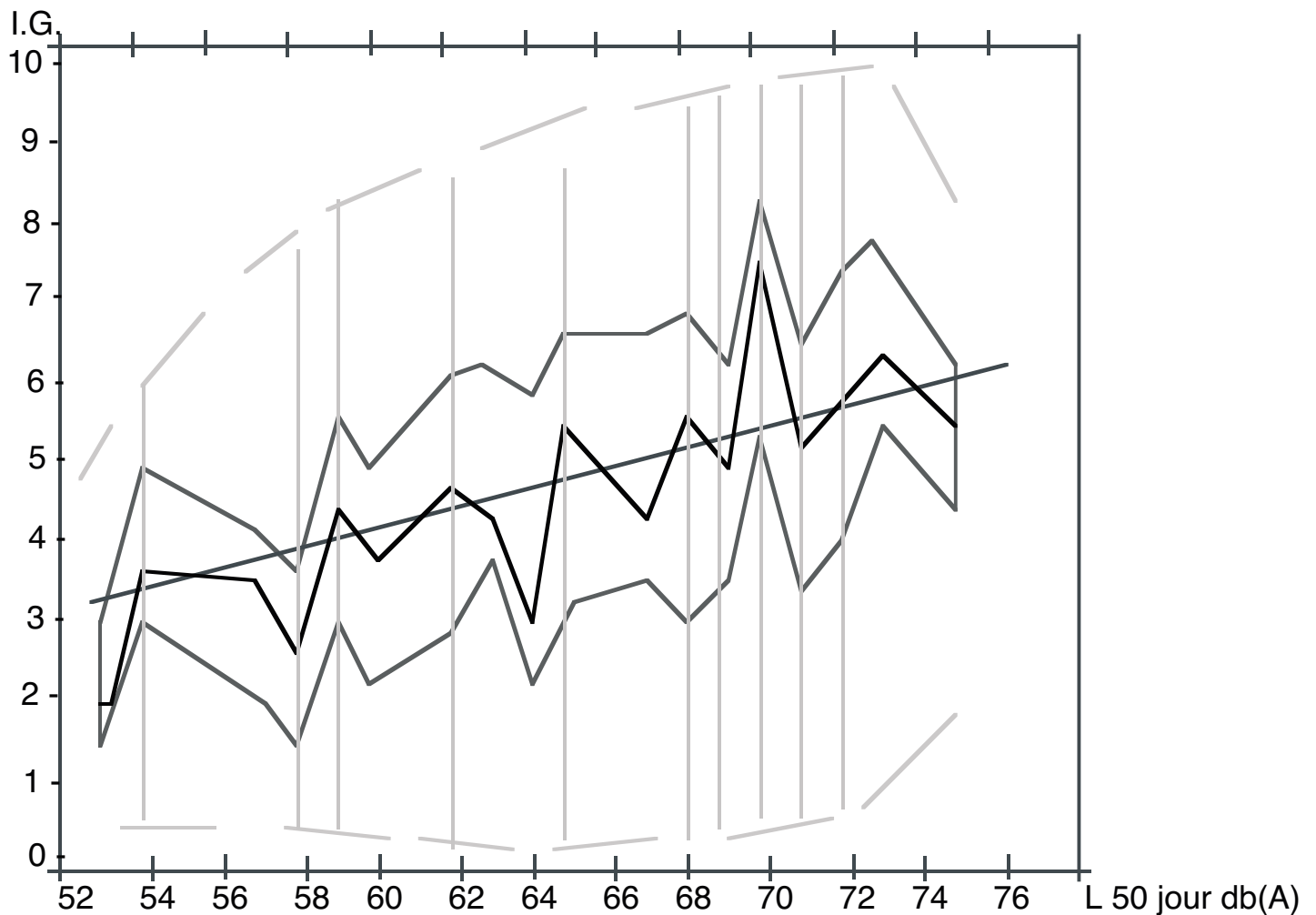
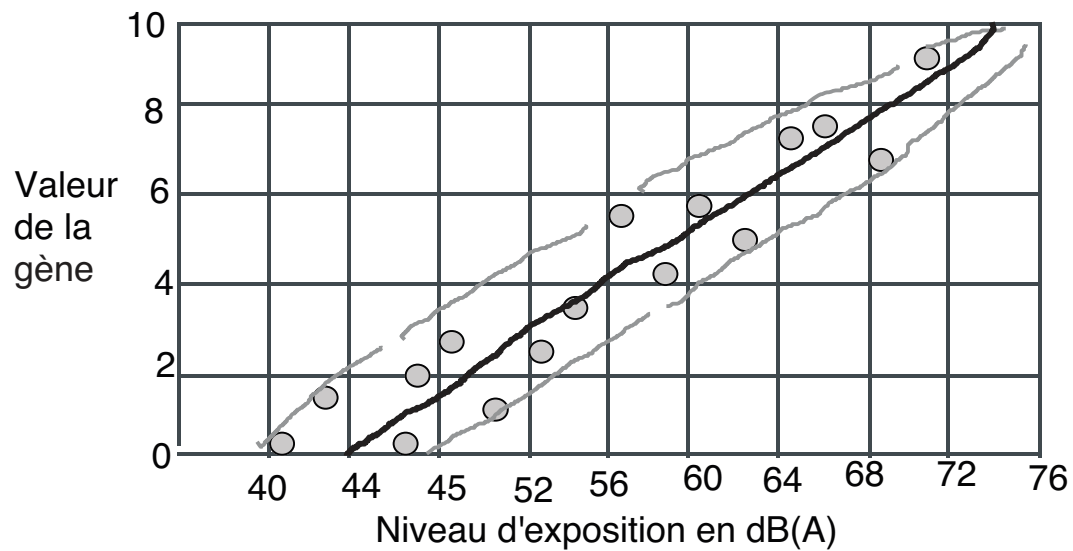
Parfois

Souvent

Très souvent

Et les plaintes ? La gêne : Qui

Valeur moyenne de la gêne en fonction du niveau d'exposition



Qui se déclare gêné ?

Quelles sont les variables discriminantes ?

Niveau de bruit

Maîtrise / Contrainte

Taux d'exposition

Attitudes à l'égard du quartier

Intégration sociale

Homogénéité de la population

Attitudes à l'égard de la source

Représentations collectives

Attitudes à l'égard du bruit

La gêne : pour qui ?

Qui se sert de la gêne ?

L'ingénieur

Lorsque la technique a échoué dans la pratique, le technicien demande au chercheur en sciences sociales de lui dire quels écarts à la norme a bien pu commettre l'utilisateur (sic !) pour que le système mis en place ait un rendement aussi faible. (in J.-P. Goubert)

Le décideur

"Tous ces effets psychologiques de désagrément doivent être considérés comme les plus importants pour le bien-être des populations (...) et seules les méthodes d'enquête de la sociologie moderne permettent d'étudier de manière scientifique ces effets défavorables." (O.C.D.E. 1963)

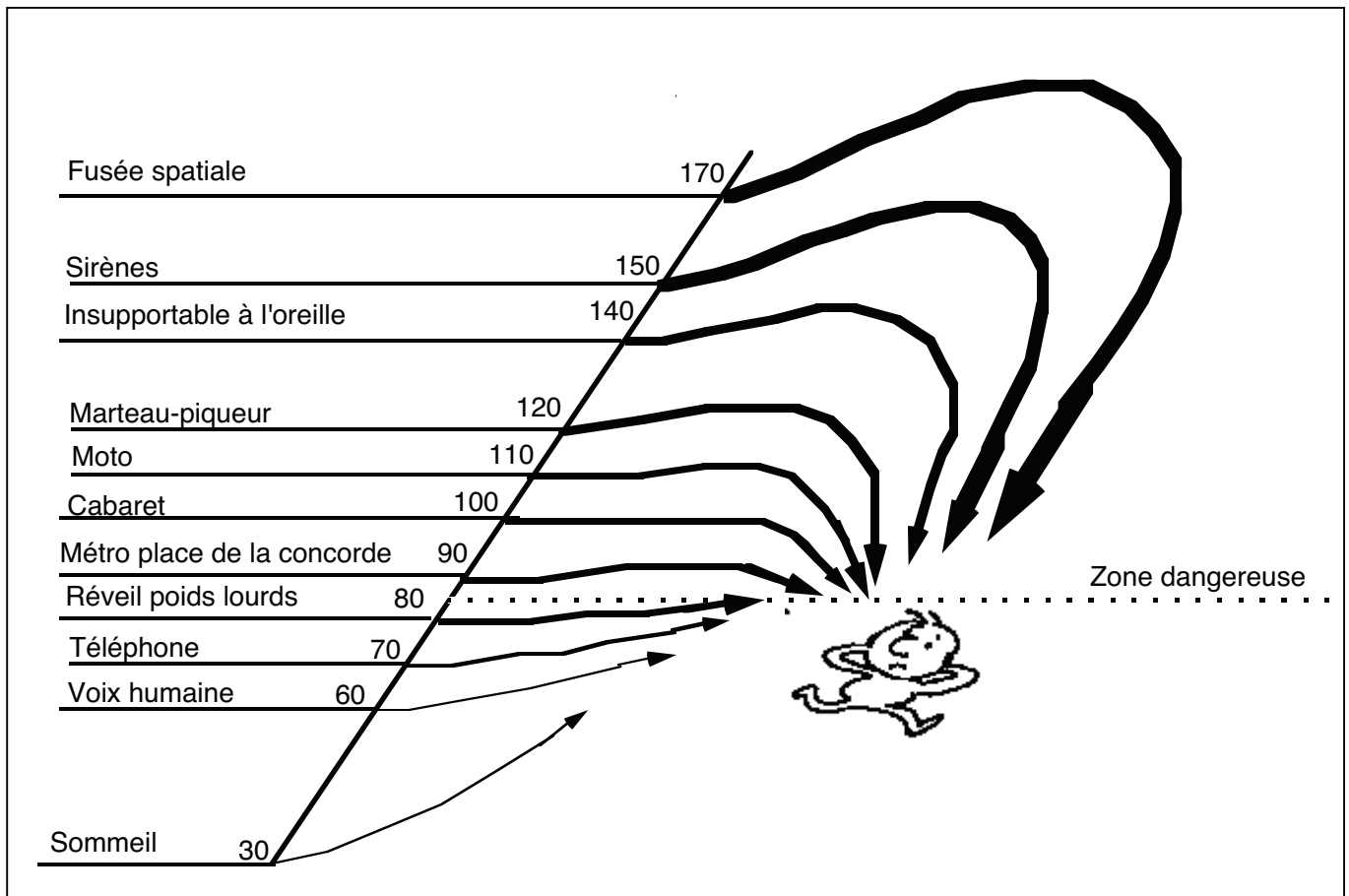
II - Les représentations sociales du bruit

Objet technique

Seuil
Dose
dB(A)

Indices

mesure



Objet juridique

Conduites

Normes

Règles, lois

Décisions

Objet économique

Prévention

Aménagement

Protection

Coût

Comptabilité

Objet esthétique

Paysage

Symphonie

Cacophonie

Qualité

Organisation

Objet idéologique

Progrès		
Ordre	Symbole	Référents
Groupe		

Objet social

Contenu		
Intérêt	Information	Communication
Intelligibilité		

Notion de représentation sociale



Objectivation

Identification

source

lieu

moment

Catégorisation

technique

normative

relationnelle

Attribution

intentionnalité

efficacité

Modèle

Règles

techniques
juridiques
morales

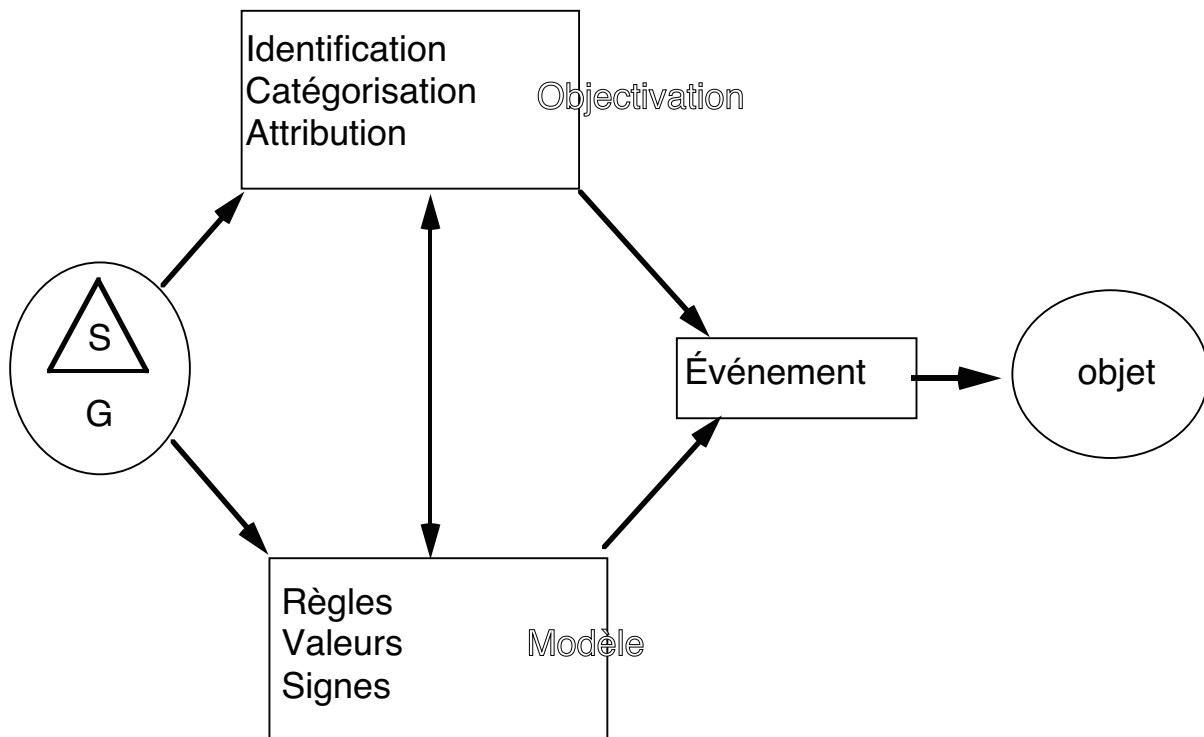
Valeurs

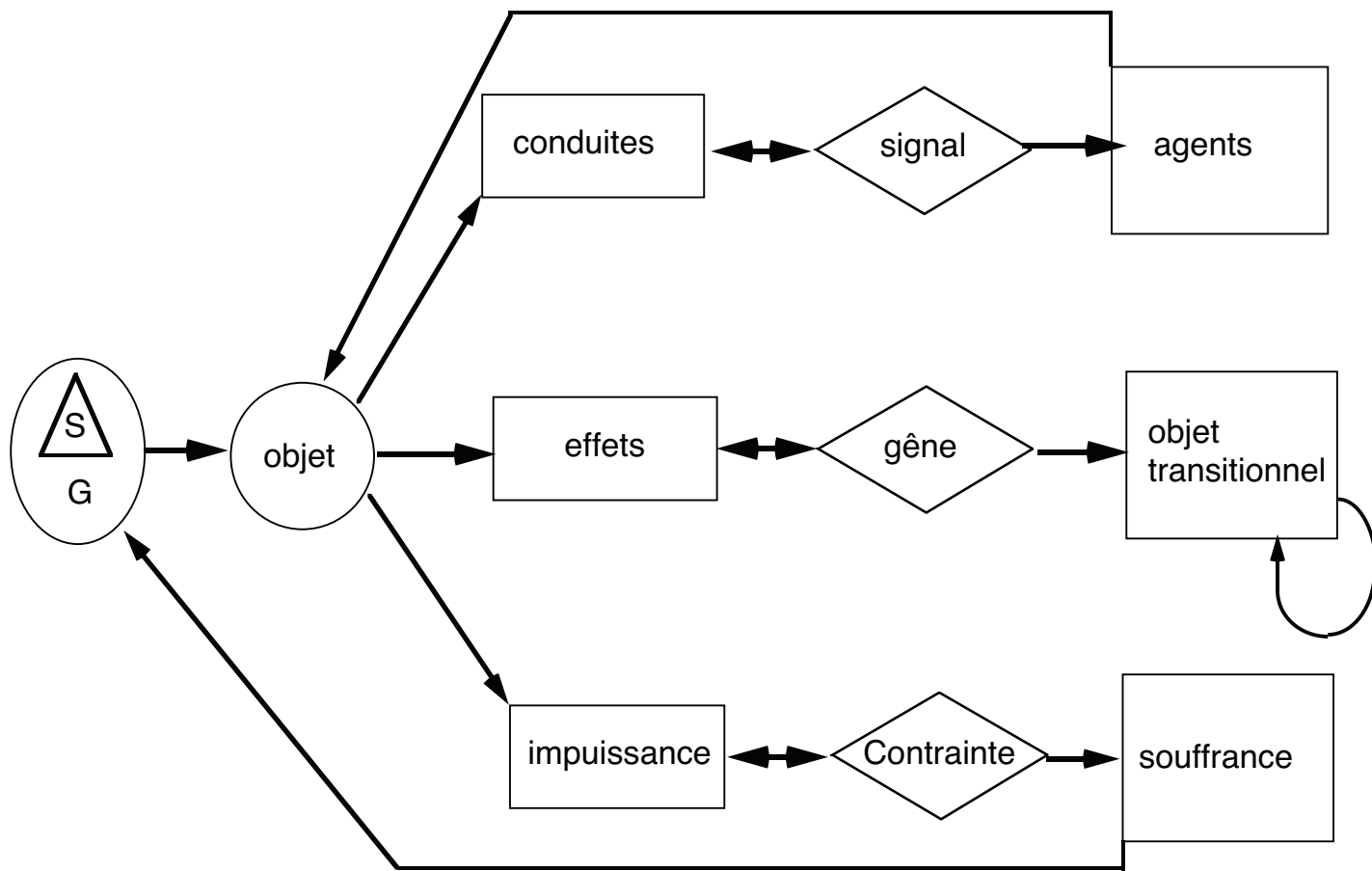
économiques
affectives
idéologiques

Signes

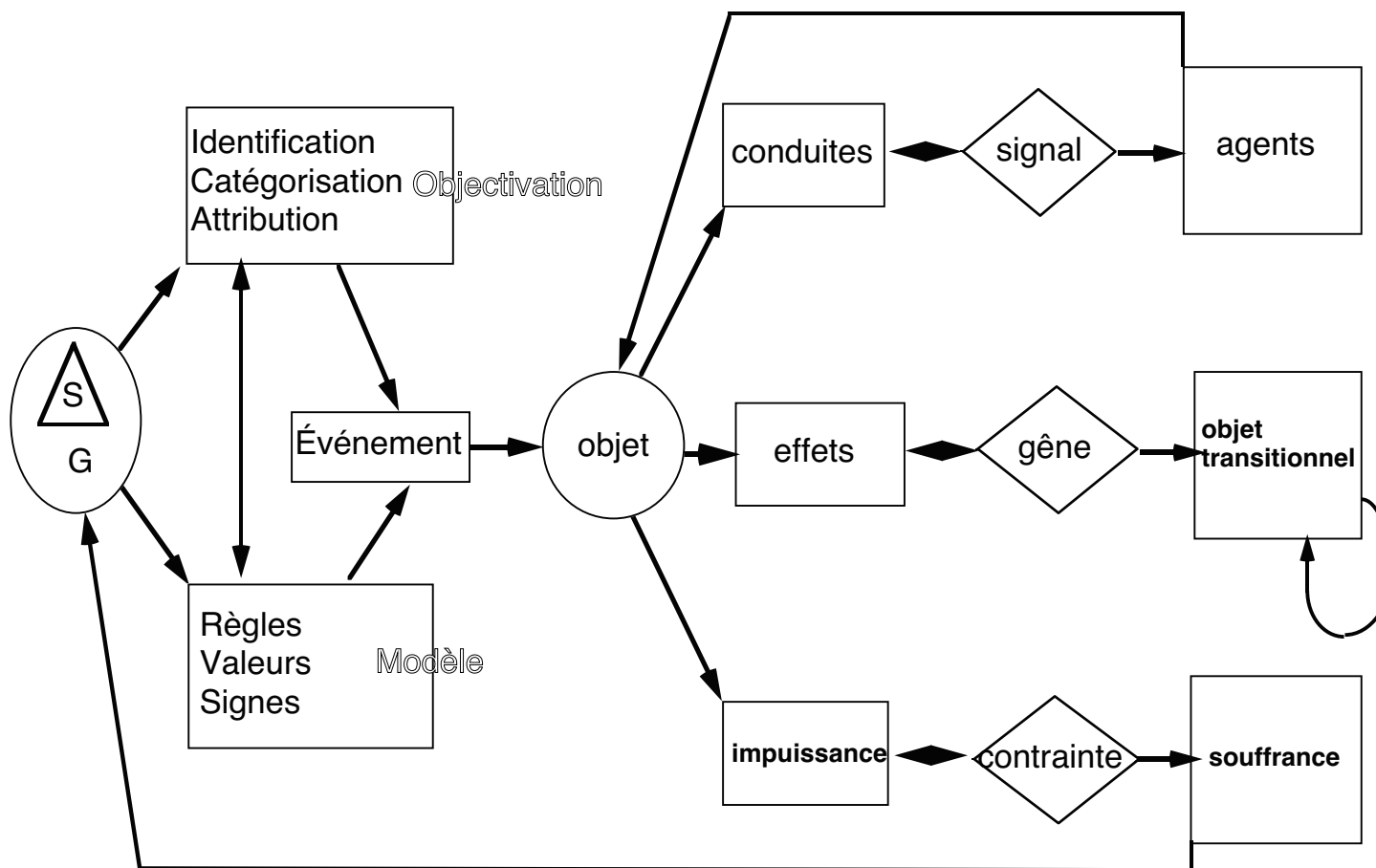
linguistiques
mathématiques
symboliques

Le processus de représentation





Les représentations sociales du bruit



Les représentations sociales du bruit

La construction de la demande

Créer les conditions

Techniques (développement d'objets - dépendance)

Idéologiques (qualité de vie, confort, environnement)

Créer les outils

Techniques

Juridiques

Sémiotiques

BIBLIOGRAPHIE

LES EFFETS DU BRUIT

Noise & Man 93

Noise as a Public Health Problem
Proceeding of the 6th international congress
Nice, France, 5-9 juillet 1993 (3 volumes)
Actes INRETS n°34, 34bis, 34ter.

Ce congrès se tient tous les cinq ans et réunit des chercheurs du monde entier appartenant aux différentes disciplines concernées par le bruit et ses effets. Les actes de six congrès qui se sont tenus jusqu'à présent fournissent un panorama complet des effets du bruit et constituent une importante source d'informations.

GENE ET NUISANCE

HARRY S. Koelega editor

Environmental annoyance
Characterisation, measurement and control
Elsevier, 1987

Ce symposium, centré sur la gêne, est, à ma connaissance, le seul où l'on ait commencé à poser le problème d'une théorie de la gêne et où l'on se soit interrogé sur les modèles d'interprétation utilisés.

Dominique Aubrée

L'ordre et la mesure
Objet technique et représentations sociales : Le bruit CSTB, 1991

C'est un essai de synthèse des connaissances disponibles sur le bruit et ses effets, et une tentative d'ouverture vers un modèle d'interprétation moins déterministe.

Francis Caballero

Essai sur la notion juridique de nuisance
Librairie générale de droit et de jurisprudence 1981

PSYCHO-ACOUSTIQUE

M.C.Botte, G. Canévet,
L.Demany, C.Sorin

Psycho-acoustique et perception auditive INSERM/SFA/CNET 1988

Présentation sérieuse des "connaissances concernant les attributs élémentaires de la perception auditive". On peut trouver une présentation plus générale mais également plus accessible dans :

M.C.Botte et R.Chocholle

Le bruit
Collection: Que sais-je ?
PUF 1984

Bibliographie (suite)

REPRÉSENTATIONS

Denise Jodelet (ed.)

Les représentations sociales
PUF 1989

Ouvrage collectif qui présente une bonne synthèse de la notion, des recherches dont elle est l'objet et des domaines d'application dans lesquels elle est utilisée.

DIVERS

Henri Atlan

entre le cristal et la fumée - Essai sur l'organisation du vivant
Seuil 1979

Jacques Attali

Bruits - Essai sur l'économie politique de la musique
PUF 1977

Peter Berger,
Thomas Luckmann

La construction sociale de la réalité
Méridiens Klincksieck 1986

Alain Corbin

Le miasme et la jonquille - L'odorat et l'imaginaire social aux XVIIIème et XIXème siècles
Aubier 1982

René Girard

Le bouc émissaire
Grasset 1982

Jean-Pierre Goubert

Du luxe au confort
Belin 1988

Jürgen Habermas

La technique et la science comme idéologie
Gallimard 1973

Jacques Perriault

Mémoires de l'ombre et du son
Une archéologie de l'audiovisuel
Flammarion 1981

Michel Serres

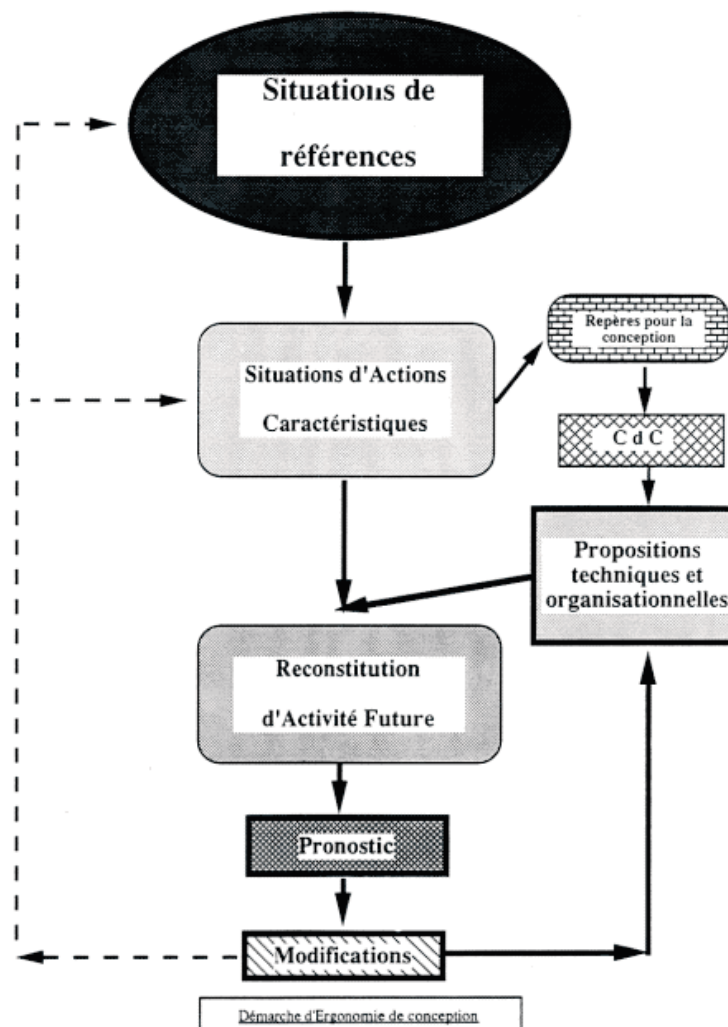
Le parasite
Grasset 1980

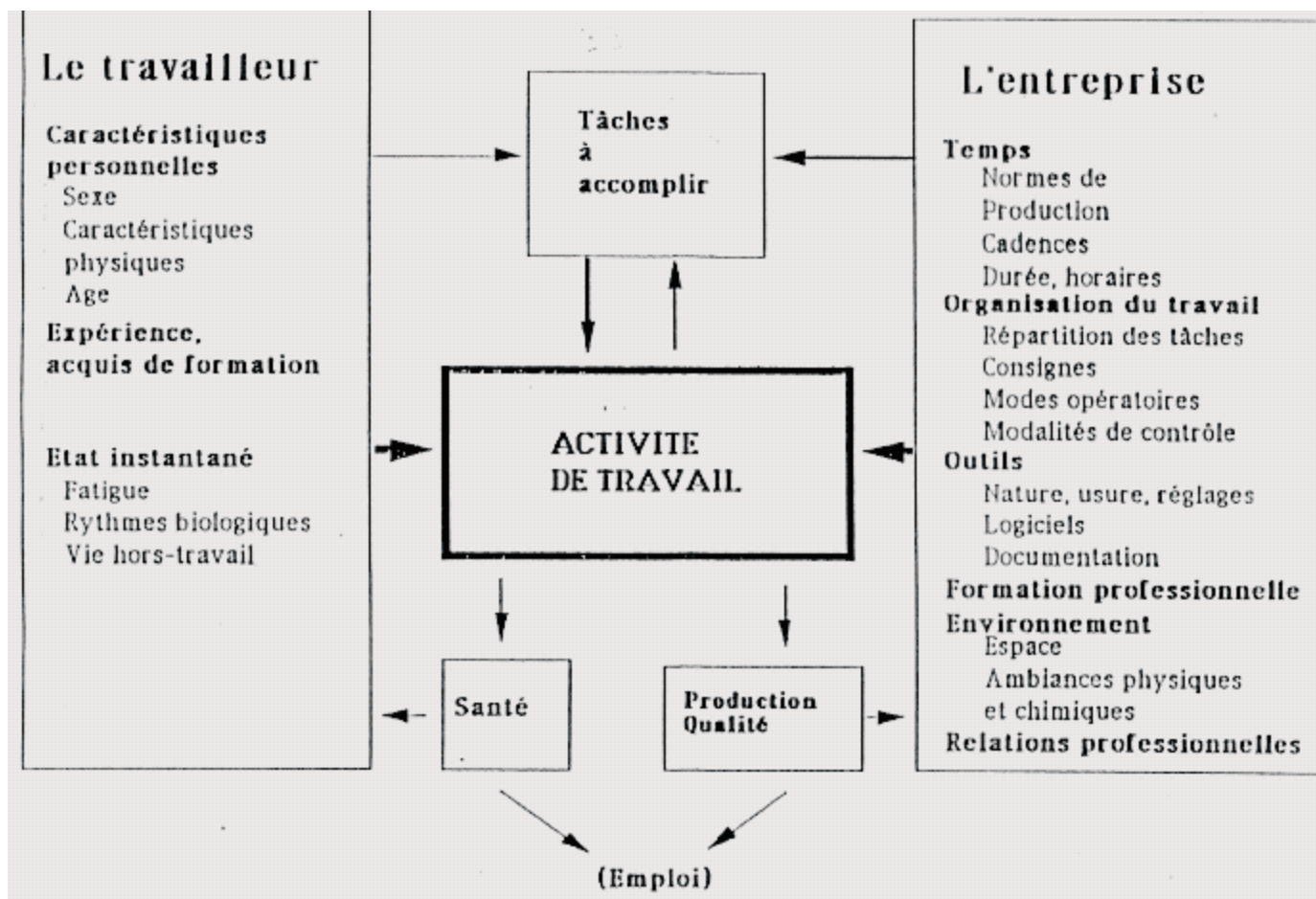
Michel Serres

Genèse
Grasset 1982

Analyse du travail, ergonomie et ambiances de travail

Jean-Luc Minguy
ergonome





A- Conception de locaux de travail

Prévision de niveaux sonores dans un atelier,
Implantation de nouveaux outils de production.

QUESTIONS :

Quel est l'existant?

En quoi l'analyse de l'existant permet d'instruire la question du bruit du point de vue:
des concepteurs,
des utilisateurs,

Différents cadres de réflexion, différentes approches possibles :

- * médical (connaissance des conséquences du bruit et de ses caractéristiques sur le travail et les personnes),
- * législatif (nouvelle réglementation machine, directives 100A et 118A)
- * ergonomique (analyse du travail réel, des stratégies individuelles et collectives de travail,...)

B- Correction de situation de travail

Isolation acoustique des machines bruyantes
Correction acoustique des locaux,
... Après mesures de bruit

QUESTIONS :

Quelles mesures pour déterminer l'exposition sonore?
Quel échantillon représentatif? Qui le détermine (CHSCT, médecin du w, CE, ergogonome,...)?

BRUIT = fréquence, intensité, durée

DISPOSITIONS RELATIVES AU CHSCT

******* Au seuil d'exposition de 85 dBA, ou niveau de crête de 135 dB

- 1- donner un avis favorable sur document prévoyant mesurage et choix protecteurs
- 2- accès aux résultats des mesures et explications
- 3- accès aux résultats médicaux (non nominatifs)
- 4- avis sur les dérogations demandées par l'employeur à l'inspection du travail

******* Au seuil d'exposition de 90 dBA, ou niveau de crête de 140 dB

- 1- avis chaque année sur les mesures de nature technique ou d'organisation du travail, spécifiées dans le PAPRPACT

DISPOSITIONS RELATIVES AUX TRAVAILLEURS EXPOSÉS

***** Au seuil d'exposition de 85 dBA, ou niveau de crête de 135 dB**

- 1- pouvoir accéder aux résultats des mesures d'exposition**
- 2- pouvoir disposer de protecteurs**
- 3- bénéficier de la surveillance médicale et être informé par le médecin de l'évolution des mesures**
- 4- demander en cas de changement d'entreprise le transfert de dossier**
- 5- recevoir une information et une formation sur les risques**

***** Au seuil d'exposition de 90 dBA, ou niveau de crête de 140 dB**

- 1- porter des protecteurs individuels**

DISPOSITIONS RELATIVES AU MEDECIN DU TRAVAIL

- 1- donner un avis favorable sur le document prévoyant le mesurage**
- 2- établir une fiche d'aptitude médicale et un contrôle audiométrique**
- 3- par la surveillance médicale, assurer la conservation de la fonction auditive des travailleurs exposés**

Déficit auditif moyen = $2 \cdot D500 + 4 \cdot D1000 + 3 \cdot D2000 + D4000 / 10$
(pour la meilleure oreille si > 35 dBA, alors indemnisation sécu.)

Indice précoce d'alerte = $D3000 + D4000 + D6000 / 3$

Efficacité des protections individuelles

Port d'un atténuateur	Atténuation du bruit
systematique	20 à 30 dBA
1 fois sur 2	3 dBA
1 fois sur 4	1 dBA
1 fois sur 6	0,5 dBA

Usine Chausson de Gennevilliers (16-11-88)
(Reinlen, Rubella, Labarthe & Minguy)

*** Atelier des presses**

-approche globale de l'entreprise, processus de fabrication, population, évolutions, descriptions statistiques et épidémiologiques (pyramide des âges, etc.),

*** Etude d'un poste**

choix du poste au sein de l'atelier, caractéristiques de la population, analyse du travail, environnement du poste,

*** Bilan sonore de l'atelier de l'atelier (dosimétrie, analyse spectrale, carte de bruit) - normalisation et protocole de mesures -**

Leq = 92 dBA (= zone de danger)

analyse spectrale (20Hz à 16 000Hz)

*** Identification des sources et recommandations**

D.E.A. AMBIANCES ARCHITECTURALES ET URBAINES

CONFORT VISUEL



Marc Fontoynont

Groupe de recherche "Lumière
et Rayonnement Electromagnétique"

Département Génie Civil et Bâtiment,
URA CNRS 1652

Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat
Rue Maurice Audin F-69120 Vaulx en Velin, Lyon

Contraste à proximité des baies vitrées

$L = 5000 \text{ cd/m}^2$

$L = 10 \text{ cd/m}^2$

Contraste de luminance: luminance source / luminance fond

Deux types d'éblouissement:

éblouissement gênant

perte de lisibilité (entrée de tunnel, écran d'ordinateur, feuille de papier)

éblouissement inconfortable

(gêne visuelle, fatigue, effets à long terme)

Inconfort

Eblouissement inconfortable

présence de luminances trop élevées dans le champ visuel, par rapport au fond.

Actions possibles:

1. réduction des luminances élevées
2. augmentation des luminances de fond

Analogie lumière / bruit

éclairagements (lux)

sensibilité log

bruit visuel

IRC, Tc

longueur d'onde

énergie lumineuse

émission de lumière

transmission

R moyen

niveaux de pression (db)

sensibilité log

rapport signal/bruit

bruit blanc, rose

fréquence

énergie sonore

émission de bruit

transmission

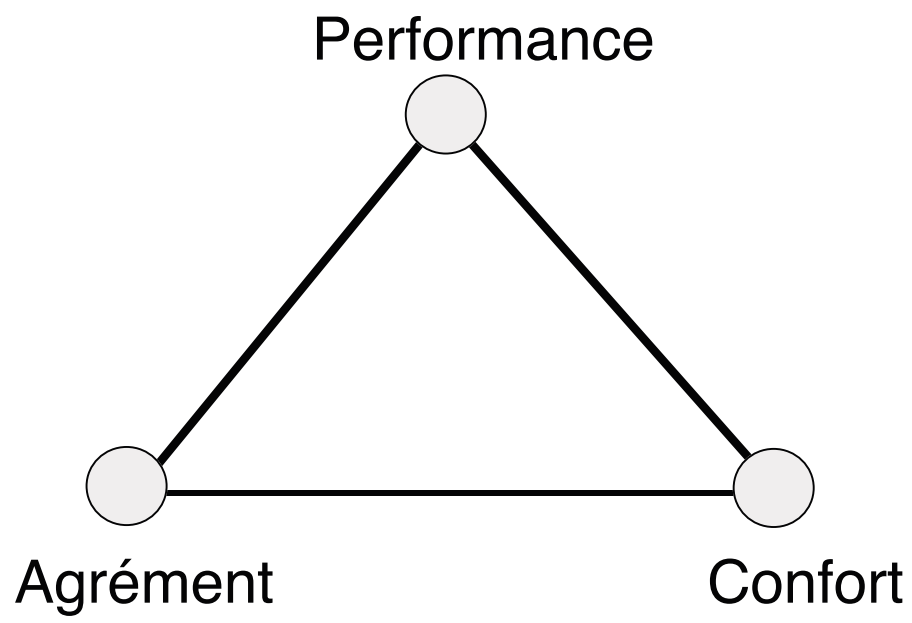
réverbération

Contraste élevé

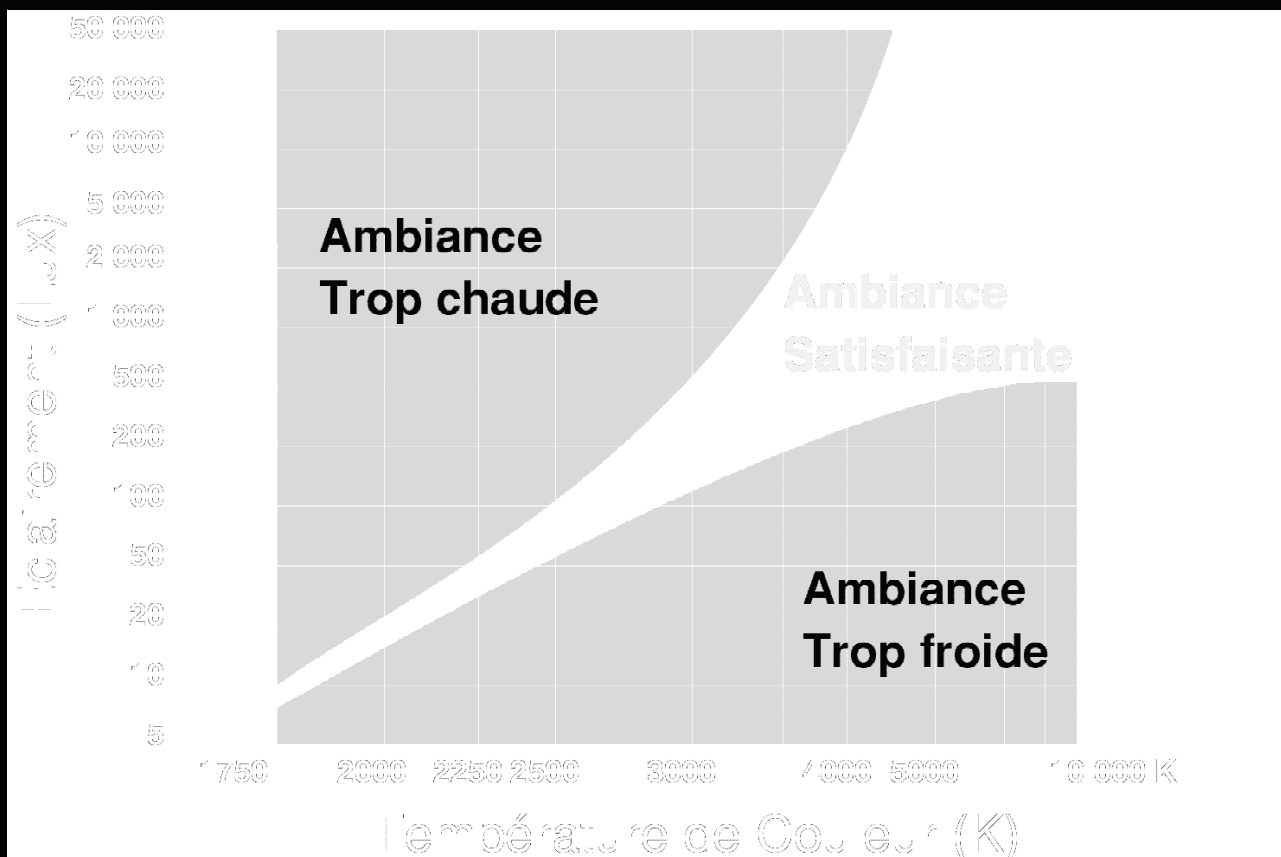


Contraste faible

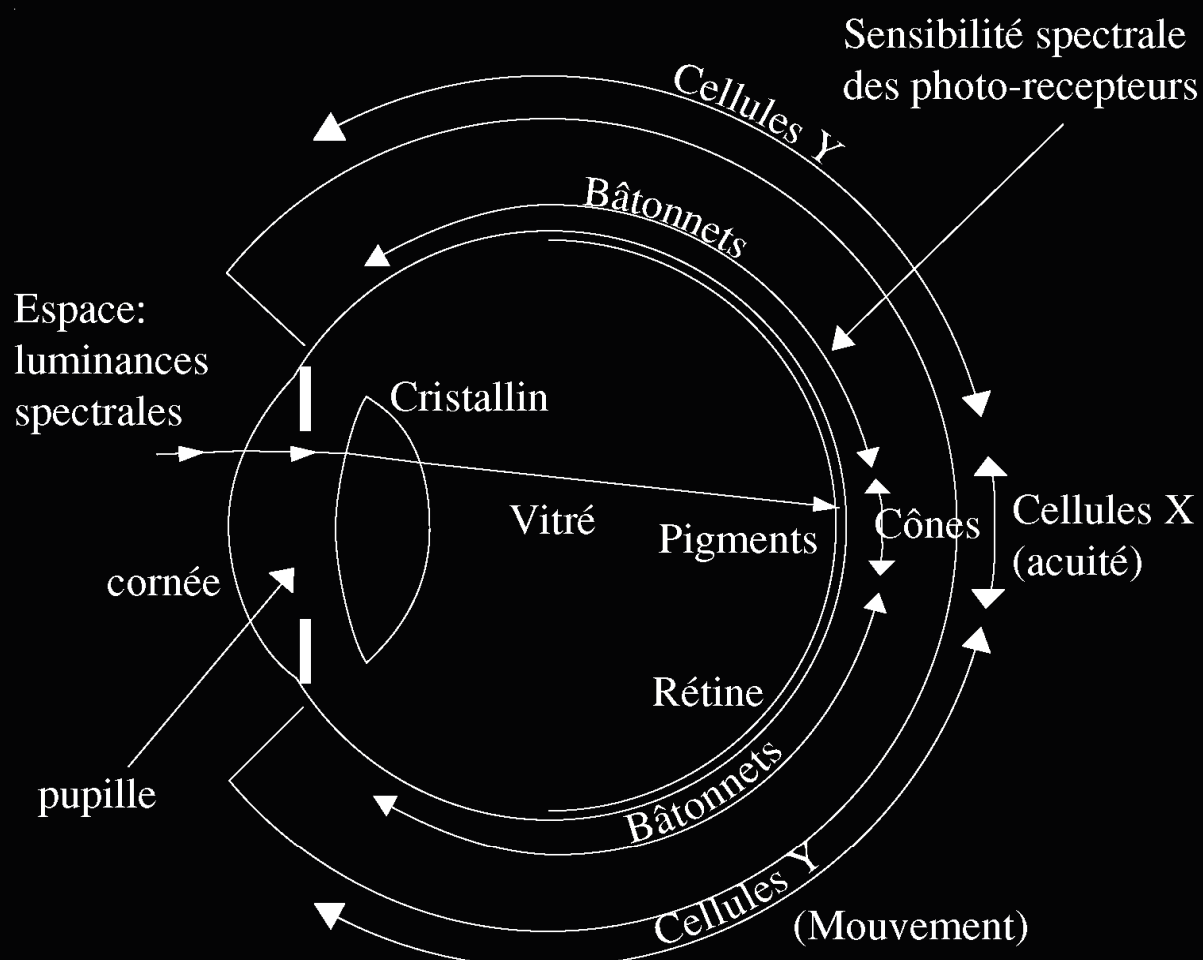




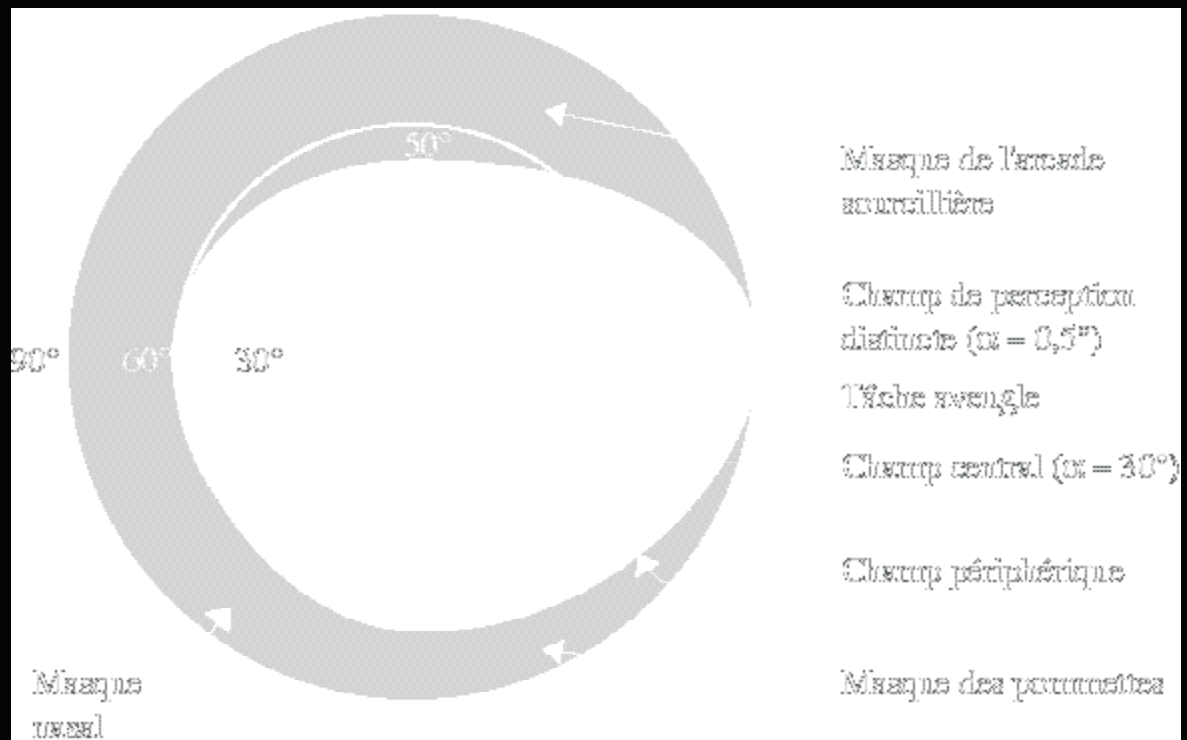




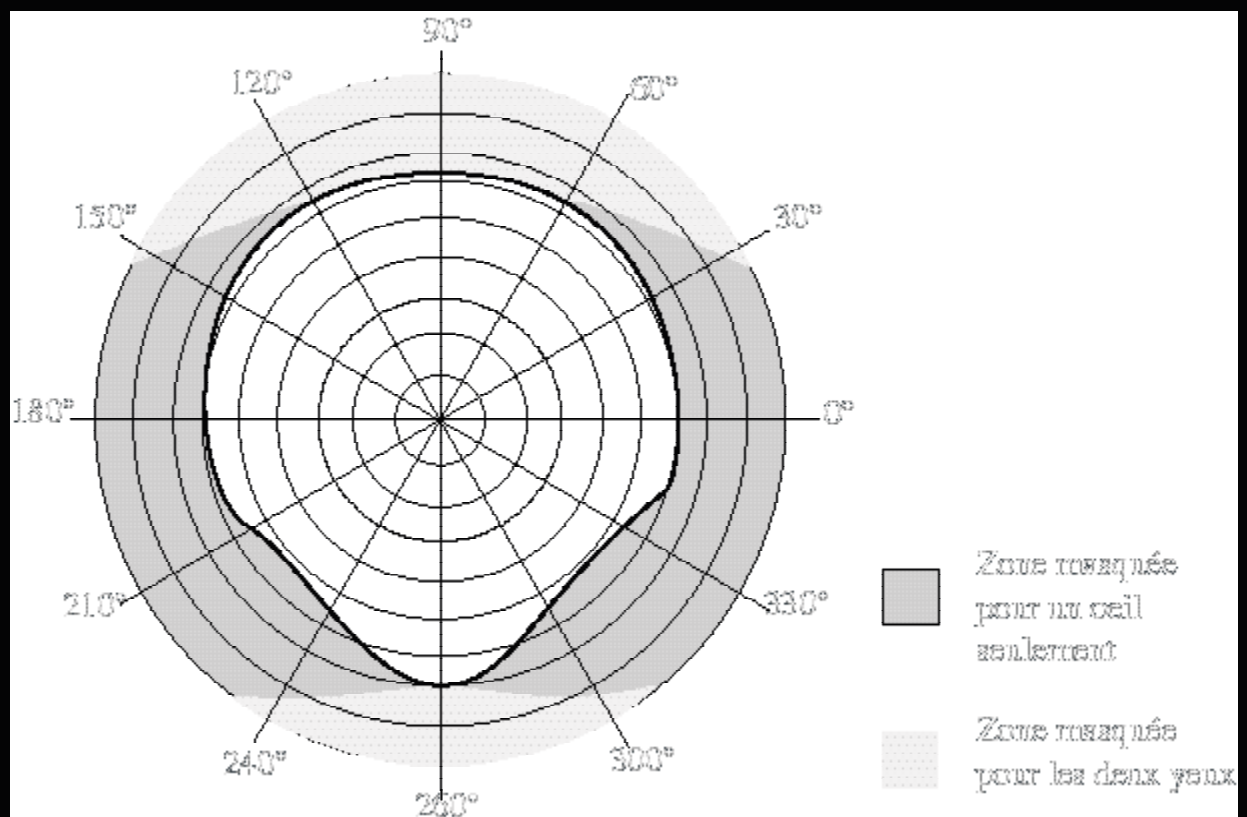
Ambiances colorées souhaitées, abaque de Kruithoff



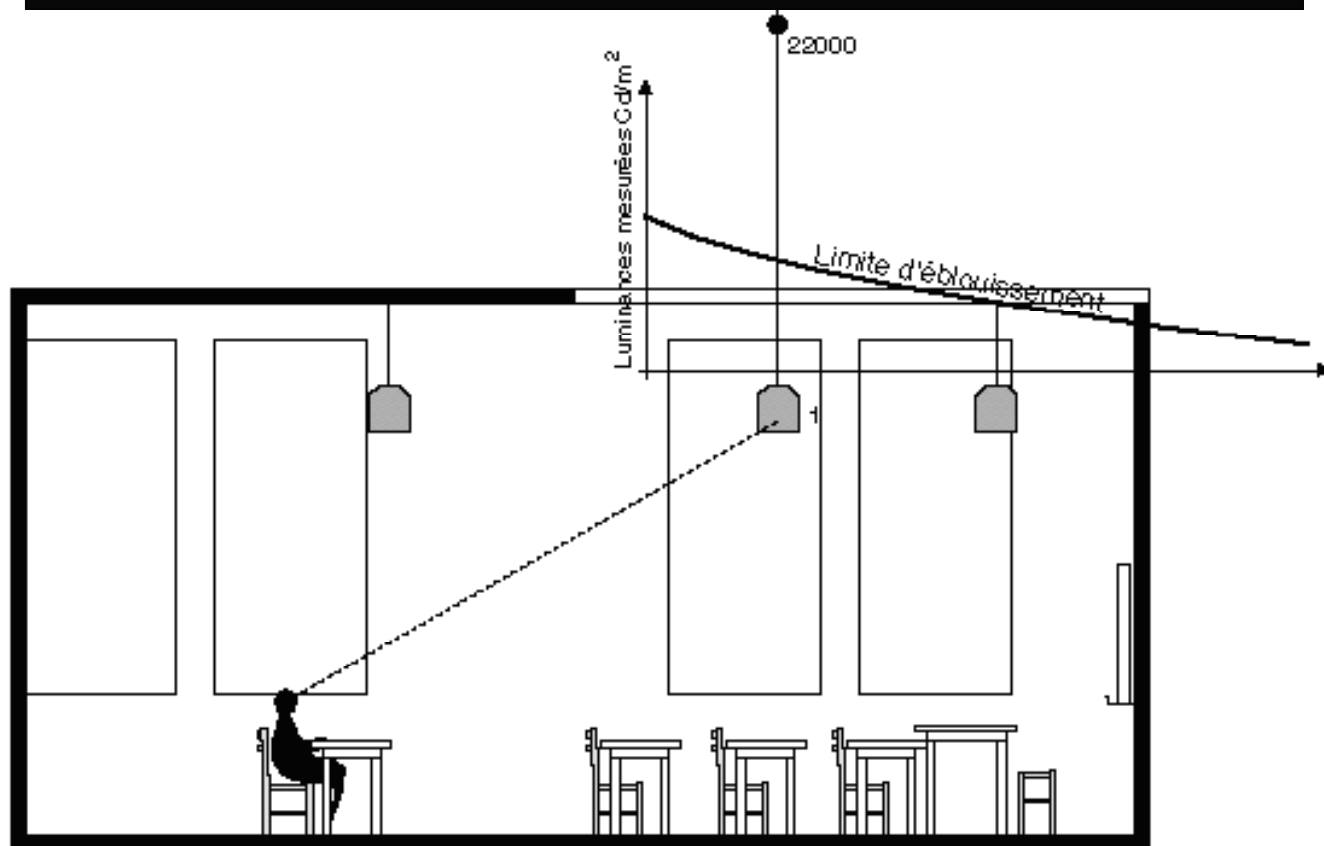
Champ visuel d'un oeil droit



Champ visuel normal pour une paire d'yeux



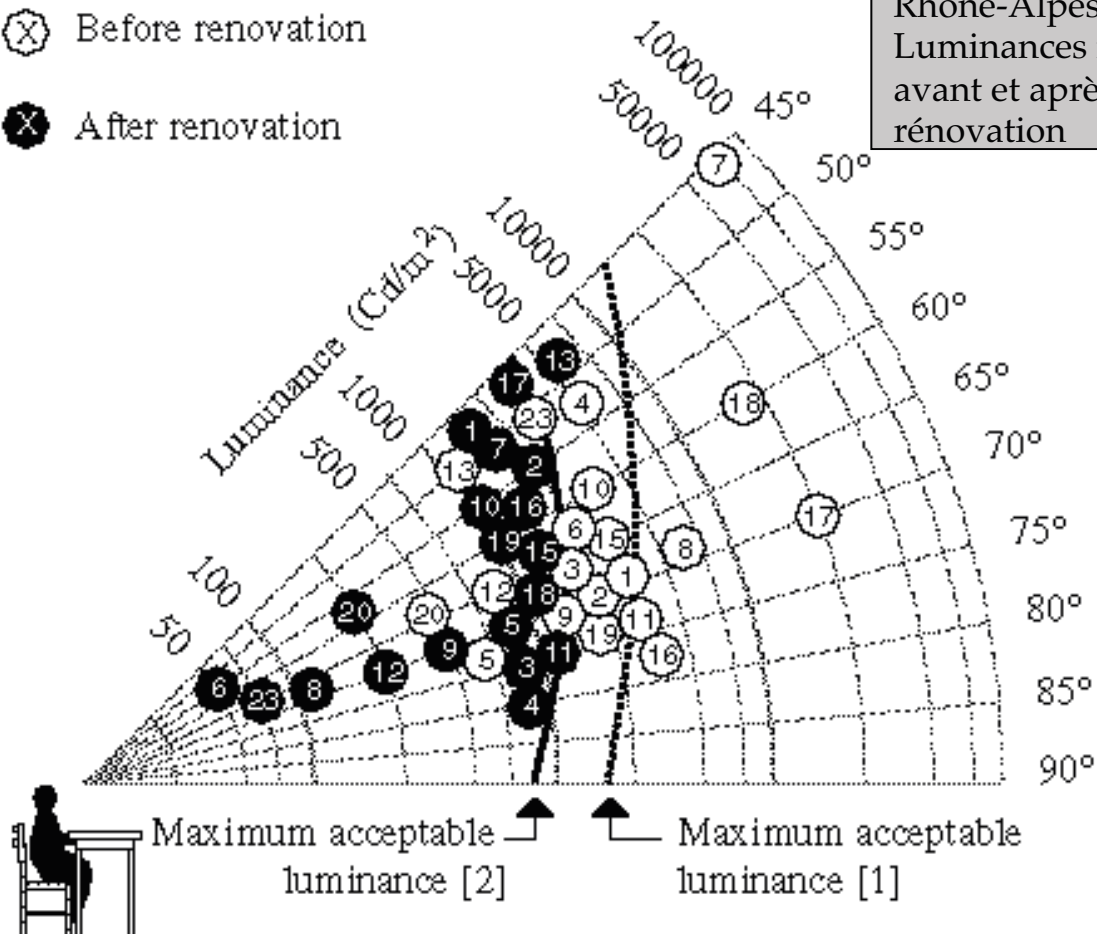
POSITION D'UN OBSERVATEUR DANS UNE SALLE DE CLASSE, PROBLEME DE L'EBLOUISSEMENT DU AUX LUMINAIRES



⊗ Before renovation

⊗ After renovation

Opération AFE -
Rhône-Alpes.
Luminances maximales
avant et après
rénovation



(Sensibilité
logarithmique)

(Luminance de la
source)

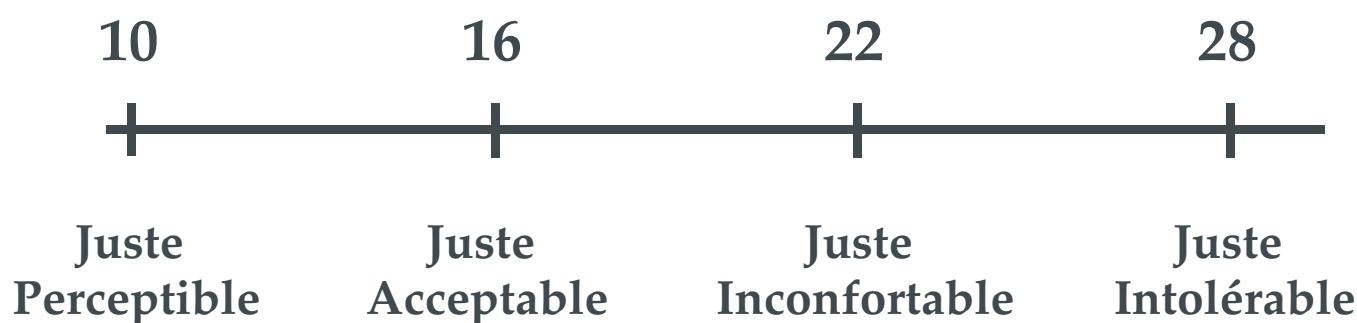
(Angle
solide)

$$\text{UGR} = 8 \log \frac{0,25}{L_b} \sum_{i=1}^n \frac{L_i^2 \omega_i}{p_i^2}$$

(Luminance de fond) (Facteur de Guth)

Unified Glare Ratio: formulation du confort visuel dans la prochaine norme Européenne qui sera proposée par le CEN-TC 169

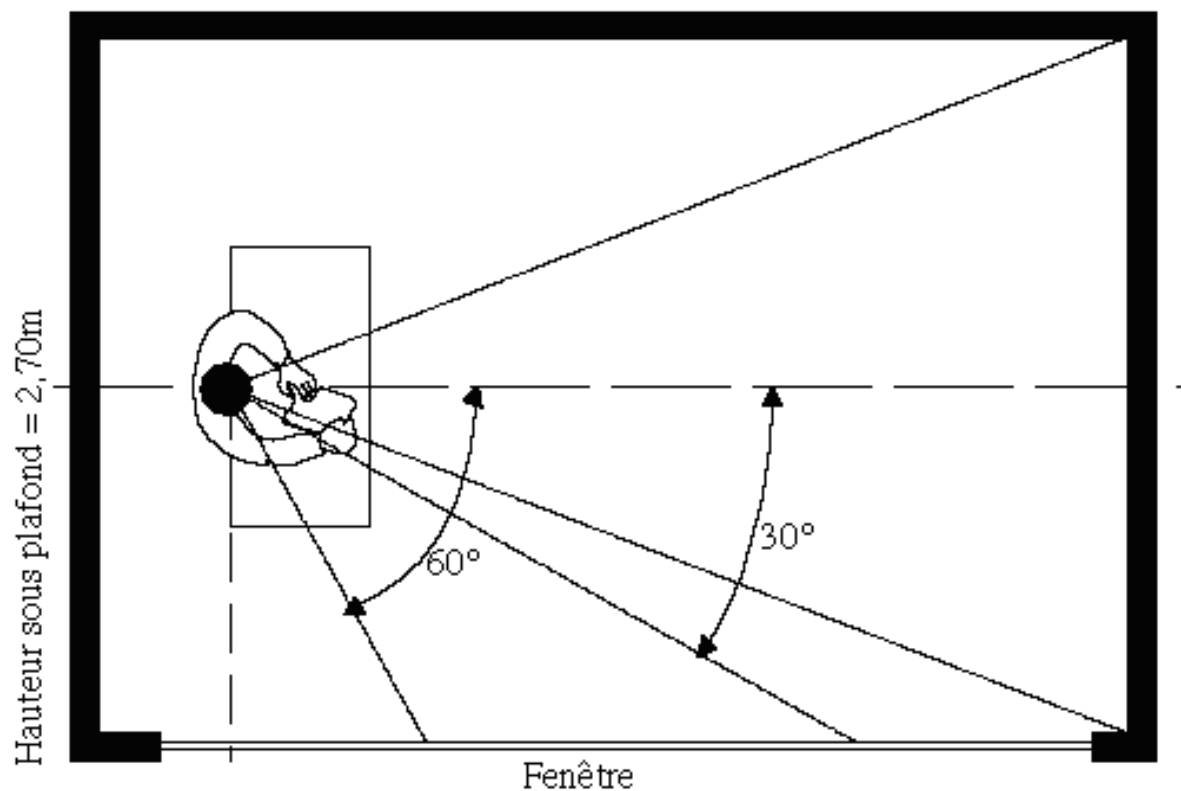
Echelle d'inconfort (UGR)



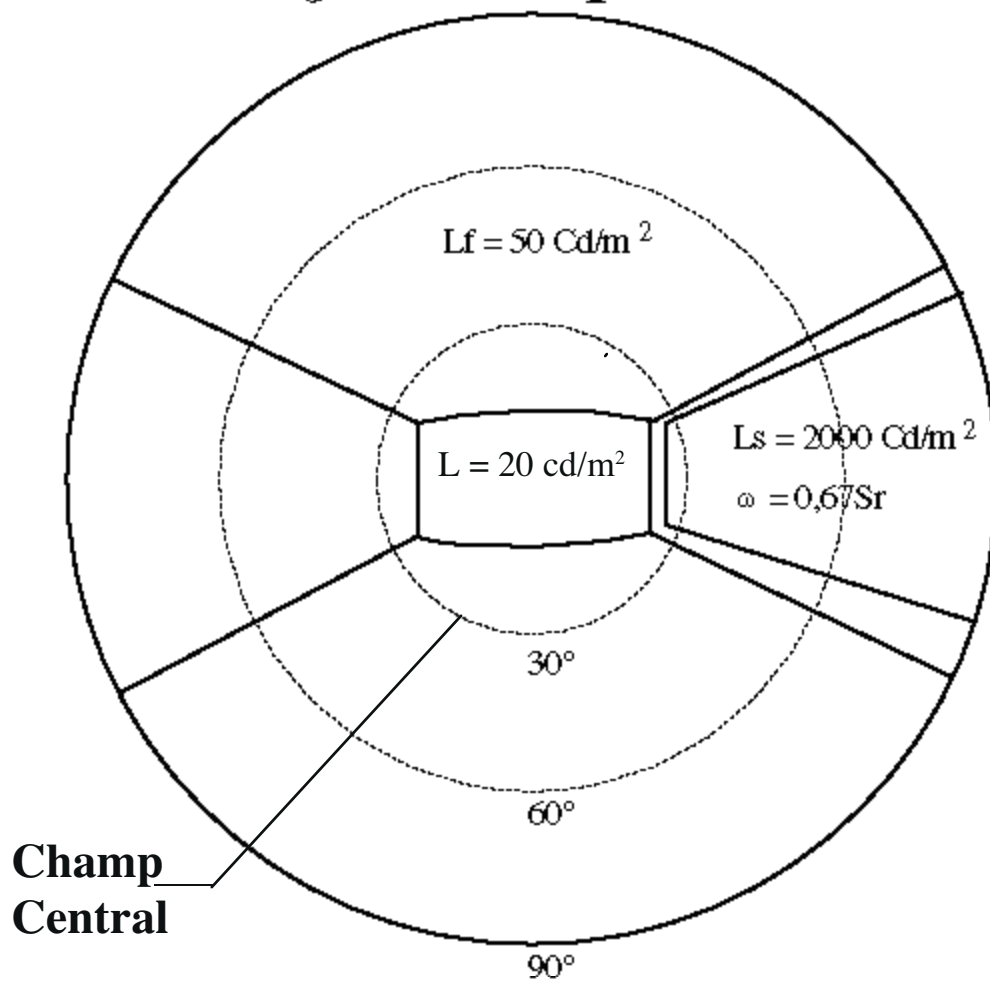
(-16 pour une luminance
de 30cd/m²)

$$UGR = 8 \log 0.25 \times L_i^2 \omega - 8 \log P^2 - 8 \log L_b$$

(de -1 à -20)

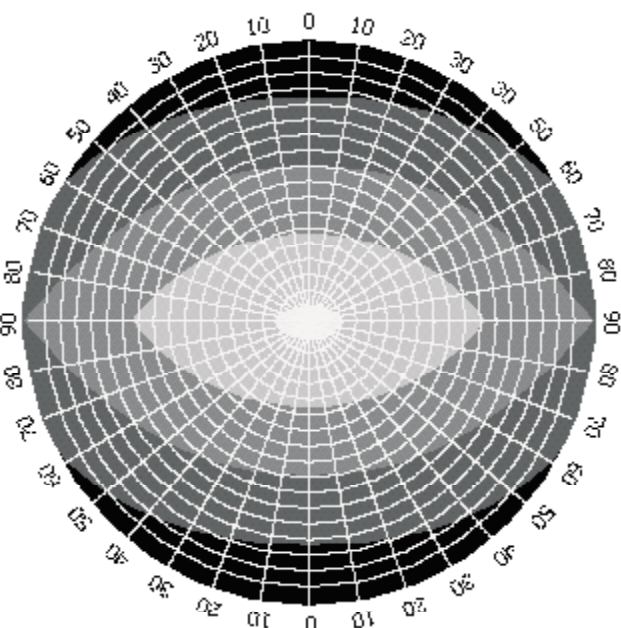
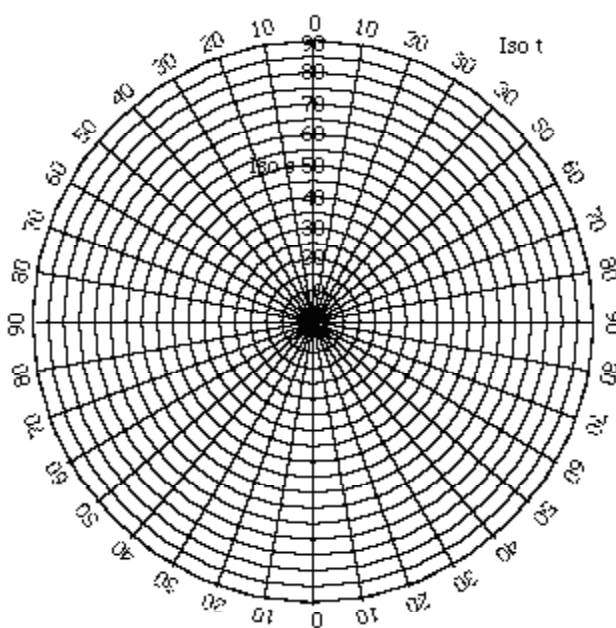


Projection Equidistante



PROJECTION
EQUIDISTANTE

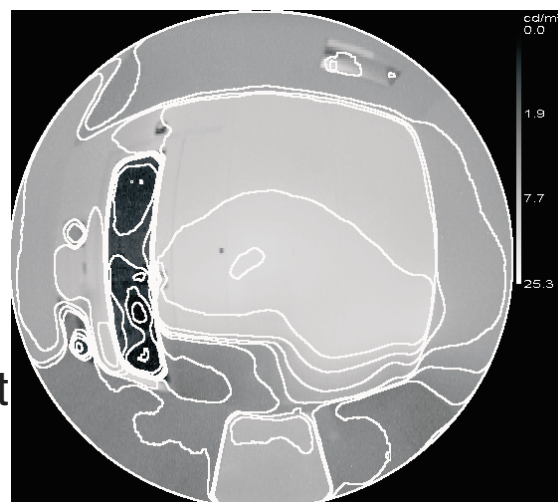
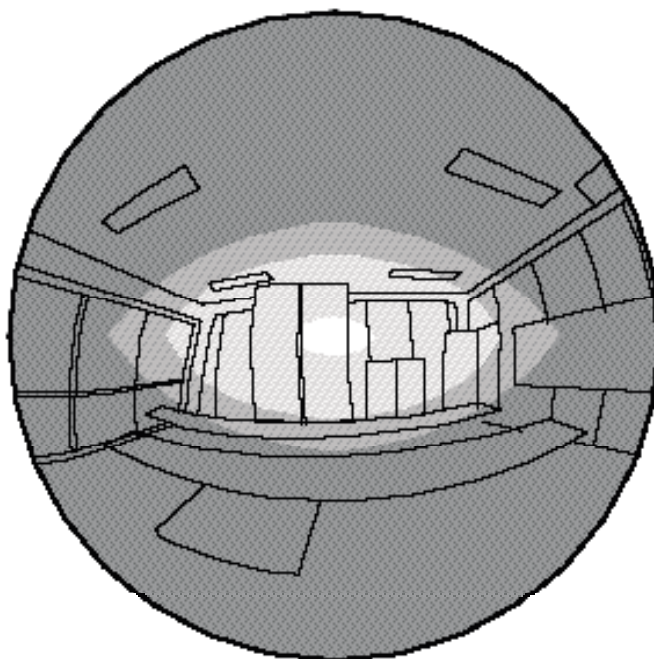
Courbes ISO 1/P²



1000 100 10 1

PROJECTION EQUIDISTANTE

$8\log P^2$ P INDICE DE GUTH



Cellules jumelles de l'ENTPE pour l'étude des ambiances lumineuses et thermiques.

Exercice:

(à vous de jouer !)

Dans l'image qui suit, déterminer les situations d'éblouissement gênant et inconfortable.

Comment traiter la situation?



Conclusions:

- Notion d'inconfort plus nette que notion de confort
- Confort un aspect seulement (ne pas oublier performance et agrément)
- Il faut comprendre la répartition spatiale de la lumière, les couleurs et le rôle des matériaux.

Le mot de la fin:

***"Un éclairage réussi
est aussi beau
qu'une belle oeuvre musicale"***

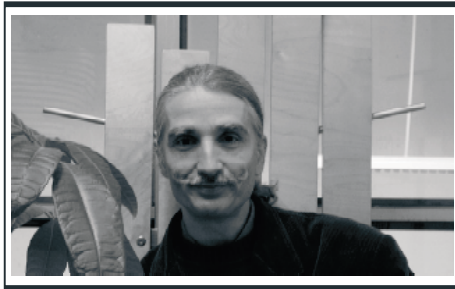
*Il s'agit d'une combinaison
d'une sensation et d'une information...*

Confort 7

Des modèles de Confort Thermique



à l'inconfort des modèles



Bernard BELCHUN, architecte

CERMA



"Confort Thermique" Qu'est-ce que cela vous dit?

Vos réponses...

Empirisme —> observation brute

ou

expérience scientifique —> in vitro, in situ, in silico

Aspects humains

modalité sensorielle —> ouïe, vue, odorat, toucher, kinesthésie,...

type d'activité —> sommeil, travail,...

point de vue —> architecte, thermicien, chercheur, usager...

Aspects physiques

le climat

échanges thermiques —> chaleur radiative, convective, conductive,...

le bâti

les dispositifs architecturaux

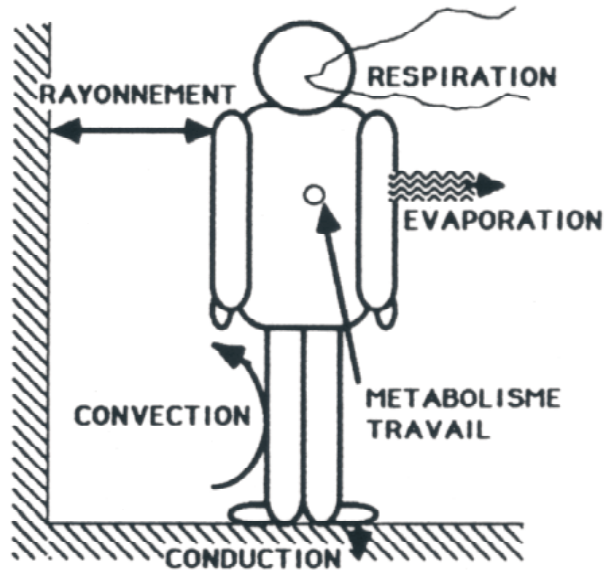
MODELISATION DU CONFORT

en intérieur:



APPROCHE PHYSIOLOGIQUE ET PSYCHOSENSORIELLE

- équilibre du bilan thermique
- mise en oeuvre minimale des mécanismes de régulation



en intérieur:

APPROCHE PHYSIOLOGIQUE ET PSYCHOSENSORIELLE

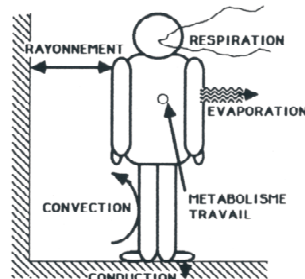
- équilibre du bilan thermique
- mise en oeuvre minimale des mécanismes de régulation

CHALEUR PRODUITE

M : métabolisme
 W : travail externe
 (en général négligeable)

CHALEUR DISSIPÉE

E_d : perspiration insensible
 E_{sw} : évaporation de la sueur
 R_{es} : échange respiratoire
 C : échange convectif
 R : échange radiatif
 K : échange conductif
 (en général négligeable).



et... C_{lo} : l'habillement



APPROCHE PHYSIOLOGIQUE ET PSYCHOSENSORIALE

en intérieur:

- équilibre du bilan thermique
- mise en oeuvre minimale des mécanismes de régulation

ÉQUATION DE L'ÉQUILIBRE THERMO-HYGROMÉTRIQUE INSTANTANÉ ENTRE LE CORPS HUMAIN ET SON ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR

$$(M - W) - \overbrace{3,05 \cdot 10^{-3} [5\,733 - 6,99 (M - W) - P_a]}^{E_d} - \overbrace{1,7 \cdot 10^{-5} M (5\,867 - P_a)}^{E_{RES}} - \overbrace{0,0014 M (34 - t_a)}^L - \overbrace{0,42 [(M - W) - 58,15]}^{E_{sw}} - \overbrace{3,96 \cdot 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (t_{mp} + 273)^4]}^R + \overbrace{f_{cl} \cdot h_c (t_{cl} - t_a)}^C = 0$$

t_{cl} : température moyenne superficielle du vêtement en [°C]

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 (M - W) - t_a \times I$$

f_{cl} : facteur d'habillement. Rapport de la surface du corps habillé à la surface du corps nu.

$$f_{cl} = 1 + 0,2 \cdot I_{cl}, \text{ si } I_{cl} < 0,5 \text{ clo}$$

$$f_{cl} = 1 + 0,1 \cdot I_{cl}, \text{ si } I_{cl} > 0,5 \text{ clo}$$

$$1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

h_c : coefficient de transfert de chaleur par convection [W/m² · °C]

$$h_c = 2,38 (t_{cl} - t_a)^{0,25}, \text{ si } V_a < 0,1 \text{ m/s}$$

$$h_c = 12,1 \sqrt{V_a}, \text{ si } V_a > 0,1 \text{ m/s}$$

M : métabolisme en [W]

CHALEUR PRODUITE

M : métabolisme
 W : travail externe
(en général négligeable)

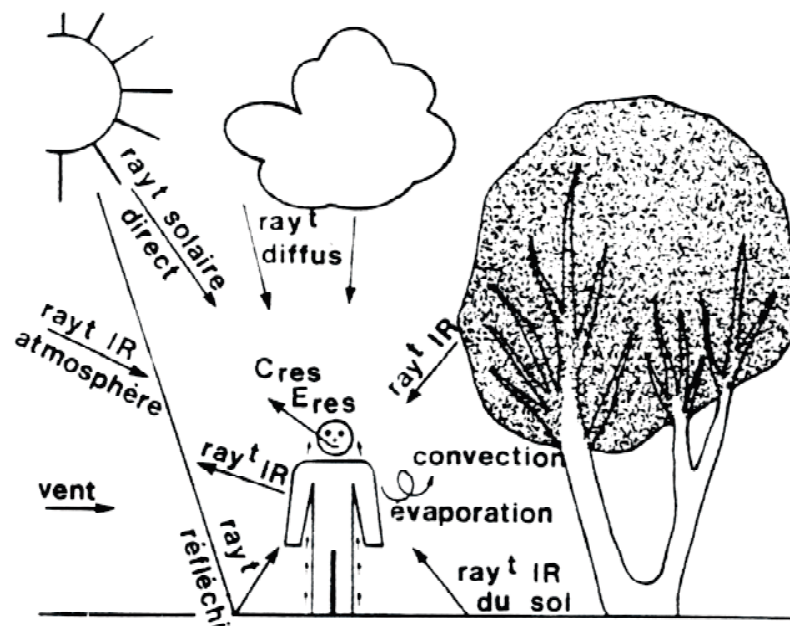
CHALEUR DISSIPÉE

E_d : perspiration insensible
 E_{sw} : évaporation de la sueur
 $L+Res$: échange respiratoire
 C : échange convectif
 R : échange radiatif
 K : échange conductif
(en général négligeable).

Equation d'équilibre de P.O. FANGER et B.W. OLESEN

en extérieur:

APPROCHE EVENEMENTIELLE



- étude de phénomènes thermiques remarquables
- émergence des transitions sensibles
- dans une dynamique de l'utilisateur

ABSENCE DE MODELE DE CONFORT EN MILIEU URBAIN

OBJECTIVITE

- *neutralité* : confort thermique = *état-zéro* du ressenti physiologique

SUBJECTIVITE

- *plaisir* : confort thermique = *état-plaisir* du ressenti physiologique

- ➔ *occultation des déterminations culturelles, sociales,...*
- ➔ - non concordance entre :
perception de *neutralité thermique* et *évaluation* du confort

RELATIVITE...

- inhomogénéité des paramètres physiques
- dissymétries fréquentes
- instabilité des paramètres aérauliques
- vitesse de l'air importante
- activité physique non négligeable
- ...

DU  CONFORT...

...à LA QUALIFICATION D'AMBIANCE

Aux hypothèses de "**neutralité thermique**" et recherche du "**zéro du ressenti physiologique**"

répondent

des conditions physiques **stables**, des milieux **homogènes** et des individus **statiques**.

La qualification d'ambiance

➔ **appelle de nouvelles démarches**

UNE APPROCHE ECOLOGIQUE DE L'ESPACE PUBLIC SOUTERRAIN

Cadre de l'étude: "*caractérisation des configurations sensibles* "

- deux espaces souterrains
- rapports entre milieu physique et espaces construits
- la dimension thermique
- approche expérimentale

Objectif: validation / invalidation des hypothèses générales pour la modalité thermique

UNE APPROCHE ECOLOGIQUE DE L'ESPACE PUBLIC SOUTERRAIN

La modalité thermique

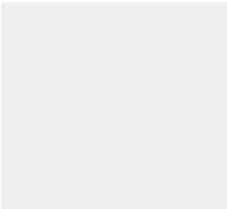
HYPOTHESES

- maîtrise maximum des ambiances
- continuité des ambiances
- neutralisation des contrastes

METHODE

observation des paramètres physiques résultant des dispositions architecturales et des dispositifs thermiques :

- maîtrise —> *permanence des paramètres*
- continuité temporelle —> *mesures ponctuelles à des moments différents*
- contrastes —> *mesures générales en un temps court*



RESULTATS...

VARIATIONS TEMPORELLES DES PARAMETRES :

- continuité dans les espaces entièrement souterrains
- absence de maîtrise (sauf pour les grands volumes)

VARIATIONS SPATIALES DES PARAMETRES :

- variations progressives aux entrées/sorties
- contrastes liés à des seuils aux articulations entre volumes



la *continuité* temporelle et l'*homogénéité* spatiale semblent des indices de "souterraineté" pertinents



ruptures et *articulations* se manifestent de manière inattendue...



... dans l'expérience dynamique du parcours

RUPTURES :

changements simultanés d'ambiance et de volume
——> franchissement de limites contrastées, internes à l'espace souterrain

...LA OU ON FAISAIT L'HYPOTHESE D'HOMOGENEITE.

ARTICULATIONS :

changements progressifs thermo-aérauliques et transparence visuelle ——> franchissement de limites floues aux entrées/sorties

...LA OU L'ON IMAGINAIT DES RUPTURES.

à l'exception de l'entrée de la Pyramide du Louvre qui conjugue
RUPTURE D'AMBIANCE THERMIQUE
RUPTURE ARCHITECTURALE
VERTICALITE
et affirme ainsi la souterraineté

QUALIFICATION D'AMBIANCE... ...A TRAVERS LE PARCOURS

Cadre de l'étude:

- "l'intersensorialité" (cf. M.C. COUIC)
- un parcours urbain
- rapports entre l'environnement thermique et la forme urbaine
- la modalité thermique
- les mesures itinérantes

Objectif:

validation / invalidation des hypothèses d'interaction du thermique avec les autres modalités sensorielles

VILLE SENSIBLE

La qualification thermique



HYPOTHESES

observation des dispositifs spatiaux à l'échelle du piéton
permet de décrire certains lieux sous l'angle de la thermique
la mesure itinérante rend compte des "transitions"

METHODE

repérer les espaces remarquables d'interaction bâti-climat
révéler les endroits de transition objective
décrire la modalité de cette transition

RESULTATS

effets physiques remarquables
sections homogènes
transitions sensibles entre sections

VILLE SENSIBLE

Résultats

effets physiques remarquables

Ex : pic de vitesse de l'air

Patte d'oie de la rue Canel



VILLE SENSIBLE

Résultats

sections homogènes



Av. Alsace

Ex : homogénéité malgré les incidents

VILLE SENSIBLE

Résultats

transitions entre sections



Ex : l'ouverture

Carrefour Alsace-Canel
visée vers la place de la gare



modèles

les modèles de confort constituent l'état de l'art

inconfort

ces modèles semi-empiriques sont inopérant en extérieur

ambiance

retour à la qualification d'ambiance

...vers la constitution d'un modèle exploratoire

Problématique
du confort
et de l'inconfort

Le confort thermique

Xavier BERGER

fig. 1

La notion de confort thermique

Définitions

The relation Person / Climate inserted in
the system of relations Person /
Environment

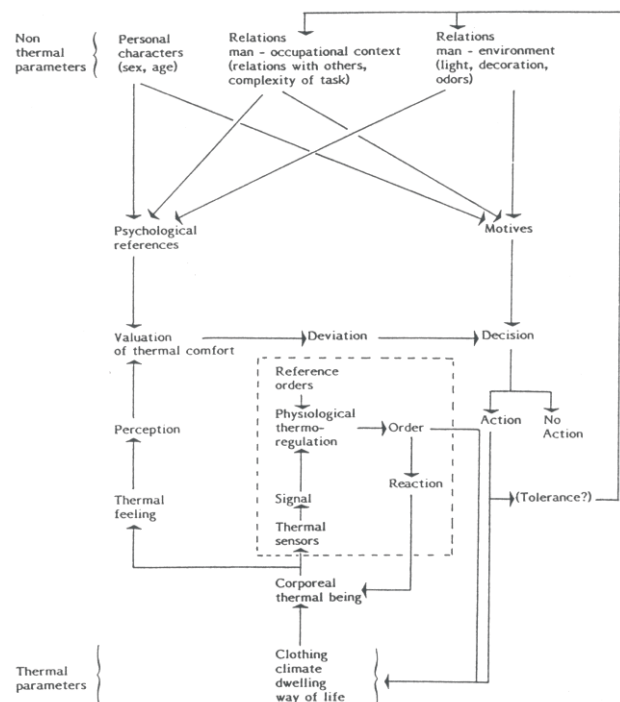
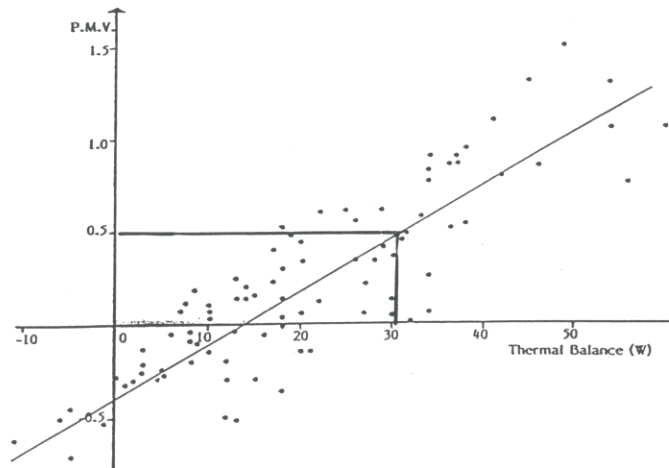


fig. 9

La notion de confort thermique

Définitions



Thermal neutrality # neutral heat perception

La notion de confort thermique

Paramètres influençant le confort

Air, rayonnement
vêtement, activité
humidité, ventilation

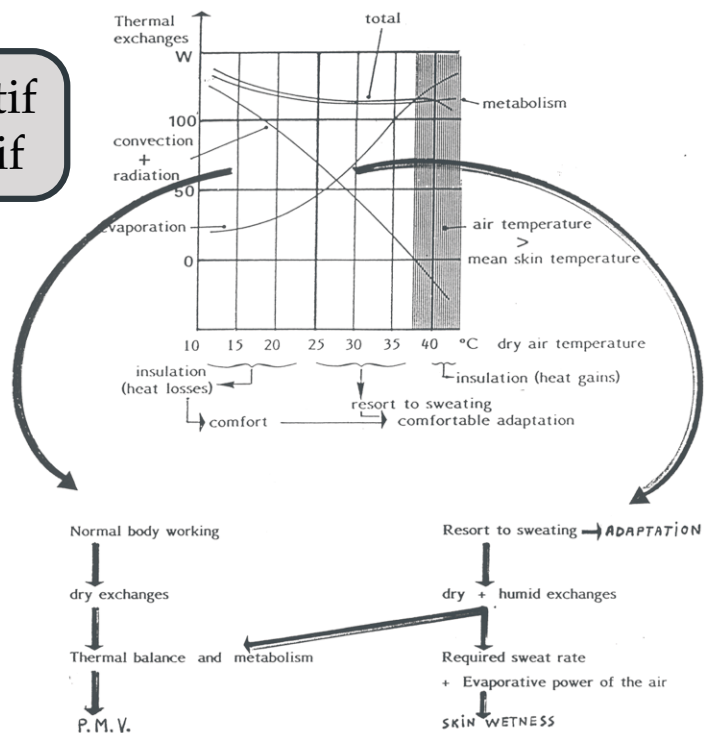
Processus d'analyse

Mesures physiques en chambre climatique
et in situ
+ questions / réponses sur échelles
sémantiques

fig. 2

La notion de confort thermique

Confort en bilan négatif
Confort en bilan positif



2

La machine humaine

Généralités

Homéothermie

Activité

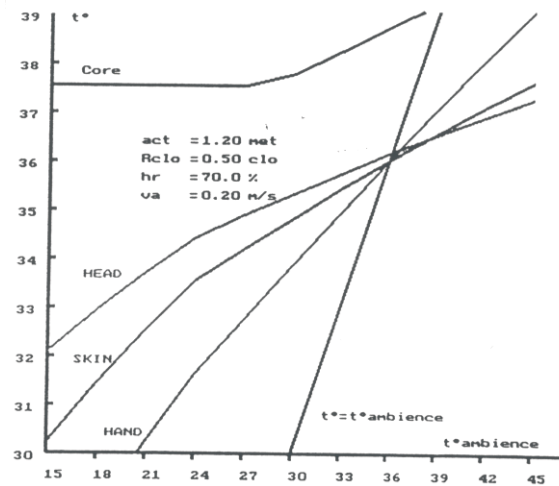
Métabolisme
eau + chaleur

La machine humaine

fig. 3

Températures corporelles

Core, head, hands and mean skin temperatures in function of the ambient temperature

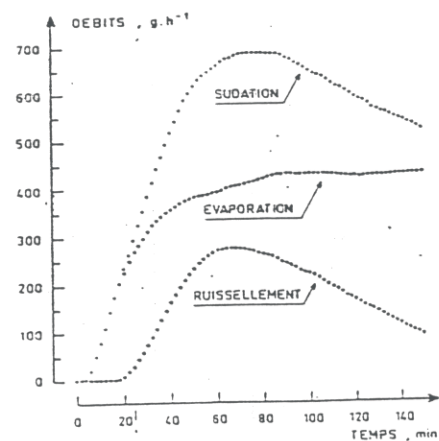


La machine humaine

fig. 4

Humidité cutanée

Evolution des différents débits de sueur en fonction du temps (Tair = 48°C, Hr = 98%)



3

Les échanges de chaleur

Respiration

Convection + évaporation

Perspiration

Sudation

Mouillure w

Echanges cutanés radiatifs et convectifs

Les échanges de chaleur

fig. 5 & 6

système vêtement

Micro-climat sous-vestimentaire

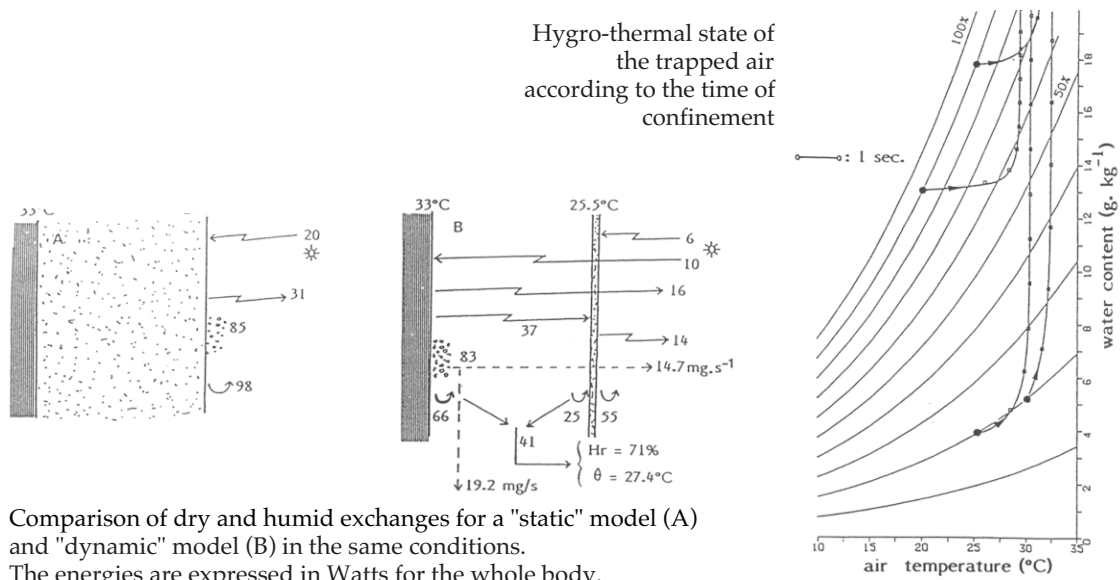
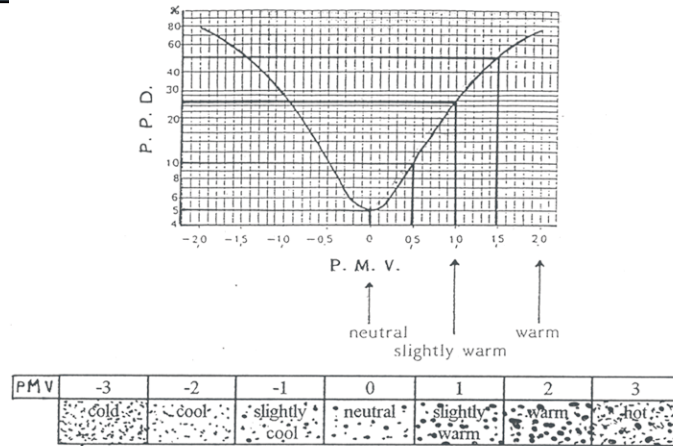


fig. 7

Perception du confort

Perception de la chaleur

PMV - dissymétrie



The Bedford scale

The Predicted Mean Vote
and the Percentage of People Dissatisfied

$$PMV = [0.303 \exp(-0.036 M) + 0.0275] L \quad (n.d.)$$

$$PPD = 100 - 95 \exp[(-0.03353 PMV^2 - 0.2179) PMV^2] \quad (\%)$$

fig. 8

Perception du confort

Perception de la chaleur

neutralité dans le chaud

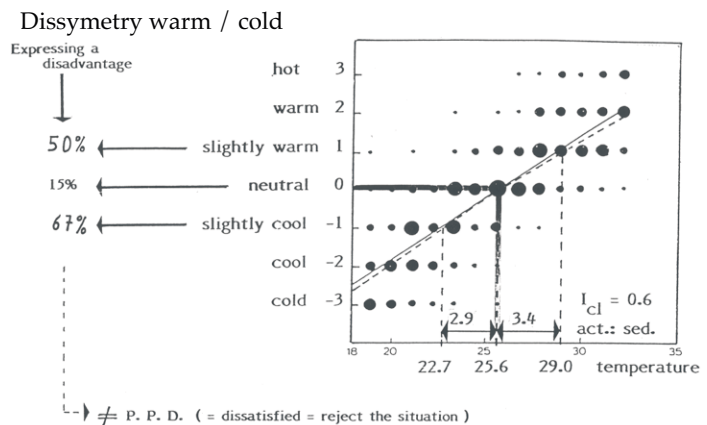
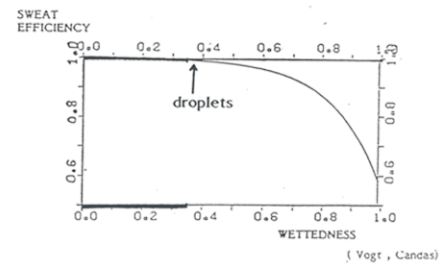
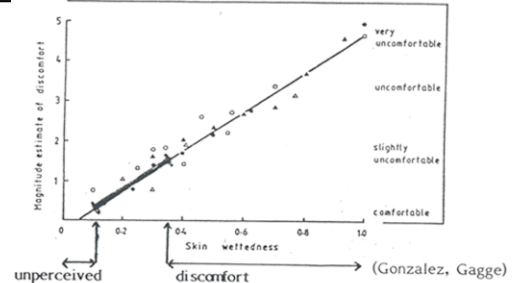


fig. 10

Perception du confort

Perception de la mouillure (w)

w - liée au rendement de la sudation



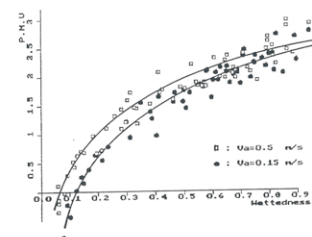
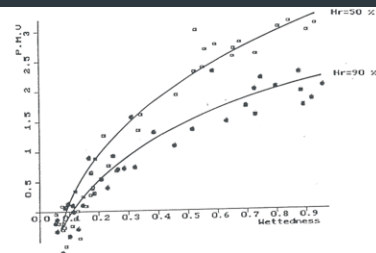
Wetness perception

fig. 11

Perception du confort

Perception de la mouillure (w)

w - liée au rendement de la sudation



The heat perception is different from the wetness perception

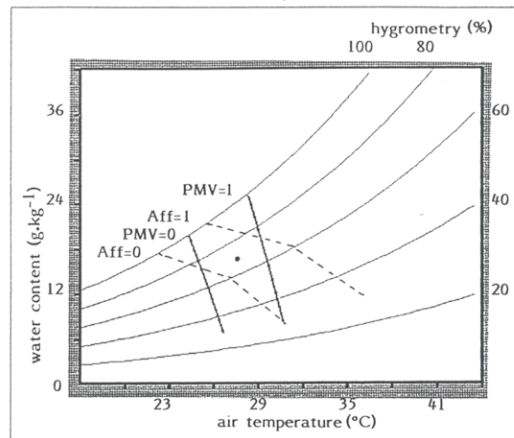
$$PMV \approx \frac{\text{Thermal balance} \times f(\text{activity})}{E_{max}} \approx \frac{\text{Thermal balance}}{K \sqrt{V_{air}} F_{tot} (P_{sat, skin} - P_{air})}$$

fig. 12

Perception du confort

Indice d'agrément

Aff	-3	-2	-1	0	1	2	3
	very pleasant	pleasant	slightly pleasant	neutral	slightly unpleasant	unpleasant	very unpleasant



$$Aff = 0.604 PMV + 0.35 \frac{(164 - Evap)}{100} - 0.44 (Aff_{past} - Aff_{present}) - 0.15$$

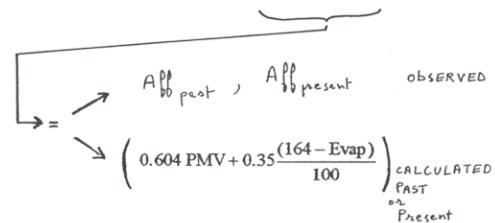


fig. 13

Perception du confort

Influences des passés récents et lointains

clothing insulation (clo)	expressed pleasantness (Aff)	PLeasantness	
		air temperature (°C) air hygrometry (%)	air temperature (°C) air hygrometry (%)
0.1	0	28.1 °C, 26%	30.5 °C, 23%
		0.2	0.8
		0.0	0.6
		-0.4	0.4
0.6	d.	25.0 °C, 31%	28.6 °C, 26%
		0.1	0.7
		-0.1	0.7
		-0.4	0.7
0.85	id.	23.3 °C, 35%	27.7 °C, 27.7%
		-0.6	0.6
		-0.7	0.7
		-0.5	0.1

First experiment

Second experiment

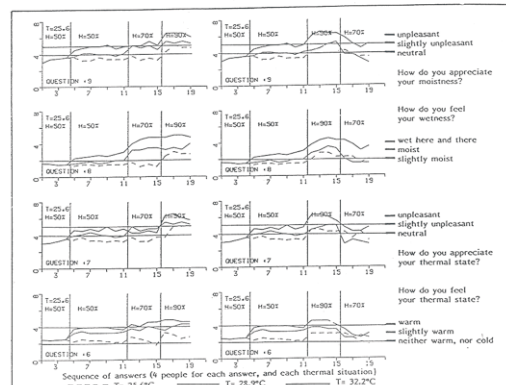
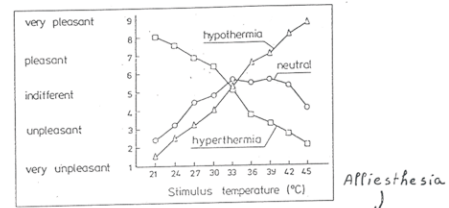


fig. 14

Perception du confort

Influences des passés
récents et lointains

Alliesthésie / Indifférence



PLEASURE WHEN THE STIMULUS AIDS THE SUBJECT RETURN TO NEUTRALITY
Acclimatization → the stimuli vanish
comfort ≠ tolerance, habit ≠ preferred situation (= compromise)

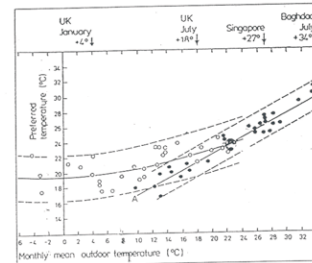
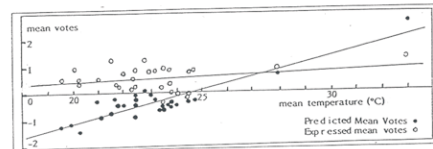
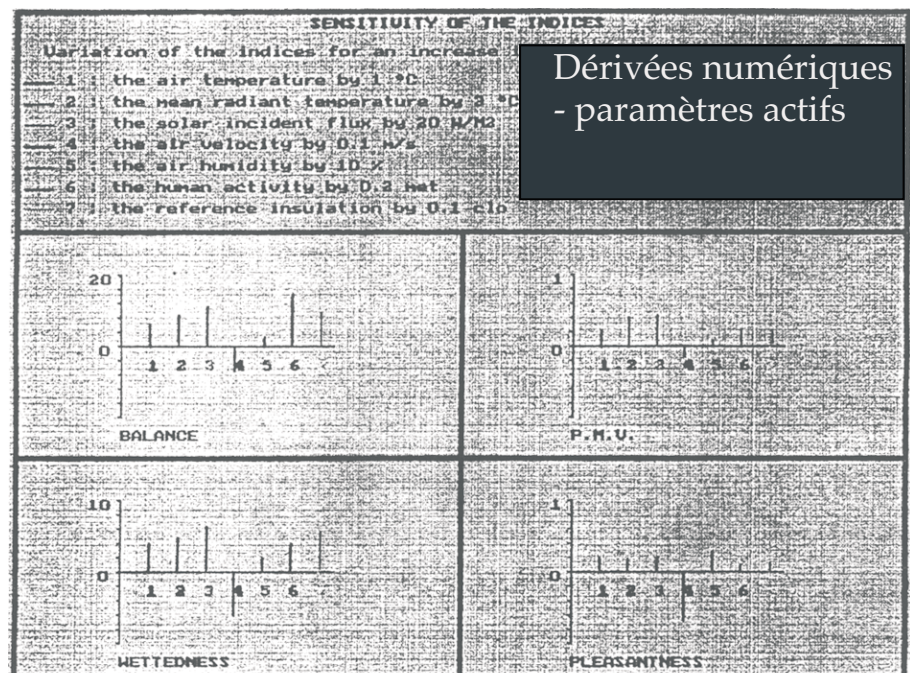


fig. 15

Perception du confort

Sensibilités et limites pour les paramètres principaux



5
fig. 16 (1)

Aspects non-thermiques du confort thermique

Aspects psychologiques

relations entre 7 aspects du confort

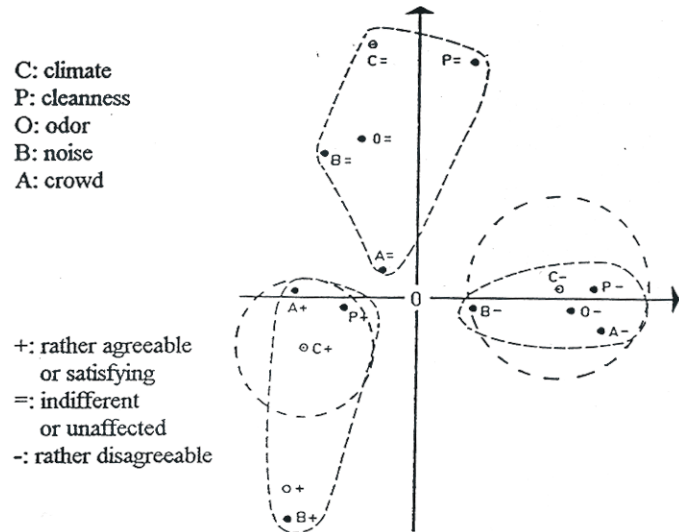
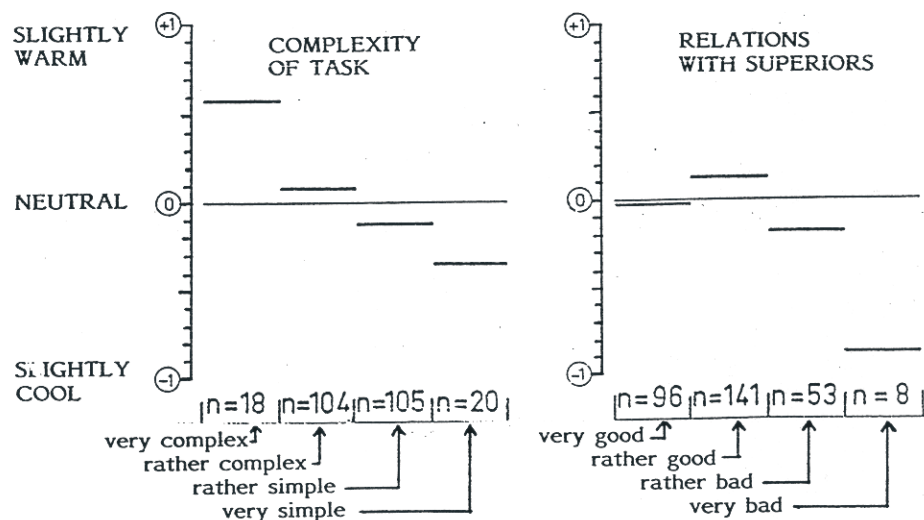


fig. 16 (2)

Aspects non-thermiques du confort thermique

Contraintes

=> choix, priorités



Aspects non-thermiques du confort thermique

fig. 17

Performances

Rendement en usine

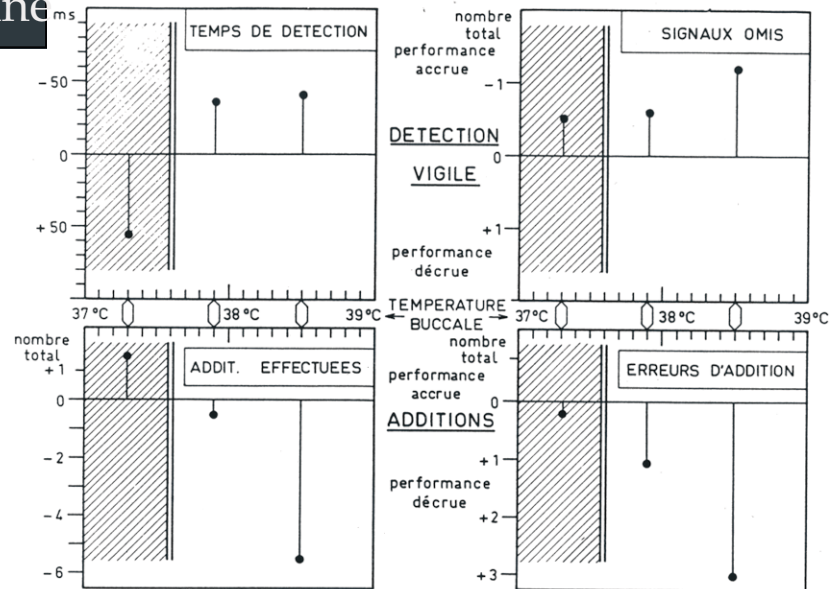


Figure 17: heat and performance (12 subjects each point)

Aspects non-thermiques du confort thermique

Sécurité

Economie

Normes