



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Compte Rendu
de la Conférence
Internationale
sur la Recherche
en Matière
de Transport

Proceedings
of the
International
Conference on
Transportation
Research

PREMIÈRE CONFÉRENCE

FIRST CONFERENCE

**Bruges, Belgium
Juin, 1973**

**Bruges, Belgium
June, 1973**



Les Aspects Physiologiques, Psychologiques et Sociologiques des Transports Urbains

par

G. Bouladon*

TROP SOUVENT les inventeurs, les techniciens du transport et même les transporteurs oublient qu'ils ont à transporter des hommes. Ils considèrent les 70 kg du passager comme une partie, somme toute mineure, des 6 ou 700 kg de matériel qui accompagnent généralement le passager, que ce soit dans un train ou dans un avion transocéanique, dont la charge utile ne dépasse guère 10%. En ignorant le caractère particulier de ces 70 kg et les contraintes physiologiques, psychologiques et sociales qui lui sont propres, ils risquent des déconvenues sérieuses dont l'une des moindres serait . . . de n'avoir personne à transporter.

Par ailleurs, chaque système de transport engendre une gêne, parfois considérable, pour les riverains, c'est-à-dire ceux qui ne sont pas transportés, et pour les usagers des autres systèmes de transport, au premier rang desquels il faut placer les piétons. C'est cette gêne qu'il convient de minimiser, pour chaque niveau de la demande et ceci en combinant, en fonction de leur efficacité sociale (1), les différents moyens techniques qui sont, soit à notre disposition, soit en gestation.

Enfin, il ne faut pas oublier qu'il n'existe de besoins ou de demande que par rapport à une offre. C'est dire que plus nous rendrons les systèmes de transport attrayants, pratiques et adaptés à l'homme et plus seront grandes nos difficultés pour résoudre le problème du transport urbain. L'exemple de l'automobile est à cet égard significatif.

Mais ce genre de considération sur le rôle social du transport risquerait de nous entraîner trop loin. Je me bornerai donc aujourd'hui à traiter brièvement trois aspects des relations de l'homme et du transport (2): — l'homme piéton, — l'homme passager, — l'homme riverain.

1. L'HOMME PIETON

Nous commencerons par une analyse morphologique de l'homme, dont voici un extrait.

1.1. L'homme debout

Un premier tableau (fig. 1) donne

*Directeur des Programmes, Battelle-Genève.

les principales mensurations moyennes d'un homme debout et ce qui est plus important les valeurs correspondantes pour le percentile 95% (ce qui signifie que 5% seulement des sujets ont des dimensions supérieures aux valeurs indiquées).

On note les différences importantes entre les mensurations moyennes des sujets habillés et celles des sujets dévêtus.

Nous considérons ensuite la surface projetée d'un homme debout (fig. 2) dans différentes positions, avec et sans bagages. Retenons qu'il faut 0,2 m² environ à un homme debout comme minimum tolérable pour une courte durée, par exemple dans une foule ou dans un ascenseur.

Cette valeur (5 personnes/m²) est malheureusement souvent dépassée dans le métro, c'est dire qu'on entre alors dans le domaine de la compression.

Pour des temps de transport debout plus longs, il ne faudrait pas dépasser la valeur de trois personnes par m² (fig. 3), valeur qui permet à la rigueur la lecture.

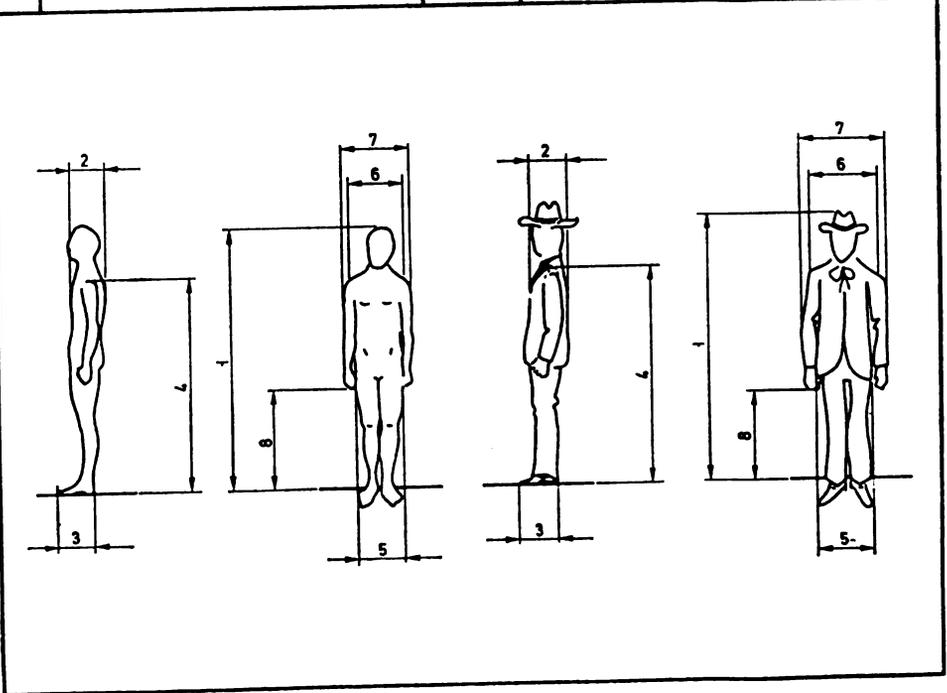
Notons à ce propos qu'il existe des différences sensibles entre les surfaces nécessaires pour les hommes et pour les femmes. C'est ainsi que dans un ascenseur prévu pour 20 hommes, on arrive à mettre 27 ou 28 femmes. Par contre, si l'on mélange au hasard, hommes et femmes, on retrouve la valeur de 20 personnes, car chaque femme relève alors les avant-bras dans un mouvement de protection naturelle.

1.2. La marche

Considérons maintenant la marche. On sait que les vitesses de marche du piéton sont importantes dans la détermination du temps de transport de porte à porte. Lorsqu'un individu marche, il adopte spontanément par rapport aux autres personnes, soit immobiles, soit en mouvement, une certaine distance inter-personnelle afin d'éviter les contacts corporels. Cette distance de "sécurité" augmente avec la vitesse de marche. Elle diminue jusqu'au contact dans le cas d'une foule compacte qui avance en piétinant. On comprend dès lors que débit, vitesse et densité soient reliés par une courbe de ce type (fig. 4.). Cette courbe est intéressante car

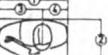
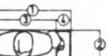
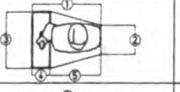
PRINCIPALES MENSURATIONS D'UN HOMME DEBOUT

| N° | Mesures | Moyenne | | Variation entre sujets dévêtus et sujets habillés (cm) | Valeurs du percentile 95% sujets habillés (cm) |
|----|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|---|---|
| | | Sujets dévêtus (cm) | Sujets habillés (cm) | | |
| 1 | Stature | 170,84 | 178,00 | 7,16 | 188,00 |
| 2 | Profondeur thorax | 22,39 | 26,50 | 4,11 | 30,50 |
| 3 | Longueur du pied | 26,28 | 29,50 | 3,22 | 31,00 |
| 4 | Epaule-sol | 137,35 | 142,20 | 4,85 | 149,00 |
| 5 | Largeur du bassin | 28,30 | 35,00 | 6,70 | 38,00 |
| 6 | Largeur des épaules | 44,57 | 49,50 | 4,93 | 53,50 |
| 7 | Coude à coude | 45,20 | 59,60 | 14,40 | 66,50 |
| 8 | Hauteur du poing fermé au sol | 66,50 | 5 ¹ | | 80,00 |



Generated at University of Minnesota on 2021-09-30 16:09 GMT / https://hdl.handle.net/2027/ien.35556021260682
 Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives / http://www.hathitrust.org/access_use#cc-by-nc-nd-4.0

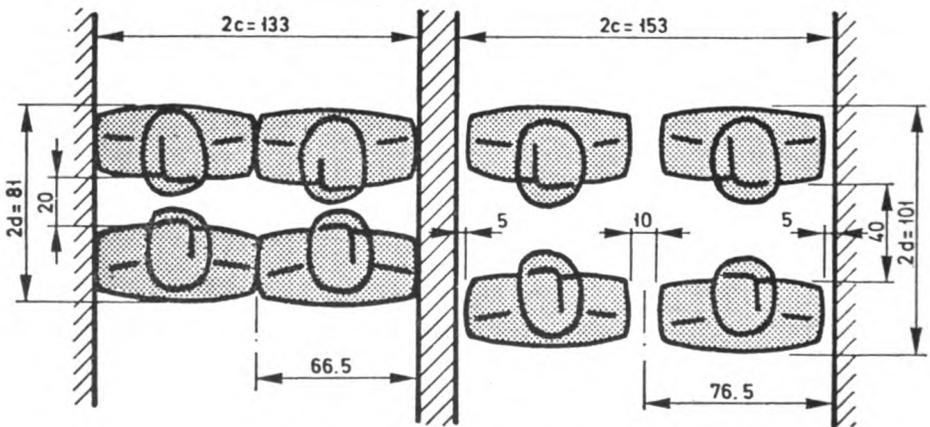
2

| DONNEES ANTHROPOMETRIQUES DE L'HOMME DEBOUT | | | | | | | | | |
|--|----|---|---|-----------------|----------------|------|------|------|------------------------------------|
| GROUPE | N° | SCHEMA | DEFINITION | COTES EN METRES | | | | | SURFACE PROJETEE m ² |
| | | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | |
| ATTITUDES D'UN SUJET DEBOUT | 1 |  | Surface de base au niveau du thorax | (0,49) 0,53 | (0,26) 0,31 | | | | (0,13) 0,16 |
| | 2 |  | Surface de base maximale projetée au sol | (0,61) 0,66 | (0,29) 0,31 | | | | (0,17) 0,21 |
| | 3 |  | Coudes écartés, bras horizontaux, extrémités des doigts joints devant la poitrine | 0,95 | 0,43 | | | | 0,40 |
| | 4 |  | Un coude écarté | 0,74 | 0,43 | 0,47 | 0,27 | | 0,32 |
| ATTITUDES D'UN SUJET PORTANT UN OU DES BAGAGES | 5 |  | Sujet portant un paquet devant lui, bras fléchi en avant de la poitrine | 0,53 | 0,57 | 0,16 | 0,41 | | 0,30 |
| | 6 |  | Sujet portant un bagage léger à bout de bras | 0,82 | 0,30 | 0,67 | 0,15 | | 0,25 |
| | 7 |  | Sujet portant un bagage à bout de bras devant lui | 0,67 | 0,46 | 0,31 | 0,15 | | 0,30 |
| | 8 |  | Sujet portant une valise à la main | 0,73 | 0,31 | 0,60 | 0,20 | 0,53 | 0,36 |
| | 9 |  | Sujet portant un panier à son coude fléchi | 0,93 | 0,31 | 0,40 | 0,40 | 0,53 | 0,33 |
| | 10 |  | Sujet portant deux valises | 0,93 | 0,60 | 0,53 | 0,20 | | 0,56 |
| ATTITUDES DIVERSES | 11 |  | Couple se tenant par le bras | 1,40 | 0,43 | | | | 0,60. |
| | 12 |  | Sujet se tenant des deux mains à une barre verticale | 0,58 | 0,905 | | | | 0,26 |
| | 13 |  | Sujet se tenant d'une seule main à une barre verticale | 0,58 | | | | | 0,19 |

Generated at University of Minnesota on 2021-09-30 16:09 GMT / https://hdl.handle.net/2027/ien.35556021260682 / Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives / http://www.hathitrust.org/access_use#cc-by-nc-nd-4.0

3 SURFACES OCCUPEES PAR DES PERSONNES FACE A FACE ET COTE A COTE

| Symbole | Valeurs minimales | Valeurs optimales |
|---|-------------------|-------------------|
| $2c = 2$ personnes côte à côte (cm) | 133 | 153 |
| $2d = 2$ personnes face à face (cm) | 81 | 101 |
| $2c \cdot 2d = 4$ personnes, deux à deux, face à face et côte à côte. (m ²) | 1,07 | 1,55 |
| $c \cdot d =$ surface de confort pour une personne (m ²) | 0,27 | 0,39 |



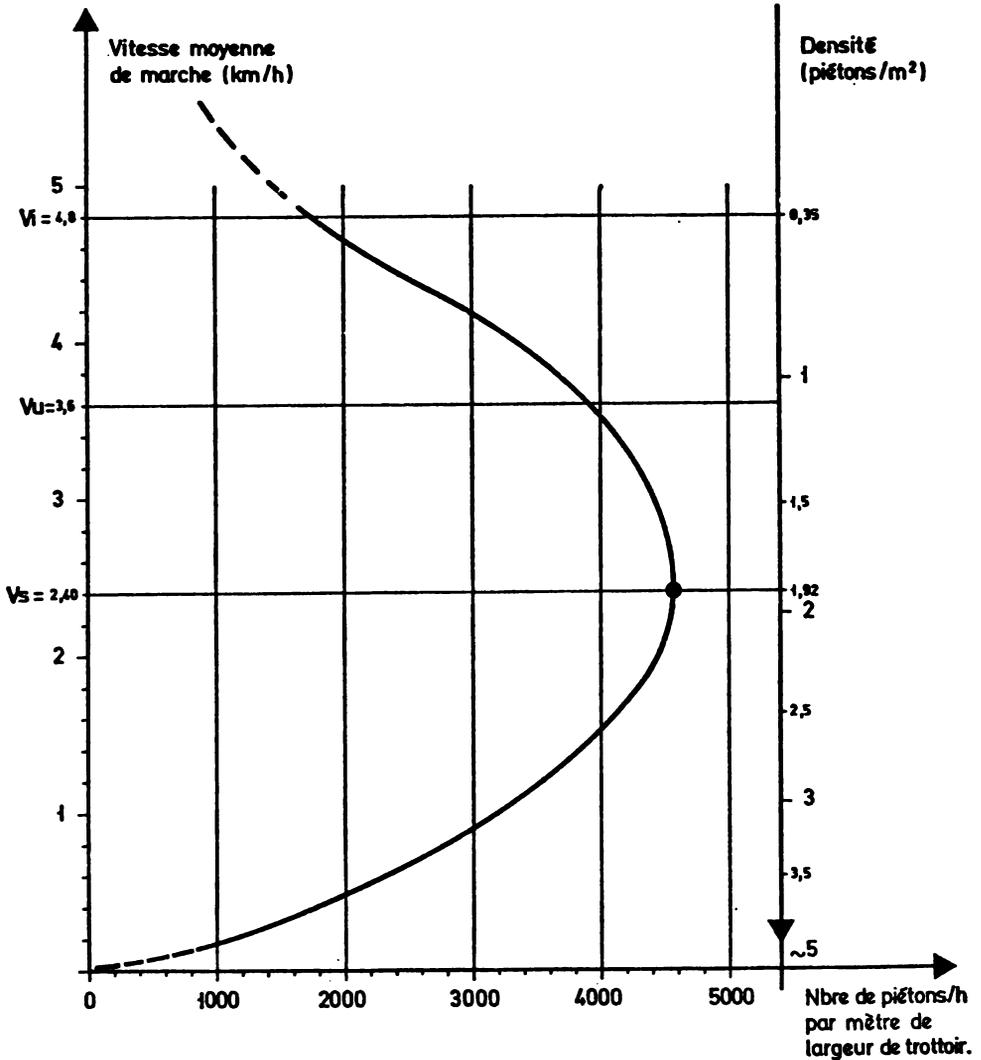
elle traduit un phénomène tout à fait similaire à celui du débit des automobiles sur une autoroute. Il existe une vitesse d'écoulement optimale—environ 2,4 km/h ou 66 cm/sec - qui assure un débit maximal de piétons sur un trottoir ou dans un couloir. En deçà de cette vitesse, on assiste à l'engorgement de la circulation. Au-delà, les piétons peuvent marcher, individuellement, plus vite, ce

qui est souhaitable, mais le débit global diminue. Notons que nous retrouverons la même vitesse optimale pour la vitesse d'embarquement et de débarquement sur les escalators et bandes transporteuses.

On connaît par ailleurs la répartition spontanée des vitesses de marche pour un échantillon de personnes disposant d'une place suffisante (fig. 5). On voit

4 CIRCULATION DES PIETONS

EN ZONE URBAINE (Sources: Road Research Laboratory & Brooklyn Institute)



que les accès d'un système de transport devraient en principe être dessinés pour permettre la vitesse moyenne de marche soit 4,3 km/h. Ceci correspond à une densité de 0,7 marcheur par m² ou encore 1,4 m² par personne.

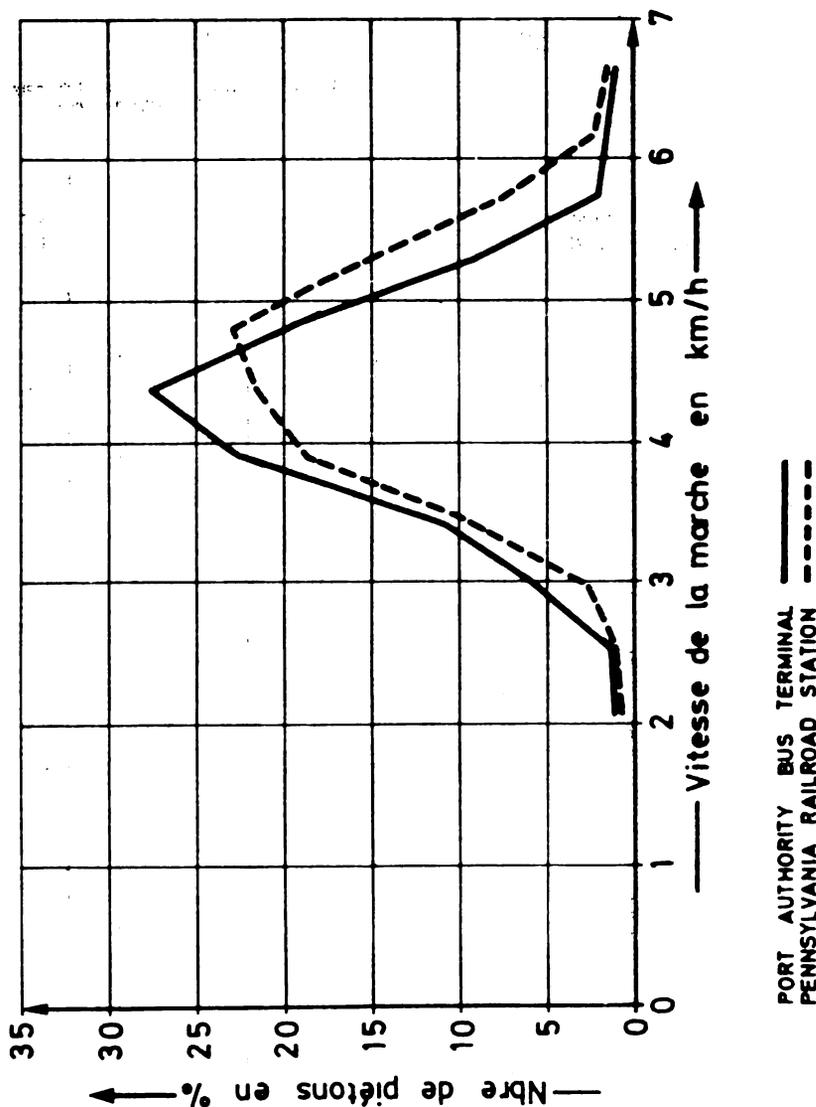
Il existe également, comme l'a observé Henderson (3), (fig. 6.) des différences sensibles de comportement suivant les sexes.

En moyenne, "l'isotope" masculin de

l'espèce humaine se déplace nettement plus vite que l'isotope féminin. Pour des échantillons de population jeune (étudiants) ou en des lieux où la marche est vive (passages cloûtes), Henderson a trouvé pour la vitesse moyenne de marche des hommes: 1,60 m/sec (5,75 km/h), contre: 1,43 m/sec. (5,15 km/h) pour les femmes, soit une différence de 12% en faveur des hommes.

Il suffit d'élever au carré cette dif-

5 REPARTITION DE LA VITESSE DE MARCHÉ DES PIETONS



5

férence de vitesse et de la combiner avec une différence moyenne de poids de l'ordre de 20% pour voir que l'énergie cinétique de l'homme est de 50% supérieure en moyenne à celle de la femme. Le projectile—homme représente donc un danger constant pour les femmes en cas de collision dans une foule!

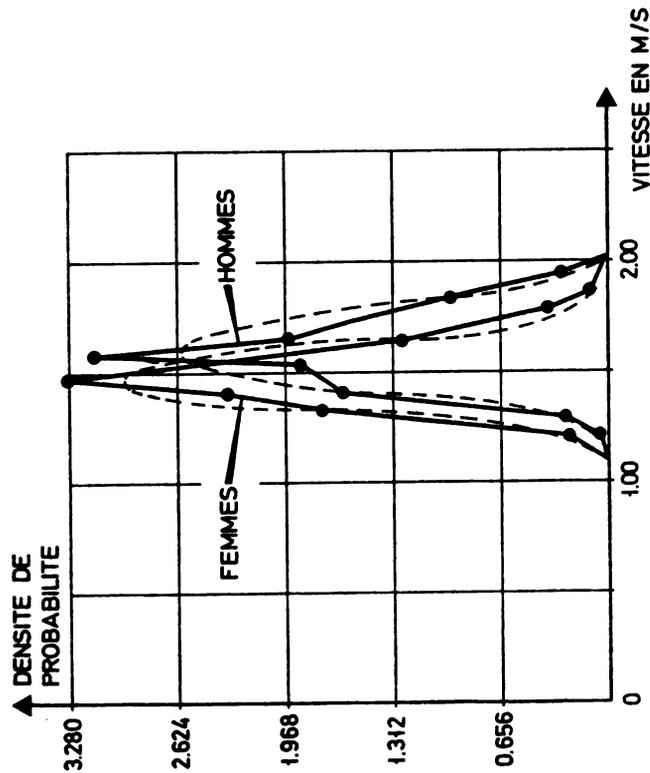
Henderson a simplement observé que les piétons du sexe féminin sont beaucoup plus facilement perturbés dans leurs mouvements que les hommes!

L'observation de la marche à vitesse ralentie, à travers une foule immobile, sur les quais ou dans les halls par exemple, permet l'établissement de normes intéressantes (fig. 7.). Il ne faudrait pas descendre dans ce cas à des valeurs inférieures à 1 m² par personne si l'on veut conserver une possibilité limitée de déplacement.

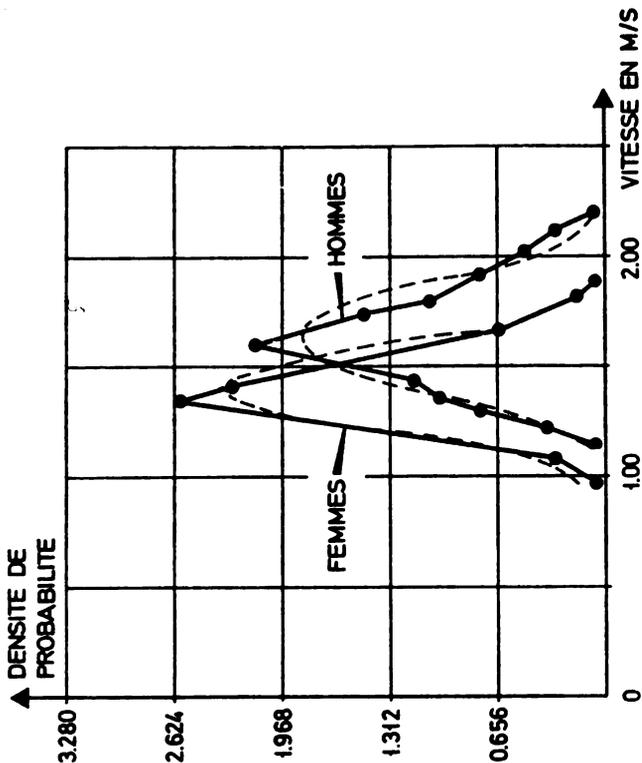
Les escaliers nécessitent environ 1,4 m²/personne, comme la marche normale. Par contre, la dépense énergétique et la fatigue sont, à vitesse égale,

6 DISTRIBUTION DES VITESSES (SUJANT LES SEXES)

(— OBSERVE D'APRES L.F. HENDERSON
--- THEORIQUE D'APRES MAXWELL - BOLTZMANN)

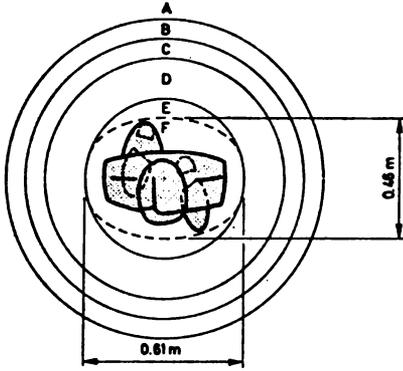


ETUDIANTS (636 FEMMES, 500 HOMMES)
UNIVERSITE DE SYDNEY



PIETONS SUR UN PASSAGE DE SECURITE
(452 FEMMES, 623 HOMMES)
RAILWAY SQUARE - SYDNEY

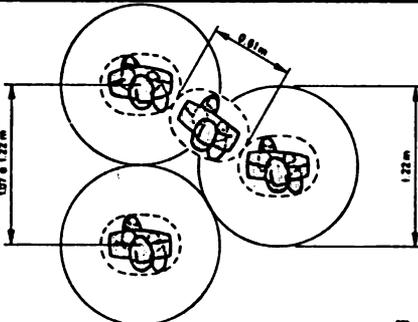
ZONES DE CONFORT ET DE CIRCULATION



| ZONE | DEFINITION | DIAMETRE (m) | SURFACE (m ²) |
|------|-----------------------------|--------------|---------------------------|
| A | Circulation libre | > 1,22 | - |
| B | Zone de circulation limitée | < 1,22 | 1,17 |
| C | Zone de confort personnel | < 1,07 | 0,9 |
| D | Circulation sans contact | < 0,92 | 0,66 |
| E | Circulation avec contact | < 0,61 | 0,29 |
| F | Ellipse corporelle | 0,61x0,46 | 0,22 |

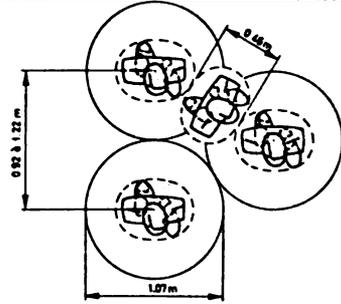
Circulation libre
Les autres piétons ne sont pas dérangés

A



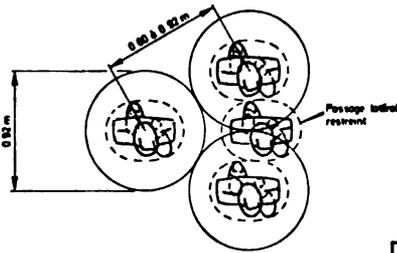
Zone de circulation limitée
Le passage transversal est possible; les ellipses corporelles sont tangentes, mais la circulation ne gêne pas les autres personnes.

B



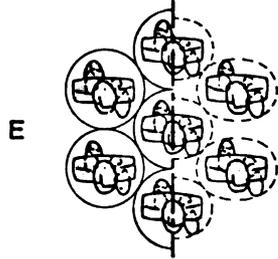
Zone de confort personnel
Le passage latéral entre les personnes immobiles est possible mais limité, car les ellipses corporelles sont également tangentes. Risque de déranger les autres piétons.

C



Circulation sans contact
Les piétons immobiles ne se touchent pas, mais le passage entre eux est restreint et ne peut se faire que s'il y a déplacement d'une des personnes qui était immobile. (Passage d'une porte, par exemple).

D



E Circulation avec contact
Seul un mouvement lent du groupe entier est possible (inconfort physiologique et psychologique).
F Ellipse corporelle
Liberté de mouvement très restreinte. Limite physiologique. Piétinements.

E

F

Generated at University of Minnesota on 2021-09-30 16:09 GMT / https://hdl.handle.net/2027/1en.35556021260682 / Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives / http://www.hathitrust.org/access_use#cc-by-nc-nd-4.0

multipliées approximativement par 10 à la montée (fig. 8). La descente d'un escalier est également plus fatigante que la marche normale. Quant aux plans inclinés, ils sont plus fatigants que les escaliers pour une pente égale. Cependant, les plans inclinés offrent le très grand avantage de laisser passer les chariots, poussettes et voitures d'invalides. Notons à ce propos la nécessité de prendre en considération les normes pour les handicapés physiques qui sont trop facilement oubliées.

Chacun de nous est un handicapé physique en puissance. A notre époque d'accidents de ski et d'automobiles, la proportion d'handicapés physiques temporaires croît chaque année.

1.3. Zones piétonnières

Les zones piétonnières sont à la mode. D'après l'OECD, on en dénombre plus de 150 dans le monde, principalement en Europe et aux Etats-Unis. Si certaines comme Essen (fig. 9), Copenhague ou Amsterdam sont des réussites remarquables, toutes ne sont pas des succès, loin de là.

Les échecs proviennent de l'inobservation de règles élémentaires, touchant soit au domaine des normes physiologiques, telles que nous venons de les voir, soit plus souvent au domaine psychosociologique lié au comportement des foules et des individus.

Les zones piétonnières ont pour but de recréer au coeur animé des villes une zone de bien-être pour les achats et les loisirs où il ferait bon se promener, acheter, consommer, se reposer, s'informer. C'est dire que l'on devrait y trouver une ambiance colorée, ni trop calme, ni agressivement bruyante, des cheminements faciles dans toutes les directions, au gré d'une programmation personnelle, la proximité à moins de 300 m d'un parking (ou d'une rue adjacente) où le piéton puisse laisser sa voiture et y déposer éventuellement ses achats, des carés et restaurants en plein air, des galeries marchandes couvertes reliées par des rues interdites à tout trafic, la suppression des trottoirs, passages à piétons et généralement de tout ce qui rappelle la circulation automobile. Celle-ci par contre doit obligatoirement pouvoir s'écouler par des rues parallèles.

La qualité de la vie commence par le respect de la vie et par conséquent l'élimination de toutes les causes possibles d'accidents dans la zone piétonnière, telles que les automobiles ou même les transports en commun circulant à plus de 15 km/h, à moins qu'ils ne soient parfaitement silencieux, non polluants et en site séparé.

Certaines expériences négatives sem-

blent avoir été faites à dessein pour couler l'idée de zone piétonnière.

Tel était le cas d'une première expérience faite à Genève, en plein mois de décembre, période de bise (4) déjà assez peu propice à la flânerie où aucun aménagement urbain n'avait été prévu. Il faut mentionner que depuis, tirant les enseignements de cet échec, l'amorce d'une véritable zone piétonnière a été réalisée à Genève avec un grand succès.

2. L'HOMME PASSAGER

2.1. L'homme assis

Si nous considérons maintenant l'homme passager d'un système de transport nous pouvons développer des considérations similaires à celles de l'homme debout à propos des données anthropométriques de l'homme assis (fig. 10) et des surfaces projetées (fig. 11.).

On note qu'il faut prévoir 0,4 m² par personne assise pour un trajet de courte durée (bus, tramway). Bien entendu, lorsque la distance et le temps passé dans le système de transport augmentent, il faut fournir plus d'espace à chaque passager (fig. 12.). On compte environ 0,55 m² par passager sur les avions en classe touriste, 0,7 à 0,8 m² pour la première classe et le Trans-Europe-Express et 1 m² pour les futurs trains à très grande vitesse.

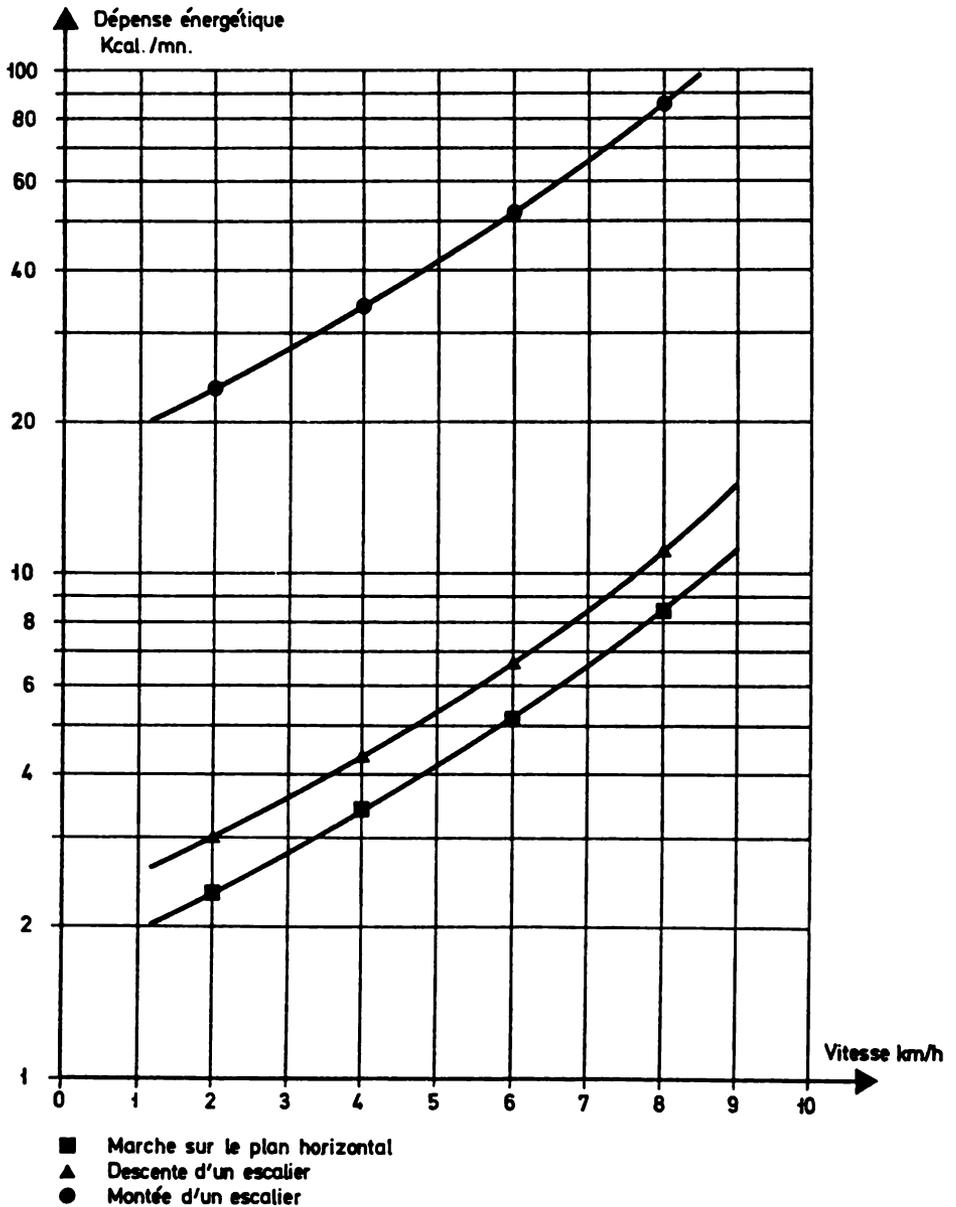
Toujours à propos de siège, notons que le demi-siège ou appui ischiatique (fig. 13.) ne serait pratiquement pas réalisable sans un réglage du siège en hauteur. En effet, la différence entre les percentiles 5 et 95% est trop grande pour permettre un siège à hauteur fixe.

2.2. Aménagement des systèmes de transport

Mais le passager demande plus qu'une simple place assise. Il la veut suffisamment confortable pour lui permettre d'exercer une activité annexe telle que lecture, tricotage, conversation ou réflexion.

A une époque où l'on met l'accent sur la qualité de la vie, l'ambiance générale d'un système de transport devrait être relaxante et agréable, tant en ce qui concerne la température, la ventilation, l'éclairage, le niveau de bruit et la qualité de la décoration que l'élimination des secousses dues aux déplacements du véhicule et des bousculades dues aux mouvements des autres passagers. Voici à ce propos quelques recommandations concernant les espaces nécessaires entre les sièges (fig. 14.). Si toutes ces conditions étaient respectées, le temps de transport qui représente une pose entre les contraintes de la vie professionnelle et les charges de la vie fami-

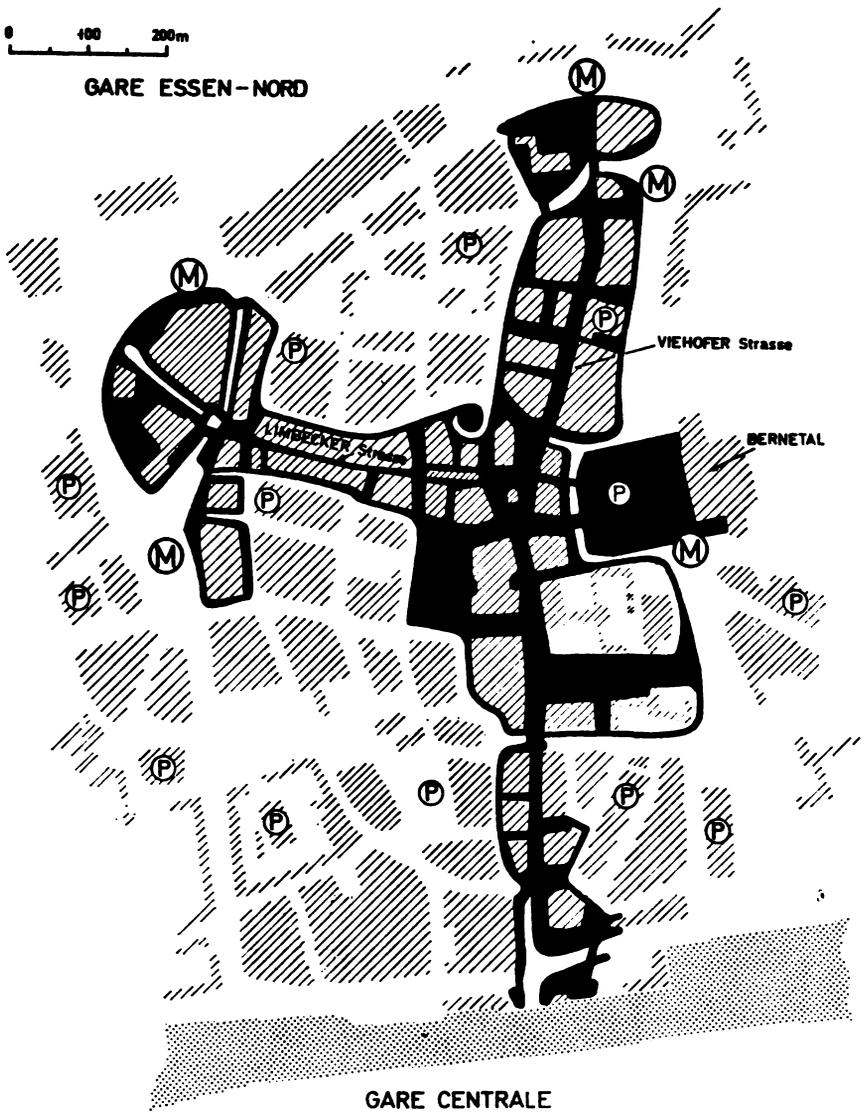
8 — Estimation de l'énergie dépensée —



liale pourrait être le bienvenu dans la vie harassante de la plupart des citadins.

Notons encore la grande diversité des personnes transportées dont le spectre s'étend des voyageurs migrants des heures de pointe, habitués profes-

sionnels aux reflexes conditionnés et efficaces, jusqu'aux mères de famille encombrées d'enfants et de colis, en passant par les femmes enceintes, les handicapés physiques et même les ivrognes. Si les talons aiguilles ont été, définitivement, espérans le, abolis, on



- VOIES PIETONNIERES
- ▨ BATIMENTS
- Ⓜ STATIONS DE METRO
- Ⓟ PARKINGS

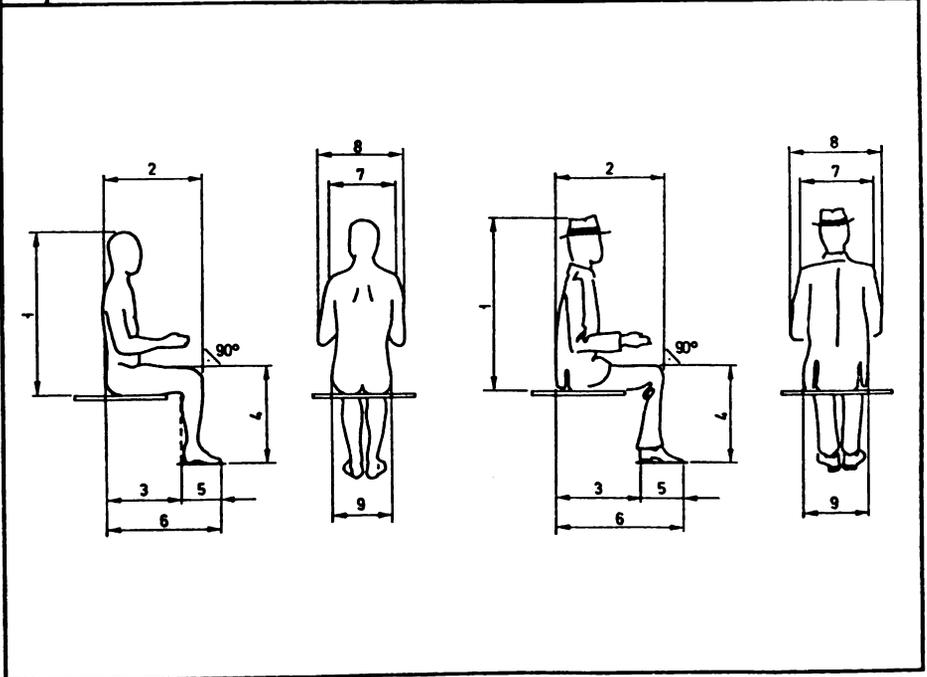
9 - ZONE PIETONNIERE DE LA VILLE D'ESSEN -

Generated at University of Minnesota on 2021-09-30 16:09 GMT / https://hdl.handle.net/2027/1en.35556021260682 / Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives / http://www.hathitrust.org/access_use#cc-by-nc-nd-4.0

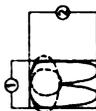
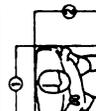
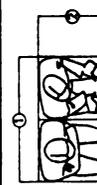
10

PRINCIPALES MENSURATIONS D'UN HOMME ASSIS

| N° | Mesures | Moyenne | | Variation: entre sujets dévêtus et sujets habillés (cm) | Valeurs du percentile 95% sujets habillés (cm) |
|----|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|
| | | Sujets dévêtus (cm) | Sujets habillés (cm) | | |
| 1 | Taille (assis redressé) | 90,5 | 95,5 | 5,0 | 101,5 |
| 2 | Fesses-genoux | 58,3 | 59,6 | 1,3 | 66,0 |
| 3 | Fesses creux poplité | 47,6 | 48,4 | 0,8 | 51,5 |
| 4 | Genoux-sol | 52,7 | 56,0 | 3,3 | 59,5 |
| 5 | Longueur du pied | 26,3 | 29,5 | 3,2 | 31,0 |
| 6 | Fesses-pointe du pied (3 + 5) | 73,9 | 76,9 | 3,0 | 82,5 |
| 7 | Largeur des épaules | 44,6 | 49,5 | 4,9 | 53,5 |
| 8 | Coude à coude | 45,2 | 59,6 | 4,2 | 66,5 |
| 9 | Largeur des fesses | 33,9 | 41,0 | 7,9 | 45,5 |



11

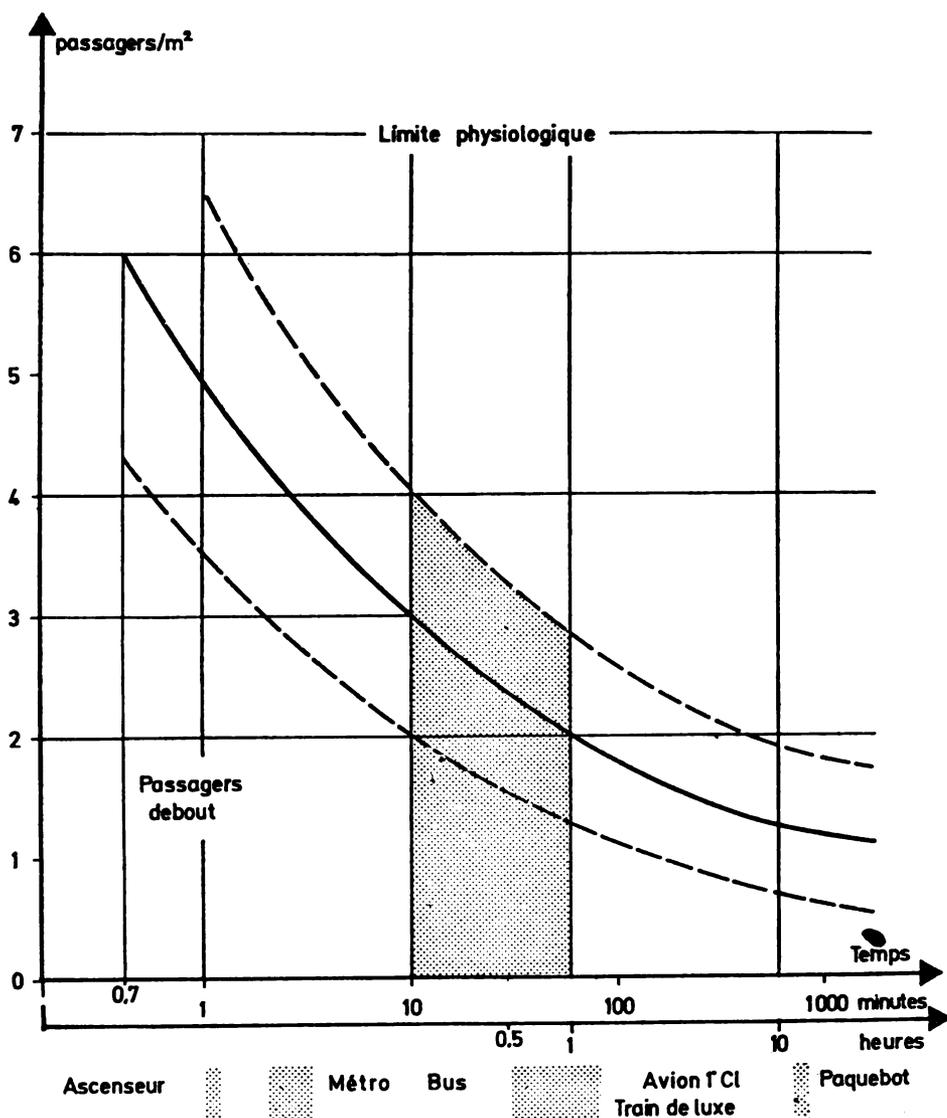
| DONNEES ANTHROPOMETRIQUES DE L'HOMME ASSIS | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------|------|---|---|---|------------------------------------|
| N° | SCHEMA | DEFINITION | COTES EN METRES | | | | | SURFACE PROJETEE m ² |
| | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | |
| 1 |  | Surface occupée sur le plan du siège | 0,40 | 0,60 | | | | 0,24 |
| | | | 0,45 | 0,66 | | | | 0,30 |
| 2 |  | Surface projetée totale | 0,66 | 0,82 | | | | 0,54 |
| 3 |  | Sujet semi-assis (appui ischiatique) | 0,66 | 0,62 | | | | 0,41 |
| 4 |  | Deux sujets assis côte à côte rentrant les pieds sous leur siège. Encombrement minimal (inconfortable) | 1,06 | 0,66 | | | | 0,71 |
| | | | 1,34 | 0,82 | | | | 1,10 |
| 5 |  | Deux sujets assis côte à côte dans une position confortable | 1,34 | 0,82 | | | | 1,10 |
| ATITUDES D'UN SUJET ASSIS | | | | | | | | |
| 2 SUJETS ASSIS | | | | | | | | |

note l'apparition d'hippies aux pieds nus et aux châles trainants qui posent des problèmes de sécurité difficiles, particulièrement sur les escaliers roulants.

Puisque nous sommes au chapitre des escalators et bandes transporteuses, remarquons (fig. 15.) que leur débit ne croît pas proportionnellement à la vitesse. Là aussi, il existe une vitesse optimale au-delà de laquelle le débit décroît et le nombre des accidents augmente très vite. La plupart des escalators ou bandes transporteuses fonctionnent pour cette raison dans la zone

des 0,6 à 0,7 m/sec, soit 2,2 à 2,5 km/h. Cette vitesse bien inférieure à la vitesse de marche normale des piétons, produit un sentiment de frustration, particulièrement dans le cas d'un transport horizontal. Nous estimons que tout transporteur horizontal devrait fonctionner des vitesses nettement supérieures à celles d'un piéton marchant rapidement: 9 à 10 km/h nous semble un minimum. Ce minimum n'est toutefois réalisable que grâce à un principe d'accélération en continu tel que celui du Speedway dont un prototype com-

12 SURFACE REQUISE EN FONCTION DU TEMPS



plet à échelle naturelle vient d'être réalisé à l'Institut Battelle à Genève (fig. 16. principe, et 17 prototype).

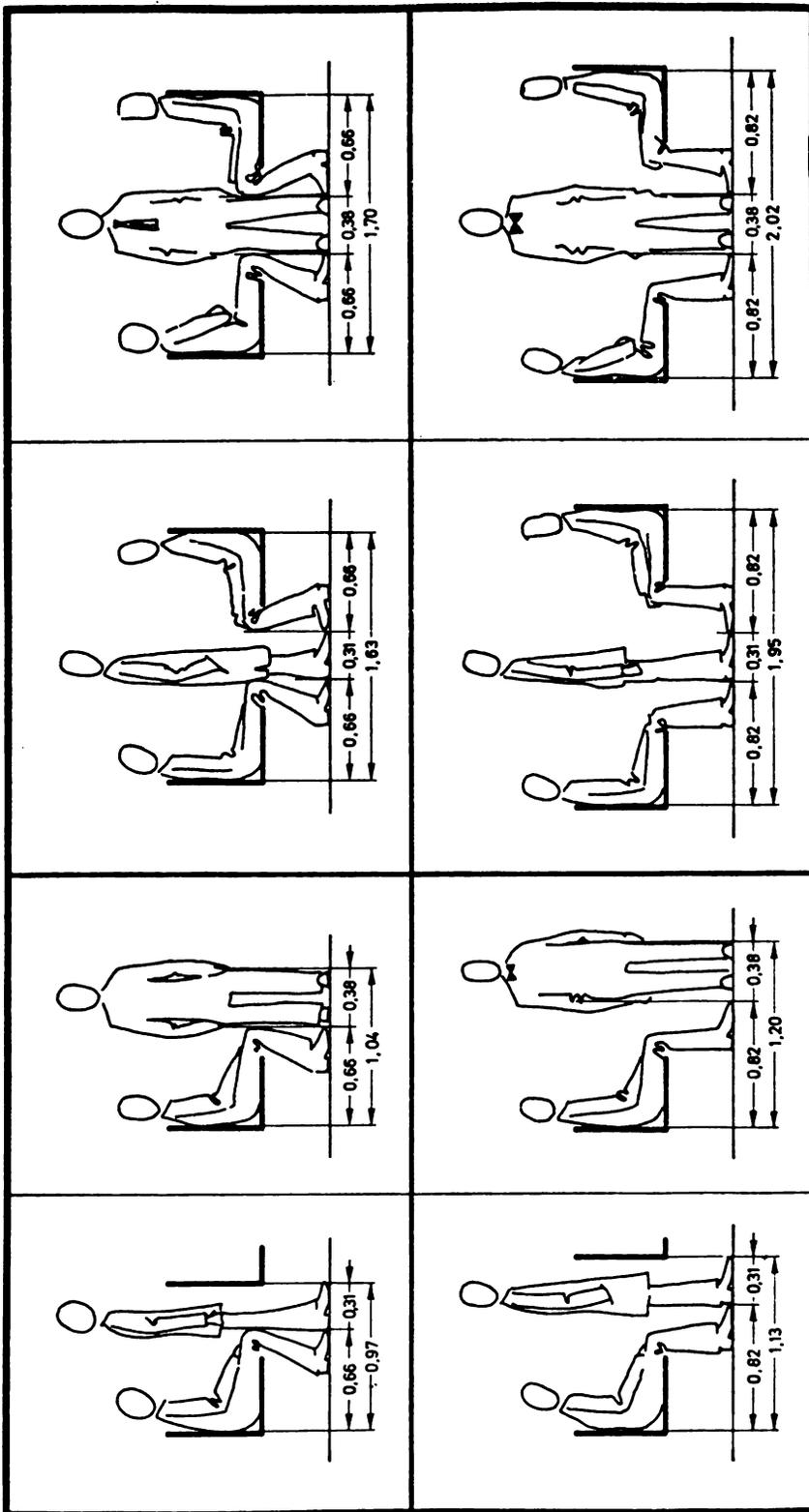
Ce prototype a démontré la faisabilité pratique du système. Il nous a également permis de tester l'influence des différences de vitesses entre deux surfaces planes horizontales se déplaçant soit perpendiculairement soit par-

allèlement à la marche. Contrairement à une opinion assez répandue, les différences de vitesse entre deux bandes se déplaçant perpendiculairement à la marche sont assez bien supportées, le talon et la pointe ne touchant jamais pratiquement le sol en même temps. Par contre, les différences de vitesse latérales (passage d'une bande à une autre

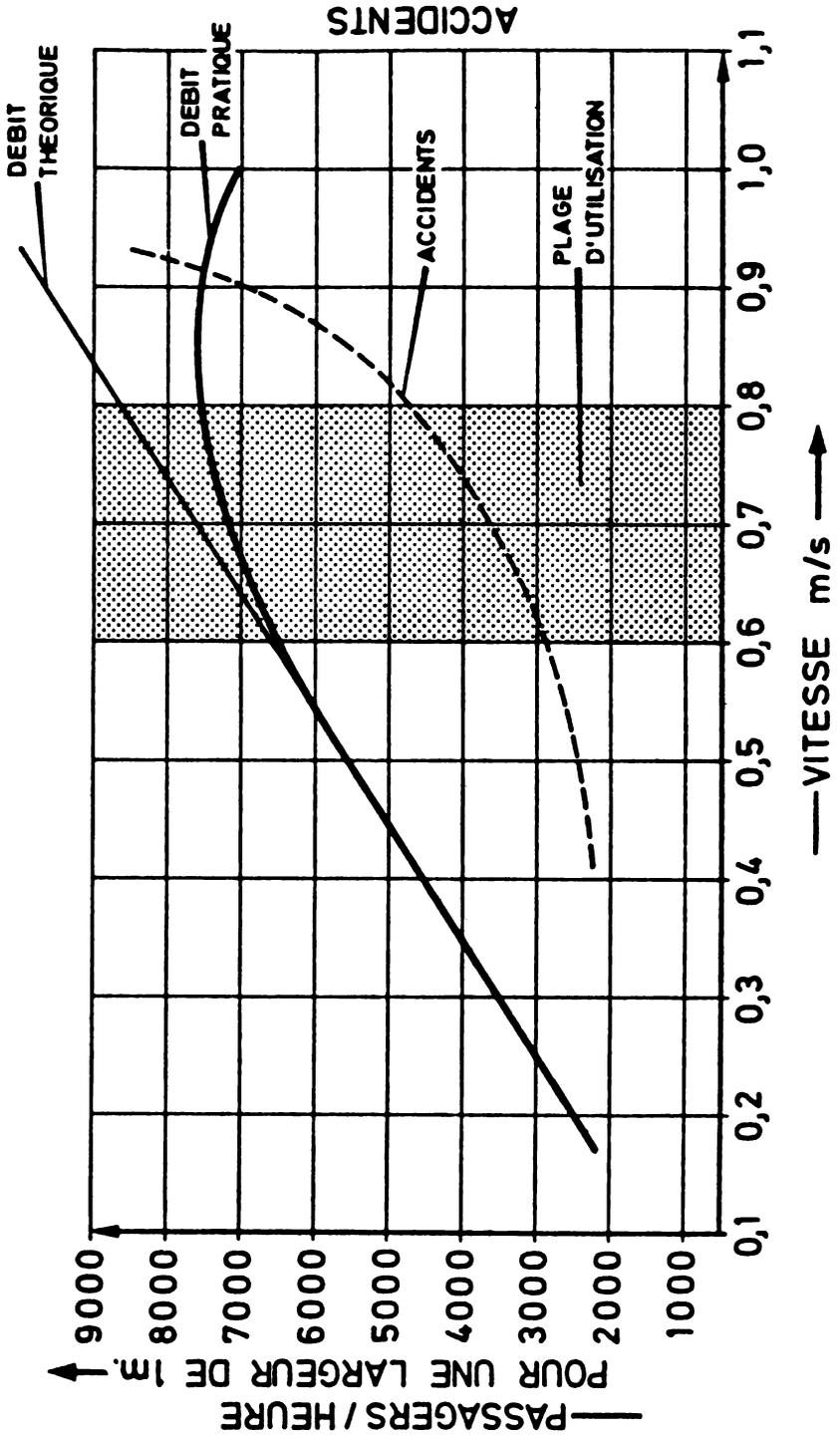
13

| | | | | | |
|--------------------------|--|------|--|-----------------|-------|
| APPUI ISCHIATIQUE | Distance entre-jambes/sol (sujets habillés) | | | 95% (cm) | 83,40 |
| | | | | Moyenne (cm) | 76,9 |
| | 5% (cm) | 68,5 | | | |
| | | | | | |

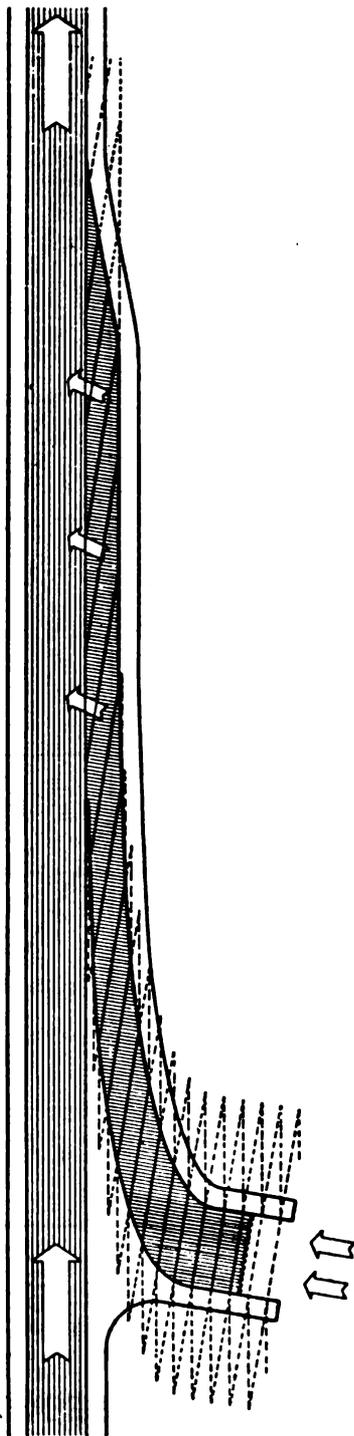
14 ACCES AUX SIEGES



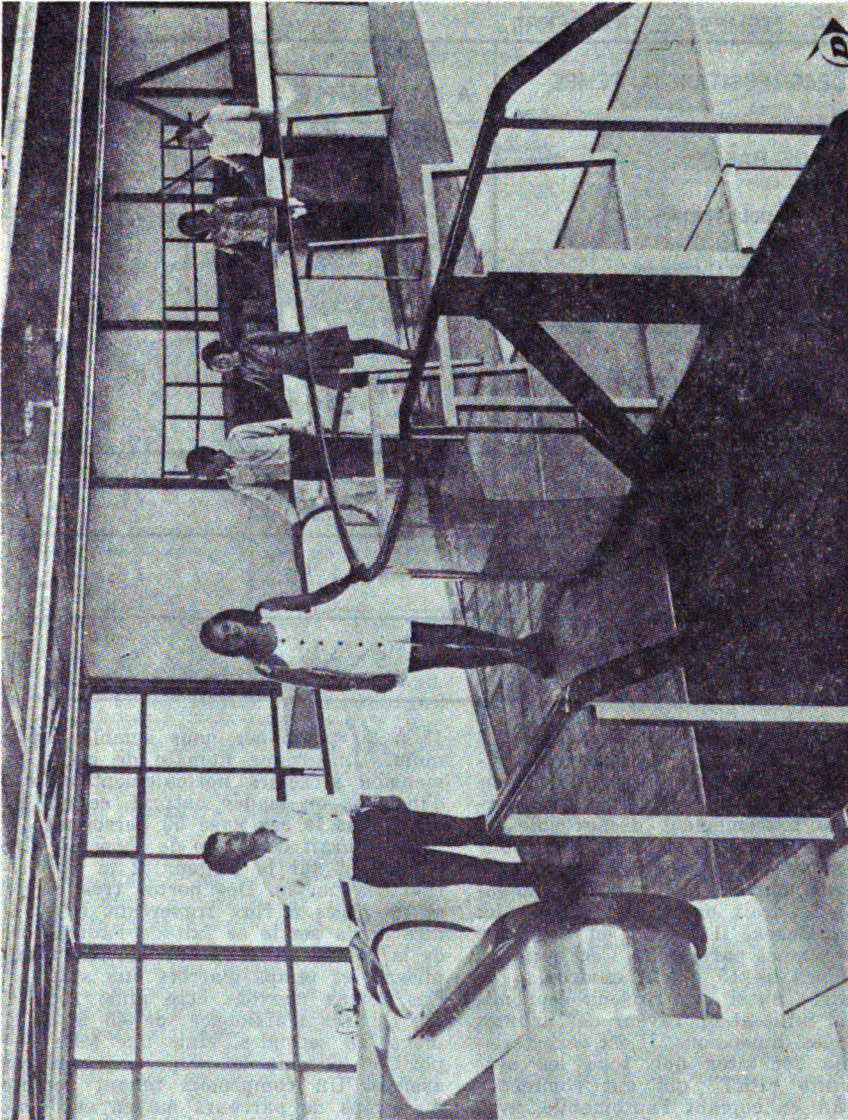
15 DEBIT EN FONCTION DE LA VITESSE (BANDE TRANSPORTEUSE, ESCALATOR)



16 PRINCIPE D'ACCELERATION DU SPEEDWAY



accélération 1-6



PROTOTYPE SPEEDAWAY — GENEVE
FIGURE 17

bande parallèle) sont assez mal acceptées par les personnes lourdes ou âgées qui risquent d'être déséquilibrées.

Nous estimons dans ce dernier cas qu'une différence de vitesse de 10 cm/sec est un maximum pour une exploitation publique.

Par ailleurs, ces essais ont permis de vérifier les temps nécessaires au transfert, temps que l'on peut évaluer entre 4 et 5 secondes avec toutes les sécurités (fig. 18).

Les surfaces en regard au moment du transfert doivent être de préférence rigides, une trop grande souplesse risque de surprendre et déséquilibrer le

passager dont le pied s'enfonce. Par contre, les surfaces seront de préférence souples dans les zones de transport en ligne droite, zones où le passager peut désirer marcher. Une bande transporteuse en caoutchouc supportée dans la zone de transfert et suspendue sur le reste du parcours satisfait parfaitement à ces conditions.

2.3. Dimension optimale des cabines

Nous dirons deux mots maintenant de la dimension optimale des cabines de transport (fig. 19.). Certaines personnes souffrent de claustrophobie et il convient de ne pas les enfermer dans des cabines trop petites. Il convient

18 _TEMPS DE TRANSFERT_

| DECOMPOSITION DU TEMPS. | TRANSFERT A FLUX SIMPLE | TRANSFERT A FLUX CROISE |
|--|----------------------------|----------------------------|
| TEMPS DE BASE | 1 | 1 |
| Supplément pour famille | 0,5 | 0,5 |
| Supplément pour bagages | 0 | 0 |
| Supplément pour transfert croisé | — | 1 |
| Supplément pour éviter un autre passager ou pour prendre la main-courante. | 0,25 | 0,5 |
| TOTAL PARTIEL | 1,75s | 3s |
| TEMPS ADDITIONNEL DE SECURITE | 3,25 | 4 |
| TOTAL | 5 s | 7 s |

également de ne pas séparer les familles nombreuses, ce qui implique des cabines de 6 places au minimum. On conçoit par ailleurs qu'il peut être dans certains cas extrêmement désagréable de se trouver enfermé seul, surtout pour une femme, avec une personne étrangère dans une cabine de petite dimension. Il faudrait donc que, même aux heures creuses, il y ait en moyenne trois personnes par cabine. Ceci implique des cabines de 15 places environ.

Il existe aussi des raisons économiques qui militent en faveur des cabines de grandes dimensions. Il est caractéristique de constater que tous les systèmes dits "PRT" qui ont commencé aux USA en copiant l'automobile, avec des cabines de 4 ou 6 places ont rapidement agrandi les dimensions de leurs cabines.

Encore convient-il de ne pas aller trop loin. Certaines personnes appréhendent les effets de foule et la dépersonnalisation déjà sensible dans les cabines de grande dimension en cas d'affluence (ex: Boeing 747). Encore s'agit-il de système accompagné.

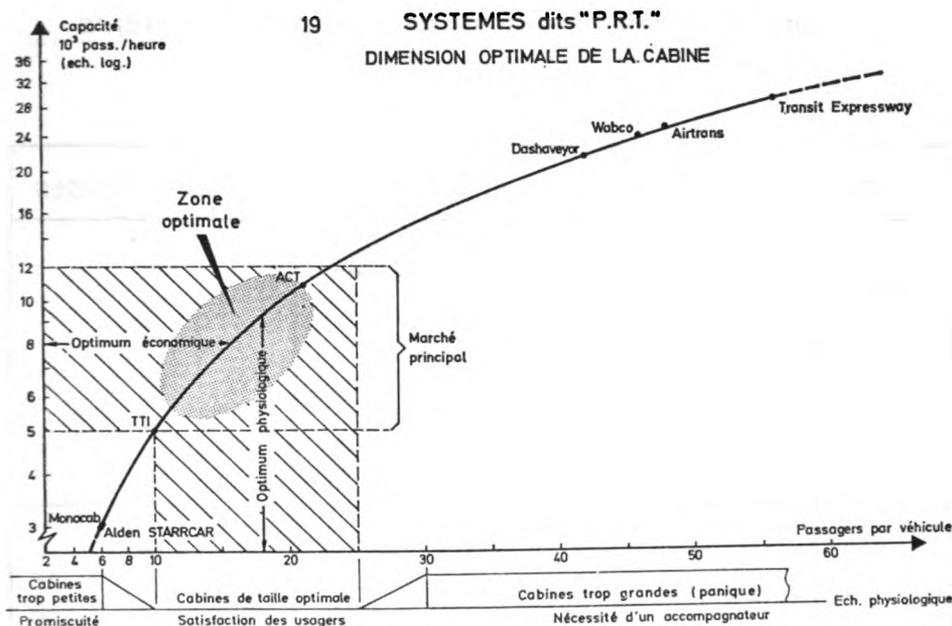
Mais pour les systèmes entièrement automatiques, sans accompagnateurs, nous estimons dangereux les cabines trop grandes où, en cas d'incidents aux heures d'affluence, des effets de panique peuvent prendre naissance.

Là aussi, une taille correspondant à

15 à 20 personnes nous semble l'optimum. Un groupe humain de cette dimension secrètera normalement en cas d'incident un leader naturel, ce qui ne serait pas le cas avec 50 personnes.

Il y aurait beaucoup de choses à dire également sur la largeur et la disposition des portes. Des portes très larges et un accès à flux traversant (c'est-à-dire où la sortie se fait de l'autre côté de la cabine par rapport à l'entrée) minimisent les temps d'arrêts aux stations. Ces temps peuvent être ainsi réduits, aux heures d'affluence, de 45 à 15 et même 10 secondes. Mais une telle disposition élimine la plupart des places assises. Un compromis tenant compte du temps de parcours moyen est donc nécessaire (fig. 20.). On voit que le pourcentage en places assises varie très largement suivant les systèmes en fait entre 12 et 100%.

Notons à propos des portes, l'importance de la largeur des issues de secours. En cas de panique, il ne faut à aucun prix descendre en dessous de la vitesse optimale d'écoulement et aboutir à un blocage. D'après les normes données dans la première partie, une porte de 80 cm de largeur laisserait passer au maximum un passager à la seconde dans des conditions normales. Avec l'affolement dû par exemple à un incendie, il faut au moins doubler et probablement tripler les temps nécessaires.



Dans le cas d'une cabine en tunnel, comportant des issues de secours aux deux extrémités, il faut prévoir que l'une des deux issues risque d'être bloquée. Si l'on veut vider la cabine en moins d'une minute, on voit qu'une vingtaine de passagers semble là aussi l'optimum.

En ce qui concerne le confort thermique et la ventilation, les normes sont mieux connues mais généralement mal appliquées. On peut noter que le maximum de plaintes provient de la mauvaise ventilation en été qui laisse subsister une température trop élevée. La qualité de la suspension joue également un rôle très important dans le sentiment de confort de l'utilisateur. Des normes existent tant pour les accélérations verticales qu'horizontales en fonction des fréquences à éviter, particulièrement les infrasons et jusqu'aux fréquences de 2 hz qui engendrent le mal des transports. (fig. 21.).

Enfin, les niveaux de bruit dans les systèmes de transport sont la plupart du temps excessifs et même dangereux pour le système auditif, lors d'un usage quotidien et prolongé. Dans le métro de Paris, des niveaux de bruit de 93 à 100 dBA ont été mesurés (ligne 5 matériel ancien). Ces niveaux sont abaissés à 75 ou 80 dBA sur le matériel moderne (Milan, Paris sur pneus). Pour permettre une conversation aisée et éliminer toute fatigue auditive aussi bien que nerveuse, nous estimons qu'il faudrait des-

centrer à 60 ou 65 dBA ce qui est techniquement possible (fig. 22.).

Toutes ces normes de confort peuvent être résumées sur un seul tableau (fig. 23). Grâce à une pondération des nuisances, il est alors possible de comparer différents systèmes de transport entre eux sous l'angle du confort.

3. L'HOMME RIVERAIN

3.1. Bruit

Il nous reste malheureusement peu de temps pour nous pencher sur l'homme riverain, ce sacrifié du progrès industriel. Parmi toutes les nuisances qu'apportent ces systèmes de transport, le bruit est certainement l'une des plus importantes, particulièrement la nuit.

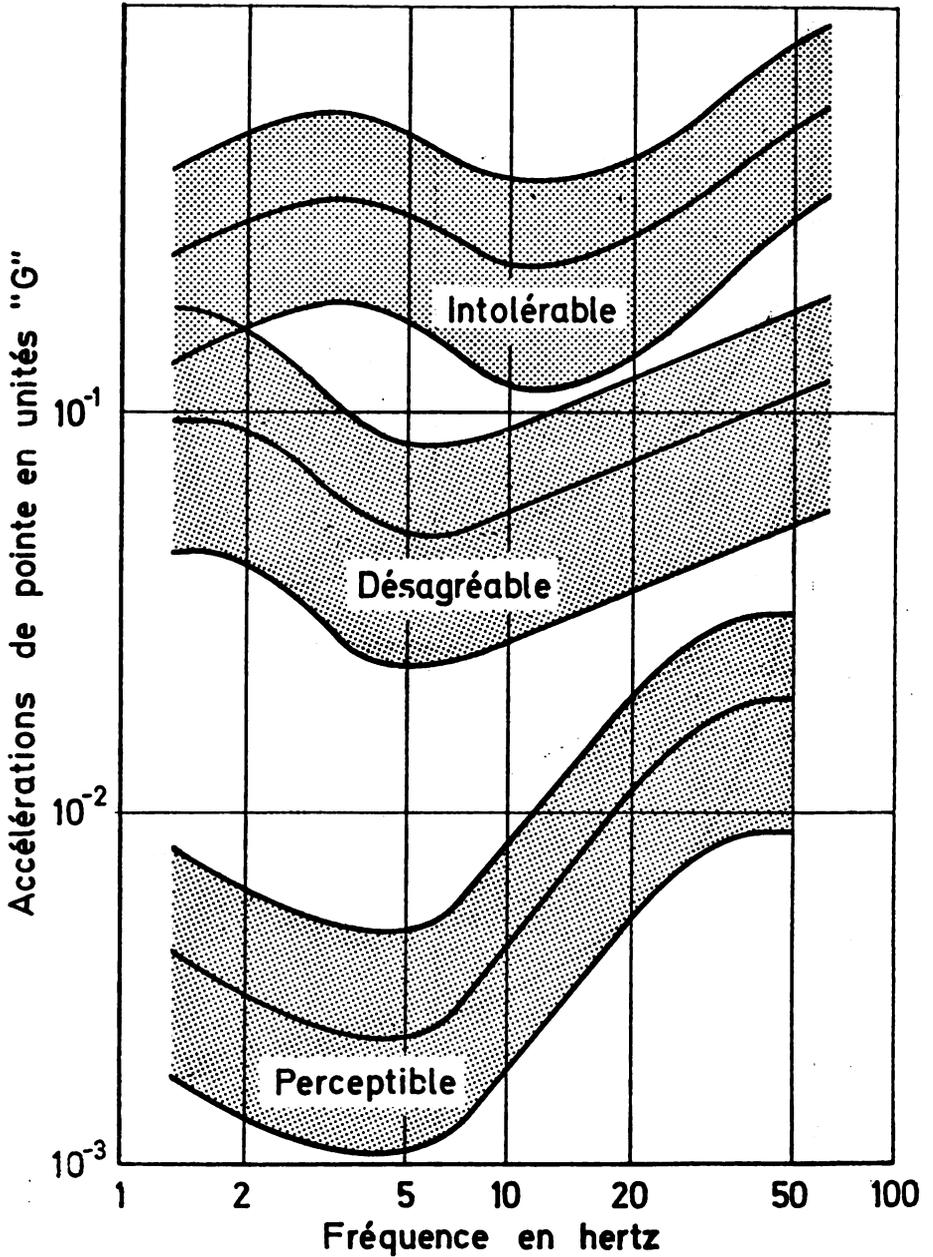
La conversation, l'écoute de la radio ou de la télévision, le travail intellectuel et la lecture s'accommodent mal d'un bruit ambiant intérieur supérieur à 45 dBA. Si les fenêtres sont fermées, on peut estimer l'atténuation du bruit entre 15 et 20 dBA. Par conséquent, le bruit extérieur moyen sur la façade des immeubles ne devrait pas dépasser 60 dBA, surtout s'il s'agit d'un bruit intermittent tel que le passage d'un train.

On connaît par ailleurs le niveau de bruit produit par un train ou un métro (fig. 24.). Il est facile d'en déduire qu'avec le matériel actuel aucune habitation ne devrait se trouver à moins de 250 mètres d'une ligne de chemin de fer ou de métro. Cette norme n'est jamais respectée.

20 Pourcentages de places assises dans différents modes de transports mondiaux

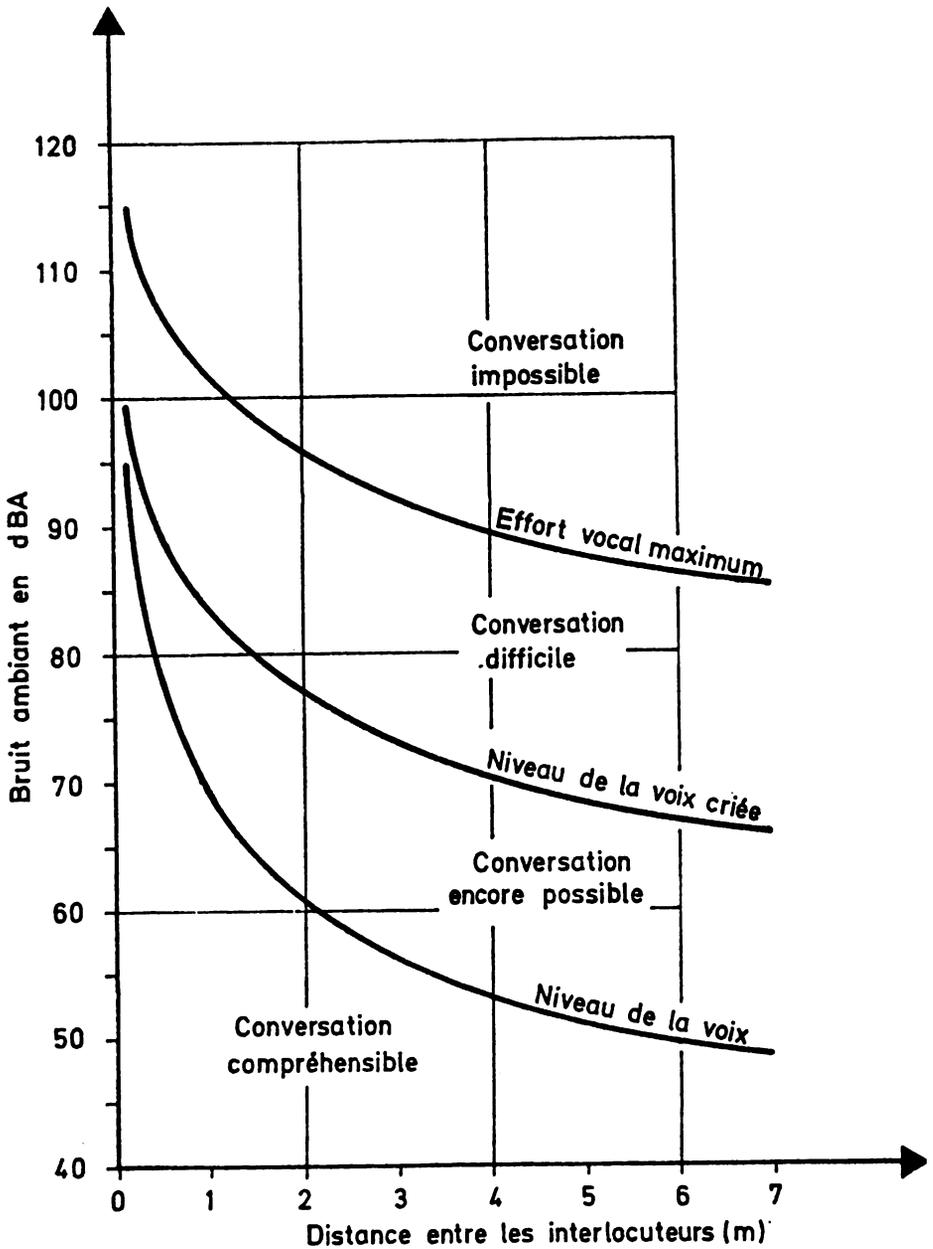
| Famille | Localisation et type | % places assises |
|--------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Chemins de fer | San Francisco - Bart Preaso | 100 |
| | U.B.E. - Cologne Bonn | 48 |
| | S.N.C.F. Z 5300 Banlieue S.O. | 44 |
| | S.N.C.F. Z 3800 "Ramassage" | 40 |
| | D.B. Banlieue Hambourg | 25 |
| | R.E.R. Paris | 24 |
| Metros urbains | Chicago | 38 |
| | Cleveland | 38 |
| | Oslo | 37 |
| | Stockholm | 33 |
| | Hambourg | 30 |
| | Rotterdam | 29 |
| | Toronto | 27 |
| | Montréal | 25 |
| | Berlin | 24 |
| | Paris M.P. 59 - M.F. 67 | 15 |
| Milan | 12 | |
| Tramways | Francfort | 28 |
| | Zurich | 26 |
| | La Haye | 26 |
| | Goteberg | 25 |
| Systèmes non classiques | URBA 30 Prévision | 100 |
| | Aérotrain suburbain expérimental | 100 |
| | Alweg (Tokio) | 42 |
| | Westinghouse (Pittsburg) | 40 |
| | Safege (Châteauneuf-sur-Loire) | 26 |

21 Courbe accélérations et fréquences



Generated at University of Minnesota on 2021-09-30 16:09 GMT / <https://hdl.handle.net/2027/ien.35556021260682> / https://www.hathitrust.org/access_use#cc-by-nc-nd-4.0
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives

22 Graphique des niveaux de bruit

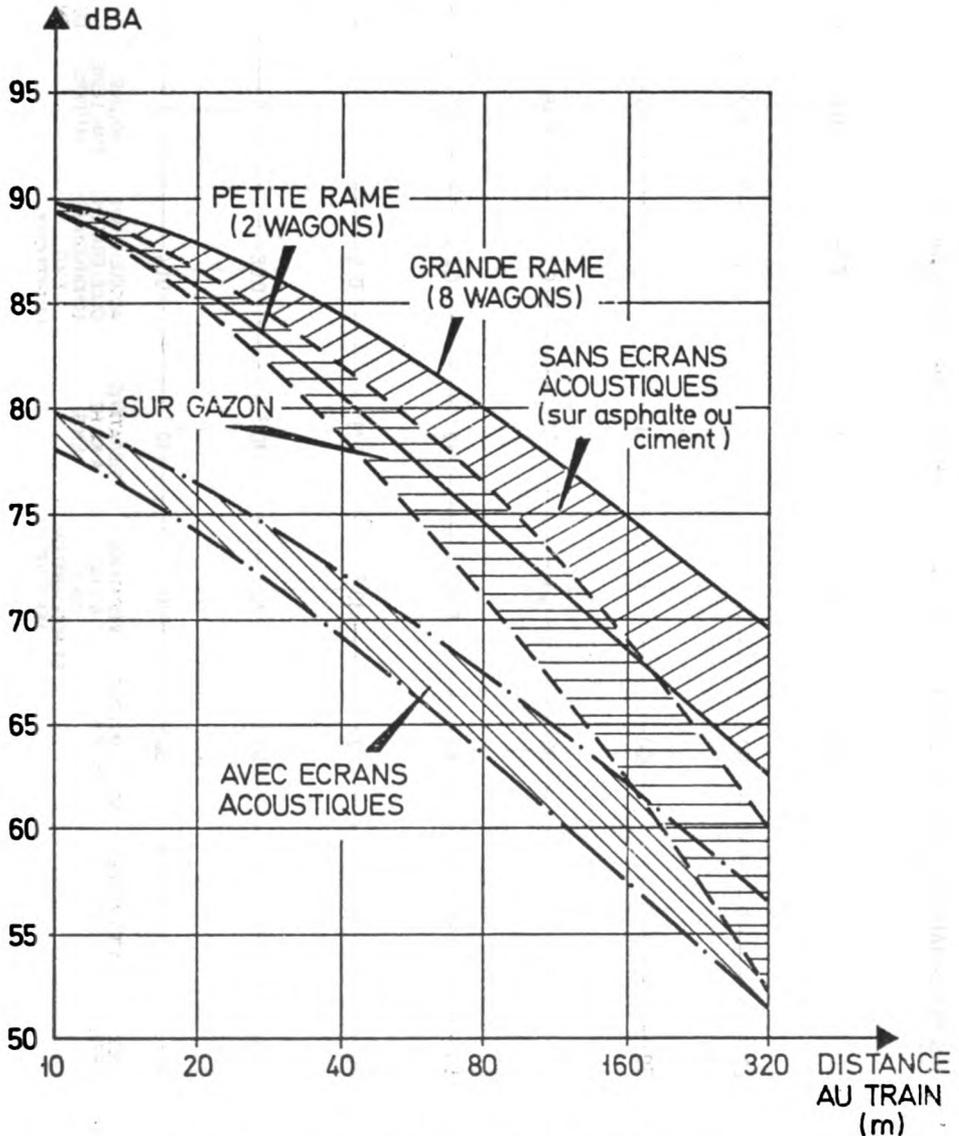


Generated at University of Minnesota on 2021-09-30 16:09 GMT / https://hdl.handle.net/2027/ien.35556021260682
 Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives / http://www.hathitrust.org/access_use#cc-by-nc-nd-4.0

23 VALEURS RECOMMANDEES POUR LE CONFORT DU PASSAGER D'UN SYSTEME D'UN TRANSPORT

| | 1 sec. | 0.15 | 0 | 120 | 3 | 6 | 6 | 0.1 | < 0° > 45° |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|---|---------------------------------|--|--|---|
| DANGEREUX | | | | | | | | | |
| INACCEPTABLE | 1 min | 0.22 | 0 | 110 | 1 | 3 | 3 | 0.2 | 0 - 7 40 - 45 |
| NUISIBLE TRES PENIBLE | 10 min | 0.30 | 50 | 100 | 0.5 | 1 | 1.5 | 0.3 | 7 - 12 35 - 45 |
| FATIGUANT IRRITANT | 30 min | 0.40 | 70 | 90 | 0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.45 | 12 - 15 30 - 35 |
| GENANT DESAGREABLE | 1 h | 0.50 | 85 | 80 | 5 · 10 ⁻² | 10 ⁻¹ | 0.4 | 0.7 | 15 - 17 27 - 30 |
| ENNUYEUX LEGER INCONFORT | 2 h | 0.70 | 95 | 70 | 10 ⁻² | 5 · 10 ⁻² | 0.15 | 1 | 17 - 19 25 - 27 |
| ACCEPTABLE | 4 h | 1 | 100 | 60 | 10 ⁻³ | 10 ⁻² | 0.08 | 1.5 | 19 - 21 23 - 25 |
| CONFORT PARFAIT (NON PERCU) | 10 h | 3 | 100 | 50 | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻³ | 0.04 | 2 | 21 - 23 |
| | TEMPS MAX. TOLERABLE | SURFACE EN M ² /PERS. | PLACES ASSISES EN % | NIVEAU DU BRUIT EN DBA | VIBRATIONS A 8 HZ EN G. ET ACCELERATION VERTICALE | VIBRATIONS A 100 HZ EN G. | ACCELERATION DECELERATION LONGITUDINALE EN G. (INTRODUCTION EN 1 S) | VOLUME D'AIR LIBRE M ³ /PERS. | TEMPERATURE DE CABINE EN °C { HIVER ETE |

24 NIVEAU SONORE PRODUIT PAR UN TRAIN OU UN METRO (sol plan)



De nuit, le bruit a une influence néfaste sur le sommeil. Il produit un transfert du sommeil profond vers le sommeil léger qui a une moins grande valeur de récupération et une perturbation des rêves dont les effets psychiques sont particulièrement néfastes. Si l'on tient compte de la sensibilité au bruit nocturne du quart le plus sensible de la population (personnes âgées, ma-

lades), il faut réduire le bruit nocturne à 40 dBA. Notons que les tranchées et les écrans antibruit permettent une réduction du bruit pour le voisinage allant de 10 à 15 dBA et que l'herbe et les plantations, en plus de leur bénéfice esthétique, réduisent fortement la propagation du bruit.

3.2. Intrusion visuelle

Les tranchées ou à fortiori les tun-

nels sont également à recommander pour diminuer l'intrusion visuelle. Il est certain que les systèmes surélevés du type monorail qui sont les moins chers en ce qui concerne le coût de l'infrastructure sont également les moins bien supportés par la population, surtout en zone d'habitat dense, comme par exemple la proche banlieue, a fortiori au centre.

Il est vain de prétendre qu'un système de transport surélevé quelconque puisse être esthétiquement acceptable dans le centre historique de n'importe quelle grande ville européenne.

Par nature, l'infrastructure d'un système de transport reste une chose assez laide lorsqu'elle s'introduit dans un centre urbain qui a été conçu pour des piétons ou à la rigueur pour des calèches. Elle introduit de plus une coupure inadmissible dans le tissu urbain. Au centre d'une ville, la technique a tout intérêt à se faire oublier, ce qui implique un transport souterrain, donc cher.

Par contre, pour des villes nouvelles, et à condition de prévoir des systèmes à gabarit réduit (du type minimétro de Lille ou Speedway), on pourrait concevoir des systèmes semi-enterrés en tranchée ouverte, dont les deux rives fleuries, semblables aux berges d'une rivière, se laisseraient facilement enjambrer par des passerelles légères pour piétons.

Ce concept, qui rappelle la rivière japonaise, serait associé avec des stations au niveau de la plate-forme piétonnière, c'est-à-dire bon marché et facilement accessible. On obtiendrait ainsi un compromis entre une esthétique acceptable, un prix de revient minimal et un accès très facile.

3.3. Pollution

S'il existe des modèles mathématiques tridimensionnels permettant de simuler le bruit du trafic routier et même de le combiner avec celui du trafic aérien pour calculer, dans des cas simples, le bruit sur les façades des maisons riveraines, rien de semblable n'a encore été fait pour la pollution.

Beaucoup de personnes trouvent tout à fait inesthétique les cimetières d'automobiles. Elles ne savent généralement pas que chacun de ces cadavres d'automobiles est accompagné d'un fantôme géant représentant jusqu'à 10 fois son propre poids, sous forme de gaz et de produits polluants, qu'elle a émis durant sa vie.

Certes, les nouvelles normes américaines vont réduire de 90%, d'ici quelques années, ce taux de pollution, mais elles ne seront pas appliquées partout et seront de plus difficiles à contrôler. En toute rigueur, il faudrait encore in-

corporer au prix de l'essence, le prix de l'oxygène nécessaire à sa combustion, supposée parfaite.

Le produit de cette taxe pourrait être versée à un fonds de reboisement international bien sûr, car la pollution ne s'arrête pas aux frontières.

Ceci nous permettra peut-être d'attendre la voiture électrique, alimentée par une pile à hydrogène, lequel serait produit directement par l'énergie solaire. Cette solution 100% propre existe, théoriquement du moins. La volonté politique, animant la Science, pourrait rendre ce futur rapidement accessible.

CONCLUSION

C'est sur cette vision d'avenir et cette note optimiste que j'aimerais terminer en rappelant que d'après les sociologues, l'utilisation que l'homme fait de l'espace a un lien direct avec ses capacités d'établir des relations avec les autres. Dans cette recherche pour une organisation consciente de l'espace seules des équipes pluridisciplinaires et multinationales incorporant des médecins, des sociologues, des urbanistes et des techniciens spécialistes de transport peuvent espérer résoudre les problèmes extrêmement ardues que pose notre société industrielle dite de consommation.

La recherche particulièrement dans ce domaine, est devenue une chose trop sérieuse pour la laisser à des chercheurs qui ne seraient que des techniciens.

Mesdames, Messieurs, je vous remercie pour votre attention.

PS: J'aimerais remercier ici tous ceux qui nous ont aidés pour la rédaction de ce texte. Tout d'abord toute l'équipe Transport de l'Institut Battelle sous la direction de Monsieur P. Zuppi-ger, mais également nos consultants extérieurs et particulièrement Monsieur A. Alexandre, sociologue à l'OECD qui a étudié spécialement le problème du bruit dans les transports et le professeur Coblenz de l'Institut d'Anthropologie Appliquée à Paris. Tous ont manifesté un grand enthousiasme pour collaborer à cette approche globale de l'analyse des systèmes de transport.

NOTES EN BAS DE PAGE

(1) L'efficacité sociale est définie

comme le rapport $e = \frac{A - I}{C}$ où A est

la somme des avantages apportés aux usagers, I est la somme des inconvénients apportés à l'environnement et C'est le coût opératoire (toutes dépenses réunies: investissement, fonctionnement, etc.). L'étalon employé peut être: l'argent, le temps, la fatigue ou autre, e est un coefficient sans dimension.

(2) Les considérations qui vont suivre sont extraites en grande partie, d'une étude d'Analyse de Systèmes de Transports urbains faite pour l'une des plus grandes firmes d'automobile européenne.

(3) Nature, Vol. 240, December 8 - 1972.

(4) Fort vent glacé du Nord-Est.

LISTE DES FIGURES

No

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Principales mensurations d'un homme debout | 9 | Zone piétonnière de la ville d'Essen |
| 2 | Données anthropométriques de l'homme debout | 10 | Principales mensurations d'un homme assis |
| 3 | Surfaces occupées par des personnes face à face et côte à côte | 11 | Données anthropométriques de l'homme assis |
| 4 | Circulation des piétons en zone urbaine (sur un plan horizontal) | 12 | Surface requise en fonction du temps |
| 5 | Répartition de la vitesse de marche des piétons | 13 | Appui ischiatique |
| 6 | Distribution des vitesses de marche suivant les sexes | 14 | Accès aux sièges (passage de face et de profil) |
| 7 | Zones de confort et de circulation | 15 | Débit en fonction de la vitesse, bande transporteuse, escalators |
| 8 | Estimation de l'énergie dépensée (escaliers) | 16 | Principe d'accélération du Speedway |
| | | 17 | Photo du prototype Speedway |
| | | 18 | Temps de transfert |
| | | 19 | Systèmes dits "PRT", dimension optimale de la cabine |
| | | 20 | Pourcentages de places assises dans différents modes de transports mondiaux |
| | | 21 | Courbe accélérations et fréquences |
| | | 22 | Graphique des niveaux de bruit |
| | | 23 | Valeurs recommandées pour le confort du passager d'un système de transport |
| | | 24 | Niveau sonore produit par un train ou un métro (sol plan). |