



-1^{ère} Année P.G-

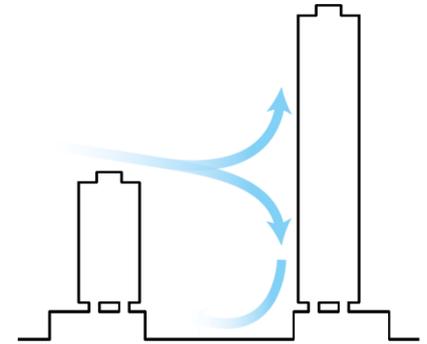
Matière:

ANALYSE THEMATIQUE:

Ventilation naturelle en milieu urbain: Pour un environnement sain et confortable

Présenté par:

- MERABET Zeyneb



Enseignant:

- Pr. ALKAMA Djamel

Introduction

Partie I: Vent et Ventilation; concepts clés.

1. Définitions et terminologie.
2. Ventilation naturelle : traditions et tendances.
3. Ventilation naturelle et trilogie de développement durable.
4. Vent et milieu urbain.

Partie II: Ventilation urbaine et santé

1. Qualité de l'air: un enjeu majeur en ville.
2. Facteurs urbains impactant le transport et dispersion des polluants.
3. Rôle de la ventilation urbaine.

Partie III: Ventilation urbaine et microclimat

1. L'îlot de chaleur urbain.
2. Les paramètres influençant le microclimat urbain.
3. Effet de la ventilation naturelle sur le microclimat urbain.

Conclusion

Bibliographie

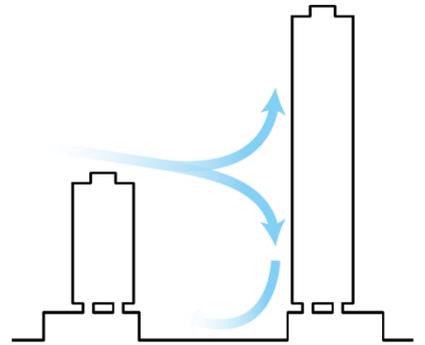
Changements climatiques, surconsommation des ressources, pollution, déchets, maladies... etc; les maux urbains du 21^e siècle présentent un challenge pour les acteurs de la ville. Ces derniers s'efforcent à trouver des solutions efficaces pour la lutte contre ces phénomènes qui ne cessent de s'accroître. Dans cette perspective, les domaines de « **microclimat urbain** » et de « **santé environnementale** » sont au cœur des réflexions.



Le paramètre bioclimatique « **vent** » peut offrir des avantages relatifs aux deux domaines. Il présente à la fois des facultés de régulation du microclimat, et d'amélioration de la qualité sanitaire de l'air dans les deux ambiances architecturales et urbaines.

Quels avantages offre ce paramètre? Comment peut-il contribuer à l'amélioration de la santé urbaine et du microclimat?

Partie I :
Vent et ventilation : concepts clés

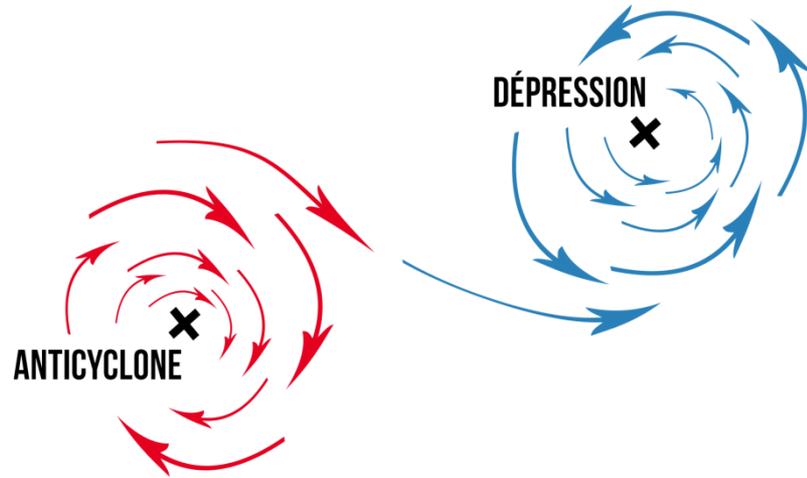
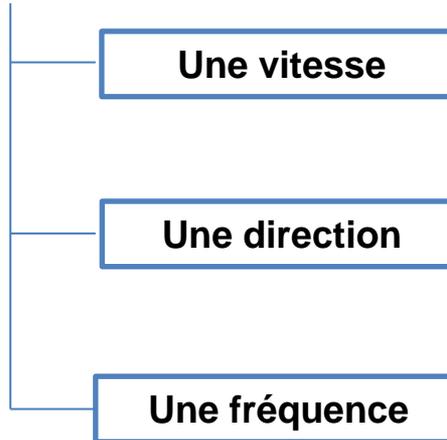


I. Vent et ventilation : Concepts clés

1. Définitions et terminologie:

- **Le vent:** Déplacement de la masse d'air s'effectuant surtout horizontalement ; de la haute pression (anticyclone) vers la basse pression (dépression).[Dictionnaire le Larousse]. Ces mouvements ne sont pas rectilignes, elles s'effectuent sous forme de « S ». Plus la haute pression est proche de la basse pression, plus le vent est fort.

Il se caractérise par:

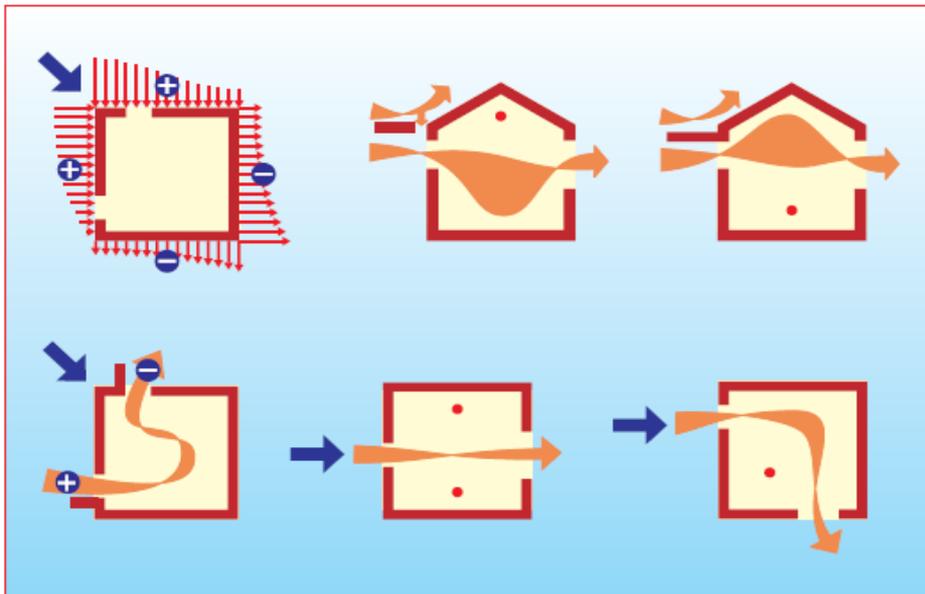


I. Vent et ventilation : Concepts clés

1. Définitions et terminologie:

- **La ventilation:** Aération, l'action de faire circuler l'air, ou renouveler l'air d'un lieu clos.
Opération qui a pour objet d'entretenir la pureté de l'air dans une enceinte close et de remédier aux dangers de l'air confiné. [Dictionnaire Le Littré]

- **La ventilation dans le bâtiment:** C'est l'action de renouveler l'air d'une pièce ou d'un édifice, soit naturellement par différence de pression entre l'air intérieur et extérieur, ou mécaniquement. Elle contribue au maintien de la qualité de l'air (par évacuation des polluants et de la vapeur d'eau) et au rafraîchissement des édifices (par déstockage de chaleur), assurant ainsi le confort respiratoire et hygrothermique. l'air frais doit efficacement balayer l'espace tout en étant limité à des vitesses inférieures à 0,2m/s pour le confort de l'occupant.

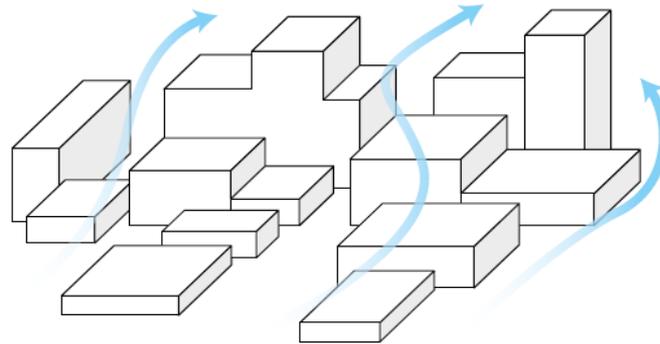


La ventilation naturelle est toujours due à une différence de pression, causée par le vent ou par un écart de température.

I. Vent et ventilation : Concepts clés

1. Définitions et terminologie:

- **La ventilation urbaine:** Le régime des vents varie en fonction de l'environnement, du site, de la topographie, morphologie et rugosité. La ventilation urbaine consiste donc à prendre en compte, dans un milieu urbain, du comportement du vent, et ses interactions avec les paramètres morphologiques liés aux structures bâties; pour bénéficier de leurs avantages (évacuation des polluants, régulation des températures), et éviter leurs effets négatifs (zones de stagnations des polluants, zones de turbulences et survitesses provoquant des gênes aux occupants, exposition aux vents froids) afin d'assurer des ambiances aérodynamiques confortables.



La ventilation urbaine concerne les ambiances **extérieures** et **intérieures**.

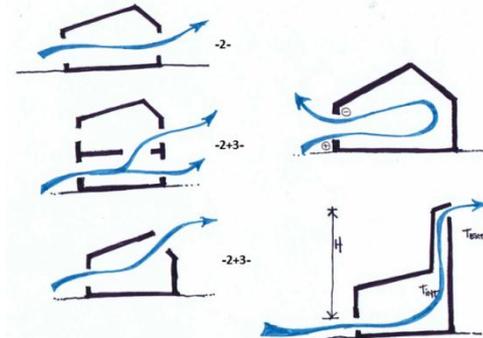
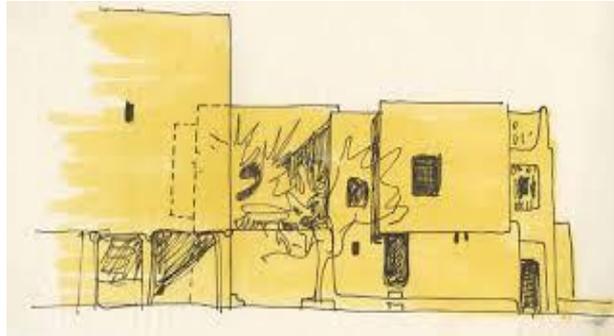
I. Vent et ventilation : Concepts clés

2. Ventilation naturelle: traditions et tendances

L'homme a depuis toujours , cherché à assurer le confort, la sécurité et la qualité de vie, en s'adaptant avec son climat et en bénéficiant des ressources naturelles disponibles dans son environnement. La ventilation naturelle est l'une des stratégies utilisés sous plusieurs formes dans les bâtiments et tissus urbains traditionnels:

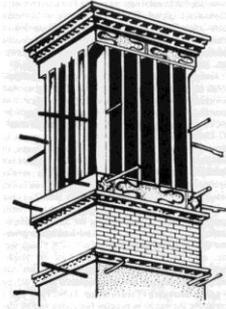
- **Ouvertures et fenêtres:**

L'élément le plus simple et le plus répandu qui joue plusieurs rôles dans la conception bioclimatique. Parmi lesquels, la ventilation. Les dimensions, formes et positions des ouvertures varient d'une région à une autre, selon les besoins et le climat

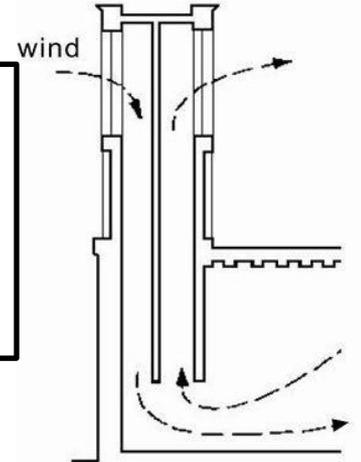


2. Ventilation naturelle: traditions et tendances

- **Les tours à vents:**

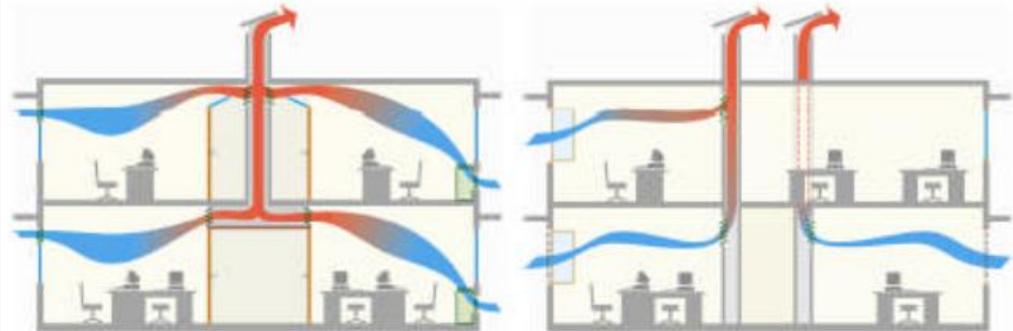


Élément de l'architecture traditionnelle iranienne. Les vents les plus rapides et les moins pollués sont captés au dessus des toits et soufflés par la partie inférieure pour rafraichir les pièces. La différence de température et de pression permet d'évacuer l'air chaud vicié. Le flux ascendant et descendant sont canalisés par une séparation à l'intérieur de la tour.



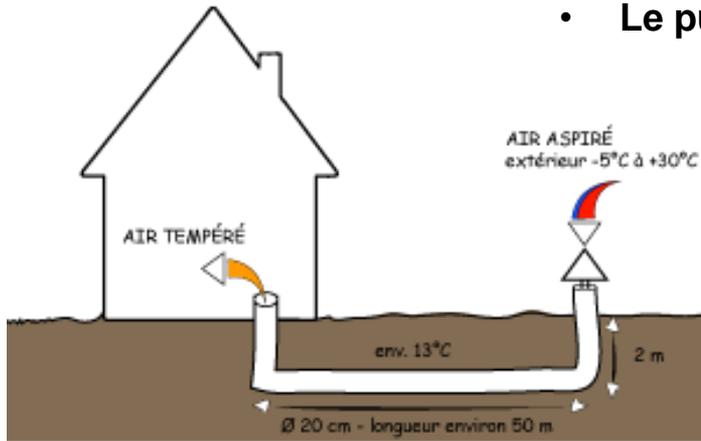
- **Le principe de cheminée solaire:**

Dispositif de ventilation naturelle par l'énergie solaire et le tirage thermique . Pendant la journée , l' énergie solaire chauffe la cheminée et l'air à l'intérieur, créant un courant ascendant d'air dans la cheminée. Lorsque l'air chaud monte, la différence de pression crée une sorte d'aspiration d'air froid qui rafraichit le bâtiment.



2. Ventilation naturelle: traditions et tendances

- **Le puits canadien/provençal**

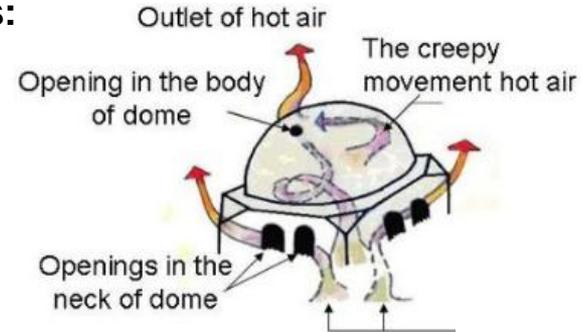


Système passif de ventilation conçu pour préchauffer (en hiver) ou rafraichir (en été) l'air extérieur grâce à l'inertie thermique du sol , puis l'envoyer à l'intérieur des bâtiments.



- **Les dômes:**

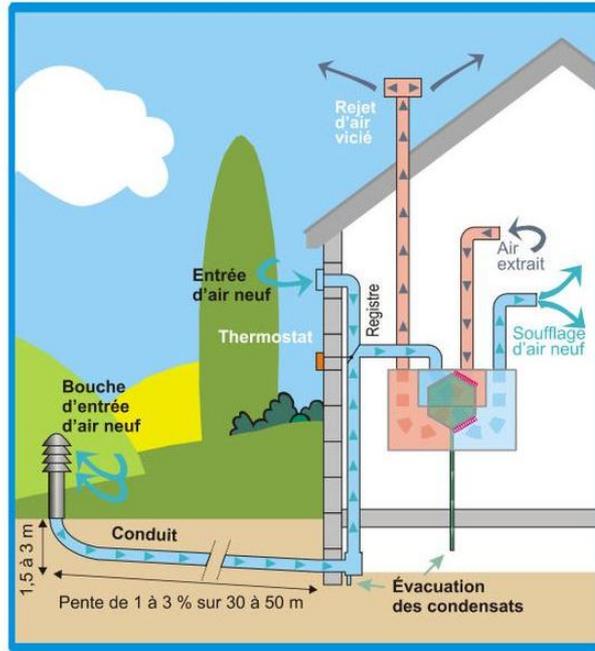
Les toitures en dôme utilisés dans l'architecture soufi permettent de créer une circulation d'air. L'air chaud monte et l'air frais descend vers le bas pour rafraichir les pièces



I. Vent et ventilation : Concepts clés

2. Ventilation naturelle: traditions et tendances

Ces techniques sont aujourd'hui reprises, développés et parfois combinés avec d'autres technologies contemporaines :



Puits canadien raccordé à un système de ventilation mécanique a double-flux

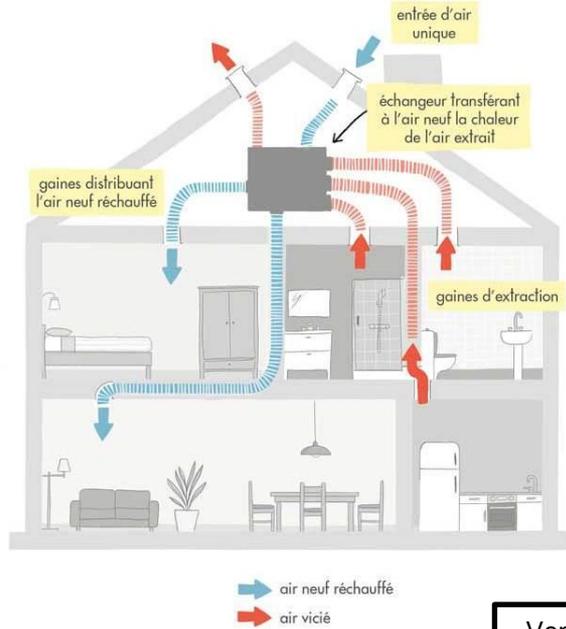


Tour à vent urbaine pour ventiler les rues de Masdar city

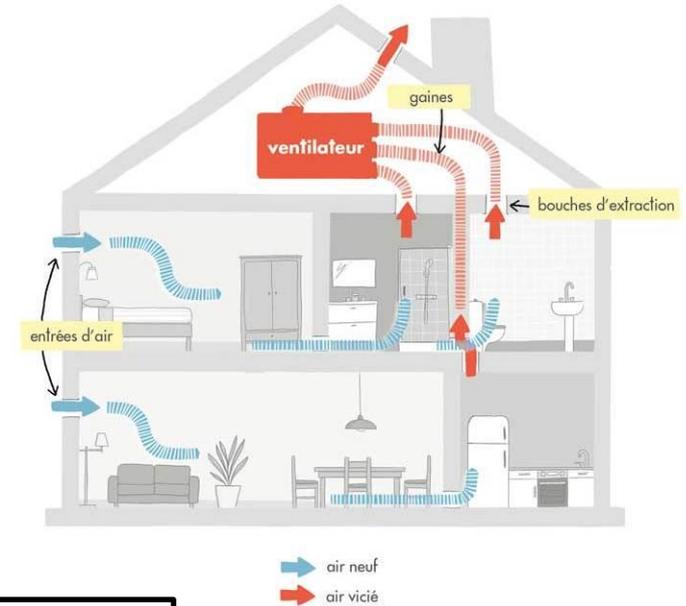
I. Vent et ventilation : Concepts clés

2. Ventilation naturelle: traditions et tendances

Fonctionnement de la VMC double flux

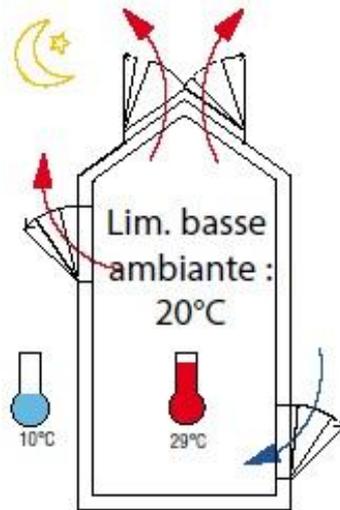


Fonctionnement de la VMC simple flux

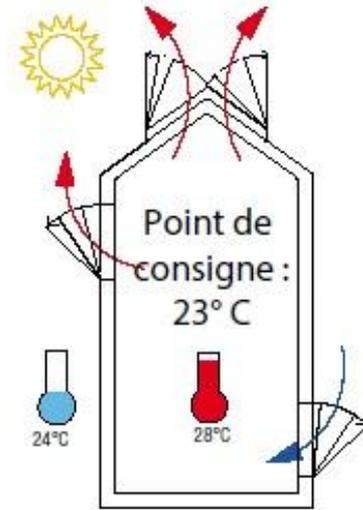


Ventilation mécanique contrôlée à simple et double flux

2. Ventilation naturelle: traditions et tendances



NIGHT-COOLING



FREE-COOLING

Systèmes intelligents de pilotage de ventilation naturelle intégrant plusieurs enjeux : énergie, bruit, conditions météorologiques à temps réel

3. Ventilation naturelle et trilogie de développement durable:

Pourquoi ventiler?

L'importance de la ventilation naturelle ne se résume pas à un simple renouvellement de l'air. Une ventilation passive optimale, joue un rôle primordial dans la trilogie de développement durable :

L'économique:

- Réduire les besoins en énergie.
- Réduire les coûts de système de santé.
- Réduire les coûts de ventilation mécanique.
- Durabilité des constructions face aux pathologies (réduire le besoin de maintenance)

Le social:

- Assurer la qualité de l'air intérieur.
- Améliorer la santé publique.
- Améliorer le confort et la qualité de vie.
- Réduire le stress urbain.

L'environnemental:

- Epurer l'air et Réduire la pollution atmosphérique.
- Confort thermique passif sans émission des G.E.S
- Technique bioclimatique écologique.

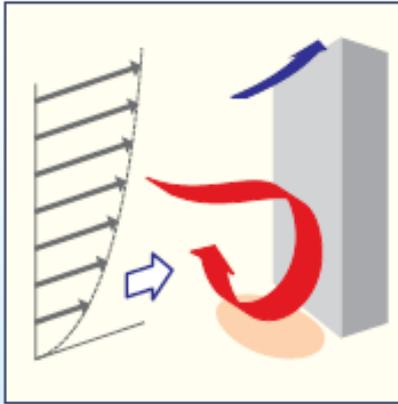
I. Vent et ventilation : Concepts clés

4. Vent et milieu urbain:

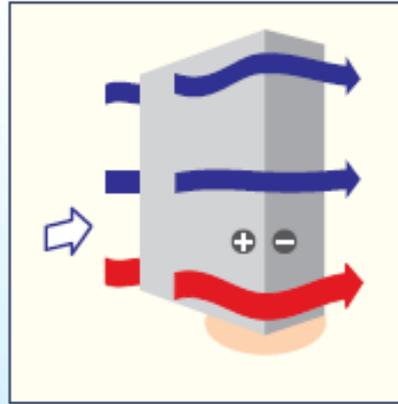
En milieu urbain l'efficacité de la ventilation naturelle dépend de plusieurs paramètres:

- Au passage du vent, tout objet isolé sur le sol constitue un obstacle qui peut entraîner soit des survitesses, soit des ralentissements. La compréhension de l'influence des structures bâties sur la force et le caractère turbulent du vent est nécessaire:

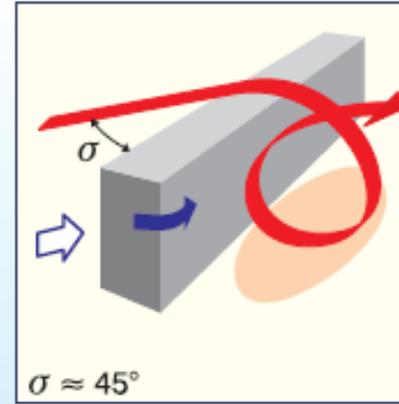
Selon GENDMER 1976 :



Rouleau tourbillonnaire
au pied de la face
au vent

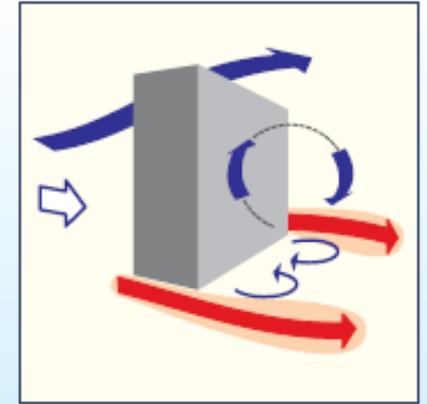


Survitesses à proximité
des coins de la face
au vent



$\sigma \approx 45^\circ$

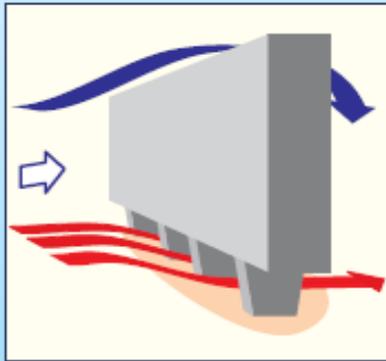
Déviations en vrille due
au franchissement
oblique d'une barre



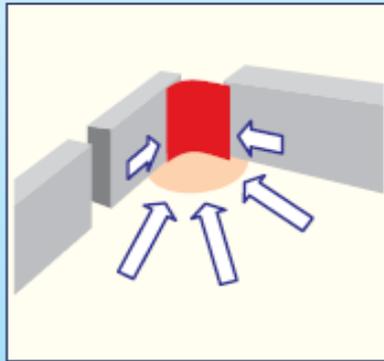
Effet de sillage latéral,
à l'arrière du bâtiment

→ : effet critique ○ : zone critique pour les piétons

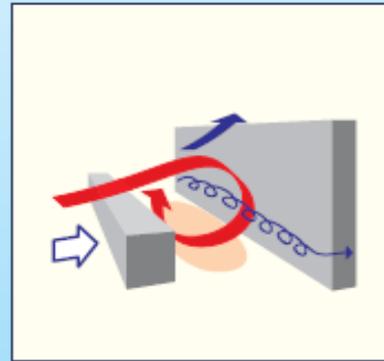
4. Vent et milieu urbain:



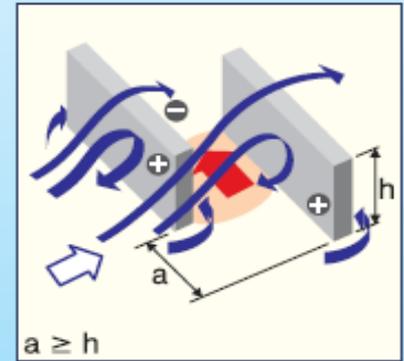
Survitesse au niveau des passages sous le bâtiment et leurs prolongements immédiats



Effet Venturi : survitesses à l'étranglement d'un angle ouvert au vent



Effet Wise : rouleau tourbillonnaire accentué par un bâtiment moins élevé en amont



Liaison des zones de pressions différentes dues à la disposition de bâtiments en quinconce

➔ : effet critique ○ : zone critique pour les piétons

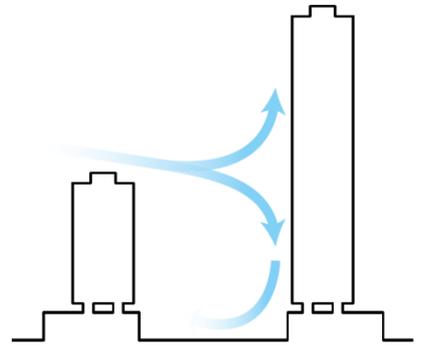
Il est donc nécessaire de prendre en compte ces effets pour assurer des ambiances aérodynamiques confortables

4. Vent et milieu urbain:

- Autres paramètres influençant l'efficacité de la ventilation naturelle en milieu urbain, que ça soit dans les espaces extérieurs ou dans les bâtiments selon C. A. Roulet:
 - La météorologie et vents locaux
 - Le bruit
 - Les sources de pollution
 - La proximité des polluants
 - La végétation

Partie II:

Ventilation urbaine et santé



II. Ventilation urbaine et qualité de l'air

1. Qualité de l'air : Un enjeu majeur en ville

- L'homme respire 100% de son temps, respirer de l'air propre est donc indispensable.
- Une qualité de l'air dégradée nuit à la santé, les effets varient de simples irritations à différents types de cancer, ou mortalité précoce.
- Par le passé, les risques étaient majoritairement industriels.
- Aujourd'hui, **en milieu urbain**, il existe une multi-exposition et toute une palette de polluants.

PM 10 : particule de taille inférieure à 10 μm
PM 2,5 : particule de taille inférieure à 2,5 μm
NOX : oxydes d'azote
SO2 : dioxyde de soufre
CO : monoxyde de carbone
COV : composés organiques volatils
O3 : ozone



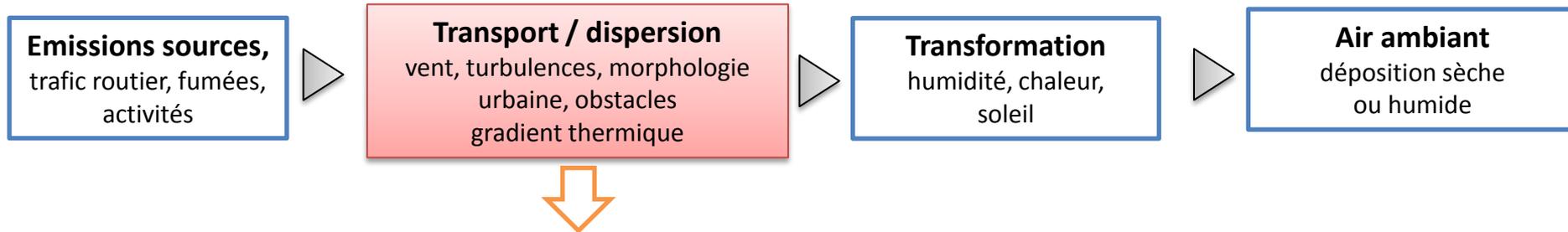
PM10 • COV • SO2

PM10 • PM2,5 • NOX • CO • COV

II. Ventilation urbaine et qualité de l'air

1. Qualité de l'air : Un enjeu majeur en ville

- L'air à l'intérieur des bâtiments est tributaire à l'air disponible dans l'environnement immédiat, la qualité de l'air intérieur est donc directement liée à celle extérieure.
- La question de la qualité de l'air se distingue de celle des émissions de G.E.S, elle concerne aussi bien l'émission des polluants (quantités directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines), que l'exposition des populations à ces polluants (concentration de polluants auxquelles sont soumises les populations dans un lieu donné).



La ventilation urbaine par sa définition (vent, turbulences, morphologie) est l'un des paramètres majeurs agissant sur le transport et la dispersion des polluants . Une ventilation urbaine optimale améliore considérablement la qualité de l'air.

2. Facteurs urbains impactant le transport et dispersion des polluants

Densification urbaine



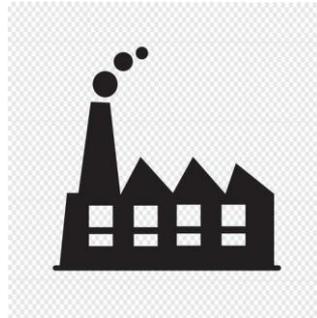
Densification= moins d'émissions mais plus d'exposition.

La densification urbaine présente un antagonisme en matière de qualité de l'air en milieu urbain.



La forme urbaine, et son interaction avec le vent: effets de stagnations, turbulences, effet écran...etc

L'implantation des sources (circulation véhicules et bâtiments sources) par rapport à la ville, à la direction des vents et aux structures bâties environnantes



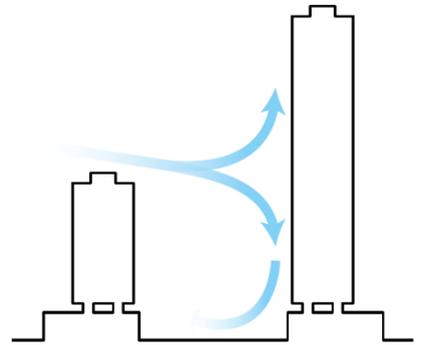
Quelques composantes urbaines et leur effet d'épurateur ou de masque, écran



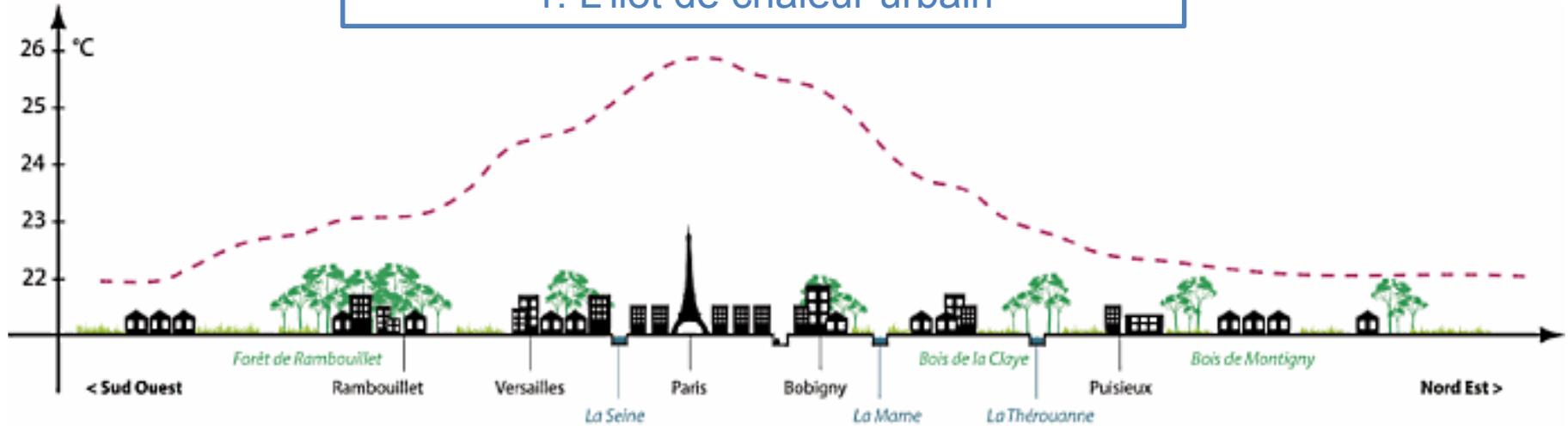
3. Rôle de la ventilation urbaine

- La direction, vitesse et comportement des vents déterminent le transport et dispersion des polluants depuis leurs sources.
- Réfléchir la forme urbaine de façon à optimiser la ventilation naturelle permet de diminuer le degré d'exposition de la population aux polluants.
- Améliorer la qualité de l'air extérieur participe considérablement à une ventilation intérieure efficace.
- Optimiser la ventilation urbaine permet d'éviter les zones de stagnation de l'air, ainsi que l'implantation des édifices sources et axes de circulation de façon à favoriser le transport des polluants vers la population .

Partie III: Ventilation urbaine et microclimat

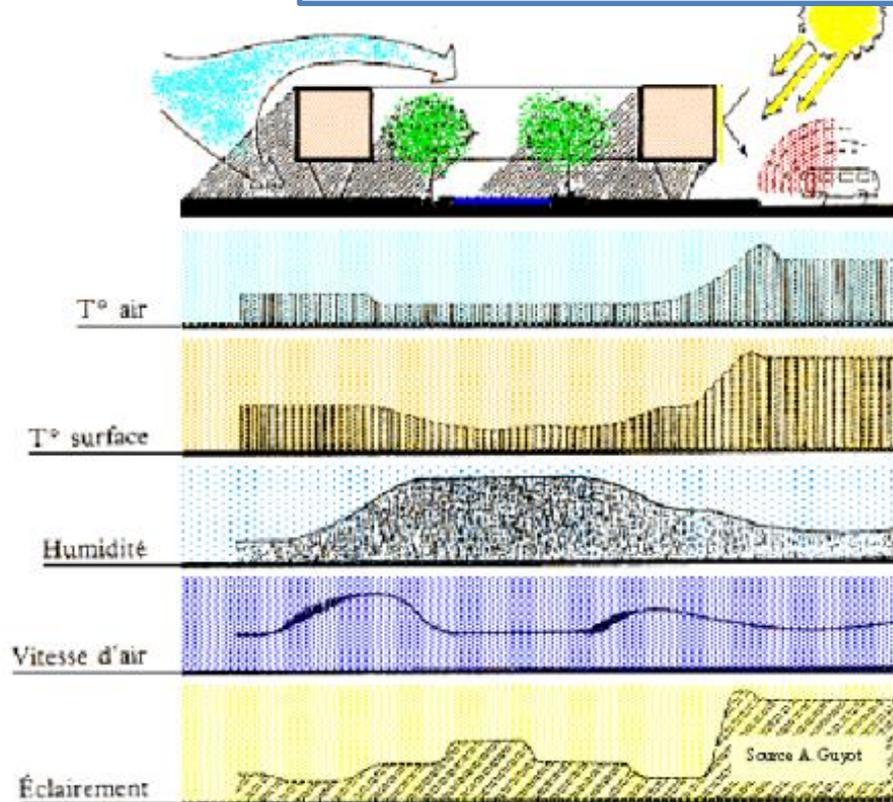


1. L'îlot de chaleur urbain



L'augmentation de la température observée en milieu urbain par rapport aux autres milieux environnants, connu sous le nom de « îlot de chaleur urbain », est un phénomène microclimatique spécifique aux zones urbaines. Il a des effets négatifs sur l'environnement et sur la santé. Chercher des mesures de mitigation de ce phénomène est devenu indispensable. Il est donc nécessaire de cerner les paramètres urbains déterminant le microclimat.

2. Les paramètres influant sur le microclimat urbain



Paramètres définissant le microclimat urbain

La ventilation naturelle agit sur trois des cinq paramètres déterminant le microclimat urbain:

- Température de l'air
- Vitesse de l'air
- Humidité de l'air



Une ventilation naturelle optimale améliore considérablement le microclimat urbain

2. Effet de la ventilation naturelle sur le microclimat urbain

- En agissant sur la température de l'air, sa vitesse et son humidité, la ventilation naturelle peut réduire considérablement le phénomène îlot de chaleur urbain et ses conséquences.
- Les échanges air/eau en milieu urbain participent au rafraîchissement de climat.
- Les ambiances microclimatiques extérieurs ont une influence directe sur le confort hygrothermique intérieur.
- Il est de même nécessaire d'éviter la sur exposition aux vents froids.

CONCLUSION:

Face aux conséquences certaines de réchauffement climatique et d'étalement des villes, la ventilation urbaine représente l'un des domaines de recherche bioclimatique et urbaine les mieux convoités. De par ses facultés énergétiques, hygiéniques et de confort, une ventilation urbaine optimale permet de faire fusion entre les enjeux d'urbanisation et de développements durable en toutes ses dimensions. Il est intéressant d'approfondir les recherches sur ce domaine, afin de bien saisir les avantages et de créer des ambiances intérieures et extérieures durables.

- Allard F. et al, (2005) *Natural ventilation in the urban environment assessment and design*, Edition Earth scan, London.
- Bouchair A., (2015), Vernacular Architecture: Hot Arid Climate Control. In *Encyclopedia of Energy Engineering and Technology*, Second Edition. Taylor and Francis: New York Published online: 17 Jun 2015; p. 2030-2050.
- Bouchair A., (1994), Solar chimney for promoting cooling ventilation in southern Algeria. In *Building Serv, Eng, Res, Technol*, (2), p. 81-93.
- De Herde, André ; Liébard, Alain.(2005) *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*, Edition Le moniteur; (2005)
- Gilles AYM OZ et Daniela SANNA ,(2015) *Urbanisme et qualité de l'air: des territoires qui respirent*, Brochure ADEME Éditions, juin 2015, pp.102
- Khelifi L., (2017), *Contribution à l'évaluation du microclimat dans les espaces urbains de transition : cas d'étude, la région de Timimoune*, Thèse de Doctorat, E.P.A.U, Algérie.
- Roulet C-A et al. (2005), potential for natural ventilation in urban context: an assessment method, *ELSEVIER* (2005).