

# Environnement urbain et santé

E. Grandjean

(Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH-Z, Clausiusstrasse 25, CH-8006 Zurich)

## 1. La vie de citadin et la santé

La ville, dans le temps, était considérée comme tombeau de l'humanité: la mortalité était bien plus élevée en ville qu'elle ne l'était à la campagne et le nombre de la population ne pouvait être maintenu que grâce à un afflux constant des villages. Des conditions d'hygiène insuffisantes, des épidémies, un taux élevé de mortalité infantile, la tuberculose et autres maladies infectieuses menaçaient la santé du citadin.

Ces conditions ont fondamentalement changé depuis le début de ce siècle. La longévité a passé d'environ 45 à plus de 70 ans. Les maladies infectieuses, qui, au début du siècle, étaient de loin encore le facteur principal de mortalité, ne jouent plus qu'un rôle secondaire depuis 20 ans.

Cependant, la longévité et la mortalité ne sont pas les seules mesures, ni même les plus importantes, pour évaluer la santé de l'homme. Cette objection est valable surtout, si on considère toute l'étendue du terme «santé» et qu'on lui donne comme base la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé, selon laquelle, la santé est un état de bien-être physique, psychique et social.

Dans cet ordre d'idées, il est intéressant de mentionner les observations faites par de nombreux psychiatres [12, 7], qui, au cours des dernières décades, ont pu constater un net accroissement des troubles psychiques. Ainsi, le nombre de cas d'incapacité en France, dûs à des psychoses ou névroses, aurait passé de 6 % en 1950 à près de 18 % en 1967.

Une relation entre la forme d'agglomération et la fréquence des troubles psychiques a pu être observée à plusieurs reprises [8]. Parmi ces troubles, il faut citer surtout:

- maladies psychosomatiques
- alcoolisme
- dépendance de drogues
- criminalité de mineurs
- comportement antisocial
- névroses

Tous ces troubles paraîtraient beaucoup plus souvent dans les taudis, dans les quartiers à grande densité de population [3] et dans les cités à buildings [7]. Toutefois, de nombreuses enquêtes démontrent que les troubles psychiques dépendent aussi en grande partie du niveau socio-économique de la population examinée. Il est donc impossible de définir aujourd'hui avec certitude, dans quelle mesure la santé des citadins est influencée par la forme d'agglomération en elle-même ou par la dépendance des conditions socio-économiques.

## 2. La vie de citadin et le bien-être

La menace directe de la vie en ville, due à des conditions d'hygiène insuffisantes, a été vaincue avec succès. Par contre, depuis deux dizaines d'années,

**La vie dans les régions urbanisées ne correspond plus guère à un fonctionnement harmonieux de l'organisme humain. Cet article envisage les facteurs que les architectes et les urbanistes doivent prendre en considération pour aménager des agglomérations judicieusement adaptées à l'homme.**

on relève de nouvelles tendances qui nuisent peut-être moins à la santé dans le sens physique mais d'autant plus au bien-être — donc à la qualité de vie: il s'agit de l'environnement transformé par la technique et l'urbanisation. La vie actuelle dans les agglomérations urbaines est, en effet, marquée par les faits suivants:

- Des émissions de bruit perturbent repos et sommeil; elles troublent certaines activités professionnelles.
- Des corps étrangers dans l'air provoquent une augmentation de la nébulosité, diminuent la radiation solaire et peuvent, si certaines limites sont atteintes, nuire à la santé physique.
- Le mode de vie généralement sédentaire occasionne un manque d'exercice, ce qui entraîne chez l'homme une réduction des fonctions des organes et du métabolisme.
- L'absence d'espaces verts combinée au mode de vie des citadins perturbent le développement physique et psychique des enfants adolescents.

## 3. Immissions de bruits

### 3.1. Effets

La circulation est la source principale de bruit en ville. Les études faites jusqu'à présent révèlent que le bruit causé par la circulation a les effets suivants:

- Il porte préjudice au sommeil.
- Il trouble la compréhension dans les dialogues.
- Il perturbe diverses activités de loisir (télévision, lecture, travaux intellectuels, repos, jeu et détente en plein air).
- Il dérange l'enseignement scolaire.
- Il nuit à la convalescence des malades dans les hôpitaux et institutions analogues.

Fig. 1 représente les résultats d'une enquête faite sur les effets sonores du trafic aux environs de Bâle, Suisse [1]. Un groupe de 400 personnes, choisies selon le hasard, a été questionné, entre autre, sur les perturbations provoquées par le bruit de la circulation. En même temps, l'ampleur du bruit causé par le trafic a été mesuré pour chaque habitation. La fréquence des plaintes concernant le trouble des loisirs augmentait avec l'intensité sonore moyenne du trafic. En outre, il a été révélé, que le bruit de la circulation perturbait principalement les fonctions de relâchement telles que repos et sommeil.

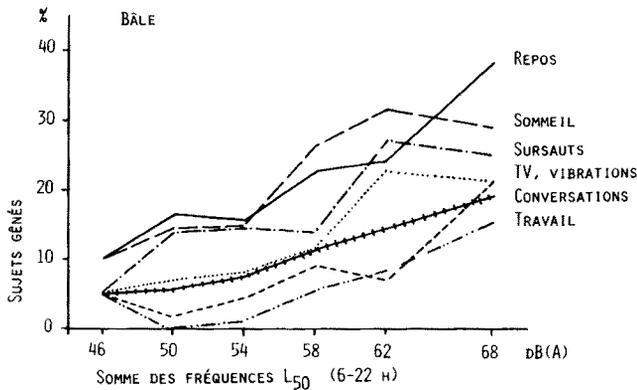


Figure 1 Effets du bruit de la circulation sur les loisirs. Enquête effectuée aux environs de Bâle (1). Verticalement: pourcentage des données sur les perturbations des 400 personnes interrogées. Horizontalement: somme des fréquences d'intensité L<sub>50</sub> (intensité sonore moyenne) durant la journée (06.00 à 20.00 h) devant les fenêtres.

Dans une enquête suédoise, les personnes interrogées sur les effets du bruit devaient répondre «non perturbé» et «très perturbé». Les résultats sont représentés par Fig. 2.

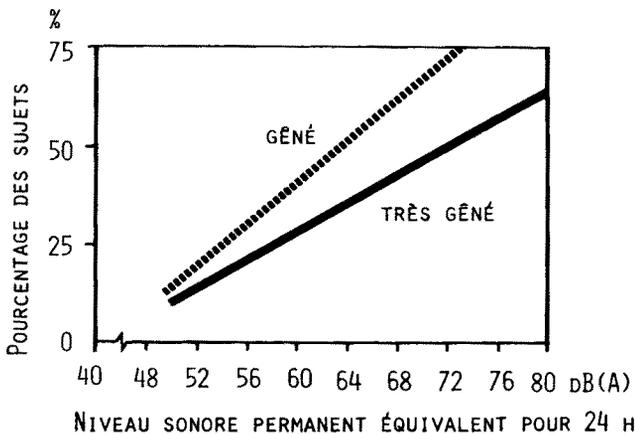


Figure 2 Ampleur de la gêne causée par le bruit du trafic dans les zones résidentielles. Enquête suédoise [11]. L'intensité permanente équivalente correspond à peu près à la somme des fréquences d'intensité L<sub>50</sub>+5.

### 3.2. Directives et valeurs limites

En considération des recherches effectuées jusqu'à présent et en tenant compte des expériences générales, on peut dire en résumé:

- Si l'intensité sonore moyenne L<sub>50</sub> se trouve en dessous de 50 dB (A) le jour et en dessous de 40 dB (A) la nuit, un quartier résidentiel peut être qualifié de calme.
- Si l'intensité sonore moyenne L<sub>50</sub> dépasse 60 dB (A) le jour et 45 dB (A) la nuit, le bruit est considéré comme excessif et intolérable pour une zone résidentielle.

Pour planifier la construction de routes et de lotissements, il convient de tenir compte des différentes utilités d'une part, et de distinguer entre les zones non construites et celles qui sont déjà peuplées d'autre part. La signification et les bornes des valeurs limites sont fondamentalement différentes, selon qu'il s'agisse d'une région construite ou non:

- Dans une région, où il n'y a pas encore de constructions, les valeurs limites ont but de protéger les lotissements futurs des émissions sonores, afin de garantir au bien-être. Ces valeurs limites fournissent ainsi les directives à la planification.
- Dans les régions déjà peuplées, les valeurs limites ont pour but de protéger les habitants d'un excès de bruit. Ces valeurs limites sont à la base de toutes les mesures d'assainissement.

Il va de soi, qu'il faut envisager des valeurs limites plus strictes pour les zones non construites que pour celles déjà peuplées. Alors que, dans le premier cas, les points de vue idéologiques prédominent, il faut plutôt respecter les considérations pragmatiques dans le second. Le Tableau 1 groupe les valeurs limites [5, 6].

Tableau 1

Valeurs limites pour le bruit causé par le trafic. Intensité mesurée devant les fenêtres. Jour: 0600-2200 h. Nuit: 2200-0600 h. Intensité moyenne (L<sub>50</sub>): somme des fréquences d'intensité. Les valeurs limites pour régions sans bâtiments servent de directives à la planification. Les valeurs limites pour régions avec bâtiments servent de base aux mesures d'assainissement.

| Régions et utilité   | Intensité sonore moyenne L <sub>50</sub> |            |                             |            |
|----------------------|--|------------|-----------------------------|------------|
|                      | pour régions sans bâtiments              |            | pour régions avec bâtiments |            |
|                      | jour dB(A)                               | nuit dB(A) | jour dB(A)                  | nuit dB(A) |
| Cités résidentielles | 50                                       | 40         | 60                          | 45         |
| Zones mixtes         | 60                                       | 45         | 60                          | 45         |
| Ecoles               | 50                                       | —          | 55                          | —          |
| Hôpitaux             | 50                                       | 40         | 50                          | 40         |

### 3.3. Mesures de protection

Les mesures législatives visant une réduction du bruit provoqué par des véhicules à moteur, trams et autres moyens de transport ont déjà été largement discutées et souvent décrites; c'est pourquoi nous ne les repreneons pas ici. Pour pouvoir juger des mesures architectoniques et de planification, il faut toutefois connaître les règles suivantes concernant le bruit du trafic:

- Pour une zone rapprochée (à côté d'une route), les intensités sonores restent inchangées par rapport à la distance.
- Une zone rapprochée s'étend depuis quelques m jusqu'à environ 50 m de distance. L'équation suivante est valable dans les conditions de proximité:

zone rapprochée = 10 000 m/unités de véhicules par h.

- Pour une zone rapprochée, une circulation doublée augmente l'intensité du bruit de 6 dB.
- Pour une zone éloignée, l'intensité sonore moyenne ne diminue que de 3 dB par distance doublée.
- Pour une zone éloignée, une circulation doublée augmente l'intensité sonore de 3 dB.

En résumé, on peut retenir les points suivants en ce qui concerne les mesures architectoniques contre le bruit:

- Les routes contournantes sont efficaces si la distance aux habitations comporte au moins 300 m lorsque le bruit se répand librement sans obstacle.
- Des obstacles solides sous forme de murs, remparts ou édifices réduisent considérablement l'intensité sonore dans leur ombre de son. Globalement, on peut retenir, que l'intensité du bruit est réduite d'environ 10 à 20 dB dans l'ombre du son d'un obstacle solide. Les tunnels, passages couverts et souterrains pour les routes sont encore plus efficaces.
- Adaptation des plans des bâtiments: les pièces les plus sensibles au bruit du côté de la façade opposée au trafic.
- La hauteur des édifices a une grande influence sur la sonorité: à partir d'une hauteur de 7 m + 2 à 3 dB, à partir de 16 m de haut + 4 à 6 dB. Cela signifie que des édifices élevés nécessitent une distance double des routes que les maisons à un étage.
- Les routes bétonnées augmentent la sonorité de 5 dB par rapport aux routes asphaltées.
- Les limitations de vitesse diminuent le bruit d'environ 5 dB, à condition de réduire la vitesse d'à peu près 40 à 50 km/h.
- Le pourcentage des poids lourds dans le trafic augmente le bruit. Si ce pourcentage est majoré de 20 %, l'intensité sonore est accrue d'environ 5 dB.
- Les montées et carrefours augmentent le bruit de 3 à 5 dB.
- Les plantations d'arbres et de buissons ont un pouvoir moindre de réduction du bruit. Pour une largeur de 50 m on peut compter avec une diminution de 5 dB environ.

Une évaluation sommaire de toutes ces mesures se trouve au Tableau 2.

#### 4. Pollution de l'air

4.1. L'ampleur de la pollution de l'air libre par des corps étrangers est due presque entièrement à la consommation technique d'énergie par l'homme. Cette consommation dépend de nouveau de l'accroissement de la population et du développement technique et économique des pays industrialisés.

Tableau 2

Evaluation de mesures de protection contre le bruit du trafic.

- +++ = très efficace (plus de 10 dB)
- ++ = efficacité moyenne (5-10 dB)
- + = efficacité minime (5 dB au plus)

| Mesures de protection  | Efficacité | Annotations  |
|--|------------|--|
| Routes de contournement  | +++        | Nécessité d'une distance de plusieurs centaines de m des habitations |
| Passage couvert ou tunnel  | +++        | —  |
| Obstacles solides (murs, remparts, édifices)   | +++        | Nécessité d'une bonne proportion                                     |
| Adaptation des plans de construction, maisons basses   | ++         | Possibilités limitées Orientation des façades (?)                    |
| Recouvrement des routes, vitesse, pourcentage des poids lourds, montées, carrefours, plantations | +          | —  |

Les sources directement responsables de la pollution de l'air et leur prorata approximatif à la consommation totale d'énergie ressortent de la spécification ci-après:

- Chauffage domestique et eau chaude 50 %
- Carburants pour véhicules et avions 30 %
- Industrie 20 %

Cette spécification est valable pour une considération globale d'un état industrialisé. Des divergences locales ou régionales de ces valeurs moyennes sont possibles. Ainsi, les émissions des usines prédominent dans les centres à forte concentration industrielle et, dans les rues avec trafic dense, celles des véhicules. En outre, la diversité des composants polluant l'air, qui dépendent du produit énergétique brut employé, est également un facteur important. Le Tableau 3 énumère les sources de consommation énergétique, les émissions en résultant et leur signification toxicologique.

Tableau 3

Sources, émissions et signification toxicologique des principaux polluants de l'air.

- +++ = très fortes émissions
- ++ = fortes émissions
- + = émissions modérées

| Corps étrangers             | Consommation d'énergie Charbon | Mazout | Es-sence | Signification toxicologique                            |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|----------|--|
| Poussière, suie             | +++                            | +      | +        | Porteur d'éléments toxiques, Irritants                 |
| Dioxyde de soufre           | ++                             | +++    | —        | Irritant   |
| Oxydes azoteux et Aldéhydes | —                              | ++     | ++       | Irritants  |
| Hydrocarbures               | +                              | +      | +++      | Irritants et éléments provoquant le cancer             |
| Monoxyde de carbone         | ++                             | ++     | +++      | Asphyxiant, réduit les fonctions cérébrales            |
| Plomb                       | +                              | —      | +++      | Poison général avec affinité particulière pour le sang |

4.2. Influences météorologiques

L'ampleur de la pollution de l'air est déterminée par les émissions d'une part, et par les conditions météorologiques d'autre part. Lorsque le vent souffle à plus de 6 m/s, il semble que l'air se charge relativement peu de corps étrangers. En Suisse, le vent atteint cette vitesse approximativement à 10 % des jours par an.

L'absence de vent, qui règne surtout lors d'une inversion atmosphérique, est très défavorable. Les inversions atmosphériques sont marquées par un retour de couches verticales de température, des masses d'air chaud reposent sur des nappes d'air froid et empêchent ainsi le renouvellement vertical normal de l'air. Les couches proches du sol se transforment en brume ou brouillard et se chargent d'impuretés.

Si l'inversion atmosphérique se maintient, l'air peut dangereusement se charger d'éléments étrangers nuisibles à la santé. C'est pourquoi une analyse approfondie des conditions météorologiques locales s'impose lors de la planification d'un lotissement ou d'une zone industrielle.

4.3. Effets

Une augmentation des impuretés chargeant l'air dans les cités résidentielles peut avoir les conséquences suivantes:

- Dommages causés à la santé entraînant un taux de mortalité plus élevé ou une augmentation des maladies.
- Irritations et douleurs dans les yeux et voies respiratoires.
- Diminution du bien-être par des émanations d'odeurs, des poussières retombant sur appuis de fenêtres, tentures et meubles, par une visibilité réduite et un soleil caché.
- Dommages causés aux bâtiments, plantes et au monde animal.

Les observations faites à Londres en décembre 1952, lors d'une situation d'inversion atmosphérique particulièrement prolongée, démontraient combien dangereuses peuvent être ces impuretés dans l'air. Les résultats de ces observations sont représentés à la Fig. 3.

Durant cette période d'inversion, la contenance en dioxyde de soufre dans l'air a augmenté à peu près de trois fois, et celle en suie d'environ cinq fois. Par la suite, avec un retard de quelques jours, la mortalité dans la population londonienne s'est triplée pour retomber à un taux normal une semaine plus tard. Ce surcroît de mortalité a été beaucoup plus élevé que celui causé par des épidémies actuelles (gripes, choléra en Italie 1973 et autres) qui peuvent être constatées dans les pays industrialisés.

Depuis lors, des observations analogues ont été faites dans divers pays [5] à des époques, où l'air était

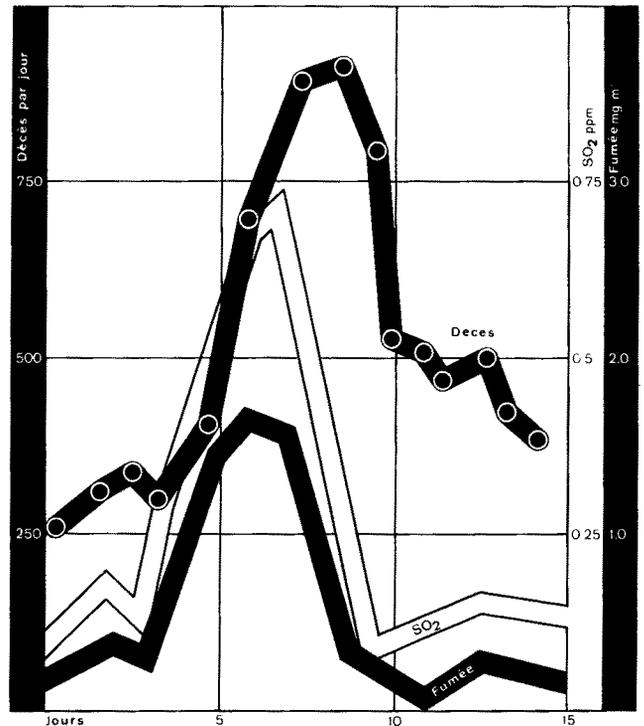


Figure 3 Impuretés dans l'air et taux de mortalité durant une période d'inversion à Londres en 1952.

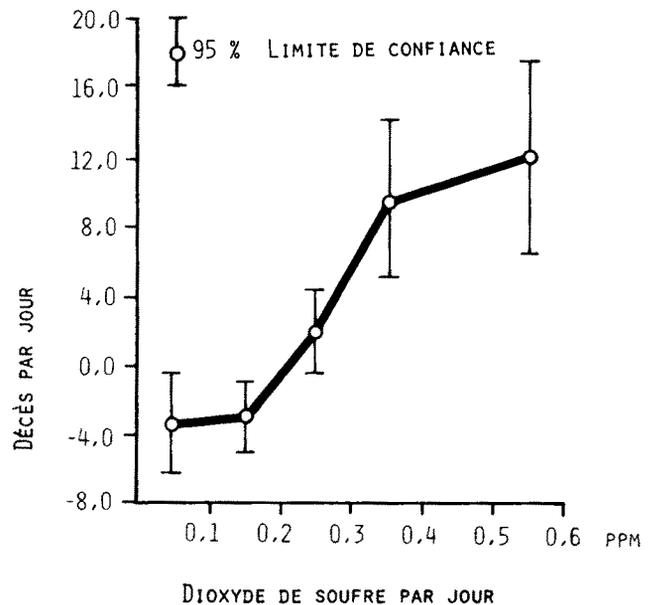


Figure 4 Moyenne de la mortalité à New York par journée d'une contenance égale en dioxyde de soufre dans l'air pendant les années 1960 à 1964. (La mortalité 0,0 correspond à la moyenne de mortalité calculée sur une période de 5 années [4].)

particulièrement chargé d'impuretés. Une analyse du jour au jour spécialement révélatrice a été effectuée par Glasser et Greenburg [4] à New York pour les années 1960 à 1964. Les résultats sont représentés par Fig. 4. La mortalité journalière montait en flèche, lorsque la contenance en dioxyde de soufre dans l'air dépassait 0,2 ppm. En comparant toutes les journées avec moins de 0,2 ppm de dioxyde de soufre avec les journées ayant 0,4 ppm et plus, une augmentation du taux de mortalité de 15 décès par jour a pu être vérifiée. L'excédent des décès touchait les personnes âgées de 45 ans et plus et était dû principalement aux maladies des voies respiratoires, à l'influenza, aux maladies du cœur et de la circulation.

Dans le cadre d'une étude approfondie faite à Buffalo [13] et à Nashville [14], on a comparé l'état de santé de groupes de population plus ou moins exposés. Une partie des résultats est illustrée par les Fig. 5 et 6. La mortalité est accrue selon le degré de la pollution de l'air (mesure suivant la contenance en poussières en suspension) dans les quartiers résidentiels des groupes de population examinés. (Cette dépendance était significative même si des groupes d'un niveau socio-économique égal étaient comparés.)

Tous les résultats d'études publiés jusqu'à présent permettent de déduire les conclusions suivantes:

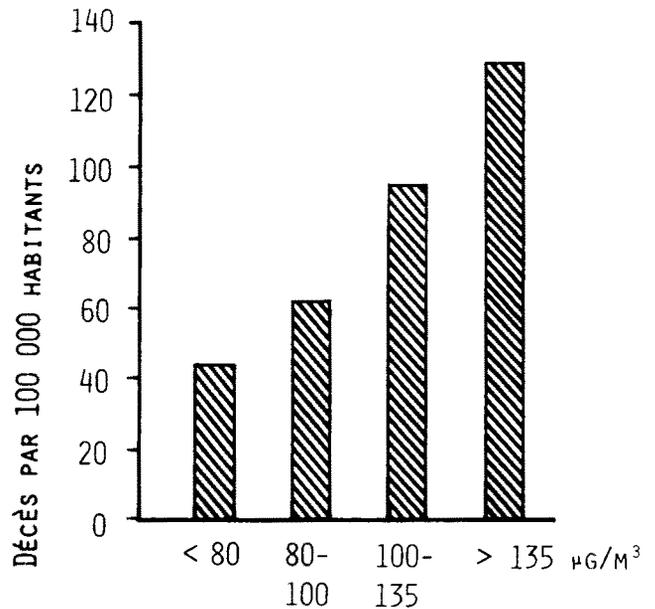
- Une majoration du taux de mortalité et une fréquence accrue de maladies sont notées lorsque la pollution de l'air augmente.
- Parmi les dommages causés à la santé, on constate le plus souvent des maladies des voies respiratoires (bronchites chroniques, emphysèmes, pneumonies et asthme); à cela, il faut ajouter une augmentation du cancer ainsi que des maladies du cœur et de la circulation sanguine.

4.4. Etendue et valeurs limites

L'étendue de la pollution de l'air dans les villes atteint aujourd'hui l'ordre suivant (moyenne annuelle):

- poussières en suspension 100-200 µg/m³
- plomb 3-5 µg/m³
- dioxyde de soufre 0,03-0,05 ppm
- oxyde azoteux 0,03-0,1 ppm
- monoxyde de carbone 10-20 ppm
- formaldéhyde 0,02-0,04 ppm

Des valeurs limites pour des émissions et immissions admissibles ont été proposées dans de nombreux pays et partiellement aussi mises en application. Sur base des résultats d'études épidémiologiques, les autorités américaines ont établi en 1971 de nouvelles normes, appelées les «U.S Air Quality Standards» [10]. Par là, elles désirent protéger la santé des populations exposées en prévoyant une marge de sécurité suffisante. Ces normes sensiblement plus strictes sont à accueillir favorablement si on vise à une hygiène de l'environnement.



POUSSIERES EN SUSPENSION EN 24 H

Figure 5 Mortalité annuelle due à des maladies des voies respiratoires (asthme, bronchites, emphysèmes) dans 4 groupes exposés à un degré différent de pollution d'air (Rasse blanche, sexe masculin, âge entre 50 et 69 ans, à Buffalo [13]).

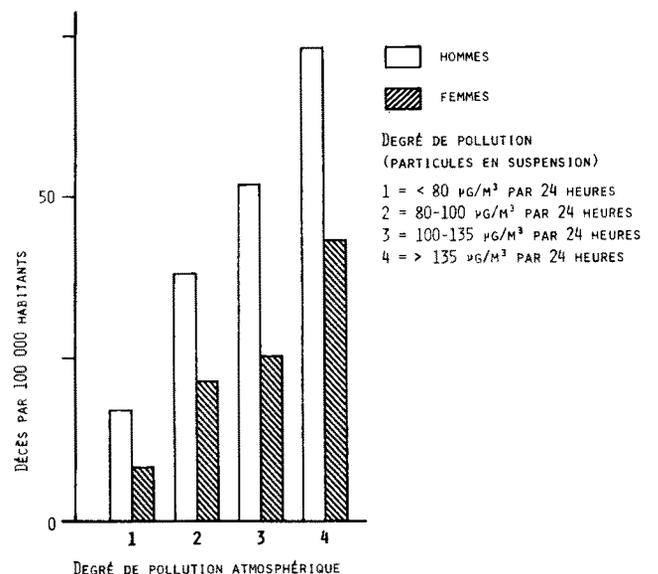


Figure 6 Mortalité annuelle due au cancer de l'estomac dans 4 groupes exposés à un degré différent de pollution d'air (hommes et femmes de race blanche âgés de 50 à 69 ans à Buffalo [13]).

Le tableau 4 énumère les valeurs (appelées standards primaires) établies pour la protection de la santé.

Tableau 4

National Air Quality Standards (U.S.A., 1971)

Standards primaires établis pour la protection de la santé.

| Corps étrangers          | —                        | Moyenne annuelle | Valeurs à courte durée |
|--------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| Dioxyde de soufre        | ppm                      | 0,03             | 0,14 (24 h)            |
| Dioxyde azoteux          | ppm                      | 0,05             | —                      |
| Poussières en suspension | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 75               | 260 (24 h)             |
| Hydrocarbures            | ppm                      | —                | 0,24 (3 h)             |
| Oxydants                 | ppm                      | —                | 0,08 (1 h)             |
| Monoxyde de carbone      | ppm                      | —                | 9 (8 h)                |
| Monoxyde de carbone      | ppm                      | —                | 35 (1 h)               |

#### 4.5. Mesures

Législateurs, autorités, planificateurs et technologues disposent de nombreuses possibilités de réduire l'étendue de la pollution de l'air à des limites supportables. Qu'il me soit permis d'énumérer sommairement ici les mesures les plus efficaces:

- Diminution du contenu en soufre dans le mazout.
- Contrôle périodique et meilleur entretien du chauffage domestique.
- Promotion conséquente des centrales de chauffage à distance.
- Promotion des sources d'énergie polluant peu l'environnement.
- Mesures pour une économie d'énergie (par exemple une meilleure isolation des bâtiments, suppression de climatiseurs inutiles).
- Installations d'épuration d'air et cheminées hautes.
- Séparer les zones industrielles des régions peuplées et prévoir leur emplacement du côté opposé au vent.
- Maintenir rigoureusement les distances nécessaires entre les sources d'émission et les zones résidentielles ou centres de récréation.
- Des lois et réglementations propices à réduire avec efficacité les émissions des véhicules à moteur, ainsi que des installations industrielles et professionnelles.
- Promotion conséquente des transports publics.
- Zones réservées aux piétons dans certains centres urbains.
- Des routes sans carrefours et éviter les embouteillages. (Fig. 7 montre les effets du trafic ralenti sur la contenance en monoxyde de carbone dans l'air des rues.)
- Pas de trafic de transit dans les quartiers résidentiels.
- Construction en grande échelle de routes de contournement. (Fig. 8 montre un exemple de l'effet heureux d'une route de contournement.)

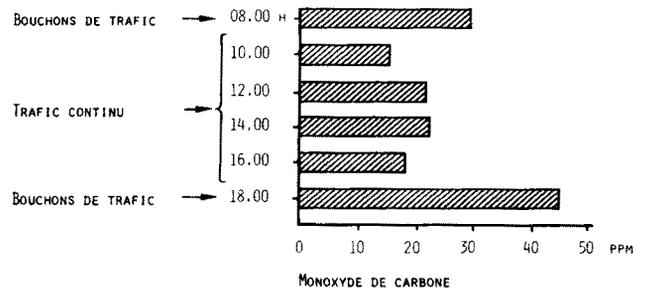


Figure 7

Contenance en monoxyde de carbone dans l'air à la Langstrasse à Zurich selon l'affluence du trafic [9].

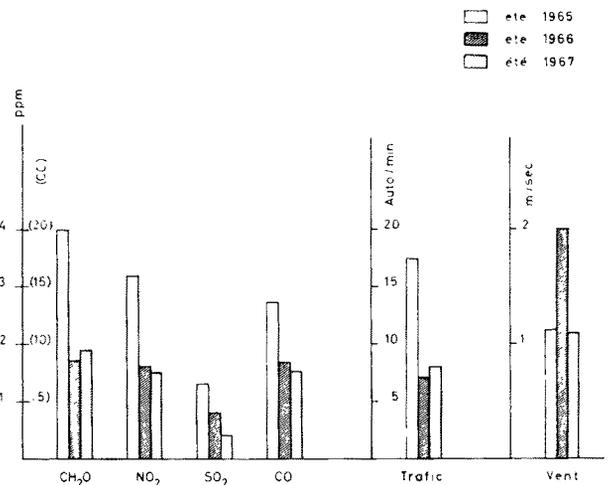


Figure 8

La pollution de l'air provoquée par des véhicules à moteur dans le centre de Baden (Suisse) avant 1965 et en 1966 et 1967, après avoir ouvert au trafic une route de contournement (9).

Les diverses mesures n'ont qu'un effet limité, lorsqu'elles sont appliquées individuellement. Maintenir l'air propre est un problème qui doit être considéré dans son ensemble: l'homme d'aujourd'hui doit combattre la pollution de l'air sur tous les fronts. Seule la combinaison, tant que possible, de toutes les mesures peut rendre un degré de propreté souhaitable à la qualité de l'air. A longue échéance, évidemment, l'homme devra trouver une solution, non seulement à ces mesures, mais aussi aux problèmes posés par l'accroissement de la population, l'expansion économique et l'extension toujours majorée des besoins en énergie. Car la liste des mesures énumérées ne suffira pas, à la longue, pour compenser une consommation d'énergie sans cesse croissante avec tous ses effets sur l'environnement (pollution de l'air, réduction de la chaleur, déchets).

#### 5. Espaces verts – indispensables à l'équilibre de la population urbaine

Ainsi qu'il a déjà été mentionné plus haut, les causes de décès les plus fréquentes dans les nations in-

dustrialisées sont aujourd'hui les maladies cardiaques et de la circulation sanguine. Mis à part les tendances héréditaires, les habitudes des fumeurs et l'alimentation, le manque d'exercices physiques représente un des principaux facteurs provoquant cette maladie. En outre, le mode de vie sédentaire a une influence défavorable sur la croissance et le développement des enfants, les maladies dues à l'usure (maladies rhumatismales et fatigues dorsales) et sur de nombreuses autres maladies des adultes. Suite à ces considérations, l'exigence médicale s'impose de créer des espaces suffisants en plein air sous forme de parcs, pelouses, sentiers pour piétons, plaines de jeu et de sport, piscines et, dans le voisinage immédiat des villes, de vastes centres de récréation.

Les planificateurs appellent l'ensemble de ces surfaces en plein air les «espaces verts», qui répondent de nouveau à deux catégories: la «verdure physique» destinée à l'emplacement de plaines de jeu et de sport, et la «verdure sanitaire», qui groupe les aménagements de parcs et promenades publiques.

Les espaces verts ne sont pas seulement des champs d'action nécessaires au maintien d'une bonne santé physique; pour beaucoup de personnes ils représentent également le cadre idéal pour une détente et une récréation psychique. C'est pourquoi il est très important d'intégrer ces zones vertes de manière harmonieuse dans le caractère de la ville. Elles doivent alléger le «paysage urbain» et inspirer au contemplateur une impression de libération des contraintes imposées par un espace vital réduit. Un catalogue des principales fonctions des espaces verts est donné par le Tableau 5. Discuter l'aménagement et les mesures de tous genres d'installations dans les zones vertes nous mènerait trop loin ici. Pour plus de détails voir [5] et [2].

Tableau 5  
Fonctions des espaces verts.

| Fonctions   | Annotations  |
|---|--|
| Espace pour activités physiques                                     | —  |
| Détente psychique   | Une protection contre le bruit s'impose                              |
| Aménagement spatial d'une ville                                     | Critères esthétiques importants                                      |
| Fonctions sociales: points de rencontre, centres de jeux collectifs | Pelouses pour le jeu, aménagements pour les loisirs, restaurants     |
| Influences sur la qualité de l'air et le climat                     | Lorsque les surfaces sont grandes et pourvues d'arbres et de plantes |

## 6. Conclusions

A côté d'un bon nombre de facilités et d'avantages que la ville moderne a offert à ses habitants, elle a contribué aussi aux transformations de l'environnement, qui ont créé dans une mesure croissante des condi-

tions de vie physiologiquement peu propices. A l'avant-plan se trouvent:

- les émissions sonores
- la pollution de l'air, et
- un milieu aux constructions serrées et désordonnées avec un espace vital insuffisant

Si on veut sauvegarder une existence décente aux habitants des villes de demain, il faut accorder à l'homme le droit élémentaire au calme, à l'air pur et à l'espace libre nécessaire aux mouvements et à la récréation. Les autorités, projeteurs et architectes devraient donc donner une priorité absolue à la réalisation de conditions d'environnement rendant justice à ces droits de l'homme. Toutefois, tous les besoins de l'homme ne sont pas respectés par une ville physiologiquement bien adaptée — équitable à l'environnement. Il reste un grand nombre de points psychiques et sociaux, qui sont difficiles à saisir et plus difficiles encore à mesurer. Je me permets d'en énumérer rapidement quelques-uns:

- L'homme veut appartenir à «sa» ville; il a tendance à s'identifier avec elle.
- Il y cherche aussi les contacts humains.
- L'homme veut se sentir en sécurité et à l'aise dans sa propre ville.
- L'homme se trouve bien dans sa ville s'il l'éprouve comme belle, accueillante, vivante, agréable et intéressante.

Une ville, qui désire satisfaire à ces besoins psychiques et sociaux, doit former son caractère de manière esthétique équivalente. La ville doit être un événement esthétique, qui transmet poésie, enchantement, joie et beauté.

Respecter les besoins physiologiques ainsi que les exigences pour une planification équitable à l'environnement, voilà les conditions indispensables pour créer une ville accueillante. Ces conditions de base forment le cadre à l'intérieur duquel architectes et planificateurs doivent réaliser une ville qui soit en même temps un événement esthétique.

## Zusammenfassung

### Städtische Umwelt und Gesundheit

Das Leben in städtischen Siedlungsgebieten ist heute durch folgende Gegebenheiten gekennzeichnet: Lärmimmissionen beeinträchtigen Ruhe und Schlaf und stören die Sprachverständlichkeit und gewisse Arbeiten; die Luftverunreinigung bewirkt eine Zunahme der Krankheiten der Atmungsorgane und bei hohen Graden eine Erhöhung der Sterblichkeit; Bewegungsarmut und sitzende Lebensweise beeinträchtigen Entwicklung und Wachstum der Kinder und bilden Teilursachen mehrerer Krankheiten der Erwachsenen. — In diesem Beitrag werden Grenzwerte für Immissionen und die notwendigen Massnahmen zur Gestaltung einer umweltgerechten Stadt behandelt. Schliesslich wird darauf hingewiesen, dass die physiologischen Forderungen den Rahmen ergeben, innerhalb dessen Architekten und Planer eine Stadt auch ästhetisch gestalten und ordnen sollen.

**Résumé**

De nos jours, la vie dans les agglomérations urbaines est marquée par les faits suivants: Des émissions de bruits perturbent repos et sommeil et troublent la compréhension des communications orales et certains travaux; la pollution de l'air provoque une augmentation des maladies des voies respiratoires et, à taux élevé, une mortalité accrue; le manque d'exercice et un mode de vie sédentaire nuisent au développement et à la croissance des enfants et sont les facteurs partiels de plusieurs maladies d'adultes. Cet article traite des valeurs limites pour les immissions et des mesures nécessaires à prendre pour créer une ville en fonction du milieu. Il démontre finalement que le cadre est formé par les exigences physiologiques et que architectes et urbanistes doivent – dans ce cadre – projeter et grouper une ville tout en respectant l'aspect esthétique.

**Summary***Urban environment and health*

Life in urban residential areas is characterized today by the following factors: noise immissions impair rest and sleep, and disturb oral communications and certain types of work; air pollution brings about an increase in illnesses of the respiratory tract and, if it reaches a high degree, even a rise in mortality; lack of exercise and the sedentary way of life impair the development and growth of children, thus forming some of the causes of many illnesses in adult life. – In this article, immission limits are discussed as well as the necessary measures for the design of an environmentally appropriate city. In conclusion it is pointed out that the physiological demands provide the framework within which architects and planners should design and arrange a city in an aesthetically pleasing way.

**Références**

- [1] Arbeitsgemeinschaft für sozio-psychologische Untersuchungen des Fluglärms: Untersuchungen der Fluglärmwirkungen in der Umgebung der Flughäfen Zürich, Basel und Genf (P. Graf, H. P. Meier und R. Müller). Herausgeber: Eidg. Luftamt, Bern 1973.

- [2] Bund Deutscher Landschafts-Architekten: Das Kind in der Stadt. München: Callwey 1973.
- [3] Galle O. R., Gove W. R. and McPherson J. M.: Population density and pathology: what are the relations for man? *Science* 176, 23–30 (1973).
- [4] Glasser M. and Greenburg L.: Air pollution mortality and weather in New York City 1960–1964. *Arch. environment. Hlth.* 22, 334 to 343 (1971).
- [5] Grandjean E. und Gilgen A.: Umwelthygiene in der Raumplanung. Ott Verlag Thun/München 1973.
- [6] Grandjean E. und Lauber A.: Lärmimmissionen bei Autobahnen. *Neue Zürcher Zeitung* Nr. 94, 26.2.1973.
- [7] Hazeman R. H.: Gigantisme et pollution. *Rév. Méd. psychosom.* 4, 373–389 (1971).
- [8] Hollingshead A. B. and Redlich F. C.: Social class and mental illness: a community study. New York 1958.
- [9] Müller Th. Th.: Lufthygienische Untersuchungen in Siedlungsbereichen der Region Zürich. Thèse ETH Zurich, 1969.
- [10] National primary and secondary ambient air quality standards. Fed. Reg. 36, April 30, 1971, pp. 8186–8201, Washington D.C.
- [11] National Swedish Institute for Building Research: Traffic noise in residential areas of Stockholm, Report Nr. 36 E, 1968.
- [12] Spiegelberg U.: Psychiatrische Probleme der Grossstadt. *Umschau Wiss. Techn.* 72, 356–357 (1972).
- [13] Winkelstein W., Kantor S., Davis E. W. and Mosher C. S.: Air pollution and mortality. *Arch. environment. Hlth.* 14, 162–169 (1967); 16, 401–405 (1968); 18, 544–547 (1969).
- [14] Zeidberg L. D. et al.: The Nashville air pollution study. *Amer. J. publ. Hlth.* 54, 85–97 (1964); *Arch. environment. Hlth.* 15, 214–224 (1967).

**Adresse de l'auteur**

Prof. Dr méd. Etienne Grandjean, Institut d'Hygiène et de Physiologie du Travail, Ecole Polytechnique Fédérale Zurich, Clausiusstrasse 25, CH-8006 Zurich.