



Architecture Ecologique et Durabilité
Laboratoire Génie civile et Hydraulique
Département d'Architecture et d'Urbanisme – Guelma
1ère Année P.G



Matière:
Analyse thématique

LA VENTILATION URBAINE

Méthodes et outils d'investigation

Présenté par:
MERABET Zeyneb

Enseignant:
Pr. ALKAMA Djamel

2019/2020

PLAN DE TRAVAIL:

01

INTRODUCTION

- La méthodologie dans la démarche scientifique.
- Les méthodes, techniques et outils.

02

VENTILATION URBAINE: outils disponibles

- Les outils d'observation et de mesure sur terrain
- La modélisation analogique
- La simulation numérique
- Les codes C.F.D (Computational Fluid Dynamic)

03

SYNTHÈSE

04

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION:

[...] « Quel que soit l'objet d'une recherche, la valeur des résultats dépend de celle des méthodes mises en œuvre » FESTINGER et KATZ.

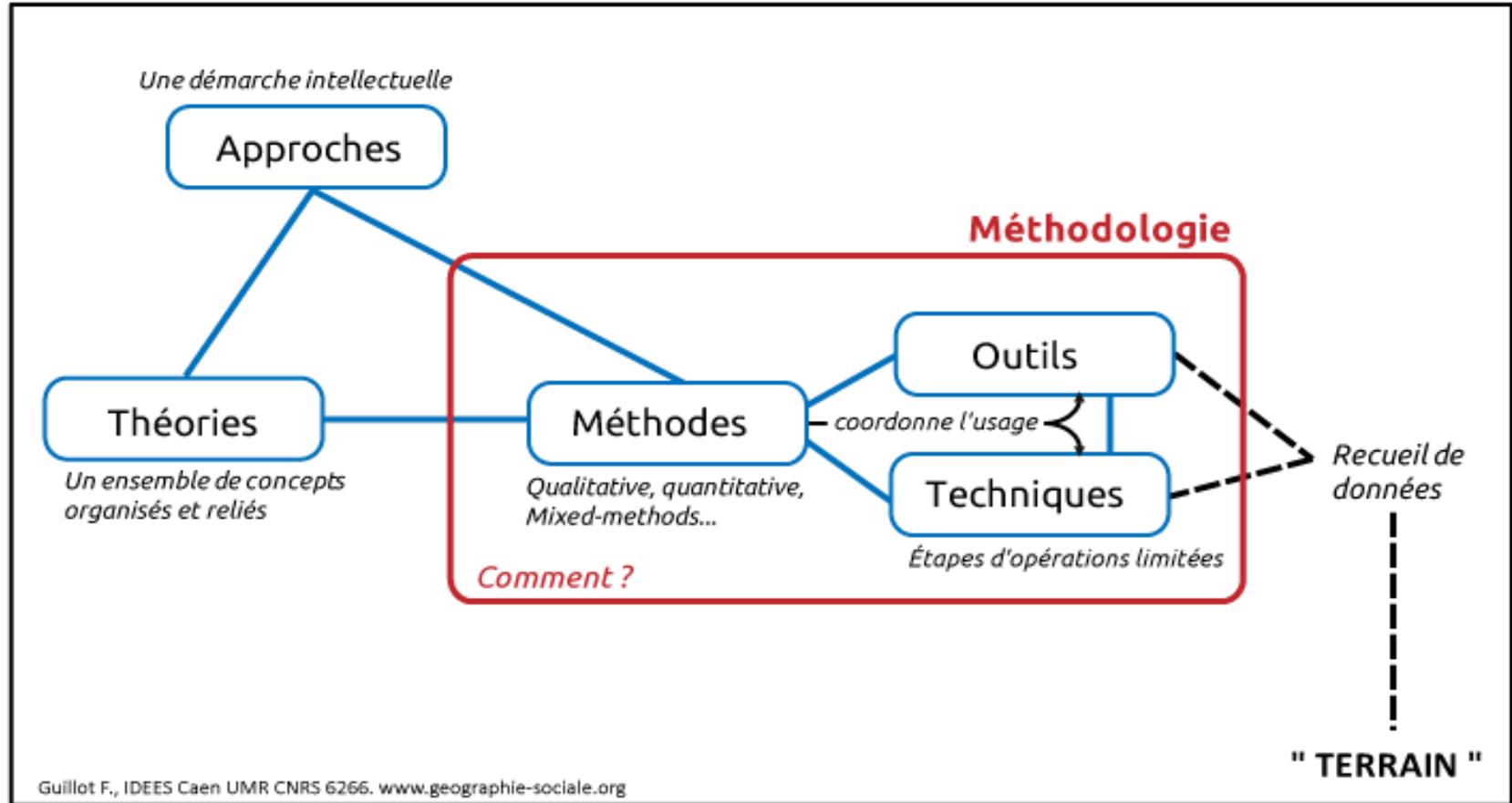
Lors d'un travail de recherche scientifique, l'étape la plus importante est celle de l'investigation.

En fait, Le rôle principal du chercheur est de savoir démontrer la validité (ou l'invalidité) des hypothèses soulevés, apportant ainsi toute crédibilité scientifique à sa recherche. Bien choisir les méthodes et outils d'investigation , parmi la panoplie existante, c'est bien démontrer.

A cette fin, le chercheur doit d'abord connaître l'ensemble des outils compatibles à son domaine de recherche, les comparer entre eux, pour enfin choisir l'outil le plus adapté aux objectifs visés.

Ce travail est la présentation d'un ensemble d'outils et méthodes relatifs au domaine de la ventilation urbaine.

La méthodologie dans la démarche scientifique



Les méthodes

Méthodologie

“ Ensemble des méthodes et des techniques qui orientent l'élaboration d'une recherche et qui guident la démarche scientifique ”

Méthode

“ l'ensemble des opérations intellectuelles par lesquelles une discipline cherche à atteindre les vérités qu'elle poursuit, les démontre, les vérifie des façons concrètes d'envisager ou d'organiser la recherche ”



Méthode quantitative: vise à mesurer le phénomène à l'étude de façon ordinale ou numérique. Donne des résultats uniques et statiques.



Méthode qualitative: vise à comprendre le phénomène et à le qualifier selon la perspective des sujets, en contexte. Elle se base sur les études de cas ou de groupes d'individus.



Approche mixte qui regroupe les avantages des deux méthodes précédentes.



Méthode expérimentale: consiste à soumettre l'objet de recherche à une expérience pour établir un rapport de cause à effet entre ses variables.



Méthode historique: consiste à étudier un événement ou un phénomène du passé, en suivant un processus d'examen de documents.

Techniques et outils

Techniques de recherche

“ L'ensemble des procédés, instruments et moyens qui permettent d'aller recueillir , dans la réalité, les données sur l'objet de la recherche..... Les techniques c'est comme les méthodes mais à un niveau plus concret ”

“ Les techniques ne sont donc que des outils mis à la disposition de la recherche et organisés par la méthode dans ce but. ”

L'investigation peut se faire de manière directe ou indirecte; au moyen de plusieurs outils :

- L'observation
- Les mesures in situ
- L'enquête, l'entretien
- La documentation
- La modélisation analogique
- La modélisation et simulation numérique...

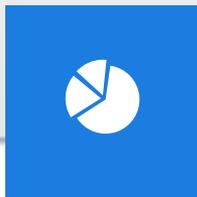
VENTILATION URBAINE :

méthodes et outils disponibles



Sur la base d'une série de travaux déjà menées dans le domaine de ventilation urbaine, nous présentons dans ce qui suit les principaux outils d'investigation utilisés dans l'étude du comportement aéraulique dans les milieu urbain en expliquant l'utilisation de chaque outil.

Les outils d'observation et de mesures sur terrain:



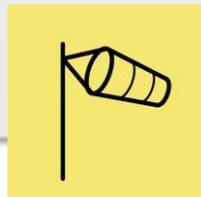
Observation

Données météorologiques.
Données de population.
Données d'occupation des sols.
Données sanitaires.
Données topographiques.
Données sur le trafic routier et secteurs emetteurs de polluants.



anémomètres

Pour mesurer la vitesse des vents



Girouette

Pour mesurer la direction des vents

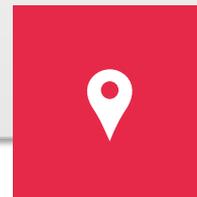


Instruments de mesure de qualité de l'air

Capteurs mobiles ponctuels : pour un ou plusieurs types de polluants.

Capteurs fixes utilisés par des stations de mesure et d'observation de la qualité de l'air.

Echelle: régional , ville , quartier, batiment.

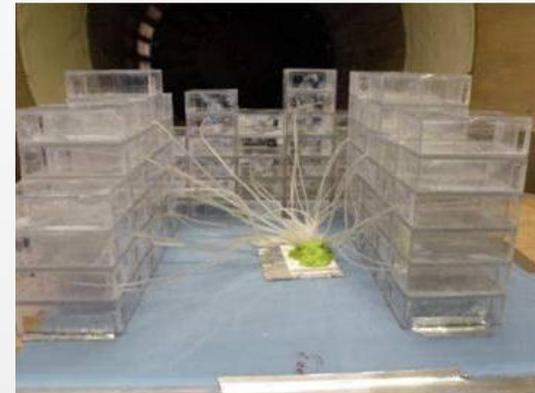
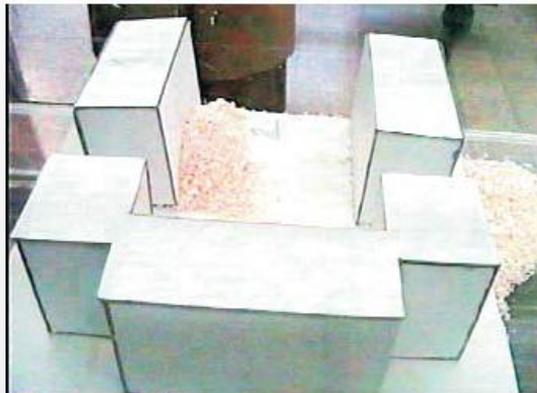


Ces outils sont généralement utilisés dans les stations météorologiques.

La modélisation analogique en soufflerie

La modélisation analogique : consiste à la mise en place d'un système physique qui reproduit plus ou moins le phénomène à étudier, l'observation du comportement du modèle permet de tirer des enseignements sur le phénomène d'intérêt.

La modélisation en soufflerie : est la reproduction à échelle réduite des phénomènes vent dans les basses couches atmosphériques sur une maquette afin d'évaluer les effets des vents dans leur contexte.



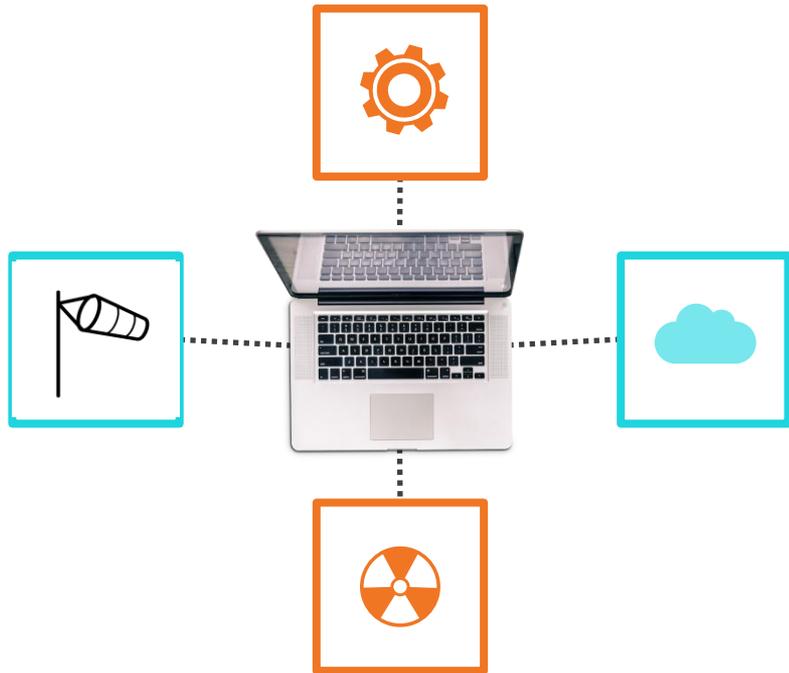
Echelles: traite des échelles allant de $1/5000^e$ (effets topographiques) au $1/100^e$ (réponse dynamique des structures, ventilation dans le bâtiment...)



Procédure:

- Création des maquettes du quartier, îlot ...
- Reproduction à l'échelle des conditions de vent
- Mesure des pressions et vitesses par des technologies de mesure instantanées.

Simulation numérique



Simulation des ambiances thermo-aérauliques:

- **Modèles multizones:** comportement énergétique ou aéraulique de plusieurs zones, problèmes d'infiltration d'air et choix de système de ventilation en se basant sur les données de pression.
- **Modèles zonaux:** calcul l'écoulement de l'air entre zones et la prédiction des flux d'air reliés à la distribution des pressions extérieurs.

Simulation de qualité de l'air:

simuler la présence, concentration et dispersion d'un ou plusieurs types de polluants, l'impact d'un projet sur la qualité de l'air extérieur et intérieur, à l'aide d'un ensemble de modèles:

- **Echelle de quartier et de la rue:** Modèle SIRANE, MISKAM, ADMS Urban, OSPM...etc
- **Echelle du bâtiment:** INCA-indoor; INDALO

Simulation par codes C.F.D:

Peut combiner les deux; cette méthode sera développée dans la partie suivante.

Codes C.F.D (Computational Fluid Dynamic)



Définition:

"La CFD est la résolution des équations qui régissent la mécanique des fluides par des outils numériques. Ces équations, dites de Navier-Stokes, sont les lois de conservation de la masse et de la quantité de mouvement."

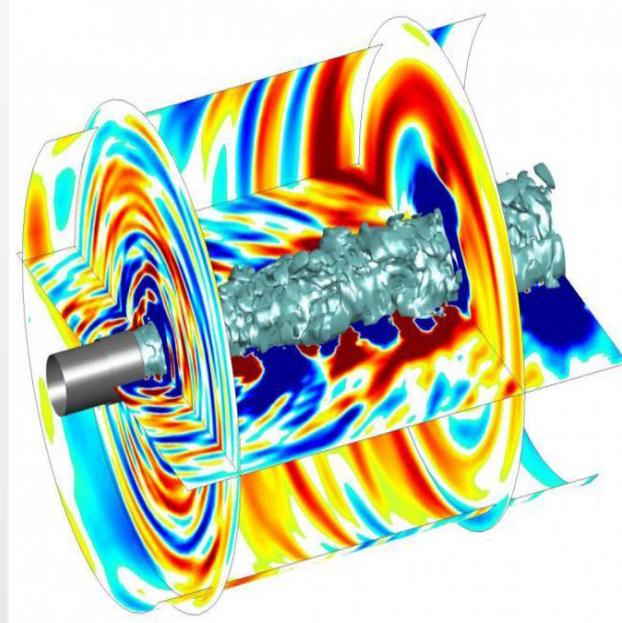
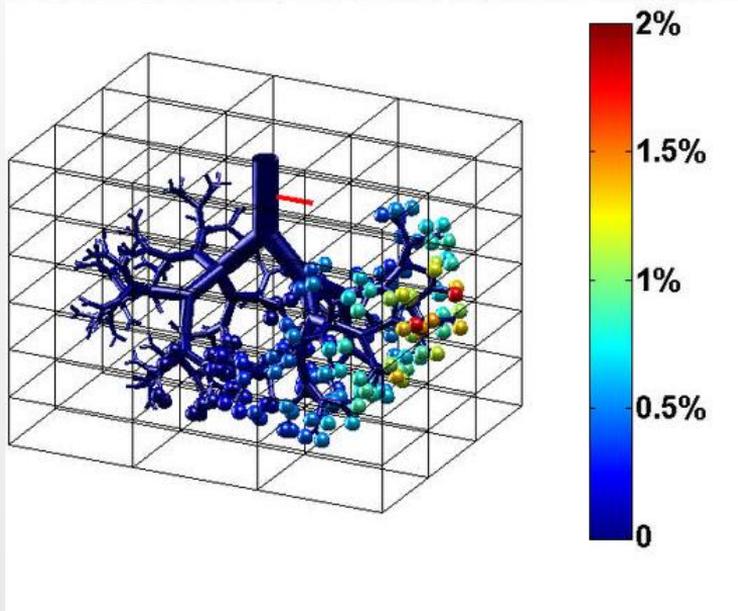
" la simulation numérique de la dynamique des fluides ou les codes CFD sont des outils qui permettent de simuler dans le détail des phénomènes de transfert de chaleur, les champs de mouvement de masses d'air, les réactions chimiques..."



Principe:

- 1- pre-processing: construction de la géométrie, génération d'un maillage autour de l'obstacle étudié (bâtiment ou autre), définition des propriétés physiques du fluide, choix des modèles à appliquer et de l'algorithme de calcul.
- 2- Solver : c'est la phase de calcul, ou de résolution des équations algébriques.
- 3- post-processing: c'est la phase de traitement et d'interprétation des résultats.

A l'origine, ces codes ont été développés pour des applications autres que le bâtiment:



L'aérodynamique

L'hydrodynamique

Les turbomachines

Le génie électrique

La médecine

L'automobile

L'aéronautique

Dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme, ces codes permettent de calculer la distribution des flux de l'air à l'intérieur et aux alentours des bâtiments; ils offrent la faculté d'étudier plusieurs phénomènes:

-  L'énergie
-  La température
-  L'humidité relative
-  Dimensionnement aux vents des ouvrages
-  La concentration des polluants

Quelques codes commercialisés :



FLUENT



STAR-CD



FLOVENT



ESTET et autres



Données d'entrée
Input

Maillage

Données
météorologiques
(température, vitesse
des vents , direction ...)

Paramétrage des
conditions aux limites

Modèles physiques :
Equations à résoudre,
modèles de turbulence...

Schémas numériques :
Discrétisation des
équations algébriques-
non linéaires et linéaires
de manière itérative.

Simulation numérique

Exemple simulation du comportement aéraulique sous le code FLUENT – Source: KHELIFI

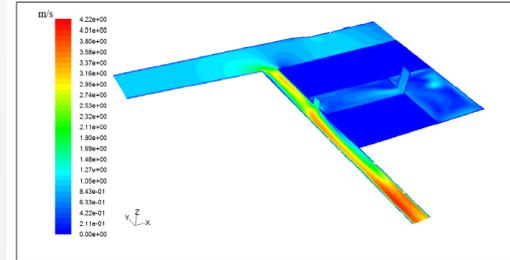


Figure 104 : Contours des vitesses : $z=1.2m$, Velocity inlet $V_e=1m/s$, $T_e=303K=30^\circ C$,
 $T_a=314K=41^\circ C$, $t=15min$

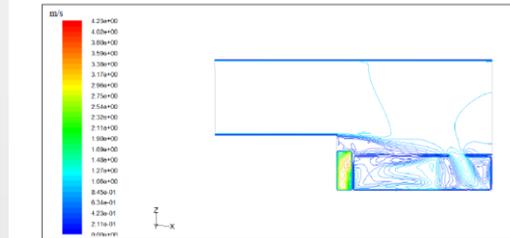


Figure 107 : Lignes de courant des vitesses de l'air à l'intérieur de la maison(m/s), $y=13m$.

SYNTHESE:

	Avantages	Limites et difficultés
Observation et mesures in situ	<ul style="list-style-type: none">• résultats obtenus dans des conditions réels	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilité et qualité d'instruments de mesures• Nécessite beaucoup de temps et se fait dans des périodes limitées de l'année
Modélisation analogique	<ul style="list-style-type: none">• Observation instantanée du comportement• Possibilité d'évaluer plusieurs scénarios à la fois• Résultats fiables	<ul style="list-style-type: none">• Coûts de constructions des modèles physiques• Prend plus de temps de préparation• Le facteur d'échelle peut influencer sur l'exactitude des résultats
Simulation par code CFD	<ul style="list-style-type: none">• Prend en compte plusieurs phénomènes• Résultats plus fiables• Peu coûteuses	<ul style="list-style-type: none">• Nécessite des connaissances spécifiques dans le domaine de la mécanique des fluides• Temps de calcul considérable
Autres modèles de simulation	<ul style="list-style-type: none">• Facilité• Peu coûteuse• Temps de calcul moyen	<ul style="list-style-type: none">• Traitent d'un seul phénomène• Ne prend pas en compte tous les paramètres• Résultats moins précis

Une combinaison entre l'observation, les mesures in situ et la simulation par code C.F.D semble être la méthode la plus optimale qui permet de cerner le domaine de ventilation urbaine dans toutes ses dimensions et d'obtenir les résultats les plus proches de la réalité et les plus fiables. Le développement rapide de la capacité et vitesses de l'ordinateur permet de dépasser les difficultés liées au temps de calcul.

BIBLIOGRAPHIE:

- Angers, M. (2009). *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*. CEC.
- A.S.P.A (2012), *Modélisation de la qualité de l'air sur le future éco-quartier Danube*, ASPA 120090601-ID, version du 19.12.2012, Fance.
- Blocken, B. (2015). Computational Fluid Dynamics for urban physics : Importance, scales, possibilities, limitations and ten tips and tricks towards accurate and reliable simulations. *Building and Environment*, 91, 219-245.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.015>
- Gilles AYM OZ et Daniela SANNA ,(2015) *Urbanisme et qualité de l'air: des territoires qui respirent*, Brochure ADEME Éditions, juin 2015, pp.102
- Gouizi Y., (2004), *Effet d'un groupe de bâtiments sur l'écoulement de l'air (vent) et le confort des piétons dans les espaces extérieurs. Cas d'étude : ensemble des bâtiments collectifs des Z.H.U.N. à Biskra*, Mémoire de magistère, université de Biskra
 - Guerri O., (2011), Les techniques CFD, IN *CDER bulletin N °21, Recherche et développement, Algérie*
 - 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