

Design des milieux

Comment intervenir dans la pollution de l'air ?



Design des milieux

Comment intervenir dans la pollution de l'air ?

Ningyan ZHANG
Mémoire - DNSEP Design
Sous la direction de Jehanne Dautreya
ENSAD Nancy
2023

« La respiration manifeste notre lien de dépendance absolue à l'environnement dans lequel nous évoluons. Respirer est un acte si naturel que nous en oublions qu'il est essentiel pour chaque être humain. Sans oxygène, nous ne pourrions pas vivre. »

Exposition *Respire*, 2022
ENSAD Nancy
Patrick Beaucé

Avant propos

Pendant longtemps, la pollution de l'air n'était qu'un mot ou un tas de données dans ma tête. Après avoir vécu dans des villes différentes, j'ai commencé à réaliser que la pollution de l'air n'est pas seulement un tas de donnée, elle m'affecte aussi au quotidien. À Pékin, vous pouvez toujours voir clairement un grand brouillard dans le ciel ; au printemps et à l'automne de Nankin, j'éternuais souvent quand je marchais dehors ; après avoir été touchée par une tempête de sable, le ciel de Nancy devient orange.

En tant que coureuse en plein air, je vivais dans une ville où la qualité de l'air était mauvaise, après plusieurs semaines de footing, j'ai ressenti une gêne au niveau du larynx. Pour cette raison, j'ai dû abandonner cette activité qui dans ce mode de vie sédentaire m'était bénéfique aussi bien physiquement que mentalement. Parce que vous n'avez pas besoin de communiquer avec les autres ou de les écouter lorsque vous courez. Et dans mon projet

professionnel cela me permettait de contempler le paysage urbain et de reconsidérer son aménagement. Et tout cela a été détruit par une grave pollution de l'air, qui a eu un certain impact sur ma santé physique et mentale.

C'est en grande partie ce motif qui m'a incitée à écrire ce mémoire. Depuis le début de la prise de conscience de l'existence d'une pollution atmosphérique jusqu'à aujourd'hui, les recherches qui identifient l'air que nous respirons quotidiennement montrent une constante augmentation des taux et des différents polluants. J'introduirai des mesures visant à réduire la pollution atmosphérique à différentes échelles :

- au niveau urbain
- au niveau des bâtiments
- au niveau individuel

Enfin, je m'attarderai sur certaines plantes qui sont bonnes pour purifier l'air ; elles modifient tranquillement notre cadre de vie.

Sommaire

AVANT PROPOS	P. 6	DÉVELOPPEMENT DE L'URBANISME ET LA POLLUTION INDUSTRIELLE	P. 33
COMMENT RESSENTONS-NOUS L'AIR	P. 11	<i>La formation de villes</i>	P. 34
HISTOIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE	P. 15	<i>La pollution industrielle</i>	P. 36
<i>Charbon, fumée à Brintain</i>	P.16	<i>Rénovation urbaine de Paris</i>	P. 37
<i>Pollution causée par la production de papier en Chine</i>	P. 18	L'ESSOR DES PARCS	P. 41
<i>Décès et régénération à Cheonggyecheon, Corée</i>	P. 20	<i>Un embryon de système de parc</i>	P. 42
QUAND L'AIR STAGNANT MENACE LA SANTÉ	P. 23	<i>Les parcs de Londres</i>	P. 43
		<i>Les parcs de Paris</i>	P. 48
		<i>Le développement complet du système de parcs</i>	P. 50
		<i>La trame verte & l'espace vert</i>	P. 54

**COMMENT LA
QUALITÉ DE
L'AIR AFFECTE
LA CONCEPTION
ARCHITECTURALE**

<i>The Octagon</i>	P. 58
<i>Hôpital Royal Victoria</i>	P. 66
<i>La ventilation urbaine</i>	P. 73
<i>Linked Hybrid</i>	P. 76
<i>Toiture végétale</i>	P. 79

**DISPOSITIFS
D'INTERVENTION
MICRO-
CLIMATIQUES**

<i>Coolia, Coolia, Dryia</i>	P. 84
<i>et Clearia</i>	
<i>City Tree</i>	P. 89

**LA POLLUTION
DE POINT DE VUE
D'AUJOURD'HUI**

<i>L'importance accordée aujourd'hui à la micro échelle individuelle</i>	P. 96
<i>Les plantes miraculeuses</i>	P. 108

**LES DIFFÉRENTS
SOLUTIONS POUR
INTERVENIR DANS
LA POLLUTION**

BIBLIOGRAPHIE P. 118

REMERCIEMENTS P. 124



Comment ressentons-nous l'air ?

Dès la naissance, nous respirons de l'air en permanence. La grande majorité du temps, nous ne sentons pas l'air des villes. Quand on commence à sentir l'air, c'est qu'il y a un problème de pollution. Lorsque l'air contient déjà d'autres éléments comme des pollens, des virus ou des toxines, il influe sur notre bien-être, notre qualité de vie et par conséquent influence les performances économiques des villes. Une installation a lieu dans Central Park à New-York, Breathe with Me est un projet artistique mondial en cours et à multiples facettes de l'artiste danois Jeppe Hein, et depuis 2019, il invite le public à peindre leur propre souffle à travers de longs coups de pinceau verticaux bleus sur de grandes surfaces dans divers motifs.

Dans la première vague de covid-19, la peur nous entoure comme de l'air, devenant une substance impénétrable enveloppant notre chair. En Chine, chaque action que nous entreprenons est réglementée, nous sommes donc obligés de nous autoréguler. En mars 2022, l'épidémie à Shanghai a



Fig. 1 Breathe with Me
Central Park, New-York
Jeppe Hein, 2019

entraîné un confinement pendant 75 jours dans la ville, par rapport au confinement français en 2020, nous sommes encore capables de sortir pour les bonnes raisons en France, comme faire les courses, promener le chien, etc. Au contraire, à Shanghai, les gens n'ont pas seulement l'interdiction de sortir, même les aliments et la santé ne sont pas garanties. Pour 24 millions de Shanghaiëns, il s'agissait d'une expérience sans précédent et d'une expérience époustouflante.

Ce confinement est une énorme remise en question causée par le problème de l'air, son impact sur l'économie n'en est qu'une partie, le plus grand impact est sur l'esprit humain. « Les gens vivent de certaines attentes, de la confiance en certaines perspectives, et il existe un sentiment de confiance entre les groupes de personnes et entre eux, une confiance qui existe entre les citoyens et les gouvernements, entre les individus et les autres. Aujourd'hui, ces obligations sont fortement attaquées, et provoquent même un certain sentiment de crise¹. »

1. « Confinement de Shanghai », <https://www.hk01.com>



Histoire de la pollution atmosphérique

Charbon, fumée à Brintain

Les premières grandes pollutions atmosphériques d'origine anthropique ont eu lieu en Angleterre avec le début de l'ère industrielle et l'utilisation massif du charbon ce qui a en partie permis aux Britanniques de devenir l'empire le plus puissant au monde. « Pendant longtemps, la suie provenant de la combustion du charbon est considérée comme inoffensive. Au milieu du XIXe siècle, la suie envahissait tant de villes britanniques que personne ne pensait qu'elle était dangereuse pour la santé humaine ou l'environnement. Ils attribuaient les maladies aux miasmes, qui provoquaient des gaz incolores et toxiques libérés par les plantes et les carcasses d'animaux en décomposition, tandis que les acides et le carbone contenus dans la suie étaient considérés comme de puissants désinfectants¹. »

1. Peter Thorsheim, *Inventing Pollution: Coal, Smoke, and Culture in Britain since 1800* (Labuan: 2006), p. 2.

perception a progressivement changé. L'air des villes britanniques étant de plus en plus chargé de fumée, il fallait attirer l'attention sur le fait que la pollution ne provenait plus de la décomposition organique, mais de la combustion du charbon. Cette évolution de la compréhension a donné naissance au mouvement de réduction du brouillard et a ouvert de nouvelles voies de réflexion sur la relation entre l'homme, la technologie et l'environnement. Les scientifiques ont inventé de nouveaux termes tels que "pluies acide" et "smog". Les médecins attribuaient à la fumée toute une série de risques pour la santé, notamment des maladies respiratoires et le rachitisme. La fumée a également été une source d'inspiration pour de nombreux peintres, tels que Claude Monet « Série des Parlements de Londres » et Jean Baptiste Armand Guillaumin « River Scene » etc.

Pollution causée par la production de papier en Chine

Pendant le règne de la Dynastie Song en Chine, les perturbations urbaines étaient en grande partie le résultat d'un conflit entre le manque d'espace urbain et la croissance rapide des villes. La fabrication du papier s'est épanouie sous la dynastie Song, et l'art de la fabrication du papier a été modifié pour être plus élaboré qu'auparavant, avec des procédés et des matériaux plus complexes. Il est enregistré dans le livre de Shuyuan sur la fabrication du papier dans la dynastie Song : le papier était fabriqué à partir des branches de Mûrier à papier. Le processus était le suivant lavage des branches à l'eau, ensuite cuisson à la vapeur pendant une longue période, pelage des branches bouillies, puis martelage avec une pierre pour éliminer tout excès d'impuretés et jusqu'à obtention d'une boue. La boue est ensuite mélangée à de la chaux et laissée pendant sept jours avant d'aller à la

rivière pour rincer la chaux, après quoi on continue à répéter les étapes précédentes, en rinçant et en vaporisant jusqu'à ce que les fibres de la plante soient complètement décomposées. Le papier est ensuite mis dans la pulpe et séché à l'aide d'un rideau de bambou, placé sur une surface de briques badigeonnée de chaux, et enfin emballé.

D'après cette description, il est clair que le papier était fabriqué sous la dynastie Song principalement avec de la chaux qui était évacuée directement dans l'eau après le lavage. En plus, les gens jetaient des déchets dans les rivières, ce qui, à long terme, entraînait l'accumulation de limon ; d'eau nauséabonde et boueuse, et provoquait une pollution atmosphérique.

Décès et régénération à Cheonggyecheon, Corée

En 2005, le gouvernement sud-coréen travaille en construisant une rivière artificielle dans la ville de Séoul pour améliorer la question environnementale au niveau local. À l'origine, cette rivière nommée Cheonggyecheon est située au cœur de Séoul, elle avait été creusée sur ordre du roi pendant la période Joseon, il y a 600 ans. À la fin de cette période, en raison d'afflux de paysans pauvres dans la ville, qui construisent des bidonvilles des deux côtés de la rivière pour y vivre, les conditions de vie s'y sont progressivement détériorées. Lorsque l'économie coréenne a commencé à exploser dans les années 70, pour augmenter la capacité des routes dans le centre-ville, le gouvernement sud-coréen a bâti une voie express viaduc à Cheonggyecheon. Le flux de trafic quotidien a dépassé 160 000 véhicules ce qui a entraîné une grave pollution par les gaz d'échappements. Le gouvernement

métropolitain de Séoul a décidé de transformer la ville pour améliorer l'environnement. Après avoir réhabilité les berges de Cheonggyecheon et détruit le viaduc, on a constaté que la vitesse du vent avait augmenté, que la pureté de l'air s'était considérablement améliorée et que la température baissait.



Fig. 2 La rivière Cheonggyecheon, Séoul
1960



Fig. 3 La rivière Cheonggyecheon, Séoul
2005



Quand l'air stagnant menace la santé

Au XVIII^e siècle, la mauvaise qualité de l'air est considérée comme une cause de maladie et de décès. La mort et la maladie étaient courantes dans les navires et dans les prisons surpeuplées.

Dans le livre « Our Mutual Friend », Charles Dickens affirme que le brouillard dans les villes et les campagnes a des caractéristiques différentes. Dans les zones rurales, "le brouillard est gris. À Londres, par contre, aux confins de la ville, il est d'un jaune profond. Un peu plus loin, elle est brune. Plus on se rapproche du centre-ville, plus la couleur est foncée. Au moment où vous arrivez au centre-ville... C'est noir rouillé." De nombreux commentateurs ont affirmé que l'air différent est le critère selon lequel la campagne est plus saine pour les humains que la ville. En 1866, le médecin de Manchester John Edward Morgan a publié «The danger of deterioration of race from the too rapid increase of great cities». Morgan résume ces différences dans le livre, il reprend l'approche d'Engels en comparant

la campagne à la ville. À la campagne, dit-il, les travailleurs vivent "en plein air", avec "de l'air frais dans les poumons" ; en ville, beaucoup de gens travaillent dans "l'air vicié des usines exigües" et vivent dans des rues étroites et mal aérées. Pour empêcher la "dégradation raciale", il a affirmé que l'air urbain devait être amélioré et les villes rendues saines, et que "les logements en sous-sol devaient être fermés, les cours et les allées vidées". Les lieux qu'ils occupent devraient être ouverts pour servir à la fois de puits de ventilation et de terrains de sport. Les rues doivent être élargies et les usines ne doivent pas s'entasser dans nos centres-villes, mais être réparties dans des endroits aérés et sains à la campagne."

Dans l'ouvrage « A Description of Ventilators », le scientifique britannique Stephen Hales attribue la propagation des maladies généralement à l'air confiné. La panacée pour les maladies, c'est l'air du mouvement, l'air du dehors qui souffle et s'échappe dans l'atmosphère, qui dilue les miasmes pour les

rendre inoffensifs. Hales est l'un des nombreux inventeurs du début du XVIII^e siècle (les autres inventeurs notables étant John Theophilus Desaguliers, Mårten Triewald et Samuel Sutton) qui ont développé des formes de ventilateurs pour améliorer la qualité de l'air. Les ventilateurs de Hales étaient de grands soufflets, généralement actionnés à la main, bien que des versions plus grandes aient été actionnées par des moulins à vent. Ils ont été largement installés dans les navires, les prisons et les mines et ont permis de réduire les maladies et d'aérer les ponts inférieurs des navires de la Royal Navy pour combattre la pourriture sèche dans les coques.

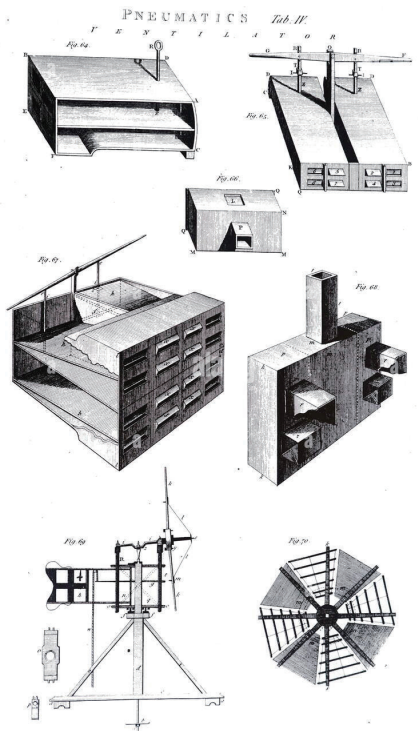


Fig. 4 Un ventilateur du navire
 Stephen Hales, 1743
<https://www.alamy.com>

« La maladie viendrait du confinement de l'air, de son immobilité, car alors il s'imprègne des effluves malodorants des choses terrestres en décomposition, qui nous contaminent. L'on peut aisément en comprendre l'origine : il est vrai qu'une pièce non aérée sentira de plus en plus mauvais si elle contient quelque chose de malodorant¹. »

1. RAHM, Philippe. Histoire naturelle de l'architecture. Paris : 2020.

Par rapport à l'espace clos du Moyen Âge, les architectes des Lumières ont essayé d'ouvrir l'air de l'intérieur vers l'extérieur ; ils proposent de démolir les murailles des anciennes fortifications des bourgs pour laisser l'air circuler dans la ville. Ils détruisent des ponts pour laisser le vent souffler le long de la rivière, qui aspire dans son mouvement les mauvaises odeurs de la ville. Et ils percent des fenêtres dans les murs aveugles des châteaux, pour permettre au vent de dissiper les odeurs désagréables dans la chambre.

1. L'homéopathie
une pratique à
histoires, dans La
Recherche n°310,
juin 1998, p. 70.

se développe dans le reste du continent Européen. « Il est un traitement naturel destiné à aider les propres réactions du corps contre la maladie¹. » A la même période, le philosophe Robert Burton croyait que l'alimentation et le bon air étaient des moyens uniques de combattre les maladies. Pour guérir, il existe trois façons : déménager dans un endroit où l'air est bon ou couvrir les odeurs désagréables avec du parfum, ou bien chasser l'air en ventilant.

Beaucoup de gens croient que le manque de soleil et d'air frais conduit à une mauvaise santé. Avant la découverte des micro-organismes par Louis Pasteur à la fin du XIXe siècle, la maladie était littéralement une mauvaise odeur ; il fallait donc rejeter de la ville tout ce qui provoquait des mauvaises odeurs, comme les tanneries, les abattoirs et les cimetières, pour qu'elles puissent s'échapper, mais aussi laver les rues et évacuer le limon qui s'était accumulé afin d'éviter la formation d'odeurs désagréables pouvant provoquer des épidémies. Plus tard, ils ont pensé que les bactéries étaient la seule cause directe de la maladie, la lumière du soleil et l'ozone pouvaient agir comme des bactéricides. Mais le smog dans les villes bloquait la pénétration de la lumière du soleil et de l'ozone. Pour rester en bonne santé, il est devenu populaire en Europe de prendre des bains de soleil sur la plage et de respirer l'air frais de la mer.

Comme les humains considéraient la nature comme un objet de conquête et

d'exploitation inépuisable, de plus en plus de problèmes climatiques ont suivi.

Les températures estivales sont plus élevées que d'habitude, et elles sont plus élevées dans les zones urbaines qu'à la périphérie, c'est ce qu'on appelle l'effet d'îlot de chaleur urbain. Le nombre de décès dus à ces pics de chaleur augmente depuis le XXe siècle, la canicule dans le monde constitue une menace énorme pour la vie humaine et les biens. « La canicule indienne a provoqué la mort de 15 000 personnes en 1999¹. » « En 2003, la canicule estivale en Europe occidentale a également eu de graves conséquences, en particulier en Espagne et en France, où environ 35 000 personnes ont été touchées². »

Outre les morts, cela entraîne de graves complications pour certaines maladies et personnes fragiles, le système thermorégulateur du corps est surchargé dans un environnement très chaud, cela augmente la charge sur les organes, et

1. DE U S, KHOLE M, DANDEKAR M M.
Meteorological Office, Pune-411 005[J]. *Natural Hazards*, 2004, 31(2): 487-497.

2. SCHÄR C, VJDALE P L, LÜTHI D, et al. *The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves*[J]. *Nature*, 2004, 427(6972) : 332-336.

aggrave l'état de certaines personnes qui sont déjà des maladies respiratoires et cardiovasculaires.

Le développement de l'urbanisme et la pollution industrielle



La formation de villes

Les premières traces de gestion de la cité découvertes jusqu'à présent sont situées au nord-ouest de l'Inde et Pakistan dans la civilisation de la vallée de l'Indus avec des rues quadrillées, hiérarchisées et pavées, des systèmes de gestion et d'assainissement des eaux. On peut considérer que l'urbanisme naît à la Renaissance lorsque les spécialistes ont conçu des villes à partir de dessins et de modèles, comme les villes grecques et romaines. Cependant, « les villes formées entre 500 et 1500 après J.C. n'ont pas de plans¹. » Elles ont été formées par les citoyens eux-mêmes, les gens se réunissent pour faciliter l'échange de biens.

1. Jan, GEHL.
*Interaction et
espace*. s.l.,
1992, p. 57.

Pour tout dire, ces villes se sont développées dans un processus historique qui s'est étendu sur des centaines d'années. En raison de la lenteur de ce développement, l'environnement physique peut être constamment ajusté et adapté à la fonction

de la ville. Par exemple, les places urbaines italiennes sont un prolongement de la rue, les gens saluent les piétons sur la place à travers leurs fenêtres, comme un séjour à l'échelle urbaine, cela a un très grand impact sur la vie des Italiens.

La dépendance à l'égard des voitures et la négligence des espaces publics ont rendu les villes de plus en plus monotones. La baisse de la qualité d'espace extérieur signifie que les gens ont moins d'activités de plein air et ne pratiquent que les activités nécessaires, comme aller au travail ou faire les courses, etc. L'interaction entre les gens et les émotions riches composent la vie urbaine animée, sinon cela peut être une ville sans valeur, même si les formes et les couleurs du bâtiment sont diverses.

La pollution industrielle

Au fur et à mesure du développement de l'urbanisation, les gaz d'échappement de la production industrielle, les gaz d'échappement des automobiles et les polluants atmosphériques de la vie quotidienne ont effectivement augmenté la concentration de substances nocives telles que le CO₂, le NO₂, le SO₂ et les particules d'aérosol dans l'air urbain. L'urbanisation a entraîné une augmentation de la densité et de la hauteur des bâtiments dans la ville.

« Le grand nombre d'immeubles de grande hauteur ont réduit la vitesse du vent et rend plus difficile l'échange horizontal de chaleur. Plus la densité des bâtiments urbains est élevée, plus l'intensité des îlots de chaleur est importante¹. » « La hauteur des bâtiments a une influence cruciale sur la température de surface : d'une part, les ombres immenses des grands bâtiments réduisent la température de surface, d'autre

1. Shihong, YANG. *Écologie urbaine et environnement* (2e éd.) Pékin : Presse scientifique, 2003.

1. Hiroyuki, KUSAKA, et al. *A simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: comparison with multi-layer and slab models*(J). *Boundary-Layer Meteorology*, 2001, 101: 329-358.

part, chaque surface du bâtiment absorbe le rayonnement solaire et le rayonnement à ondes longues, et les grands bâtiments empêchent efficacement l'échappement du rayonnement solaire thermique¹. »

Rénovation urbaine de Paris

Au milieu du XVIII^e siècle, les Parisiens estimaient que l'architecture célèbre était loin de satisfaire les besoins du développement urbain. Le centre-ville est toujours sombre, exigu et dégoûtant. Le marché a été construit sur des routes étroites en ville, sales, rongées par les maladies, toutes causées par cet environnement instable. En 1832, Paris est menacée par le choléra, et le philosophe Saint-Simon présente un plan spécifique

pour le nettoyage des bidonvilles et la rénovation urbaine dans sa revue « Le Globe ». Il propose d'élargir la partie orientale du boulevard du Rivoli du Louvre jusqu'à la place de la Bastille ; de rénover certaines des routes principales qui traversent la ville pour permettre au vent de traverser les zones surpeuplées, en laissant l'air pur souffler le virus du choléra ; de raser les bidonvilles surpeuplés et sales du centre-ville et de les remplacer par de nouveaux bâtiments spacieux. Ses idées de transformation ont été largement réalisées plus tard.

En 1853, Louis-Napoléon Bonaparte nomma le baron Georges-Eugène Haussmann, administrateur de Paris, pour diriger l'expansion de Paris. Haussmann a coordonné tous les aspects du réseau routier parisien, de l'horticulture, de l'aménagement du territoire et des travaux publics. Il a créé un système de boulevard radiaux, il y a des nœuds paysagers aux passages aux carrefours, et des places sont établies

aux nœuds paysagers. En reliant toutes les places, la structure spatiale globale de Paris est formée. Dans le même temps, Haussmann, prévoyant que l'élargissement des routes urbaines détruirait de nombreux jardins privés, préconisait de développer des parcs publics. Sous ses ordres, Jean-Charles Christophe Alphand, ingénieur et paysagiste, et Jean-Pierre Barillet Deschamps, horticulteur, qui ont développé la construction du groupe du parc urbain parisien.

L'essor des parcs



Un embryon de système de parc

La relation entre les humains et les arbres peut être considérée comme un débat. D'un côté, attirés par l'appât du gain, les gens continuent d'abattre des arbres ; ils ont estimé que les arbres devraient s'adapter à l'humain, mais les arbres suivent des règles complexes propres à eux-mêmes. Et de l'autre, les gens ont réalisé que les plantes sont plus que de simples décorations pour la ville. Comme dit l'adage chinois, il faut dix ans pour bien faire pousser un arbre et cent ans pour former un homme de talent. Nous mettons l'arbre et l'humain au même rang, nous pouvons voir que la relation entre les deux qui sont interdépendants. Au milieu du XIXe siècle, Royaume-Uni a conduit la tendance de construire des parcs urbains pour ramener les arbres en ville. Ensuite, il a influencé de nombreux pays. Les parcs urbains se multiplient à travers tout le pays, ils formaient des groupes, c'est-à-dire que ces groupes sont un embryon de système

de parc, il a résolu efficacement de nombreux problèmes urbains, il offrait aux citoyens un endroit pour être près des arbres et s'immerger dans la nature. Parmi eux, le plan du Regent's Park à Londres et la transformation urbaine de Paris sont tellement symboliques.

Les parcs de Londres

Les parcs urbains sont l'espace de pureté et les pores de la ville. S'il n'y a pas de parcs urbains, les terrains résidentiels, commerciaux, industriels et de transport seront rassemblés ensemble, et les citoyens seront pris dans le bruit généré par des installations artificielles sans fin, complètement détachés de la nature. Cela conduit finalement à une série de problèmes

physiques, psychologiques et sociaux.

Un architecte anglais John Nash et un jardinier paysagiste Humphrey Repton, qui ont collaboré à concevoir les parcs dans le quartier de Regent, comprenant Regent Park, St James's Park, Green Park et d'autres parcs ainsi que les zones formées par la rue Regent. L'ensemble des parcs de Regent est prévu en deux sections principales, au nord, c'est Regent Park qui est un jardin paysager naturaliste avec des embellissements architecturaux conçus par Nash. Au sud, ce sont St James's Park et Green Park, ils sont reliés par la rue Regent dans les années 1820. Les parcs rénovés sont dominés par de prairies douces, le canal linéaire a été transformé en forme de lac naturel, et les boulevards réguliers ont été remplacés par des routes de jardin sinueuse. Nash a intégré les bâtiments environnants dans le plan, il a conçu une place au croisement de la rue Regent, avec des magasins, des banques et des bâtiments publics bordant les rues pour former le nouveau cœur de

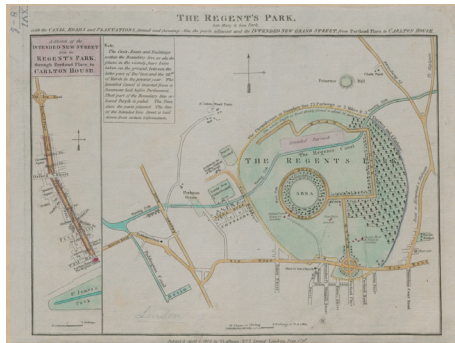


Fig. 5 Plan of Regent's Park, Regent's Canal and Regent's Street
 John Nash, 1812
<https://www.bl.uk/picturing-places/articles/humphry-repton-and-john-nash>

Londres.

Tout en améliorant l'environnement de l'espace public, les parcs urbains contribuent au développement de l'économie, le plan directeur de Regent's Park a influencé le zonage fonctionnel de l'ouest de Londres. Mise en place de quartiers financiers et commerciaux le long de l'axe, création de

zones résidentielles autour du parc, etc. Ce modèle de parc se poursuit et s'améliore constamment, il est maintenant devenu un vaste système de parcs dans le centre de Londres. La figure montre la forme du complexe de parcs du centre de Londres en 1994, bien qu'il ait plus de 100 ans, mais Regent's Park, St. James's Park et Regent's Street ont été préservés et la disposition de base reste la même. Et Kensington Garden et HydePark se sont joints au groupe.

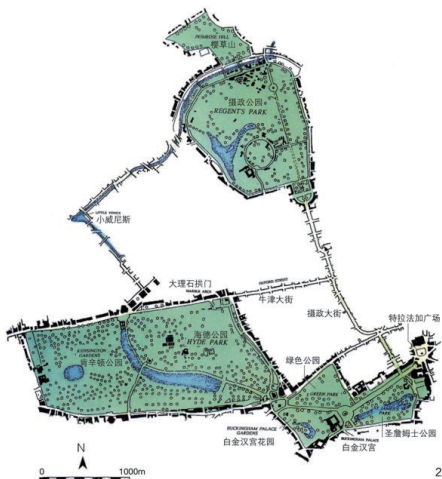


Fig. 6 Plan of Regent's Park, Hyde Park, Kensington Garden and Green Park, 1994

Les parcs de Paris

Le mouvement des parcs urbains de Londres est une référence et un modèle pour Haussmann et Alphand. Ils ont commencé par résumer les leçons tirées de la construction des parcs de Londres : les parcs sont inégalement répartis et ils ne sont pas coordonnés. En conséquence, ils voulaient établir un système plus cohérent de parc urbain à Paris : les jardins sont rattachés et forment un tout unifié. En effet, Haussmann et Alphand ont construit 21 squares, dont le parc Monceau et le parc des Buttes Chaumont, ainsi que cinq grands parcs longs des principales artères de Paris, en particulier dans les quartiers densément peuplés, et deux grandes zones boisées en bordure de la ville, le bois de Boulogne et le bois de Vincennes.

Les parcs de la ville de Paris ont influencé le développement de Paris. Ils ont fusionné avec la ville. Aux alentours de Paris, les

cours forestières de la banlieue sont reliées au centre-ville par des boulevards, avec des espaces verts dans la rue, tout cela forme un système énorme. Cette forme naturelle de parc urbain est construite sur un tissu urbain rigoureux, modifiant ainsi le schéma spatial original de Paris.

Après avoir été rénovée, Paris apparaît avec un look propre et ordonné. Parlez de Paris, les larges avenues et l'architecture Haussmann apparaissent immédiatement devant vous, et Paris et la France semblent être assimilés. Cette rénovation urbaine de 17 ans a rendu Paris unique et a élevé sa place dans le monde, ainsi qu'un environnement plus vivable pour les Parisiens.

Le développement complet du système de parcs

Que signifie Central Park pour New York ?

A la fin de la révolution industrielle, le sud de Manhattan est rempli de bâtiment d'usine surpeuplés et infestés de maladies, l'entrepôt et la cité ouvrière. La bourgeoisie a choisi de quitter le cœur de New York pour vivre dans un meilleur environnement. Un partisan de la construction de parc, l'écrivain James Gordon Bennett a écrit dans un article : « Il n'y a pas de poumons sur l'île de Manhattan. » à cette époque, les jardins étaient généralement des propriétés privées, ne faisant face qu'aux riches ; Comme le cas du jardin chinois : Jardins classiques de Suzhou.

Frederick Law Olmsted, connu comme le père de l'architecture de paysage. Il s'appuie sur le loisir et le plaisir de résidence de chaque citoyen, pour proposer l'air frais et

la nature dont ils avaient tant besoin.

Après 17 ans de construction, de 1878 à 1895. Le système de parc s'étend sur 16 km. Y compris Boston Common, Public Garden, Charlesbank Park, Commonwealth Avenue, Back Bay Fens, Jamaica Park, Muddy River, Franklin Park et Arnold Arboretum. Parmi eux, Boston Common, Public Garden, et Commonwealth Avenue, qui utilisaient des espaces verts publics original de Boston ; Back Bay Fens, Jamaica Park, Muddy River, ils ont une fonction écologique pour s'attaquer à des problèmes tels que les inondations et la pollution ; Et Franklin Park, Arnold Arboretum sont principalement destiné aux activités récréatives. La continuité a parfaitement placé dans le système de parc à Boston : une série de routes du parc relie les différentes sections pour favoriser le développement de l'espace public urbain.



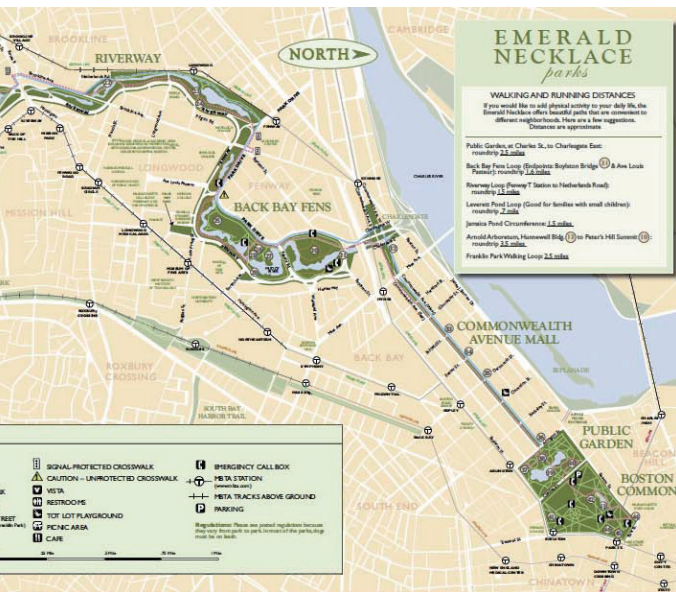


Fig. 7 Le système des parcs de Boston, 1894
<https://friendsofthebprmountedunit.org/history-1>

La trame verte & l'espace vert

La notion de voie verte a été proposée pour la première fois par William H. White dans sa monographie de 1959 « In Defense of America's Urban Open Spaces¹. » Il s'agit d'un espace vert linéaire qui relie les parcs, les espaces verts urbains, les réserves naturelles et les places. Et la trame verte est considérée comme une intégration de la voie verte. Lorsque l'environnement écologique est perturbé par les activités humaines, la construction de coulée verte urbaine peut progressivement restaurer l'environnement écologique endommagé. Si l'espace vert de la ville est comparé aux « poumons » du corps humain, alors la trame verte est comme nos « voies respiratoires ». Nous « expirons » du dioxyde de carbone, puis nous « inspirons » de l'air frais dans le poumon par les voies respiratoires, afin de maintenir les deux actions « expirer » et « inspirer ».

1. Little C. E. *Greenway for American [M]. Baltimore, M. D. John Hopkins University. 1990, p. 19.*

1. Mereau Rémy,
Biodiversités,
ENSAD Nancy,
2017, p. 43

une mesure compensatoire, aussi bien pour le territoire, comme un permis de prolonger l'exploitation, et une mesure compensatoire pour les usagers de la ville¹. » L'émergence de la trame verte est une critique du concept "sectionnalisme de la voiture" et l'accent est mis sur la nature piétonne, sociale et sociable de la rue, créant un système routier urbain dynamique, bas carbone, sain et sûr pour une ville vivable et une société équitable.

Ce n'est qu'après 2006 que la trame verte est devenue populaire en Chine. Et d'ici là, nous serions « hors-sol ». En raison de la grande superficie, la plupart des espaces verts urbains passent inaperçus, soit trop grand, soit trop loin, ils existent en dehors du champ de vision humain. La mise en place de la trame verte relie efficacement les différents espaces verts pour piéton ou cyclistes. Dans ce sens et selon la logique du vivant, l'espace vert est devenu un espace très humain qui nous convient. À l'instar d'une toile de tissée, qui tisse

lentement nos vies dedans. Une vie en harmonie avec la nature, c'est-à-dire qu'il est un habitat pour les animaux et les plantes dans la ville, un lieu de repos pour la faune en transit ou un couloir pour la migration des insectes.

« Il faudrait décloisonner cette trame biologique de la seule perception de nature, et l'implanter dans un système plus complexe, intégrant les pratiques sociales, économiques et culturelles¹. »

1. Ibidem.

Comment la qualité de l'air affecte la conception architecturale



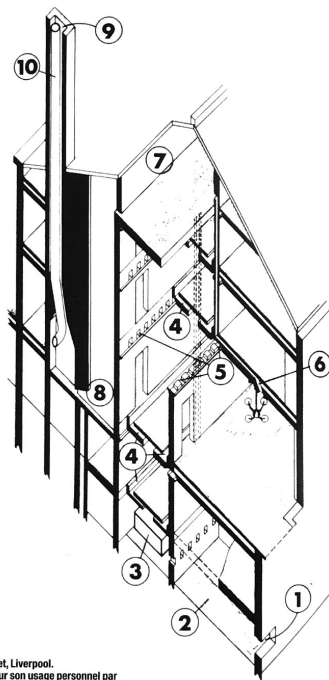
En tant que domaine où la perception physique et l'expérience spirituelle du corps humain ont lieu simultanément, l'architecture doit combiner des considérations matérielles et techniques, culturelles et écologiques.

The Octagon

Au milieu du XVIIIe siècle, les demeures seigneuriales et les grandes maisons de campagne commençaient à envisager l'utilisation d'une forme de chauffage "central" où l'eau chauffée dans une chaudière était distribuée dans le bâtiment par des tuyaux, mais le moyen le plus courant de chauffer les pièces d'une habitation était le feu de charbon dans les cheminées. Cela signifiait que tout bâtiment

comportant plus que quelques pièces à chauffer nécessitait l'apport de grandes quantités d'air pour que la combustion du combustible soit aussi complète que possible et qu'il n'y ait aucun obstacle au mouvement des produits de la combustion dans chaque cheminée.

Dans ce contexte, le Docteur John William Hayward a entrepris de concevoir une maison, cette maison nommée The Octagon est situé à Liverpool. Hayward était homéopathe mais aussi médecin généraliste et il avait vu de ses propres yeux les conséquences des maisons humides et pleines de courants d'air sur ses patients, sous la forme de rhumes, de gripes, de rhumatismes, de lumbagos, de névralgies, etc. Le résultat fut probablement la première maison au monde à être conçue avec des fenêtres normalement étanches et à être indépendante des conditions météorologiques en termes de contrôle de la ventilation. La solution proposée par Hayward pour sa maison consistait à



L'Octogone, Grove Street, Liverpool.
 Demeure construite pour son usage personnel par
 le Dr John Hayward en 1867. Plan de coupe en perspective
 montrant la circulation de l'air.

1. Entrée d'air frais - 2. Chambre de décantation au sous-sol - 3. Serpents de chauffage -
 4. Passages d'aération dans le plancher des vestibules - 5. Passages d'aération dans la corniche -
 6. Système d'extraction au-dessus du lustre à gaz - 7. Chambre d'air vicié - 8. Colonne pour la descente
 de l'air vicié - 9. Conduit d'évacuation de l'air vicié - 10. Rampant de la cuisinière

Fig. 8 Plan de coupe en perspective montrant la
 circulation de l'air.

« L'architecture de l'environnement bien
 tempéré. »

John Hayward, 1867

aménager deux pièces en sous-sol, à l'avant de la maison, destinées à recevoir et à collecter la poussière de l'air extérieur avant qu'elle ne pénètre dans la maison.

« Le système de chauffage et de ventilation de l'Octogone consiste essentiellement en trois conduits verticaux. Le principal conduit d'alimentation est en fait une pile verticale de halls fermés qui traversent le centre de la maison, du sous-sol au toit. Toutes les pièces principales de la maison s'ouvrent sur l'un de ces halls et ces pièces sont toutes alimentées en air frais et chaud par le hall adjacent. Au bas de la cheminée, au sous-sol, se trouve la chambre de réchauffement de l'air. L'air était introduit dans cette chambre à un débit qui pouvait être modifié en fonction de la position d'un long registre à glissière situé dans le mur entre la chambre et les pièces de "décantation" avant. Un "filtre" en toile était suspendu sur le côté froid des ouvertures entre les chambres de décantation et la chambre de réchauffement.

Dans les combles au-dessus du troisième étage et immédiatement au-dessus des "halls d'échauffement" se trouve une chambre d'air vicié, où l'air extrait de toutes les pièces était collecté. L'air était extrait de chaque pièce par un conduit en zinc relié à une grille à glissière placée juste au-dessus de la lampe à gaz. Ces conduits en zinc passaient horizontalement dans le sol jusqu'au mur entre chaque pièce et son hall d'air chaud adjacent, puis traversaient ce mur verticalement vers le haut jusqu'à la chambre d'air vicié. Le réglage de ces clapets permettait de contrôler le débit d'air dans chaque pièce et les clapets de chaque cheminée pouvaient être fermés pour empêcher le mouvement de l'air dans la cheminée lorsque le feu n'était pas allumé. Ce contrôle permettait, par exemple, de fournir de l'air frais à autant de pièces qu'il y en avait d'occupées à un moment donné.

Hayward a effectué de nombreuses mesures expérimentales sur le système, demandant à de nombreux amis de faire des relevés dans

différentes parties de la maison en même temps. Les rubans qui étaient suspendus au-dessus des conduits de fumée des pièces lorsqu'ils passaient dans la chambre d'air vicié, afin de permettre à un observateur d'évaluer le débit qui les traversait, sont encore visibles dans certains cas.

La chambre d'air vicié ne compte pas moins de 18 entrées provenant des différents appartements, y compris le vestiaire, le dressing, la salle de bain et tous les placards à eau. Un grand conduit en brique de 1,5 m sur 0,4 m à l'extrémité nord de la chambre d'air vicié ramène tout l'air vers le bas de la maison jusqu'à un niveau inférieur à celui du premier étage, où il rencontre un conduit horizontal qui le fait passer sous le feu de la cuisine (cuisinière). Le conduit de la cuisinière est un tuyau en terre cuite de 0,4 m de diamètre et il est enfermé dans un conduit carré en briques de 0,8 m dans lequel passe l'air vicié. La force motrice de l'air vicié qui passe dans ce conduit est donc la chaleur du conduit en terre cuite en son

centre. Comme le feu de la cuisinière était allumé en permanence, il y avait toujours un effet d'aspiration sur la cheminée d'évacuation. On peut voir clairement que cette cheminée est beaucoup plus haute que la maison et plus haute que toutes les cheminées. L'air vicié était évacué par les côtés près du sommet de la cheminée et les gaz de combustion étaient évacués par le sommet. Il y a maintenant un terminal de chaudière à gaz moderne qui s'élève au-dessus du conduit d'origine¹. »

1. « The Doctors' Houses, Liverpool »
http://www.hevac-heritage.org/electronic-books/M&NW_anniversary/Section-3_TheDoctors.pdf

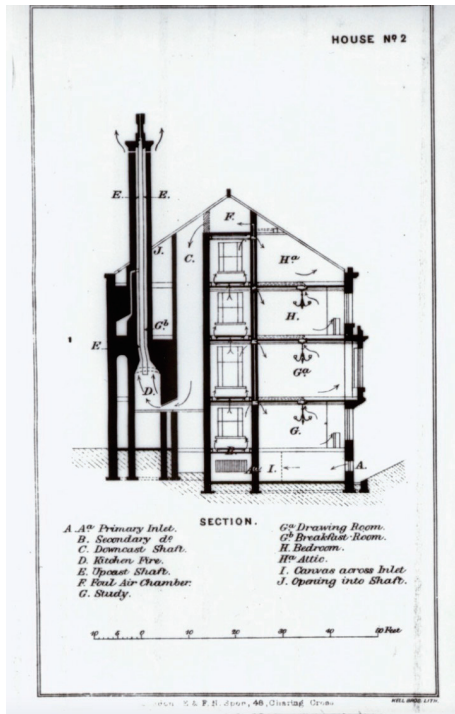


Fig. 9 Plan de coupe en perspective montrant la circulation de l'air.
 John Hayward, 1867

Hôpital Royal Victoria

Le maintien d'une bonne ventilation est l'une des mesures les plus efficaces pour réduire la pollution de l'air intérieur. Pour cette raison que les bâtiments ventilés ont été introduits très tôt dans l'architecture. Le système de ventilation de l'Hôpital Royal Victoria a été conçu en 1899, par les architectes Henman et Cooper de Birmingham, afin de permettre aux patients de récupérer plus rapidement. « La compacité maximale du plan s'accompagne d'un réseau de conduits et de gaines d'une longueur minimale. Il n'en reste pas moins que le conduit principal est l'un des plus monumentaux de toute l'histoire du génie climatique : il s'agit d'un tunnel de briques pourvu d'un sol en béton de plus de cent cinquante mètres de long et deux mètres soixante-dix de large, d'une hauteur de six mètres à l'extrémité où pénètre l'air et se rétrécissant progressivement pour mesurer un mètre quatre-vingts à l'extrémité aval.

Comme on peut l'imaginer, ce n'était pas un système à grande vitesse : un ensemble de moteur à vapeur, alimentés par la valeur d'échappement provenant des chaudières de la buanderie de l'hôpital, actionnait deux ventilateurs axiaux qui tournaient lentement, couplés par un arbre et situés dans un bâtiment des machines d'où partait le conduit. L'air mis en mouvement par ces deux ventilateurs s'engouffrait dans un orifice d'entrée en y conduisant au conduit, le long duquel l'air chaud se déplaçait en hiver à une vitesse à peine supérieure à celle d'un homme marchant à pied, et l'air frais un peu plus vite en été.

L'air allait nourrir des canaux d'alimentation (également fait de brique et de ciment) qui s'ouvraient dans la paroi de gauche du conduit géant, juste sous son plafond. À partir de ces canaux, l'air s'élevait le long de colonnes montantes ménagées dans les murs séparant les différentes salles communes et se diffusait dans les pièces de chaque côté par des ouvertures pratiquées

à plus d'un mètre quatre-vingts du sol. Car les salles étaient disposées selon un plan strictement parallèle, avec seulement des murs mitoyens pour les séparer, toutes placées sur un seul étage, et desservies par un couloir commun d'une largeur égale à celle du conduit principal et courant sur toute sa longueur. Puisque les différentes salles étaient contiguës sans interruption, et que les murs qui les séparaient ne permettaient pas l'implantation de fenêtres, chacune était éclairée par de longues verrières courant sur chaque pente du toit et par des ouvertures cintrées donnant sur les balcons à l'extrémité. Au bout du couloir, des cuisines, des salles d'opération et des chambres individuelles étaient ménagées entre les entrées conduisant à chaque salle. ainsi tout l'espace de l'hôpital dévolu à la pratique médicale était concentré en un bâtiment d'un seul étage rassemblant toutes les activités, divisé en plusieurs pièces éclairées par le toit, recevant de l'air tempéré par l'intermédiaire de registres et évacuant l'air vicié par des ouvertures

pratiquées dans les plinthes tout autour des pièces, d'où il descendait dans des conduits d'extraction parallèles aux canaux d'alimentation avant de sortir enfin de l'édifice par des colonnes montantes chapeautées de lanternes à événements, placées à l'extrémité de chaque salle et qu'on peut manquer de remarquer sur toute vue extérieur.

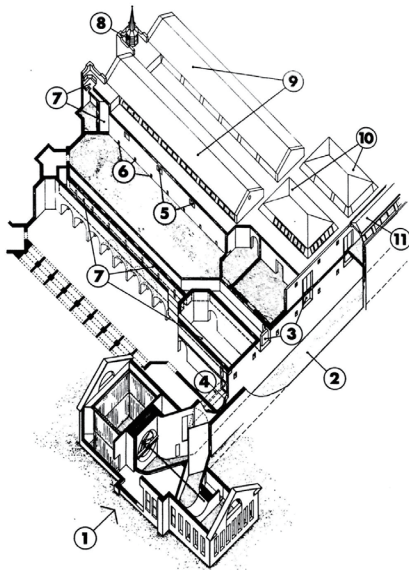
Le degré de contrôle imposé au système d'alimentation en air par Davidson était particulièrement élevé au regard des normes en vigueur à l'époque et faisait un usage ingénieux de la technologie relativement rudimentaire dont on disposait alors. En entrant par les ouvertures faisant office de fenêtres aux extrémités du bâtiment des machines, l'air était aspiré à travers des rideaux de corde en fibre de noix de coco humidifiés par des gicleurs placés dans le plafond de la chambre de filtration (l'eau pouvait être réchauffée en hiver pour éviter qu'elle ne gèle). Purifié des suies, fumérons et autres impuretés notoirement

abondantes dans l'atmosphère de Belfast, cet air passait alors dans toute une batterie de serpentins de réchauffage avant d'entrer dans les ventilateurs et d'être expédié dans le conduit principal. Afin de prévenir la baisse excessive de sa température au cours de son trajet relativement lent jusqu'au bout du conduit, l'air recevait en hiver une chaleur supplémentaire grâce à un tuyau auxiliaire courant sur toute la longueur et à d'autres serpentins à l'entrée de chaque canal d'alimentation.

Ce système, conçu avant tout pour approvisionner toutes les zones médicales et chirurgicales de l'hôpital en air réchauffé et purifié, procurait un avantage supplémentaire. Comme l'air extérieur était le plus sale en hiver, c'était aussi en cette saison que le système d'humidification des filtres était le plus sollicité. Mais c'était aussi l'époque de l'année où la différence de température entre l'air extérieur et intérieur était la plus grande – l'air qui pénétrait dans le système à une température

1. Reyner,
BANHAM.
*L'architecture de
l'environnement
bien tempéré.*
Paris : HUY, 1969.

inférieure à 0°C en ressortait à environ 18°C – et par conséquent l'époque où la réduction de l'humidité relative était aussi la plus grande dans tout système ne permettant pas de compenser la carence en vapeur d'eau dans l'air. Mais cette carence était, grosso modo, compensée par le système de gicleurs, plus ou moins en raison directe du besoin, car plus il faisait froid, plus l'atmosphère de Belfast se chargeait en suie, et plus les gicleurs consommaient d'eau, qu'absorbait alors l'air passant à travers les rideaux de corde¹. »



Henman & Cooper, Hôpital Royal Victoria, Belfast, Irlande, 1903.
Plan de coupe de l'ensemble du système de ventilation.

1. Salle des ventilateurs - 2. Conduit principal - 3. Conduits secondaires - 4. Longueurs de tuyau
5. Ombres donnant dans les salles - 6. Grilles d'extraction des salles - 7. Conduit d'extraction de l'air vicié
8. Conduit d'échappement de l'air vicié - 9. Toit du bâtiment des salles - 10. Toit des salles d'opération, etc.
11. Toit du couloir principal

Fig. 10 Plan de coupe de l'ensemble du système de ventilation.
« L'architecture de l'environnement bien tempéré. »

Henman & Cooper, 1903

La ventilation urbaine

Il y aurait une cohérence entre la ventilation urbaine et la forme de bâtiment, les bâtiments trop hauts ou trop denses affecteront gravement la circulation de l'air dans la ville, entraînant une pollution de l'air et l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Dans les années 1920, le projet de Le Corbusier « la cité Radieuse » à Marseille qui propose de créer une ville à haute densité, en concentrant les bureaux dans des immeubles de grande hauteur et en les entourant de résidences et d'espaces publics tels que des parcs et des théâtres. « En 1890 et 1892, en commençant par le Wainwright Building de la brasserie Adler & Sullivan », de plus en plus de bâtiments très hauts ont été construits dans différentes villes, ce qui a entraîné une réduction de la distance horizontale et une augmentation du nombre de personnes. Le raccourcissement des distances horizontales et l'augmentation

de l'efficacité des transports ont également entraîné une diminution des espaces ouverts dans les villes, ce qui a engendré une série de problèmes de pollution atmosphérique tels que les catastrophes éoliennes, la réduction du confort éolien, l'augmentation de l'effet d'îlot de chaleur en été et l'augmentation de la consommation d'énergie pour le chauffage en hiver, ainsi que le smog urbain près du sol.

Le concept de ventilation urbaine a été proposé par Karl Schwalb en 1948, qui est météorologie en Allemagne. Stuttgart est entourée de montagnes et d'une topographie complexe, ce qui entraîne une mauvaise circulation de l'air dans le centre-ville, et provoquant des problèmes de pollution de l'air. Pendant la Seconde Guerre mondiale, un smog artificiel a été créé pour éviter que les zones urbaines ne soient la cible de raids aériens. Un test sur le terrain a révélé que la fumée artificielle peut disparaître rapidement dans certaines zones, alors qu'elle peut rester longtemps

dans d'autres. C'est-à-dire que l'air froid du vent arrière s'écoulera vers le niveau proche du sol de la ville. Il s'agit de la première forme de couloir d'air pur urbain et elle est largement basée sur les vents de canyon dominés par le terrain. L'étude comportait deux aspects, le système local de circulation du vent et l'échange de gaz. Le fort flux d'air garantit l'échange d'air dans la ville, éliminant les particules polluantes. D'autre part, les polluants dans l'air sont difficiles à disperser dans des conditions de vent faible, de sorte que le système de circulation du vent local joue un rôle inattendu.

Une bonne ventilation urbaine peut atténuer l'effet d'îlot de chaleur locale, améliorer la pollution de l'air et le confort du cadre de vie.

Linked Hybrid

Afin de mieux faire circuler l'air dans la ville, le bâtiment principal et ses annexes sont développés dans certaines villes à forte densité. En 2003, un architecte américain Steven Holl a conçu un complexe urbain sous l'inspiration de la peinture "dance". Linked Hybrid se compose de 9 immeubles de différentes hauteurs reliés par un couloir circulaire, pour favoriser la circulation de l'air au sein du complexe, et réduire l'impact sur l'environnement de ventilation environnant. Par ailleurs, le système d'air frais centralisé dans le bâtiment peut aspirer de l'air à une altitude de 100 mètres. La capacité de filtrage du système pour les PM2,5 atmosphériques est maintenue à plus de 95%, ce qui réduit considérablement les dommages causés par le smog dans le bâtiment aux personnes.

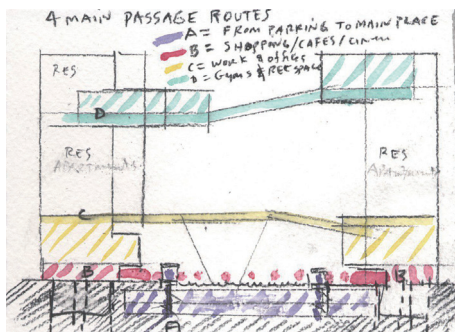
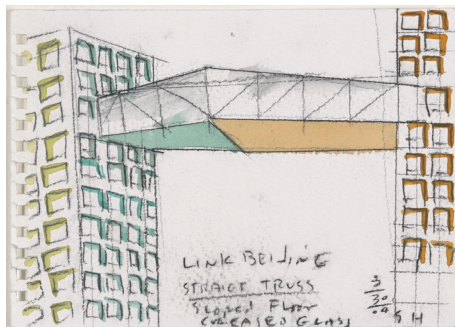


Fig. 11 et 12 Linked Hybrid, Pékin
 Dessins de Steven Holl, 2003



Fig. 13 Linked Hybrid, Pékin
Steven Holl, 2003

Toitures végétales

De nos jours, la question du climat, du partage du territoire entre urbanisme, agriculture et nature est un enjeu important pour de nombreux pays. Certains réfléchissent à la possibilité de développer autrement l'espace pour améliorer les conditions de vie. Le courant architectural Bauhaus a simplifié la forme du bâtiment pour que le toit puisse également être transformé en un espace que nous pouvons utiliser. Ce type d'architecture convient à la création du toit végétal qui a des avantages économiques, écologiques et sociaux. Il peut stocker l'eau de pluie, purifier l'air, abaisser la température ambiante, réguler l'humidité intérieure, économiser de l'énergie, améliorer la biodiversité dans la ville et permettre la création de potager. À travers l'ajustement structurel pour que les plantes poussent, c'est par exemple le jardin de toiture et le mur planté. De nombreux types de bâtiments, tels que les bâtiments

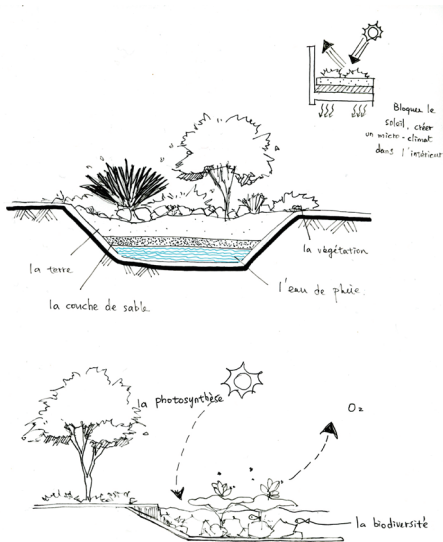


Fig. 14 La composition de la toiture végétale
Dessins personnels

publics, commerciaux et résidentiels, cela peut être utilisé pour aider à créer un microclimat dans les zones à forte densité.

Surtout pour certains pays qui sont fortement urbanisé comme le Japon, Singapour, etc. Face au peu de terrain et au manque d'espaces verts urbains, les toitures végétales sont une bonne solution. Comme le programme d'amélioration de Shinjuku Gyoen au Japon, Shinjuku Gyoen est un grand parc vert public à Tokyo. Selon les recherches d'érudits japonais tels que le professeur Kenichi Narita, « il a constaté que dans des conditions météorologiques stables la nuit en été, la vitesse d'écoulement de l'air froid stocké dans Shinjuku Gyoen était d'environ 0,1 - 0, 3m/s. Pourtant, sous l'influence des vents dominants, la zone sous le vent est plus fraîche que la zone environnante (Fig. 14). Par conséquent, étant donné que le parc est une source vulnérable d'air froid, l'espace vert existant devrait être préservé de façon appropriée par l'augmentation de la plantation d'arbres de rue et de la toiture végétale autour du parc. » Cela permet également à l'eau de pluie collectée de créer des conditions propices à la croissance

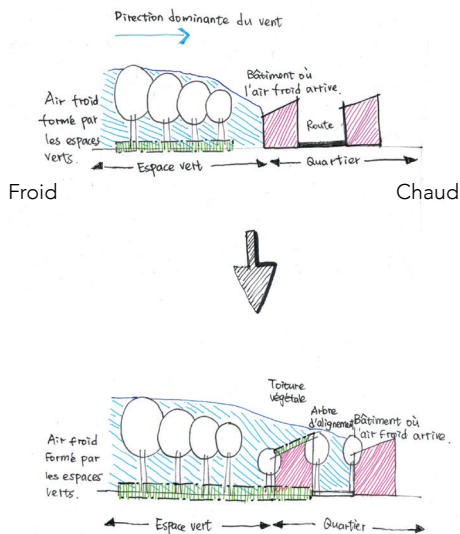


Fig. 15 L'effet des espaces verts sur l'air froid
Dessins personnels

des plantes et offrir un bon habitat aux oiseaux et aux insectes. Si ces structures sont appliquées à une zone suffisamment grande de la ville, l'effet d'îlot de chaleur urbain peut être réduit.

Dispositifs d'intervention microclimatiques



Les microclimats ont de profonde répercussion sur la façon dont les gens bénéficient de l'espace. Les trois facteurs qu'il produit, « la lumière, le vent et l'humidité », entraînent des changements dans les différences de température perçues au cours du processus de conception.

Coolia, Dryia et Clearia

En 2016, l'architecte suisse Philippe Rahm avec la paysagiste française Catherine Mosbach, ont conçu un parc à Taichung concernant pour redonner de l'air frais aux habitants et aux visiteurs : une série de dispositifs. Le site est un ancien aéroport abandonné. Pour ce projet, Philippe Rahm est revenu à l'origine des grands parcs

urbains au XIXe siècle : Central parc de Omsted, les parcs urbains de Alphand à Paris. C'était intéressant de relire leur mémoire les raisons qui motivaient la création de ces parcs. Le premier point était la question de la fraîcheur : les parcs étaient là pour offrir de la fraîcheur aux Parisiens pour aller se rafraîchir quand il fait chaud. Cela apparaît très clairement dans ses écrits et la même chose pour les grands boulevards de Haussmann : les arbres sur les boulevards étaient aussi des appareils pour rafraîchir, des sortes d'appareils climatiques.

Compte tenu des conditions climatiques comme un point de départ, Taïwan a un climat subtropical, donc chaud et humide. Selon la direction du vent toute l'année, les vents dominants étaient du nord à Taichung. Tout d'abord, Phillippe Rahm a classifié les questions : la question de la chaleur, la question de l'humidité et la question de la pollution. Il est ensuite défini trois cartes climatiques à travers des résultats de simulation de mécanique de fluides.

Chaque carte correspond à un paramètre atmosphérique spécifique et à sa variation d'intensité : la variation de la chaleur sur le site, les variations de l'humidité de l'air et la pollution atmosphérique.

Pour rendre l'expérience du changement climatique plus confortable, il renforce les zones fraîches, sèches et propres. Il joue sur l'enchevêtrement et l'empilement des trois cartes, pour créer une diversité de microclimats et des différentes expériences sensorielles dans le parc. Par exemple, dans des endroits, l'air sera moins humide et moins pollué, mais il sera toujours chaud, tandis qu'ailleurs dans le parc, l'air sera plus frais et plus sec, mais restera pollué.

Pour réaliser ces effets climatiques, ils ont créé différents dispositifs climatiques (naturels et artificiels), ces appareils sont divisés en trois catégories : le refroidissement, le sècheur et la dépollution (Fig. 16). Les trois dispositifs sont placés dans des zones distinctes, laissant

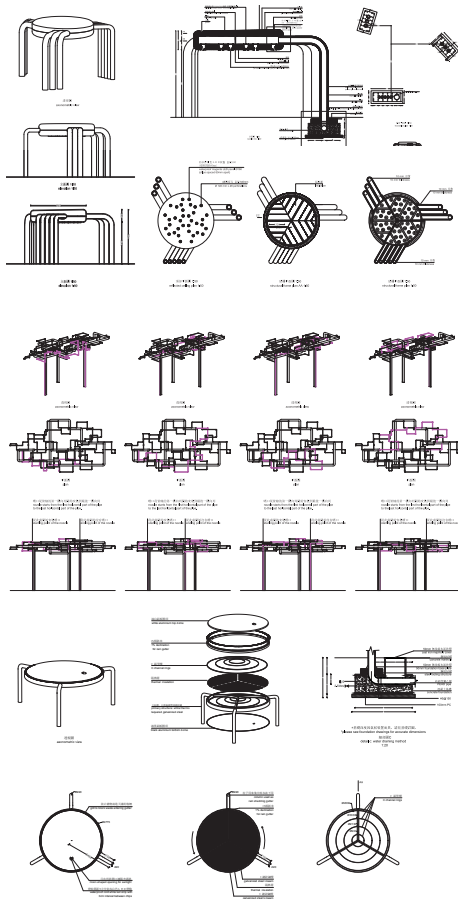


Fig. 16 Dispositifs de dépollution, de refroidissement et le sécheur
 « FORM FOLLOWS CLIMATE – About a Meteorological Park in Taiwan »
 Philippe Rahm, 2016

l'utilisateur libre de décider. Par exemple, dans une zone particulière, l'air sera moins humide, ce qui permettra aux gens de faire de l'exercice. Et dans d'autres zones du parc, l'air sera plus frais et les gens pourront s'adonner à des programmes de loisirs et de détente. Ainsi qu'un endroit où le niveau de pollution est relativement faible et où les enfants peuvent faire du bruit et jouer.

Tous les dispositifs climatiques sont des pièces uniques qui coopèrent avec les arbres ; grâce à l'accumulation et à la diffusion des appareils, des lieux microclimatiques se forment. Ils proposent des points d'observation pour les touristes, chaque cluster est renforcé par le choix du terrain, des plantes et des appareils, ce qui peut modifier la température perçue.

City Tree

Comme on le sait, les plantes absorbent le dioxyde de carbone dans l'air par photosynthèse, utilisent l'énergie solaire pour produire des glucides et libèrent de l'oxygène en même temps, l'équilibre dynamique du dioxyde de carbone et l'oxygène dans l'atmosphère est maintenu, réduisant ainsi l'effet de serre. Mais ce n'est pas tout : les feuilles de certaines plantes possèdent également une puissante fonction de rétention de la poussière grâce aux caractéristiques structurelles de la surface de la feuille. Des sortes de poils ou des cannelures permettent aux particules de rester fermement dessus. Avec les autres feuilles lisses, les particules de surface sont rejetées dans le sol ou les plans d'eau par précipitations.

La mousse est souvent négligée par nous en tant que plante de soutien, mais elle apparaît souvent sur le bord de la route et

nous accompagne en tout temps. Dans un Workshop « l'odeur dans la ville » organisé par l'Ensad à Nancy. Nous avons constaté que la mousse absorbe non seulement les odeurs de fumée, mais aussi de nombreuses autres substances, comme des cheveux et des cendres, etc. Il s'est avéré que la mousse était la flore la plus sensible à la pollution de l'air grâce à sa structure morphologique et à sa biologie. Elle est extrêmement adaptable et peut être trouvée presque partout. Tout d'abord, la mousse est courte, le rapport surface/volume est élevé et la surface relative d'exposition aux polluants est importante. De plus, la mousse a une structure simple et n'est composée que d'une seule couche ou de plusieurs couches de cellules, ce qui facilite l'entrée des polluants dans la mousse ; les feuilles de mousse n'ont pas de différence entre l'avant et l'arrière, et les deux côtés peuvent accepter directement les polluants dans l'air. En plus d'être très facile à accumuler des polluants dans l'environnement, elle peut également indiquer les polluants absorbés

par des maladies nocives spécifiques. La plupart des mousses poussent toute l'année, de sorte qu'elles peuvent fournir des indications et des prévisions toute l'année pour refléter la pollution.

Pour rendre la mousse plus efficace, une société allemande Green City Solution a développé un projet appelé City Tree. Afin de créer un air urbain pur, elle a conçu et développé ce purificateur d'air. Il est composé de mousse et d'un système de surveillance intégré fonctionnant à l'énergie solaire. Grâce à la technologie IoT, ce système de surveillance peut détecter les niveaux et la température de pollution de l'air, dans le but de refroidir l'environnement et de réduire le bruit en filtrant l'air. Le maintien de l'humidité est la condition de survie la plus importante pour la mousse, qui bénéficie de l'eau de pluie collectée et stockée par City Tree, et avec ses panneaux solaires et ses nombreux capteurs, il régule tout seul son humidité et le bien-être de sa mousse.

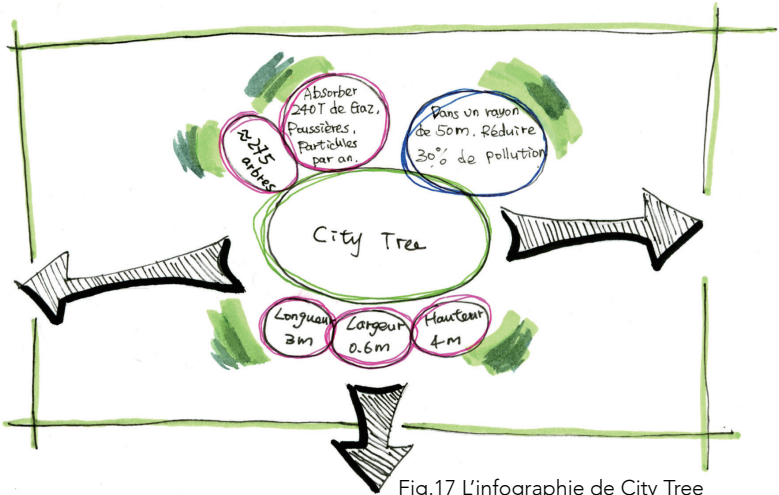


Fig.17 L'infographie de City Tree
Dessins personnels

Le mur est alimenté par des panneaux solaires et des chaises sont attachées en dessous pour que les gens puissent se reposer. Et utiliser la mousse pour capter les polluants dans l'air urbain, lorsque la mousse ingère la pollution, ils meurent et réincarnent comme source de nutrition pour la mousse. En conséquence, il peut absorber silencieusement le dioxyde de carbone, cracher de l'oxygène et purifier en douceur notre air.

En tant que purificateur à l'échelle de la ville, Comparé aux grandes tours smog, City Tree est petit, il peut être placé partout où il est nécessaire. Mais il est encore trop grand pour l'échelle humaine, et une énorme machine debout dans la ville peut faire peur aux gens. Comme il est souvent placé sur les places des villes, où les piétons peuvent être déstabilisant pour l'utilisateur, il manque d'intimité et d'ombres. De même, au niveau de confort, il y a aussi une disproportion entre l'assise et la hauteur du dossier. Donc, les gens peuvent l'observer par curiosité, et très peu de gens vont s'asseoir ici.



Fig. 18



Fig. 19 City Tree, Une chaise qui purifie l'air.
Londres
Green City Solutions
<https://urbannext.net/citytree/>

La pollution de point de vue d'aujourd'hui



L'importance accordée aujourd'hui à la micro échelle individuelle

À présent, notre compréhension de l'air ne se limite plus aux émissions d'échappement des voitures, à la suie émise par les usines et aux polluants artificiels courants ; au lieu de cela, il a évolué de certaines conceptions générales à l'étude de personnes ayant différentes professions et différentes conditions physiques, les polluants qu'ils respirent dans leur vie quotidienne sont différents et les effets sur leur corps sont également différents.

« Lors de l'absorption de substances chimiques, le système immunitaire et les hormones entrent en jeu, les hommes et les femmes sont différents dans les deux¹. » Les femmes ont tendance à être plus petites et ont la peau plus fine que les hommes, ce qui peut les rendre plus vulnérables aux polluants. Certaines substances chimiques peuvent s'accumuler dans les graisses, et

1. Anne, Rochon Ford. *Nail Salon Workers and Hazards to Their Health*. 2014

les femmes ont un pourcentage plus élevé de graisse corporelle, ce qui fait que les femmes ont un seuil de tolérance plus bas.

« Aujourd’hui encore, les effets des substances chimiques sur le corps humain sont testés par défaut selon les normes masculines et appliqués à tous les humains¹. »

La peau n'est pas le seul moyen d'absorber ces substances. De nombreux substances chimiques sont très volatils, ce qui signifie qu'ils s'évaporent dans l'air à température ambiante et sont ensuite inhalés.

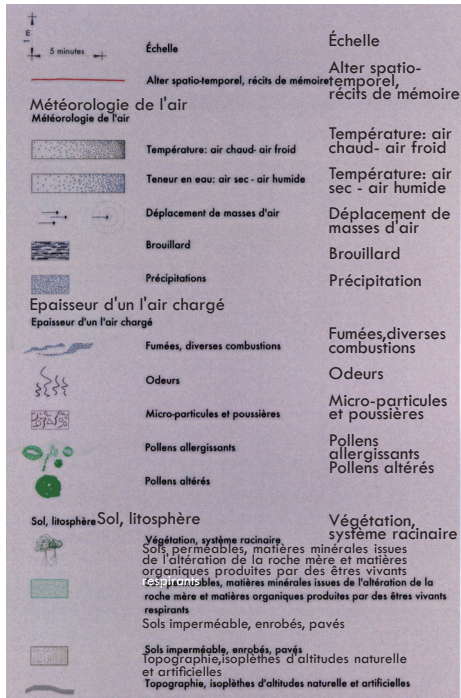


Fig. 20 Respirer l'urbain. Expérience ordinaire de l'air et enjeux de représentation
Anne Bossé, Théo Fort-Jacques, Magdalena Romay

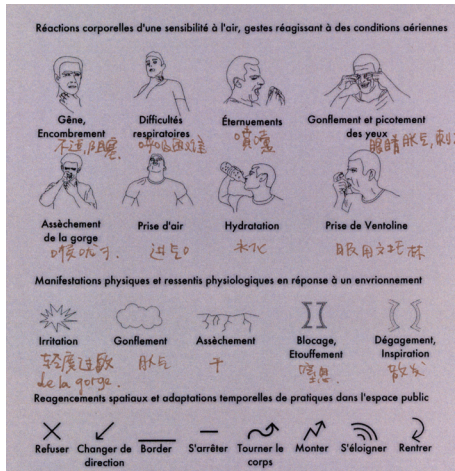


Fig. 21

Des architectes et géographes Anne Bossé, Théo Fort-Jacques et Magdalena Romayont, ont cartographié les résultats de leur pratique en interrogeant à pied des personnes éléments de l'air de l'espace public sont visualisés, répondant à nouveau au défi heuristique de l'espace public en relation avec le changement environnemental.



Fig. 22 Breath/ng, 2018
Milan Design Week
Kengo Kuma

<https://hypebeast.com/2018/4/kengo-kuma-breathing-sculpture-supershow-studio>

Dans Milan Design Week en 2018, l'architecte japonais Kengo Kuma a exposé une installation qui absorbait les gaz d'échappement, il est constitué d'un tissu spécial de purification de l'air qui filtre les polluants tels que les oxydes d'azote et les oxydes de soufre provenant des gaz d'échappement des voitures.

1. DAUTREY
Jehanne, *Design
et pensée du
care, pour un
design des
microluttes et
des singularités*,
Presses du réel
: Ensad Nancy,
2018.

En 2022, une exposition a eu lieu à ENSAD Nancy pour sensibiliser aux différentes qualités de l'air, cette exposition s'intéresse à la qualité des 15 mètres cubes d'air que des personnes exerçant différentes professions respirent chaque jour, en collectant des données et en les analysant grâce à des micros-capteurs. « Elle suggère un urbanisme participatif donnant forme(s) aux données co-produites de pollution, engageant la responsabilité de chacun à l'échelle d'un immeuble, d'une rue, d'un quartier ou d'une ville. Il s'agit également d'élaborer une critique de l'internet des objets et des objets connectés¹. » Nous maintenons toujours inconsciemment certaines mauvaises habitudes, par exemple nous avons l'habitude de nous asseoir penchés en avant, mais garde le dos droit est la posture la plus confortable pour les activités sédentaires. Dans certaines professions spécifiques, ils savent que l'exposition aux produits chimiques est nuisible à leur santé, mais ils ne modifient pas leur comportement et leur cadre de

1. Ibidem.

vie. L'objectif de l'exposition n'est pas seulement d'obtenir de simple expérience : la captation des polluants et la visualisation des données, « mais comme des citoyens sensibles à la question environnementale et participants d'une action collective¹. », cela établit une véritable communication avec les usagers.

Les usagers ont suivi l'expérimentation étaient des personnes ayant des fragilités de santé. Hugo était un gamer qui avait une mono-activité et passait la plupart de son temps devant l'ordinateur. Afin de récupérer des données sur l'air confiné dans son petit appartement, Gauthier Julie a imaginé un logiciel invasif qui l'avertit en temps réel. « Quand la qualité de l'air devient mauvaise, un motif en forme de croix apparaît et laisse une trace derrière le passage du curseur de la souris. En fonction de la couleur des croix qui apparaissent à l'écran, Hugo peut évaluer la qualité de son air : taux d'humidité, de CO₂, de particules fines. Le motif envahit peu à peu l'écran du joueur,



Fig. 23 Captation de la qualité de l'air au domicile de Hugo, gamer
Gauthier Julie

1. Ibidem.

ce qui rend la navigation et le jeu de plus en plus inconfortables. Le seul moyen de faire disparaître ces croix est de renouveler l'air de l'appartement en aérant¹. »



Fig. 25

1. Ibidem.

Margaux Prunier s'intéresse à la qualité de l'air respiré par un agriculteur de la ferme d'Erströff, son travail consiste en l'entretien des vaches à l'intérieur de l'étable. Margaux Prunier a répertorié chacun des gestes répétés tous les jours et analysé l'incidence de ces gestes sur la qualité de l'air et la quantité de particules respirée par les agriculteurs. « L'affiche (Fig.) nous a permis de constater ensemble que parmi toutes les actions réalisées ce sont les déballages des bottes d'enrubanné (foin) et leur distribution qui sont les plus polluants car le foin fermente sous son emballage plastique¹. » Les agriculteurs ont modifié leur manière de faire, ainsi, les gaz de la fermentation ne soient pas respirés.

2 OCTOBRE - 15 AVRIL

Résultats des captations de la qualité d'air et des particules fines respirés par les éleveurs céréaliers de la ferme d'Erstroff durant leur période d'activité d'éleveur entre 2017 et 2018, tout les matins d'environ 7h30 à 9h30.

— — — Qualité de l'air

..... Particules fines



Fig. 24 Captation de la qualité de l'air à la ferme d'Erstroff Margaux Prunier

Ces résultats ont eu un impact positif sur les usagers. Par quelques gestes simples : ouvrir les fenêtres et maintenir les polluants à l'extérieur, ils ont largement modifié la qualité de l'air qu'ils respirent au quotidien.

Les plantes miraculeuses

En comparaison de la pollution d'extérieur, il existe un rapport manifeste entre qualité de l'air intérieur et vie. En imaginant le processus en semaine pour un salarié, en général, à partir de sortir le matin à prendre les transports en commun pour se rendre à son travail jusqu'à rentrer à la maison, il faut rester dans le bureau pendant huit heures environ. Les fournitures de bureau elles-mêmes contiennent divers facteurs nocifs, et une fois exposées à l'air, elles émettront pour causer des dommages. Par exemple, les briques, la chaux et le ciment dans les matériaux de construction, ils contiennent du radium radioactif, qui est l'une des causes du cancer du poumon. Des produits comme les meubles en contreplaqué et le tapi en fibre chimique qui décore les pièces, ils dégagent de nombreux composés organiques volatils, principalement du formaldéhyde.

Pour purifier efficacement l'air intérieur, la tendance actuelle est de placer des plantes à l'intérieur. Chaque plante dispose de spécificités : contre le tabac, pour humidifier l'air, pour lutter contre le formaldéhyde, l'ammoniac, le xylène, le monoxyde de carbone ou encore le benzène. Comme les longues feuilles de la dracaena contribuent à la dépollution de l'atmosphère. Si vous voulez que l'air reste humide, vous pouvez choisir le Chamaedorea ; il absorbe également l'ammoniac, le benzène, le formaldéhyde et le xylène. Le Ficus et Le Chlorophytum sont idéal pour aspirer les gaz toxiques et produire beaucoup d'oxygène.

L'agence de design urbain ecoLogicStudio, basée à Londres, présente un concept unique qui fait des algues la star des espaces clos. Après avoir fait des recherches et travaillé sur le concept pendant 10 ans, ils trouvent que les algues peuvent purifier l'air et fournir de précieuses protéines.

BIT.BIO.BOT est une installation à l'échelle 1:1



Fig. 26 BIT.BIO.BOT
Biennale de Venise, 2021
ecoLogicStudio

- une expérience immersive dans la culture domestique du microbiome urbain. L'espace expérimental est conçu pour tester la coexistence entre les organismes humains et non humains dans l'urbansphère post-pandémique. L'agence combine architecture avancée et microbiologie pour construire un habitat artificiel.

En somme, les plantes jouent un rôle important dans les espaces où vivent les gens. Si l'on reprend les dispositifs

climatiques de Philippe Rahm et City Tree, ils ont tous deux la même motivation : absorber les substances nocives en simulant la fonction d'un arbre.

Les différentes solutions pour intervenir dans la pollution



Au cours de mes recherches et de la rédaction de ce mémoire, j'ai essayé de comparer l'ampleur de la pollution atmosphérique dans le passé avec celle d'aujourd'hui. En essayant de répondre à cette question, j'étais très consciente que le problème était plus complexe qu'il n'y paraissait au premier abord. Comme l'a montré l'anthropologue Mary Douglas, « is a malleable and historically contingent concept¹. » Bien que la notion de pollution existe depuis des milliers d'années et se retrouve dans toutes les cultures humaines, ce qui est considéré comme une pollution à une époque et dans un lieu donné peut ne pas l'être dans un autre. Sous l'influence des contextes culturels différents, les gens se concentrent sur des perspectives différentes.

1. Mary Douglas. *Purity and Danger*, Oxfordshire, 1966

« La pollution et les mauvaises herbes ont peut-être beaucoup en commun. Pour ceux qui tentent de les éliminer, il va sur soi qu'ils constituent une nuisance². » De l'identification d'une plante ou d'une substance à sa définition en tant que

2. Peter Thorsheim, *Inventing Pollution: Coal, Smoke, and Culture in Britain since 1800* (Labuan: 2006), p. 254.

problème, la cognition est souvent si automatique qu'elle n'est pas reconnue. La pollution et les mauvaises herbes, cependant, sont toutes deux socialement construites : elles n'ont pas de signification préexistante. Les perceptions de la pollution atmosphérique ont été façonnées non seulement par les connaissances sur la quantité de substances particulières, présentes dans l'air, mais aussi par la manière dont les gens comprenaient la nature, la technologie et la société. Parler de la pollution de l'air ne peut être sorti du cadre du contexte historique et considéré comme des données. Si quelqu'un veut parler de l'augmentation ou de la diminution de la pollution, il doit décider ce qu'il entend par pollution et où la trouver.

En Europe, au XIXe siècle, de nombreuses personnes définissaient la pollution atmosphérique comme un miasme, c'est-à-dire un gaz produit par des plantes en décomposition, des déchets, des cadavres et des matières fécales. C'est pourquoi les

urbanistes de l'époque recommandaient de rendre les rues plus larges et plus droites pour accélérer la circulation de l'air dans la ville. Mais aujourd'hui, en raison de la croissance de la population urbaine, de hauts bâtiments s'élèvent rapidement dans la ville, créant à nouveau un problème de stagnation de l'air urbain. Les architectes ont donc obtenu une ventilation urbaine en améliorant la forme des bâtiments et leur disposition.

Les concepts relatifs à la composition de la pollution atmosphérique ont radicalement changé depuis l'époque où la théorie des miasmes existait. Ils continuent d'être remis en question et de nouvelles idées sur la pollution atmosphérique continuent d'émerger. C'est pourquoi j'ai essayé de considérer le problème de la pollution du point de vue d'un designer, ils peuvent intervenir dans la question. Pour lutter contre la pollution, nous devons examiner les attitudes, les idéologies et les perceptions des personnes qui permettent

son existence.

Aujourd'hui, lorsque nous nous concentrons sur les différentes professions des gens, sur l'air différent qu'ils respirent chaque jour. Les solutions à la pollution atmosphérique peuvent également être abordées sous des perspectives différentes. Si l'on se centre sur les plantes, ils sont peut-être les "purificateurs d'air" les plus efficaces parce qu'ils sont toujours présents dans notre vie quotidienne. En tant que designer, nous pouvons aider et améliorer la purification des plantes dans les milieux (urbain, architectural) pour qu'elles aient les meilleurs effets purificateurs - en absorbant les polluants et en libérant de l'oxygène.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages (classés par ordre de lecture)

YOSHINOBU, Ashihara. *La conception extérieure en architecture*. Nankin : Maison d'édition littéraire Jiangsu Phoenix, 2017.

REN, Chao. *Évaluation de l'environnement éolien urbain et planification des conduits éoliens*. Pékin : Presse sur l'architecture et la construction en Chine, 2016.

GEHL, Jan. *Interaction et espace*. s.l., 1992.

BELL, Paul, Thomas GREENE, Jeffrey FISHER et Andrew BAUM. *Psychologie de l'environnement*. Pékin : CRUP, 2009.

CHEN, Fei. *Recherche sur l'environnement éolien et conception d'économies d'énergie pour les bâtiments situés dans les zones climatiques d'été chaud et d'hiver froid*. Pékin : Presse sur l'architecture et la construction en Chine, 2009.

HE, Mei. *Étude de la planification et de la gestion du système spatial écologique des mégapoles*. Pékin : Presse sur l'architecture et la construction en Chine, 2010.

MARTEN, Gerald. *L'écologie humaine*. Pékin : La presse commerciale, 2012.

ZHU, Qing. *La vitalité de la ville*. Pékin, Presse sur l'architecture et la construction en Chine, 2011.

ALBERTI, Marina. *Nouveaux développements en matière d'écologie urbaine*. Shanghai : Presse de l'université de Tongji, 2016.

SONG, Yongchang, Wenhui YOU et Xiangrong WANG. *Écologie urbaine*. Shanghai : Presse universitaire normale de Chine orientale.

WANG, Yuncai. *Études de cas sur la planification et la conception écologiques des paysages*. Shanghai : Presse de l'université de Tongji, 2013.

BANHAM, Reyner. *L'Architecture de l'environnement bien tempéré*. Paris : HYG, 1969.

BANHAM, Reyner. *Los Angeles : The Architecture of Four Ecologies en 1971*. California : University of California Press, 2009.

MCHARG, Ian L. *Design with nature*. New jersey : John Wiley & Sons, 1995.

RAHM, Philippe. *Histoire naturelle de l'architecture*. Paris : 2020.

RAHM, Philippe. *FORM FOLLOWS CLIMATE – About a Meteorological Park in Taiwan*. OIL FOREST LEAGUE, 2016.

ROTTLE, Nancy. *Ecological design*. New York : Bloomsbury Academic, 2013.

ZHU, Jianning. *Histoire des jardins de l'Ouest [M]*. Pékin : Presse forestière chinoise. 2008.

XU, Hao. *Planification des systèmes d'espaces verts urbains à l'étranger [M]*. Pékin : Presse sur l'architecture et la construction en Chine, 2003.

COMPERTZ Wille, *What are you looking at?: 150 years of modern art in the blink of an eye*. New York : Penguin Books Ltd, 2016.

WANG, Xiangrong et Qing, LIN. *Theorie and practice of modern landscape architecture in the western world*. Pékin : Presse sur l'architecture et la construction en Chine, 2002.

STEPHEN, Hales. *A description of ventilators*. London : Printed for W. Innys [etc.], 1743.

THORSHEIM, Peter. *Inventing Pollution: Coal, Smoke, and Culture in Britain since 1800*. Labuan : Ohio University Press through, 2006.

DOUGLAS, Mary. *Purity and Danger*, Oxfordshire, 1966.

DAUTREY Jehanne, *Design et pensée du care, pour un design des microluttes et des singularités*, Presses du réel : Ensad Nancy, 2018.

Articles

WU, Wanyou. Science et technologie de la météorologie du Jiangxi : une étude sur l'effet d'îlot de chaleur et sa relation avec la concentration de SO₂ dans la ville de Nanchang. Vol.21 No.4

LI, Jun. Stratégies pour l'environnement éolien et l'aménagement urbain dans les régions chaudes : Une étude de cas de la ville de Wuhan.

ZENG, Suiping. " Coordination " et " articulation " : Stratégies de planification des systèmes d'environnement éolien basées sur le concept " source - flux – puits ". N°1006 – 3862 (2016) 11 - 0025 - 07

REN, Chao. Planification et conception spatiales pour les climats urbains à haute densité : Pratiques et expériences en matière d'évaluation de la ventilation de l'air à Hong Kong.

HUANG, Qilin. De " coin fermé côté ouvert " à " coin ouvert côté fermé : Le concept de conception des places urbaines basé sur la perspective de l'environnement éolien.

LI, Xiangyi. Analyse documentaire des tendances de développement en matière d'environnement piétonnier et bâti : Repenser une zone urbaine saine à haute densité après l'épidémie de coronavirus.

WANG, yanxia, Jianwen, DONG, Yanzhen, WANG et Nansheng WU. Relationship Between City Green Land and Urban Heat Island Effect. 2005.

S. Bouketta et Y. Bouchahm, L'effet de la géométrie urbaine sur l'écoulement du vent et la ventilation naturelle extérieure. 2012, Vol. 15 N°4.

Webographie :

Breath with me, Jeppe Hein

<http://www.art2030.org/projects/breathewithme>

Pollution causée par la production de papier

<https://www.163.com/dy/article/HO7F2UJO055613OX.html>

Cheonggyecheon Restoration

<https://seoulsolution.kr/en/content/7477>

Rénovation de Paris

<https://www.napoleon.org/enseignants/documents/le-paris-dhaussmann-la-transformation-dune-ville/>

<https://www.napoleon.org/histoire-des-2-empires/articles/jean-charles-adolphe-alphand-le-jardinier-de-paris/>

Parcs de Londres, Humphry Repton et John Nash

<https://www.bl.uk/picturing-places/articles/humphry-repton-and-john-nash>

Boston parks systems

<https://ejournals.bc.edu/index.php/elements/article/download/9001/8120/>

The Doctors' Houses, Liverpool

http://www.hevac-heritage.org/electronic_books/M&NW_anniversary/Section-3_TheDoctors.pdf

Linked Hybrid

<https://www.stevenholl.com/project/beijing-linked-hybrid/>

Conférence de Philippe RAHM

<https://www.citedelarchitecture.fr/fr/video/architecture-post-critique-projets-recents-de-philippe-rahm-architectes>

CityTree

<https://greencitysolutions.de/en/citytree/>

Breath/ng

<https://hypebeast.com/2018/4/kengo-kuma-breathing-sculpture-supershow-studio>

Les plantes miraculeuses

<https://protectmyface.fr/quelle-plante-anti-pollution-choisir/>

BIT.BIO.BOT

<https://www.ecologicstudio.com/knowledge-room/bit-bio-bot-dezeen>

Remerciements

À Jehanne Dautrey,
Professeur de philosophie, pour ses
nombreuses relectures et ses conseils
avisés, qui m'ont guidée vers le bon
cheminement d'écriture.

À Jérôme Aich,
Professeur de design, pour ses références et
ses encouragements, qui m'ont poussé de
travailler.

À Raphaël Gelot,
Ami de ma mère, pour ses corrections du
texte et soins pour moi.

À ma famille,
Qui m'ont aidé financièrement et m'ont
donné beaucoup d'encouragements.

À mes amis,
Shuqi, pour s'être tant investi dans mes
réflexions et pour m'avoir accompagnée par
téléphone pendant la deadline.
Zhichun, pour ses encouragements et ses
aides.

