

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L' ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MED KHIDER - BISKRA

FACULTE DES SCIENCES ET DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

**MEMOIRE SOUMIS EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME DE MAGISTER EN ARCHITECTURE
OPTION : ARCHITECTURE EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES**

**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 : Ensembles de bâtiments collectifs des Z.H.U.N à Biskra**

REALISE PAR :

GOUIZI YAMINA

SOUS LA DIRECTION DE

DR MAZOUZ SAID

Soutenu le 10 / 05 / 2004 devant le jury suivant :

M. FARHI Abdallah	M.C	Université de Biskra	Président
M ^{me} SAFFIDINE Djamila	M.C	Université de Constantine	Membre
M. DIB Belkacem	M.C	Université de Batna	Membre
M. DJIMILI Abderrazak	Docteur	Université de Sétif	Membre
M. MAZOUZ Said	M.C	Université de Biskra	Rapporteur

Novembre 2003

D E D I C A C E S

Je dédie ce mémoire à mes chers parents ;

** A ma très chère mère pour m'avoir beaucoup encouragé et soutenu.*

** A mon très cher père pour tout son aide.*

Je tiens aussi à dédier ce travail :

** A mes chers frères ; Yazid, Adel, Med Adlène.*

** A ma chère sœur Ismahane.*

** A toute ma famille.*

Ainsi qu'à toutes mes amies

Enfin, avec toute ma gratitude, je le dédie à la plus tendre et merveilleuse mère de tous les algériens et algériennes : Notre chère

Algérie

R E M E R C I E M E N T S

*Je tiens à remercier vivement mon directeur de mémoire le docteur
Said Mazouz, pour ses orientations précieuses, son aide, et ses
encouragements.*

*J'exprime ma reconnaissance et mes remerciements à Melle F.
Bougarne, professeur et responsable du laboratoire du génie
mécanique de Batna.*

*Je remercie volontiers les docteurs A.K.Tabet, A. Farhi, B. Dib, N.
Sakhraoui, Mr Brima....*

*Je tiens à remercier le directeur du département de génie mécanique de
l'université de Batna.*

Aux membres du jury qui ont voulu bien jugé ce travail.

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce
travail.*

J'exprime toute ma gratitude à mon père, ma mère, mes frères et sœur.

هذه المذكرة هي بحث تكميلي جاء ليضاف إلى الدراسات المعمارية و العمرانية المعالجة للرفاهية الخارجية بالنسبة للعوامل المناخية للمناطق الجافة و شبه الجافة ، و يختلف عنها في إدماج عامل الرياح ، هذا العامل غالبا ما يهمل سواء في التصاميم أو البحوث رغم أهميته.

هذه المذكرة تتقدم للمساهمة في حل بعض المشاكل ذات الطابع المناخي و المحيطي المرتبطة بعامل الرياح ، هذه المشاكل الناجمة بالدرجة الاولى عن تشكيلة مجموع العمارات و توضعها التي تؤثر بصورة مباشرة في تدفق و حركة الهواء داخل المجالات الخارجية قرب المباني و التي تؤثر بصورة غير مباشرة على الرفاهية الميكانيكية للأشخاص أثناء المشي، التجول و الفسحة ، اللعب أو الراحة.

الرياح هذه الظاهرة المناخية جد المتغيرة مفيدة بقدر ما هي مضرّة إذا كانت ريحا باتجاه واحدة ، تدفعنا إلى الإستفادة منها أو الحماية منها حسب الحالات .

حاولنا في هذا العمل ، تسليط مسار الهواء تجاه مجموعة من المباني عن طريق التجربة التماثلية على عدد من المتغيرات في الشكل ، الإرتفاع ، العدد ، التوضع ، التوجيه لأنماط تمثل نسيج عمراني جديد لمجمعات السكن الجماعي في بسكرة و الواقعة ضمن المناطق الجافة و شبه الجافة.

هذه المدينة التي تمتاز برياح جد متباينة و ظاهرة ، بتواتر عالي طيلة العام و باتجاهات متعكسة و التي تسبب مشاكل الإنزعاج و عدم الأمن لمستعملي المجالات الخارجية.

المشابهة التماثلية داخل آلة النفخ الهوائي سمحت بإظهار حركة الهواء على مختلف الأنماط المستقاة من الدراسة التحليلية التيبو مورفولوجية لمجموع العمارات و المجسمة بسلم صغير متناسب مع أبعاد الآلة.

هذا العمل حوصل بعد تحليل النتائج إلى جملة من المبادئ العامة و التوجيهات الوقائية و الإستراتيجية.

هذا البحث ببعده ليس تقنيين أو دليل قياسات للتصميمات يأتي لإتقال دقاتر الشروط للمعماريين و العمرانيين بفرض إدخال عامل الرياح ، لكن تبين للمشاكل التي قد تحدثها التدخلات الإرتجالية و السريعة في هذا المجال و التي لا تتحمل العواقب.

R E S U M E

Ce mémoire est une recherche complémentaire qui vient s'ajouter à d'autres études architecturales et urbaines traitant le confort extérieur par rapport aux facteurs climatiques des zones arides et semi-arides. Il se différencie des autres études scientifiques par l'introduction du vent, ce facteur tant négligé dans les conceptions ainsi que dans les recherches malgré son importance.

Ce mémoire se propose de contribuer à la résolution de certains problèmes d'ordre climatique et environnemental, liés au facteur vent.

Ces problèmes dûs en premier lieu aux configurations des groupes des bâtiments et leurs dispositions qui influent directement sur l'écoulement de l'air dans les espaces extérieurs aux alentours des immeubles et qui influent indirectement sur le confort mécanique des personnes au cours de leur marche, promenade, jeux ou détente.

Le vent, ce phénomène climatique très changeant aussi bénéfique que maléfique, nous incite à en profiter ou à nous protéger suivant les cas.

Nous avons essayé avec ce travail de focaliser le comportement de l'air vis-à-vis des groupes de bâtiments par une expérimentation analogique sur un nombre de variables en forme, hauteur, nombre, disposition et orientations des typologies représentatives d'un tissu urbain nouveau de l'ensemble de l'habitat collectif à Biskra situé en zones arides et semi-arides. Cette ville se caractérise par des vents très marquants, d'une grande fréquence annuelle, de directions opposées qui posent des problèmes de gêne et d'insécurité.

La simulation analogique dans une soufflerie atmosphérique nous a permis de visualiser le comportement de l'air sur des modèles des groupes de bâtiments réduits à une petite échelle.

Ce travail est synthétisé après l'interprétation des résultats par une série de principes généraux, de recommandations préventives et de traitement

Ce mémoire est loin d'être un règlement ou un guide de normes pour les conceptions, venant alourdir le cahier des charges des architectes et urbanistes, en leur incitant à prendre en compte le phénomène vent, mais une démonstration des problèmes que peuvent causer des interventions improvisées et rapides qui ne prévoient pas les conséquences.

CHAPITRE I: APPROCHE ANALYTIQUE –ANALYSE DU CAS D' ETUDE

I- Introduction :

L'hypothèse est à vérifier pour un tissu urbain planifié, caractérisé par des bâtiments élevés et les formes géométriques complexes. L'ensemble des bâtiments collectif des Z.H.U.N à Biskra semble être un bon objet d'étude pour cette analyse. Ce chapitre justifie ce choix ainsi que l'approche jugée convenable et nécessaire. En partant de la définition du cadre d'étude et son analyse pour découler enfin les typologies représentatives

La dernière section du chapitre sera consacrée à l'analyse climatique du facteur vent de l'aire d'étude, et la détermination de l'objectif climatique du vent à atteindre

A- Choix du cas d'étude :

1- Nous avons choisi de vérifier l'hypothèse de cette étude sur des typologies existantes que théoriques pour avoir des résultats opérationnels et concrets qui peuvent être des recommandations et des solutions pour des tissus déjà existants qui souffrent d'une multitude de problèmes qui constituent la problématique par rapport au facteur vent tant négligé dans la conception urbaine et architecturale.

2- Nous avons opté pour la ville de Biskra pour des raisons suivantes :

- Faisabilité et commodité de rendre la recherche plus facile pour la collecte des données
- C'est une ville où nous constituons nous mêmes des utilisateurs et exploiters des ses espaces urbains et notre rôle autant que chercheurs en guise de priorité est une promotion et une régénération du niveau de confort de ses habitants dans leurs espaces de vie par les interventions architecturales et urbaines
- Le climat aride et semi-aride de la ville où l'indice de Martonne inférieur à 5 la classifie parmi les zones à aridité absolue
- La ville de Biskra est caractérisée par un vent régional rigoureux et une fréquence très élevée. Par conséquent, la priorité doit être donnée à la résolution des protections contre le vent

3- Nous avons sélectionné le type des ensembles d'habitats collectifs des ZHUN de Biskra des autres types d'habitat des tissus planifiés (lotissements) ou non-planifiés (auto-construits) existants pour les considérations suivantes :

a- Opérations et programmes de logement : La crise de logement a poussé et incité l'état à la réalisation des grandes opérations en matière de logement social, malgré que la taille de ces programmes se sont rétrécis ces dernière années pour des causes de manque de terrains fiables. L'industrialisation du logement, la typification, la préfabrication semblent être abandonnés par le promoteur du logement social, la tendance actuelle préconise la réalisation des programmes en tranches maîtrisables par les différents intervenants, notamment les bureaux d'études et les entreprises de réalisation

Les nouvelles opérations semblent être plus denses que celles du passé et ont engendré des immeubles en configuration urbaine et des dispositions plus rapprochée et plus compacte et des espaces extérieurs plus restreints. Le changement de la forme urbaine et architecturale ne doit pas être une conséquence mais le résultat d'un processus d'une étude plus étendue et approfondie intégrant différents facteurs notamment le vent.

b- La densité résidentielle : Les ensembles d'habitat collectifs touchent une grande partie sociale, soit en nombre, en densité élevée ou en couches sociales variées.

c- La forme et configuration urbaine : La forme et configuration urbaine des ensembles des bâtiments collectifs : Leur évolution en hauteur élevée par rapport aux habitations des autres tissus qui est entre R+2 à R+5 qui dépasse dans plusieurs cas les 15 m, à savoir que les accidents aérodynamiques est dû essentiellement aux effets de hauteur

Leur assemblage horizontal en forme de barre ou de L, U, ... est différent des formes existantes dans les autres tissus urbains de la ville qui sont limités à une forme parcellaire généralement rectangulaire

d- L'espace extérieur : Les ensembles d'habitat collectif comportent le quotient le plus élevé des surfaces ouvertes (non-bâti) comparativement aux tissus d'habitat individuel planifié ou informel.

Les espaces extérieurs se présentent comme un échantillon, d'espace normé, conçu de sorte à générer des usages prévus par des conceptions planifié. Ils offrent un champ d'étude et d'analyse plus riche pour cette recherche

e-Le piéton : Le piéton est plus gêné par le facteur vent lors de ces activités quotidienne (marche, détente, promenade, jeux...etc.) en espaces extérieurs (trottoirs, galeries, aires de détente, cafés en plein air, terrains de jeux...etc.) dans les ensembles d'habitats collectifs qu'aux espaces urbains des autres tissus qui sont plus protégés

B- L'approche Typo-morphologique :

1- Choix de la méthode :

L'étude des conformations architecturales, par le biais d'une analyse typo-morphologique, vise à mettre en exergue la structuration sous-jacente d'objets architecturaux, qui organise le cadre bâti dans son contexte du cas d'étude des ZHUN à Biskra, en termes de configuration et de disposition. Ce travail consiste donc à dégager les différents types morphologiques, les plus représentatifs et répondus dans les ZHUN- EST et OUEST de Biskra.

Il s'agit, en outre, de l'une des rares méthodes de travail relevant d'une démarche scientifique, permettant de rendre compte d'un champ de la production humaine - l'architecture - de façon raisonnée, méthodique et transmissible.

2- Présentation de l'approche architecturale : classification typo-morphologique :

L'analyse architecturale, de nature typo-morphologique, étudie son objet - le plus souvent un ensemble de bâtiments - dans une perspective d'ensemble, susceptible de montrer au sein de ce corpus ce qui fait à la fois son identité et sa diversité.

Méthode structuraliste par excellence ; l'analyse morphologique vise à déterminer « La structure d'un bâtiment ou d'un tissu urbain » (*Duplay, 1983*) elle est descriptive à la condition que cette description reste circonscrite au cadre bâti, enfin elle procède par décomposition, énoncés d'éléments et mise en évidence de leur structure sous-jacente, et des relations qui les organisent (*Deloche, 1992 - Duprat et Paulin, 1986*).

La démarche met donc en œuvre des méthodes de description, de comparaison et d'analyse des spécimens étudiés visant à en dépasser la simple approche sensible, pour en atteindre une compréhension, essentiellement du point de vue morphologique. C'est par la mise en exergue de certaines propriétés qui les distinguent ou rapprochent entre eux, au sein de l'ensemble de la production, que se trouve caractérisé chaque spécimen.

Tous deviennent ainsi, perceptibles et isolés, intelligibles et comparables entre eux. L'analyse du corpus de spécimens, sur cette base, et via l'interprétation qui peut être faite des résultats, permet de dégager des principes de stabilité, de variation, des lois structurant l'ensemble étudié, donc la catégorisation des spécimens en fonction de types explicites.

3- Les étapes de l'approche typo-morphologique :

L'analyse typo-morphologique dispose d'un cadre méthodologique lequel suppose : (*Panerai et autres, 1980*)

- a- La constitution d'un corpus par inventaire ou délimitation de la zone d'étude
- b- Le traitement préliminaire de ce corpus ou classement préalable
- c- La mise en évidence d'un modèle intelligible ou élaboration des types
- d- La construction d'une typologie.

a- Définition du corpus :

La définition du corpus est évidemment liée aux questions que l'on pose, mais deux aspects interviennent : le choix des niveaux et la détermination de la zone d'étude.

1- Le choix des niveaux : la typologie commençant par un classement, il est préférable de classer des objets appartenant au même niveau de lecture du tissu urbain.

2- Délimitation de la zone d'étude : elle dépend de la question posée et des moyens d'investigation disponibles, où l'on disposera tous les objets en détails, ou une analyse représentative (à la manière d'un sondage) où il faudra déterminer des échantillons, puis vérifier, après avoir élaboré les types, que l'on rend bien compte de toute la zone

b- Classement préalable :

On commencera par un inventaire c'est une phase d'observation minutieuse des objets, où l'on cherche à les décrire, puis à mettre en évidence les propriétés qui les distinguent, à établir des critères.

A partir des réponses aux différents critères retenus, on peut procéder à un premier classement, c'est à dire regrouper par famille les objets qui offrent la même réponse à une série de critères.

De même que les familles ne sont pas encore les types, ce classement n'est pas une typologie, il constitue simplement un premier regroupement qui va permettre d'élaborer les types.

c- Elaboration des types :

Dans une famille donnée, et pour chacune on explicitera toutes les propriétés des objets qui réuniront les propriétés communes des objets d'une famille pour définir le type. L'ensemble des propriétés non communes marque les différentes variations sur le type.

d- Typologie :

L'ensemble des types et de leurs relations que nous nommerons typologie. On cherchera à expliquer comment les types se déforment jusqu'où peut aller le jeu des variations sans altérer le type, etc.

II : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE :

Avant d'analyser l'aire d'étude nous devons définir la zone d'habitat urbain nouvelle, et essentiellement l'habitat collectif contenu dans ces zones

A- Zones d'Habitat Urbain Nouvelles (ZHUN) :

1-Définition :

« La zone d'habitat urbain nouvelles serait dans un contexte clair et à l'intérieur d'un périmètre aménagé d'infrastructure principale, par un niveau fonctionnel élevé avec un choix de plan d'organisation intérieur visée par un organisme définit » (*Sakhraoui, 1996*)

Cette zone urbaine d'habitat nouvelle pourrait être la cause de la réalisation d'une forme urbaine nouvelle, constitué donc de plusieurs opérations à l'intérieur du tissu urbain existant. (*Fig.1*)

2-Création et caractéristiques des ZHUN à Biskra :

A la fin des années 70, la ville de Biskra a profité pour répondre aux besoins en matière de logement d'un programme intense d'habitat. Ce programme est réparti en deux zones nouvelles à l'Ouest d'une superficie de 99,4 Ha et une capacité de loger 8500 habitants, et à l'Est de la ville d'une superficie de 250 Ha d'une capacité de loger 11.000 habitants, sous forme de quartiers composés d'unités d'habitations, simples de formes, résultantes d'un plan intérieur rectangulaire standard, définies suivant le nombre de pièces (F2, F3, F4, F5).

L'assemblage horizontal de deux unités voisines et la superposition verticale en plusieurs niveaux (R+2, R+3, R+4) autour d'une cage d'escalier a créé des bâtiments en forme de barre, ou en (U, L...) avec des façades semblables à celle du Nord sauf quelques traitements d'arcs ou claustras dans quelques façades.

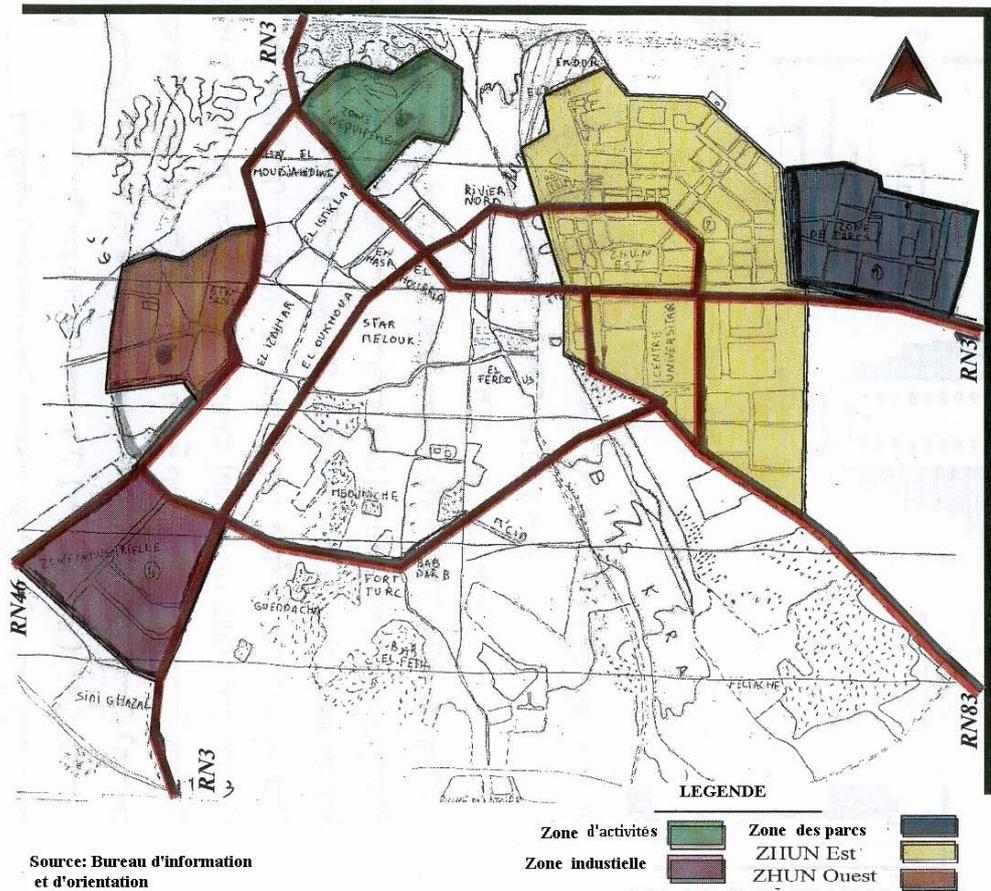
Les façades exposées aux grandes rues sollicitaient des galeries en arcades tout au long des passages des piétons (726 logts, 500 logts)

Les espaces extérieurs situés entre deux bâtiments ou plus dans tous les quartiers ne sont pas aménagés et sont abandonnés toute la journée malgré quelques fonctions imposées par les habitants (parkings de voitures, terrain de jeux des enfants).

Les quelques équipements publics et administratifs existants, malgré leur importance sont restés isolés

Les Z.H.U.N constituaient des formes urbaines étrangères sans aucun liant avec celles de la ville, ajouté aussi à la marginalité existante par le damier colonial de Biskra. (*Dib, 1995*)

ZONES NOUVELLES DE BISKRA



3-La répartition des ZHUN :

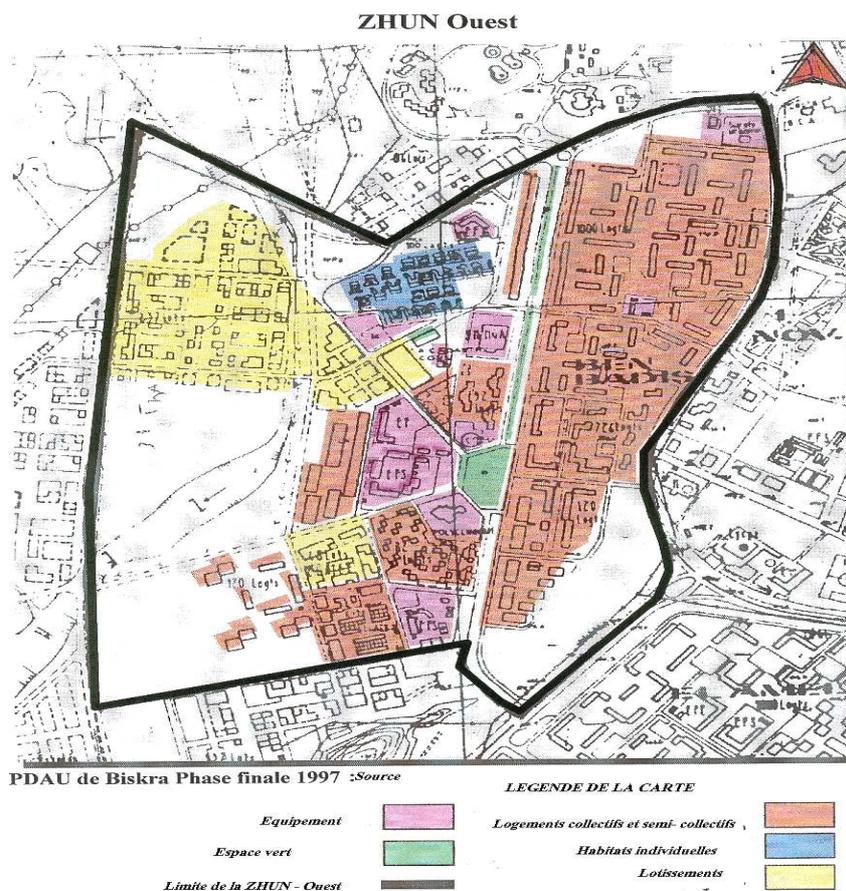
La zone d'habitat urbain nouvelle est composée de deux zones ;

a- La Z.H.U.N Ouest :

Située à l'ouest de la ville, c'est l'extension et le prolongement de la ville vers l'ouest, à partir de la route des Ziban sur une étendue de 100 Ha, et constitue la première zone urbaine nouvelle en Algérie, réalisée suivant l'arrêté ministérielle n° 001 du 24/11/75 qui délimite le site de la zone comme suit :

- Au Nord : Le complexe thermique Hammam Salehinne.
- A l'Ouest : Oued Z'mor.
- A l'Est : La route nationale n° 3 vers Batna.
- Au Sud : La route nationale n° 46 vers Boussaâda et El Amel

Figure 2 : Type de logements et équipements de la zone



La zone représente plus précisément une superficie de 99,4 Ha, d'un nombre d'habitant en 1995, 13243 Hab. Cette zone a profité de beaucoup de privilèges en organisation et en équipements, qui devrait être un pôle important d'un centre urbain, elle avait profité d'un programme de logements qui avait atteint en 1995 à 2138 logements occupés

Tableau 1 ; Distribution en surfaces :

Type	Superficie (Ha)	Taux (%)
Surface bâtie	65.326	65,67
Surface non bâtie	34.144	34,33
Surface total	99.470	100

(Source : Dossier d'aménagement de la ZHUN-Ouest.)

Tableau 2 ; Types d'habitat de la ZHUN –Ouest.

Type	Nombre d'habitation	Taux (%)
A (Promotionnel)	443	8,20
B (Collectif)	4011	74,38
C (Horizontal)	502	9,30
Surface terrain de lotissement	441	8,17
Total.	5397	100

(Source : Dossier d'aménagement de la ZHUN-Ouest.)

A partir du tableau-2- qui met en évidence les types d'habitat dans la ZHUN Ouest, on trouve que le type le plus répondu est celui des logements collectifs d'un taux de 74,38 % comme réponse au but essentiels de la zone qui consiste à créer le maximum de logements pour atténuer la pression au centre ville.

Tableau 3 ; Les logements collectifs programmés et réalisés dans la Z.H.U.N. Ouest :

N °	Nombre de Logements programmés	Nombre de Logements réalisés	Maître d'ouvrage chargé de réalisation
1	726	396	O.P.G.I *
2	405	405	288 ---- C.N.E.P** 216 ---- O.P.G.I
3	830	508	O.P.G.I
4	124	124	O.P.G.I
5	244	244	O.P.G.I
6	50	50	C.N.E.P
7	100	100	U.G.T.A***
8	120	120	D.N.C****
9	120	120	EN.I.CA.B*****
10	315	/	/
11	269	/	/
Total	3344	2067	/

* / Office promotionnel de gestion immobilière **/ Caisse national d'épargne et prévoyance
 / Union général des travailleurs algériens */ Société national de construction
 *****/ Entreprise des industries du câble de Biskra (Source : Plan d'aménagement des Z.H.U.N, 1980. - D.U.C.H - S.U.C.H)

L'opération de réalisation des logements collectifs n'a pas été achevée totalement et a été divisée en plusieurs opérations et entreprises de réalisation, la majorité de ces opérations a été réalisée par L'O.P.G.I

Parmi les caractéristiques de cette construction est l'industrialisation, la rapidité. L'étude était improvisée sans introduction de l'avis et besoin de l'utilisateur et sans prendre en compte les caractéristiques locales climatique et social.

Tableau 4 ; Révision des surfaces par rapport à la 2 ème phase de la Z.H.U.N Ouest.

Classification	Surface nette en Ha	Pourcentage (%)
Logements	22.084	70,30
Equipement	3.08	9,8
Espaces verts et places publiques	2.536	8
Voies	3.70	11,9
Total	31.40	100

La majorité de la surface a été réservé au logements par 70,30 % de la surface total, par contre les équipements n'ont eu que 9,8 % , les espaces vert 8 % , les voiries 11,9 % , toute l'importance a été donné au logement au profit des équipements et espaces verts.(Fig.3)

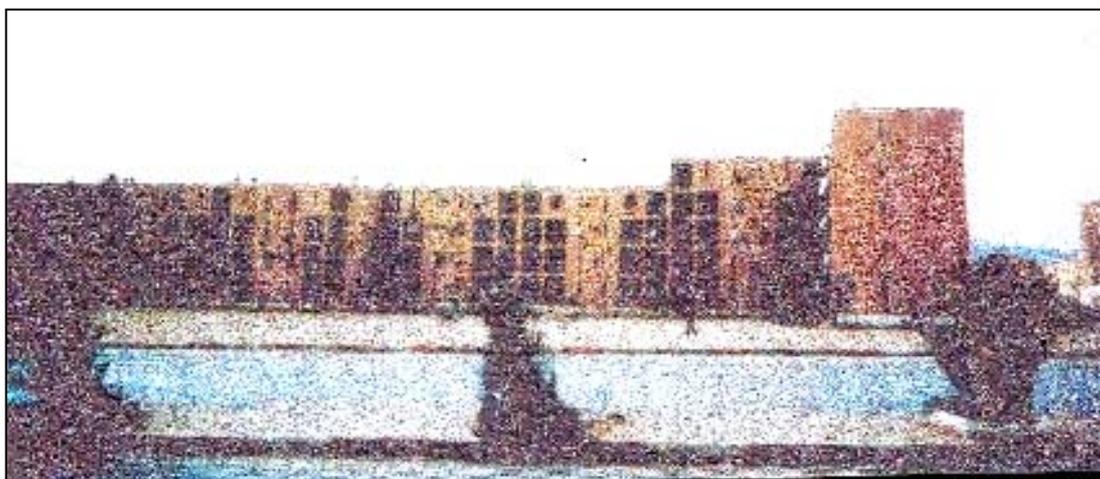


Figure 3 ; Ensemble des bâtiments collectifs des 726 Logts.

b- La Z.H.U.N Est :

La zone d'habitat urbain nouveau de l'Est composée de terrain vaste et vacant et d'habitations secondaires d' El Alia Nord sur 5 ha de superficie délimitée par un obstacle naturel 'Oued Roubla' à l'Est d'El Alia Nord.

La rue nationale n° 31 vers Arris divise la zone en deux (Fig.4)

Le dossier d'exécution de la ZHUN Est a délimité les caractéristiques suivantes :

- 1- Superficie totale de la zone = 407 ha.
- 2- Superficie de la zone d'intervention = 382 ha
- 3- Capacité totale = 14.310 logts.
- 4- Nombre d'habitant occupant la zone = 86.000 hab.
- 5- Densité moyenne = 37,5 hab/ha

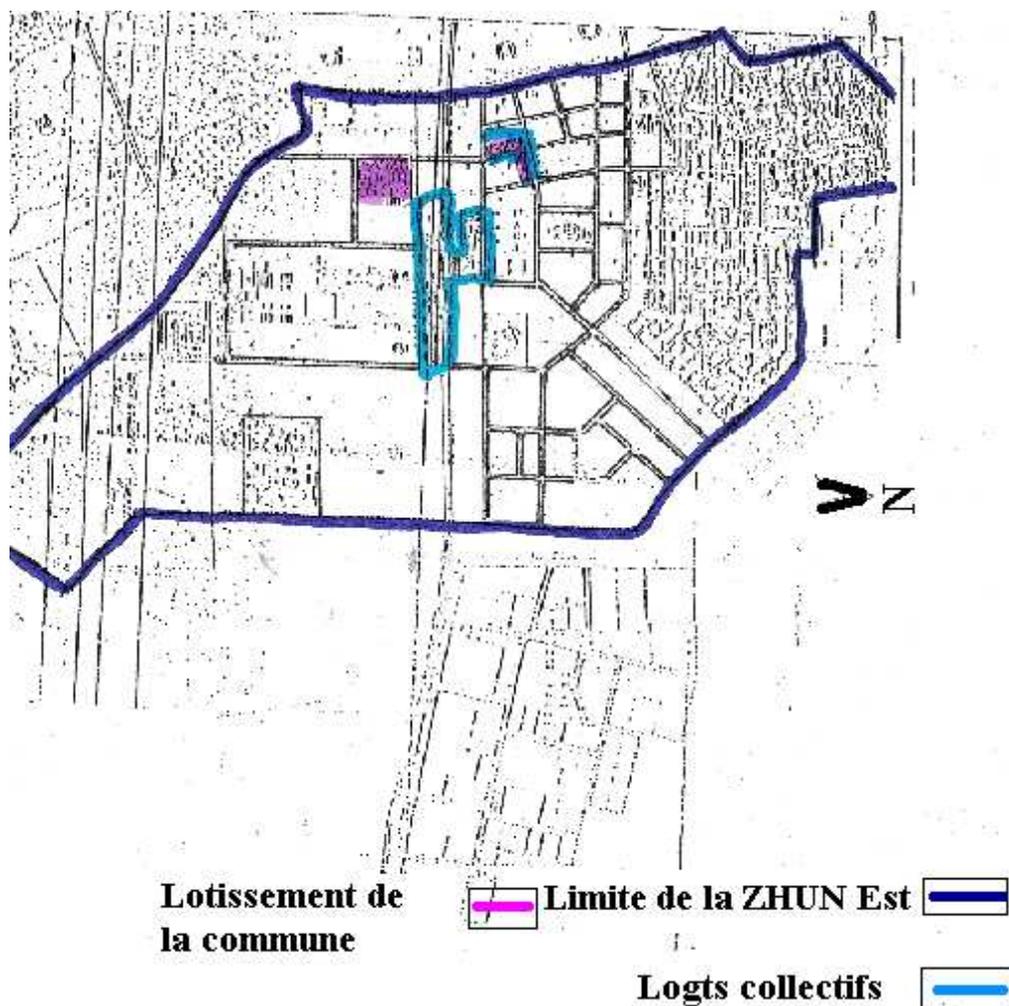


Fig.4 : Périmètre de ZHUN Est (Source : Dossier d'exécution de la ZHUN -Est)

Tableau 5 ; Equivalence des superficies

Type	Superficie (ha)	%
Surface non bâtie	402,00	99
Surface bâtie	5	1
Surface totale	407,00	100

Source ; Dossier de création de la ZHUN .Est

A partir du tableau 5, la surface vacante est très grande par rapport à celle bâtie, c'est que presque la totalité des habitants est installée au centre ville où il existe toutes les conditions nécessaires et la majorité des 5 ha sont des habitations secondaires au Nord d'El Alia

Tableau 6 ; La distribution des surfaces :

Nomination	Superficie (ha)	%
Logements	127,05	33,05
Zone mixte	34,05	9,00
Equipement	90,00	23,05
Voirie	73,00	19,00
Espace vert	57,00	15,00
Total	382,00	100,00

Source ; Dossier de création de la ZHUN .Est

La majorité de la surface est consacrée au logement d'un taux égale à 33,05% de la surface totale.

Tableau 7 ; Programme de logements et types d'habitats :

Type	Superficie	Taux (%)	
A- Promotionnel	2600	20	90
B- Collectif	7140	55	
C- Horizontal	3240	25	
Total habitat	12.980	100	
Terrain lotissement	1430	10	
Total	14.310	100	

Source : Dossier de création de la ZHUN. Est

Le type le plus répondu est celui des logements collectifs qui occupe 55% de la superficie total de la surface consacré à l'habitat.

Les espaces verts sont restés que des aménagements sur plans. (Fig.5,6). Leur programmation pour répondre aux exigences des caractéristiques de la ville (température élevée, vent fort chargé de poussière, la sécheresse...) se résume en ;

- L'implantation d'espace vert d'une façon dense tout au long de l'axe principal (Nord- Sud) et (Est – ouest) de la rive de l'oued Biskra.
- Concentration des espaces verts au long de trottoirs principaux
- Espace verts dans les équipements (écoles, les centres de santé...)
- Espaces verts dans les stades, terrains de jeux, espace de loisirs.
- Espaces verts à l'intérieur des quartiers résidentiels
- Espaces verts périphériques des limites de la zone urbaine ;
- Au Nord ; reboisement pour faire face au vent
- A l'Est ; reboisement sur une étendue de 100 m face au vent et pour protéger la zone des réservoirs.



Fig.5 : Logements collectifs des 500 logts.



Fig.6 : Logements collectifs des 500 logts .MDN

C – Le quartier des 1000 logts (El Amel) :

Un quartier réalisé dans les années 80 dans la zone urbaine nouvelle à l'ouest , composé des logements collectifs et quelques équipements administratifs et scolaires. C'est un quartier complémentaire à l'opération des ZHUN Ouest. Nous l'intégrons comme partie à l'aire d'étude. Il est caractérisé par un nombre très important de logements, et des différentes configurations et dispositions des bâtiments. (Fig7)

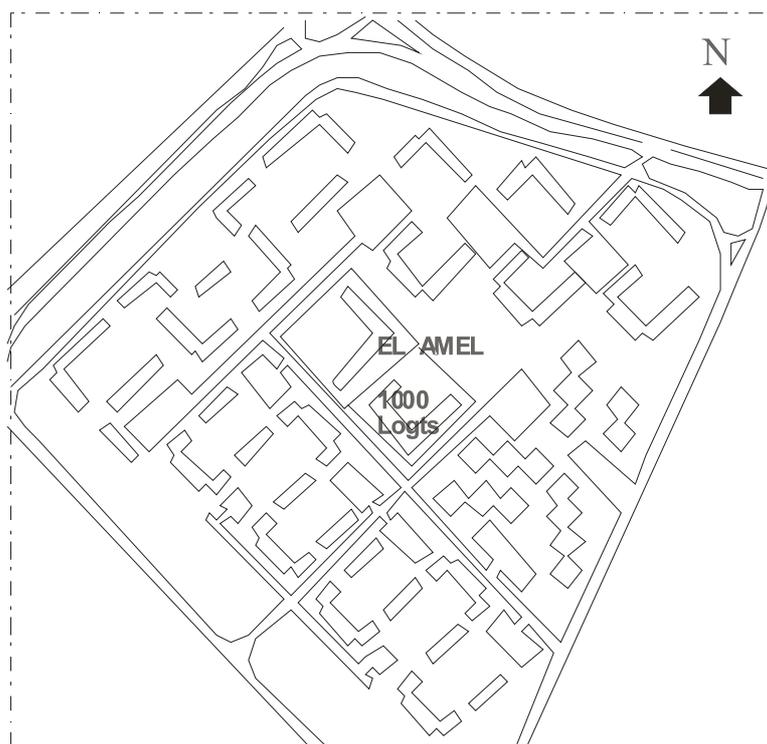


Fig.7, Cité El Amel (1000 Logts)
(Source : PDAU de Biskra Phase Finale 1997)

4- Les générations des ensembles des bâtiments collectifs des ZHUN à Biskra :

L'urbanisation des ensembles des bâtiments collectifs est divisée en trois générations suivant :

- La période dont ces ensembles ont été réalisés.
- Le procédé de réalisation, et son impact sur les formes finales
- La densité ou les rapports de grandeur entre surfaces bâties et surfaces non bâties. (*Seghirou ,2002*)

a- Echantillon de la première catégorie :

Ce sont des ensembles d'habitat collectifs à caractère social , comptant parmi les premiers programmes engagés dans la création des ZHUN Est et Ouest.

Ces ensembles sont caractérisés par le grand nombre de logements, et un procédé de construction de préfabrication lourde notamment le système Pascal (Table et banche), induisant une typification à outrance, et un étalement sur des étendues de terrains.

On compte dans cette catégorie les cités : 726 –830-216-1000-500 322 logements

b- Echantillon de la deuxième catégorie :

Il s'agit des ensembles d'habitat collectif à caractère social, réalisés à partir de l'année 1995, au moment où les procédés industrialisés précédemment cités furent abandonnés.

Ces ensembles sont caractérisés par un procédé de construction communément appelé " système traditionnel" Consistant en des ossatures en poteaux et poutres en béton, et des remplissages en maçonnerie de brique et de parpaing. Ils présentent des densités de constructions plus élevées que celles de la première catégorie à l'ordre de 0.24, des configurations d'espaces extérieurs différentes, et d'un aspect architectural peu varié.

On compte dans cette catégorie la cité des 500 logts MDN , 169 logts à El Alia, 100 logts. (*Seghirou ,2002*).

c- Echantillon de la troisième catégorie :

Cette catégorie comporte des ensembles d'habitat collectif à caractère social, de la dernière génération, faisant partie des programmes des années 1999-2000-2001.

Ce sont des ensembles ayant comme procédé de construction, le "système traditionnel" consistant en des ossatures en poteaux et poutres en béton armé , et des remplissages en maçonnerie de brique et de parpaing.

Cette catégorie présente une densité de constructions plus élevée à l'ordre de 0.25, due notamment au facteur foncier (économie de sols). Ils présentent des espaces extérieurs plus restreints, avec des configurations générées par les formes et les dispositions des éléments bâtis. On compte dans cette catégorie les 300 Logts. (*Seghirou ,2002*)

III- ANALYSE TYPO-MORPHOLOGIQUE DE L'AIRE D'ETUDE

A- Introduction :

Notre objectif ne se consiste pas à la formulation d'un type intelligible mais à un échantillonnage des différents types existants et qui se répète comportant à la fois une morphologie urbaine (disposition et espacement, la porosité urbaine et la forme de l'espace extérieur engendré par un groupe de bâtiment) et architecturale (configuration et forme géométrique des groupes des bâtiments) comme elle existe en réalité et afin de tester sa performance par rapport aux écoulements du vent.

Tous les bâtiments collectifs de notre aire d'étude ne pouvaient être recensés, ou encore inventoriés. Il a donc fallu procéder à deux classifications typo-morphologique successives à partir d'un échantillonnage varié et recueillant les types les plus représentatifs et existants de notre aire d'étude

- La première classification :

L'échantillonnage des quartiers de l'aire d'étude qui touche un nombre important de quartiers (726, 1000, 830, 216, 124, 500, 300, 500 logts MDN) est choisi suivant l'importance, la situation, l'historique du quartier, la distinction et la représentativité de la composition de la forme urbaine et la variété des configurations et dispositions des bâtiments existants.

- La deuxième classification :

Après la première classification typo-morphologique à partir d'un corpus plus large faisant ressortir différents types la deuxième classification qui la succède, distribue les différents types en trois générations suivant :

- La période où ces ensembles ont été réalisés.
- Le procédé de réalisation, et son impact sur les formes finales
- La densité ou le rapport de grandeur entre surfaces bâties et surfaces non bâties.

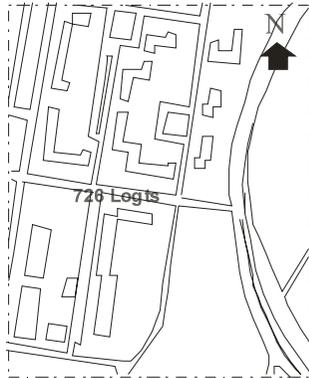
B-La première classification :

1-Traitement préliminaire du corpus

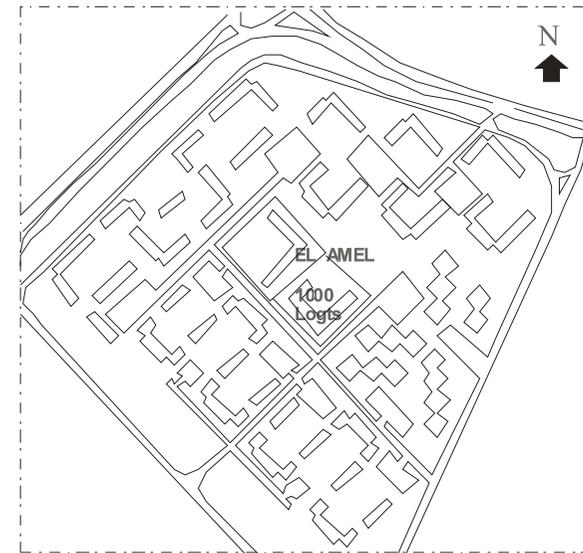
a-Situation et topographie :

- ◆ Les tissus 726, 124, 216 et 830 Logts, se situent aux ZHUN-OUEST
- ◆ Les 500 logts, 500 logts MDN et 300 logts, se situent aux ZHUN-EST
- ◆ Les 1000 Logts au quartier El Amel

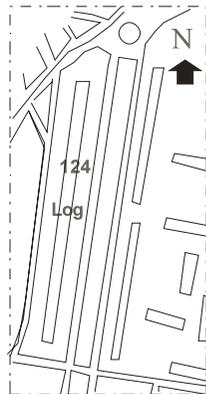
a-Situation et topographie des sites :



726 logts, situé au centre de la ZHUN Ouest d'une topographie de -2.00 m

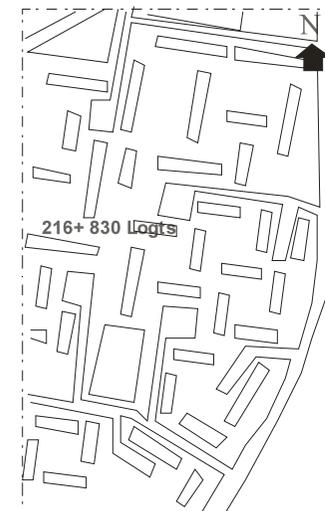


1000 logts, situés au Sud de la ZHUN Ouest d'une topographie de -1.50 m



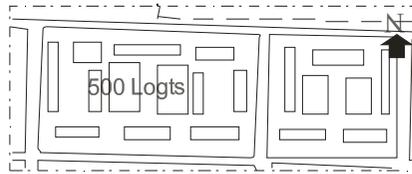
124 logts, situés au Nord de la ZHUN Ouest au même niveau que la rue vers Hammam S

830 & 216 logts, situés au Nord de la ZHUN Ouest d'une topographie de -1.50 m

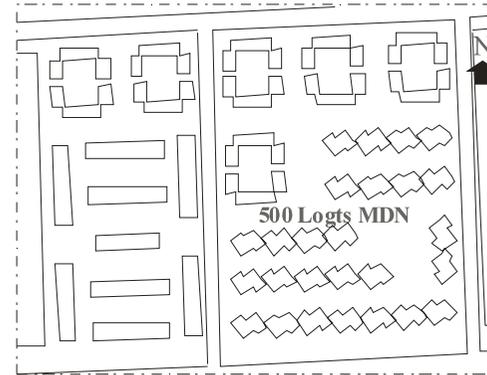


La majorité des tissus de la ZHUN ouest sont au-dessous du niveau de la rue (-2.00 m), ce qui représente un avantage et contribue à créer un microclimat spécifique

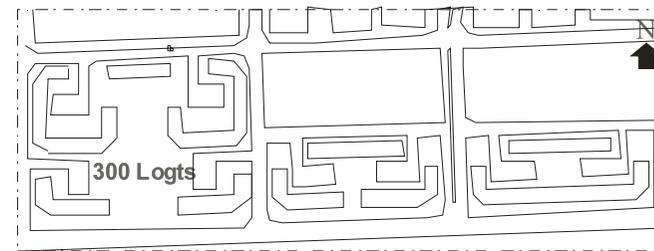
-A-



Quartier 500 logts, situé au centre de la ZHUN Est , sur un terrain plat au niveau de la rue



Quartier 500 logts MDN situé au Sud de la ZHUN Est, sur un terrain plat au niveau de la rue

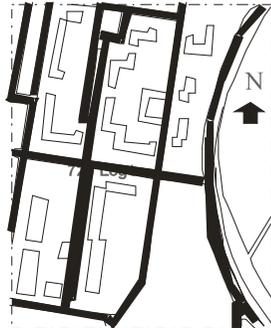


Quartier 300 logts, situé à l'Est de la ZHUN Est , sur un terrain plat au niveau de la rue

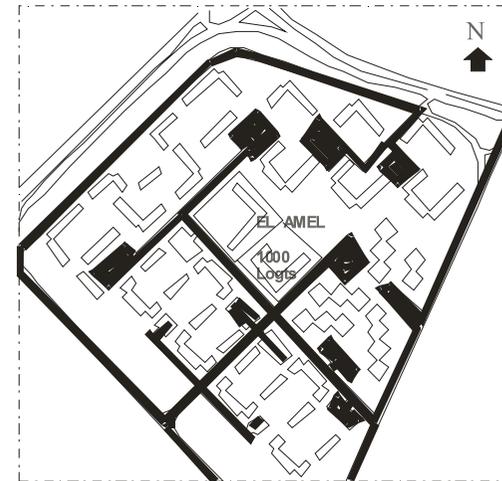
Tous les tissus du corpus de la ZHUN Est se situent sur une topographie du même niveau de la rue. Ce qui les rend exposés aux mêmes caractéristiques des conditions climatiques d'environnement notamment les vents

-B-

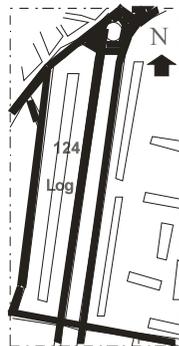
b- Formes urbaines



Le tissu est composé d'îlots en formes géométriques rectangulaires similaires comprenant un nombre divers de bâtiments à usage d'habitation

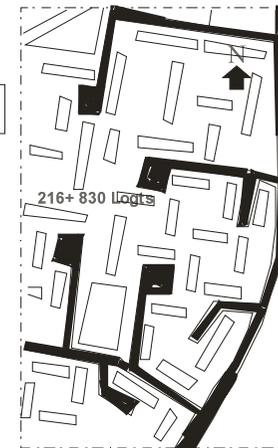


Le tissu est situé sur un seul îlot gigantesque ouvert, où est implanté un nombre très important de bâtiments 123 et des équipements



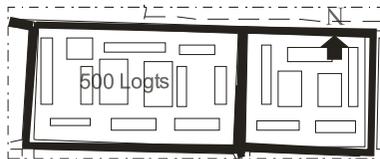
Le tissu est un seul îlot de forme d'un trapèze contenant un seul bâtiment

Un tissu urbain homogène, constitué en un seul îlot gigantesque ouvert, composé de 35 bâtiments

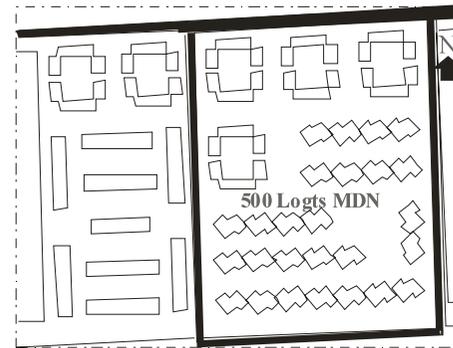


La majorité des tissus du corpus se situe sur des îlots ouverts gigantesques composés d'un nombre très importants de bâtiments. L'espace non bâti est très considérables par rapport au bâti

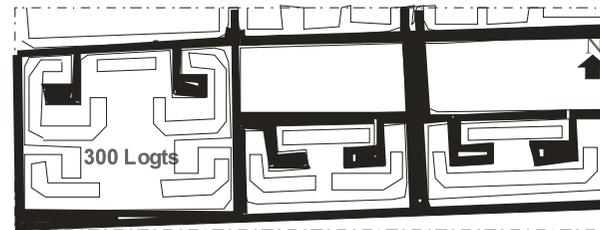
-C-



Quartier 500 logts, situé au centre de la ZHUN Est, sur un terrain plat au niveau de la rue



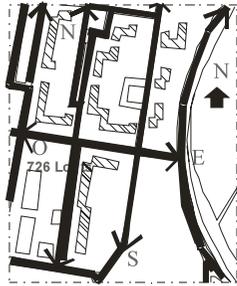
Le tissu comprenant 2 îlots de forme rectangulaire de dimension de 185*220 et 110*245 composé de trois types de bâtiment



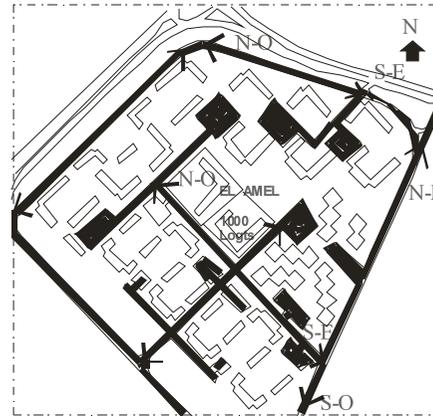
Le tissu est constitué de 10 blocs de bâtiments distribué sur 3 îlots rectangulaire de dimension 50*130 et 150*115

-E-

c- Orientation de la trame urbaine :

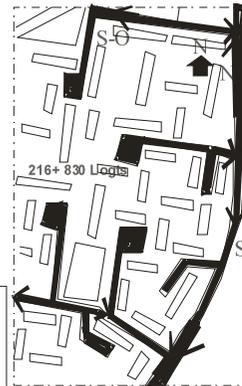


Voies parallèle à la route nationale d'une orientation Nord - Sud et Est-Ouest. La trame bâtie est dépendante de la trame viaire.



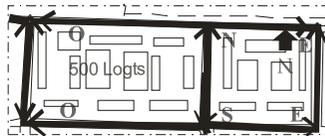
Voie extérieure alimentant le tissu par des branchements et des dessertes fermés par des parkings constituant une structure d'arbres. L'orientation suit l'axe N.E - S.O, N.O - S.E. La trame bâtie est dépendante de la trame viaire

L'orientation des voies suit l'axe N-S, N.E-S.O et E-O. Trame bâtie dépendante de la trame viaire

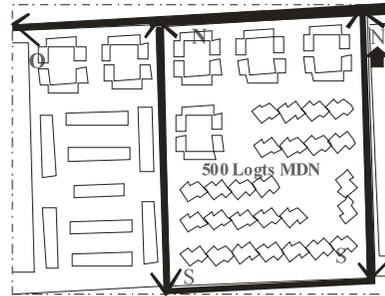


La trame viaire suit l'axe N-S et E-O sauf au sud du tissu, la trame change d'orientation, est suivant l'axe N-O, S-E. Trame bâtie dépendante de la trame viaire

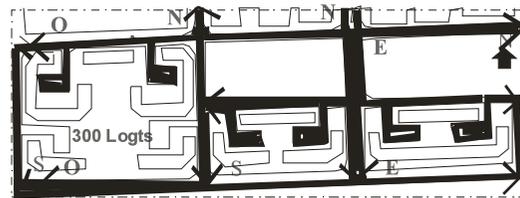
La majorité des tissus du corpus ont des trames dépendantes des voiries, qui sont orientés N-S et E-O, ce qui les rendent très exposés aux vents du Nord et du Sud



L'orientation des voies suit l'axe N-S et E-O . Trame bâtie dépendante de la trame voirie



Trame bâtie dépendante de la trame viaire. L'orientation des voies suit l'axe N-S et E-O .



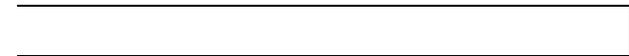
Trame bâtie dépendante de la trame viaire. L'orientation des voies suit l'axe N-S et E-O

-F-



Espace extérieur aux alentours de deux blocs de bâtiments des 1000 logts , le coté ouest du bloc est exposé au vent Nord-Ouest, l'espace est non aménagé . il est utilisé comme parking, trottoirs, attente devant la poste, les bâtiments font obstacles au vent créant des turbulences provoquant une gêne pour l'homme, remonté de poussières, l'accumulations des déchets, sacs, sachets...

Espace vert abandonné près des bâtiments des 500 logts, espace non aménagé en général , favorisant la remonté des poussières en cas d'un rafale de vent



Espace vert abandonné aux alentours des blocs de 26 logts, utilisés comme zone d'attente pour piétons



d-Utilisation de l'espace urbain aux alentours des bâtiments

2-Les variantes des formes géométriques des bâtiments :

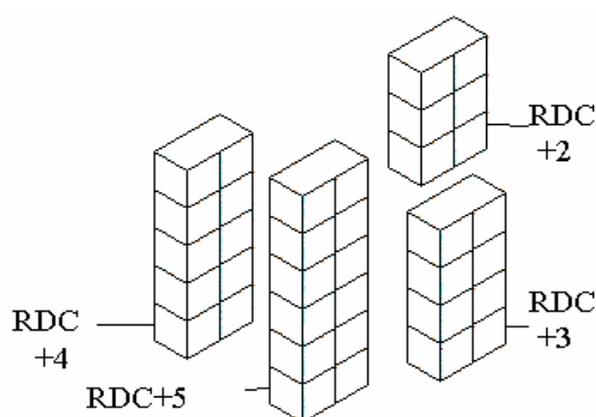
L'assemblage horizontal des unités d'habitations constitue des bâtiments ayant des formes géométriques différentes. Nous allons analyser la forme extérieure. En ignorant quelques détails de décrochement, l'enveloppe extérieure des bâtiments existants est caractérisée par des formes géométriques générales qui se répètent avec quelques différences négligeables, nous avons recueilli à partir du corpus les formes présentées en *Fig. n° H-I-J-K*, récapitulé dans le tableau ci-dessous :

Formes en ;	L	Barre (I)	C	U	Alvéole ou poche (O)	Dents de scie	Pyramide
Nomination	1, 3, 15	4,7,8,10,13,16	11	2,5,14	17	6,12	9
Situation	726,1000,300 Logts	1000,124,830,500,500 MDN,300 Logts	500 MDN	1000 logts,3001 ogts	300 logts	1000,500 MDN logts	216 Logts

3-Les variantes des hauteurs :

Les bâtiments du corpus sont issus des superpositions des unités d'habitation en étage, les différents niveaux existants sont le RDC+2 d'une hauteur de 11,5m, RDC+3 d'une hauteur de 14 - 14,5 m, RDC+4 d'une hauteur de 16,8 m, seule un cas celui du bâtiment des 124 logts qui avait atteint les 22 m par un RDC+5

Fig.8 : Les différents niveaux des bâtiments



4-Les variantes des profils des bâtiments et porosités urbaines :

La majorité des cas étudiés sont de profil de type régulier avec de grande distance entre deux bâtiments opposés de (18-96 m) et deux bâtiments juxtaposés de (5 –20 m), et un angles d'espacements entre 8.5 ° et 40°

Fig.

L-

M

CHAPITRE I
APPROCHE ANALYTIQUE - ANALYSE DU CAS D'ETUDE

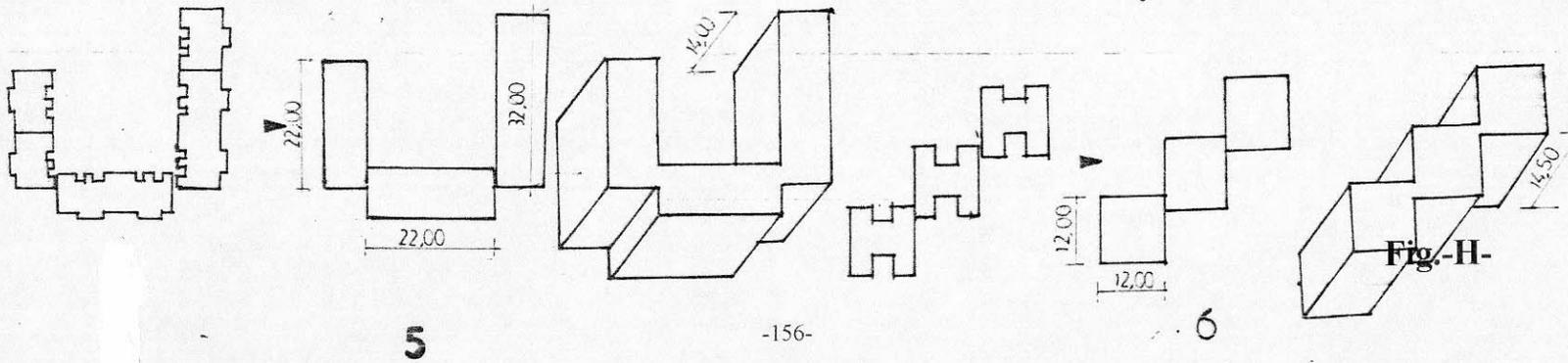
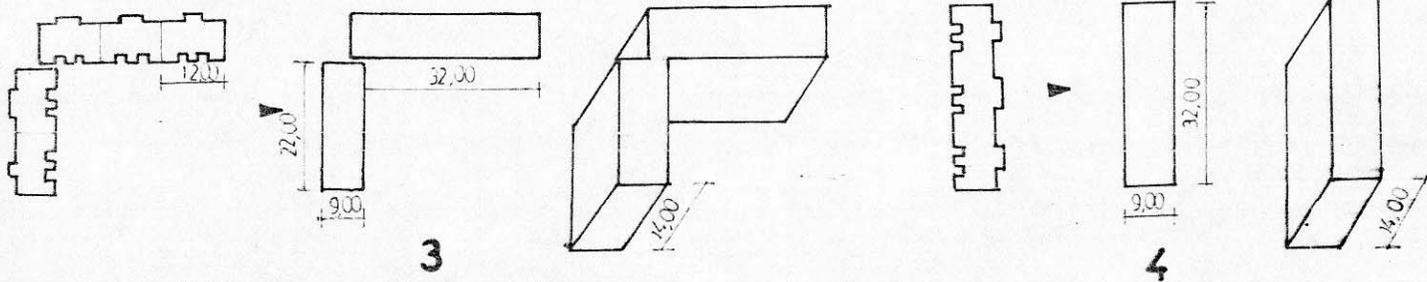
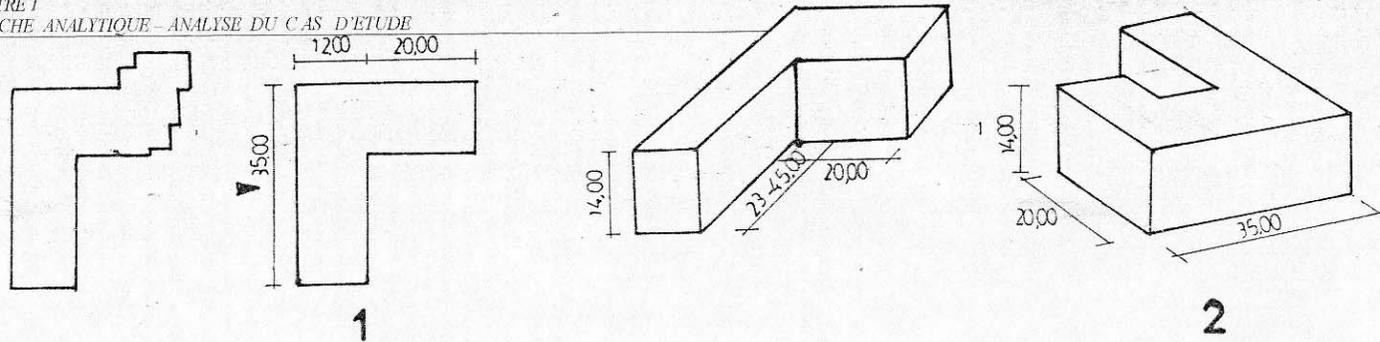
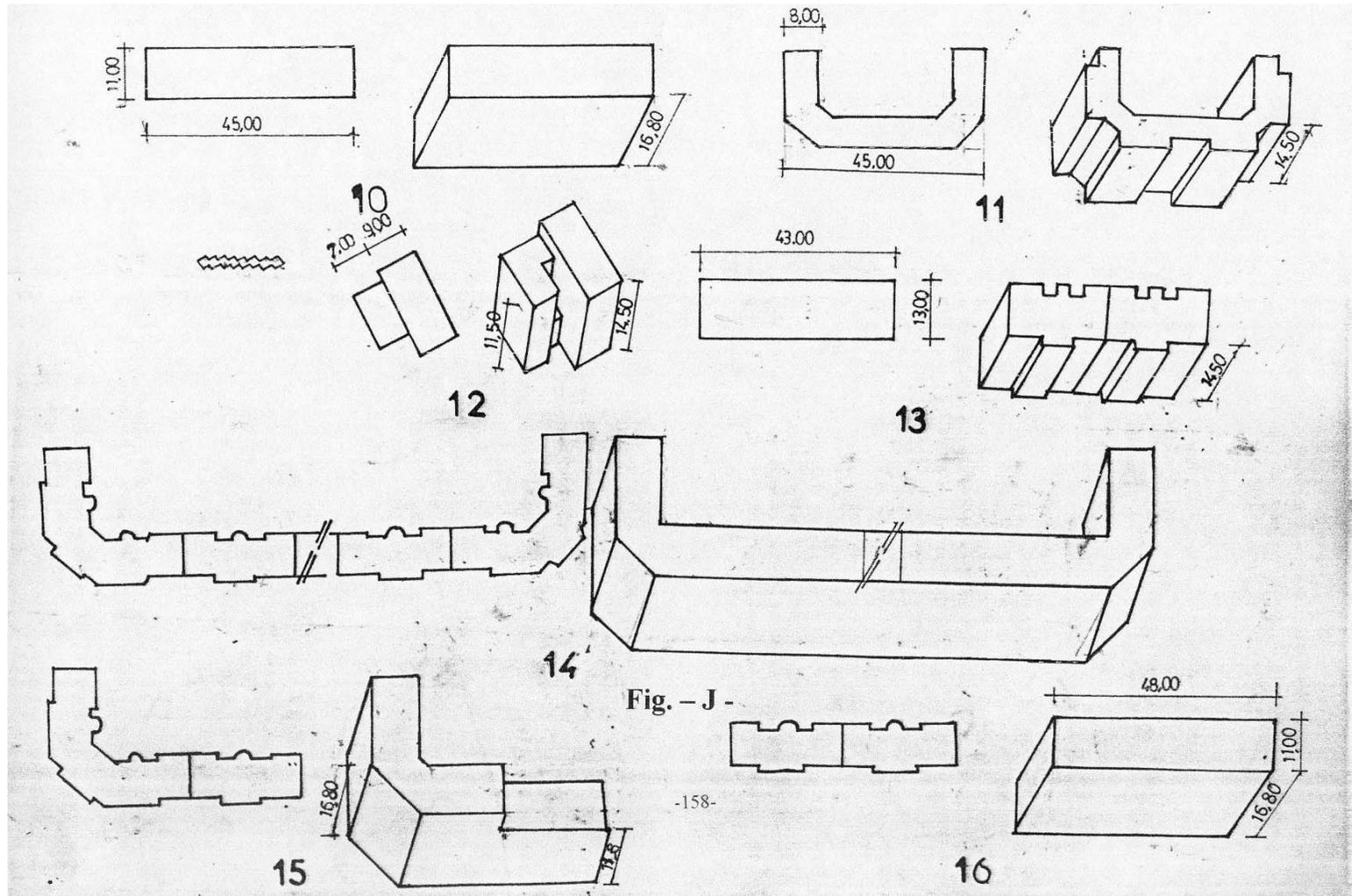


Fig.-H-



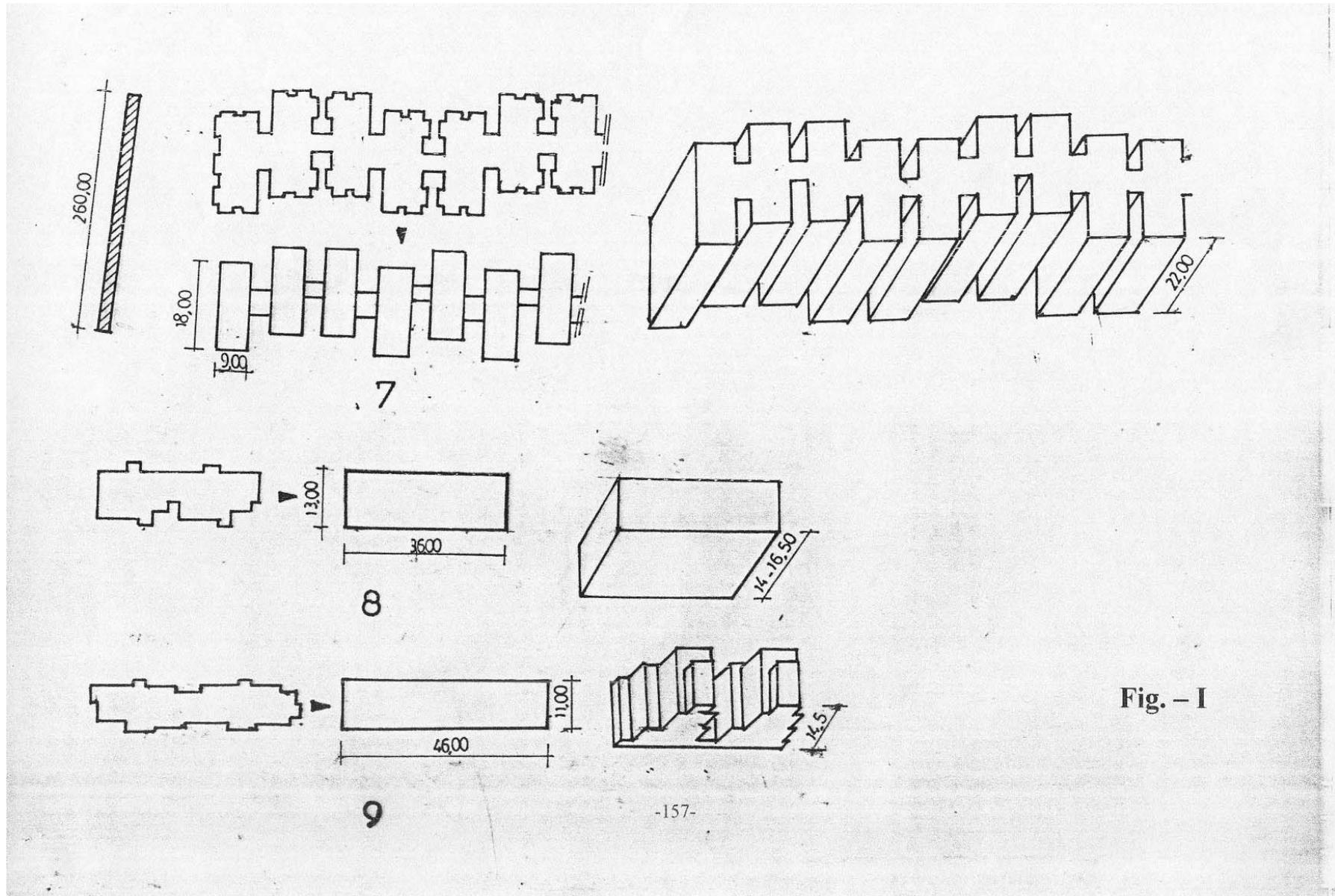


Fig. - I

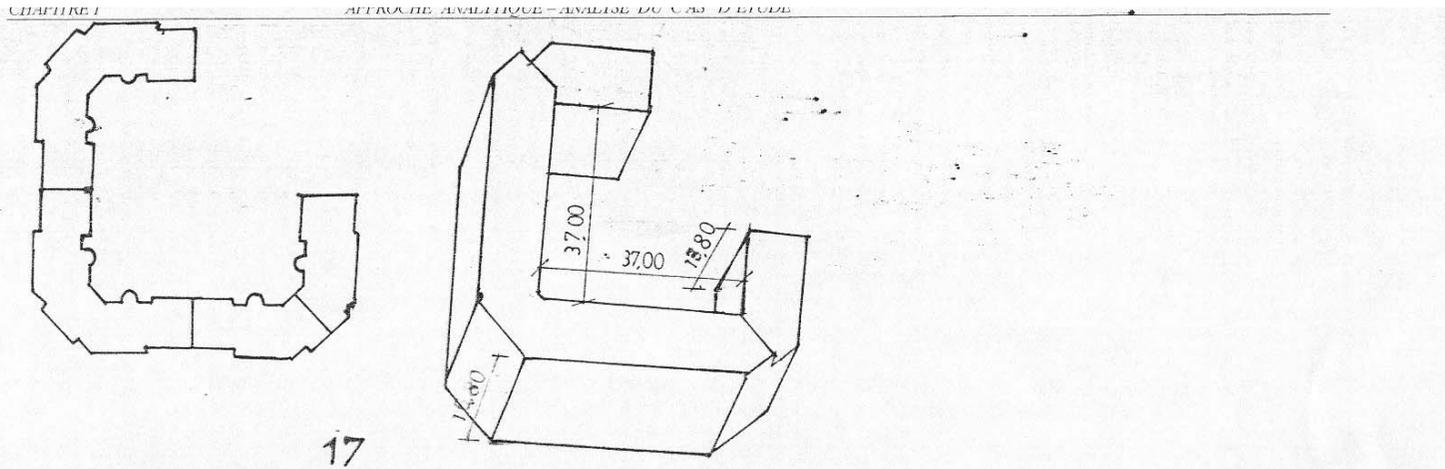


Fig H-I-J-K : Différentes formes ou configurations des bâtiments , échelle 1/1000, Source le chercheur

N°	1-2	3-4-5-6	7	8	9	10-13	11-12-13	14-15-16-17
Quartiers	726	1000	124	830	216	500	500-MDN	300 Logts
	Logts	Logts	Logts	Logts	Logts	Logts	Logts	

Fig. - K -

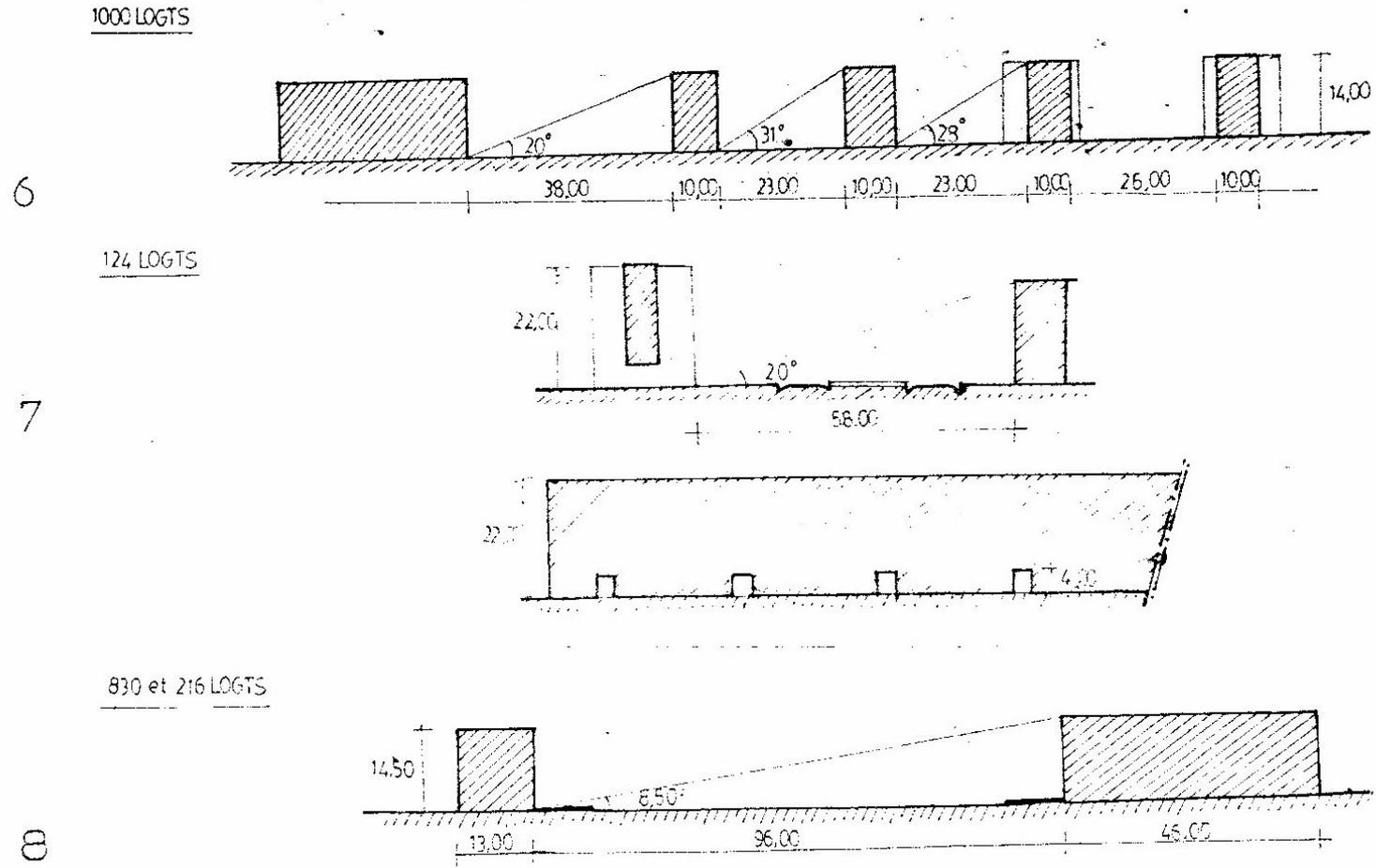
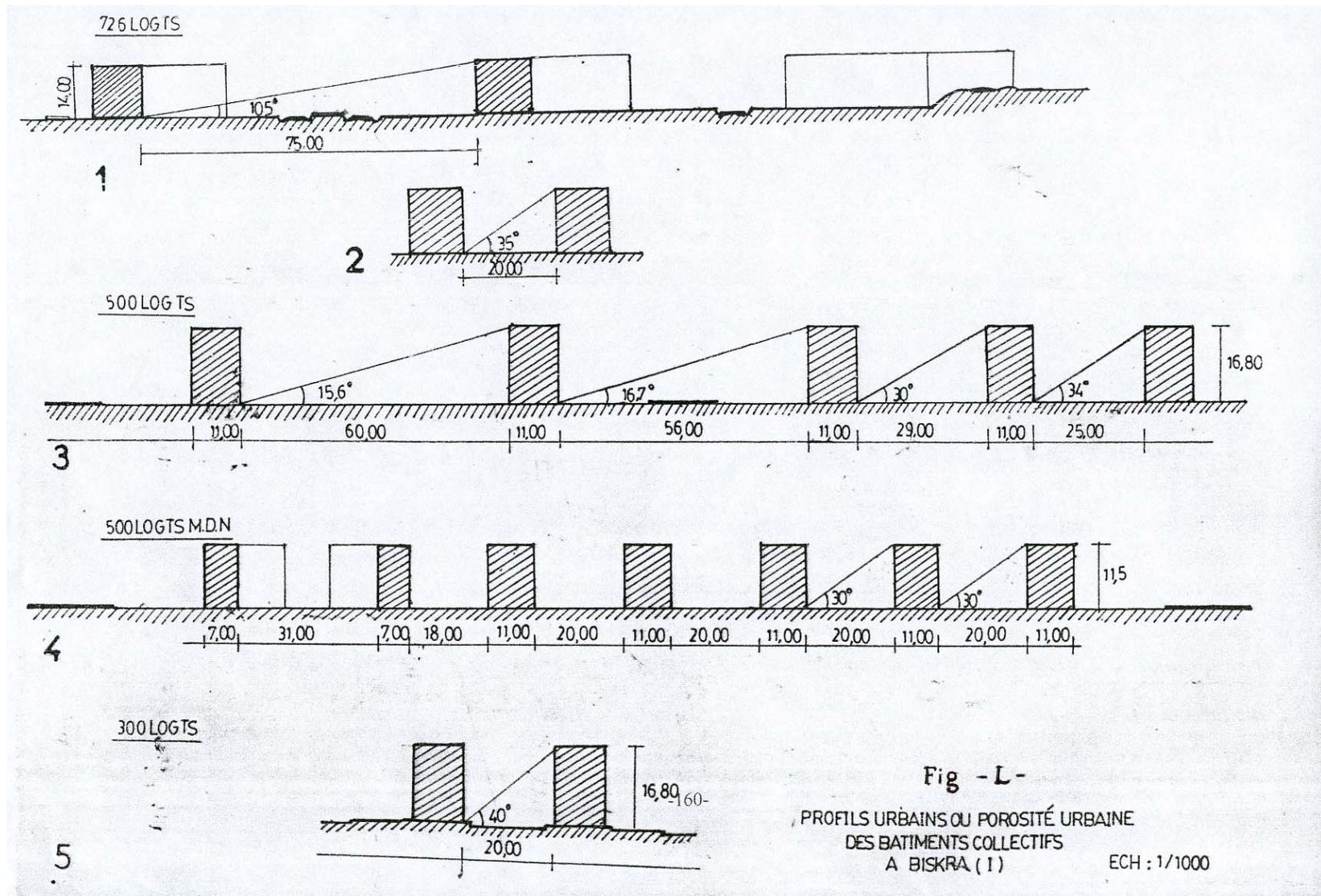


Fig - M -

-161-

PROFILS URBAINS OU POROSITÉ URBAINE
 DES BATIMENTS COLLECTIFS
 A BISKRA (II) ECH : 1/1000



5-Les variantes des groupes de bâtiments : Fig. ; N - O- P

A partir du corpus de notre cas d'étude, nous avons pu sélectionner les différents groupements de bâtiments variés par leur forme de l'espace extérieur engendré (Tableau a), nombre de bâtiments regroupés (Tableau b), la forme des bâtiments (Tableau c), nombre d'ouvertures (Tableau d)

Tableau a :

Forme de l'espace extérieur du groupement	Carré	Rectangle	Rue (canal à ciel ouvert)	« O » Alvéole Ou poche	« Y »	« H »	«D »	«+ »	Zigzag	Varié
Situation	216, 830, 1000 logts	124 logts	500, 500MDN logts	300, 500 MDN, Logts	1000 Logts	500 MDN	300 logts	1, 000 logts	1000, 500 MDN logts	726 logts
Types	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nomination du mode	A. I	K	H.J	E.G	D	M	F	C	L	B

Tableau b :

Nombre de bâtiments	1	2	3	4
Situation	1000 Logts	300- 500 MDN 1000 Logts	1000- 500 Logts	216-830-726- 500MDN Logts
Types	I	II	III	IV
Nomination du mode	I	E-F-G-H- L	C-D-K	A-B-J-M

Tableau c :

Forme des bâtiments du groupe de bâtiments	Uniforme	Varié	
		Bi-varié	Tri-varié
Situation	830-216-500MDN-1000-500 Logts	1000-300 Logts	726 logts
Types	O	●	∅
Nomination du mode	A- G- H- I- J- K- L- M	C- D- E- F	B

Tableau d

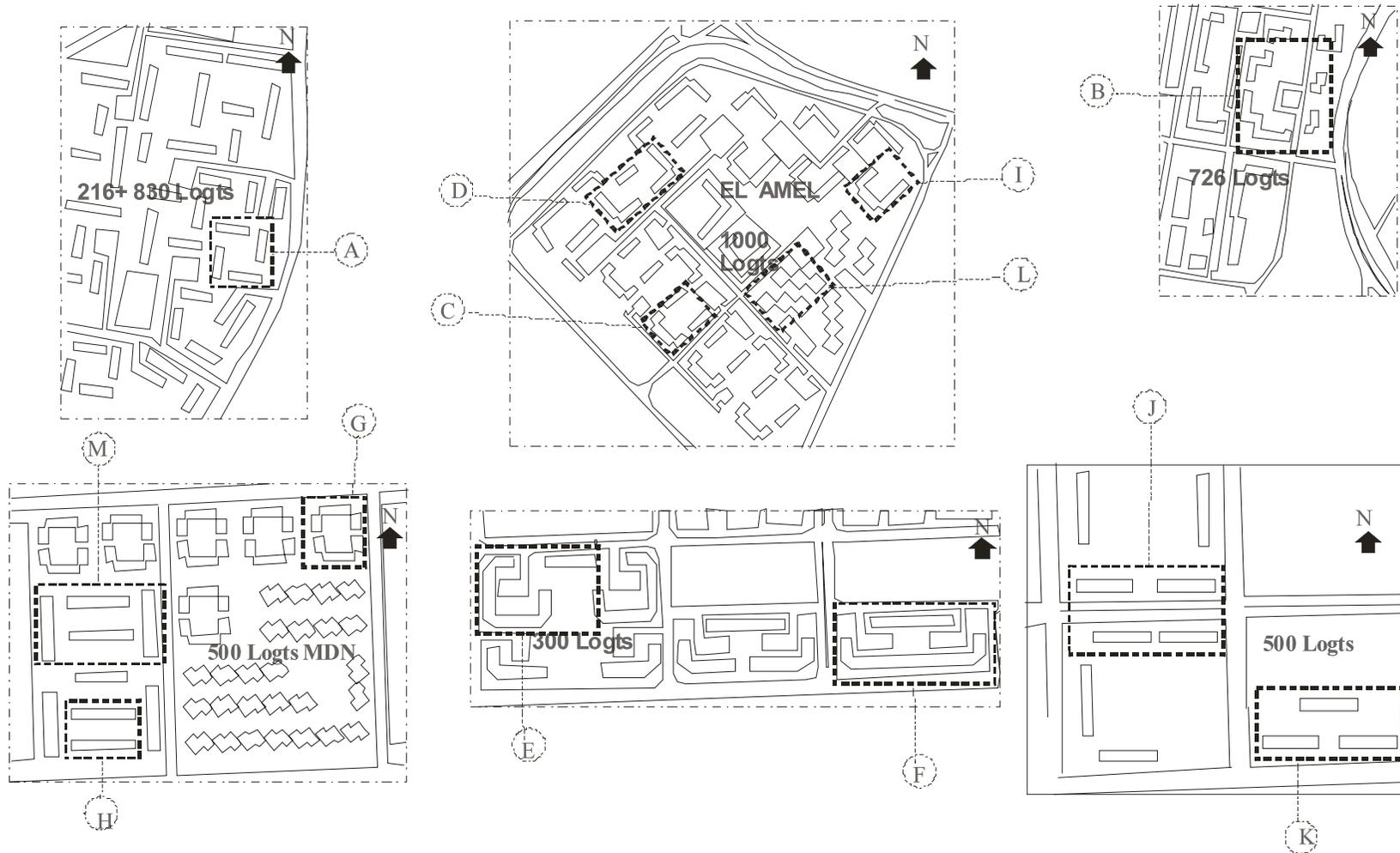
Nombre d'ouverture + ouverture au ciel des groupes de bâtiments	2	3	4	5
Situation	1000 Logts	300-500MDN-1000 logts	1000-500 Logts	830-216-726-500-500 MDN
Types	α	<	μ	>
Nomination du mode	I	E- F-G-H-L	C-D-K	A-B-J- M

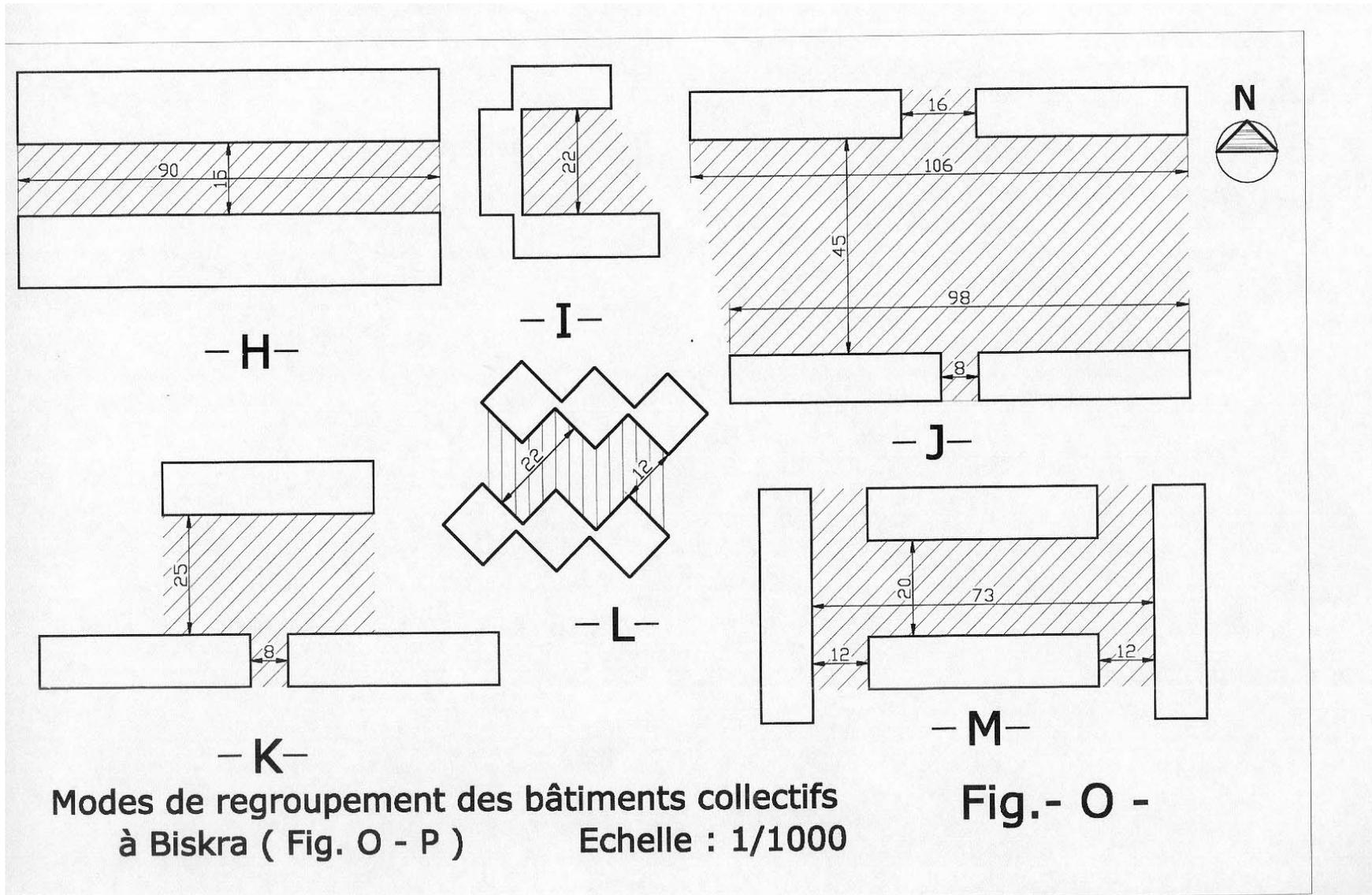
N-B : Cette méthode nous amène à une infinité de variantes et notre objectif est de tester la performance des groupes de bâtiments existants les plus représentatifs de notre corpus, nous nous limitons donc qu'à un nombre de 13 Type-morphologiques de A à M représentant notre corpus, présenté et récapitulé sous forme du tableau qui suit ;

Tableau récapitulatif :

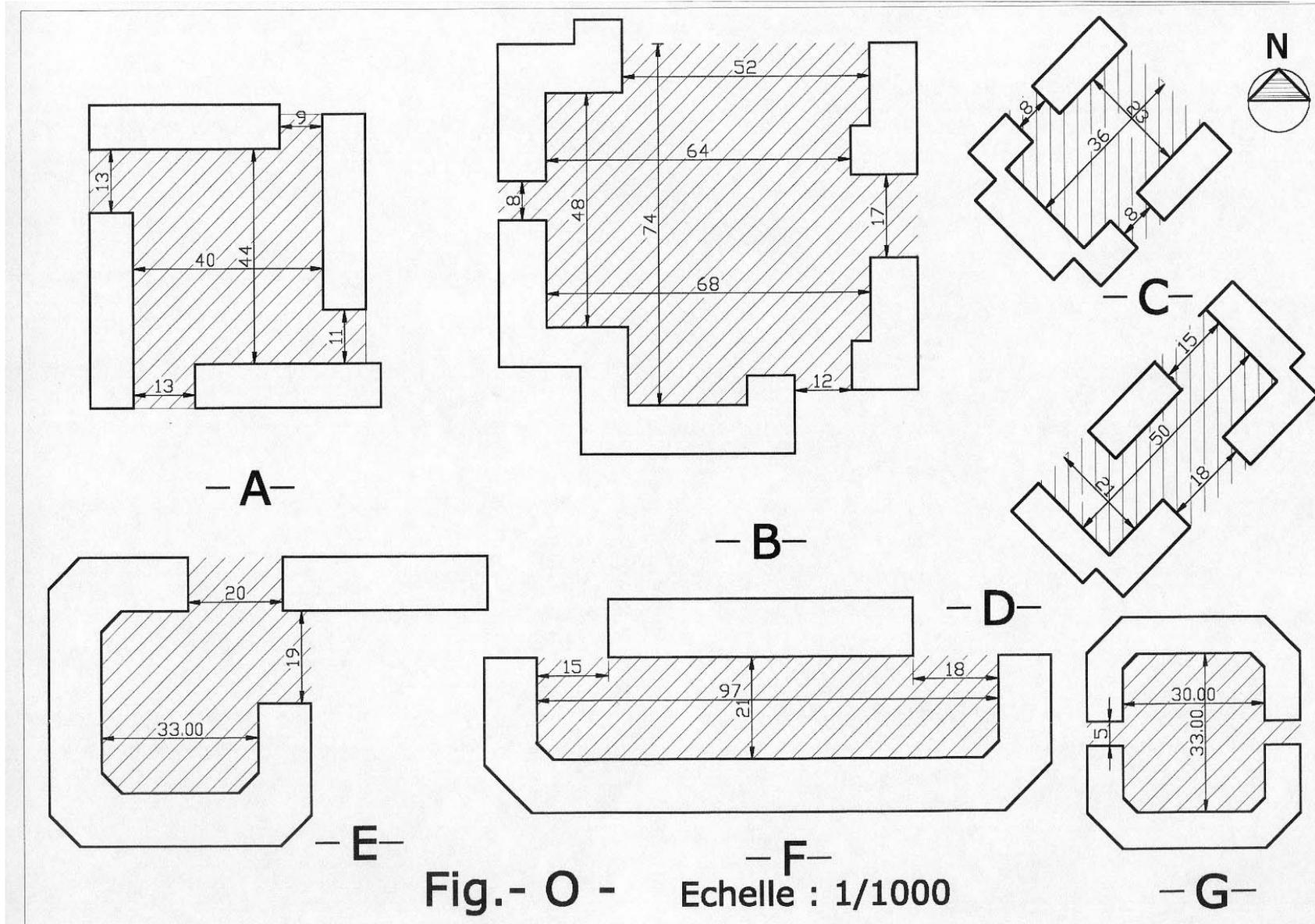
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Forme de l'espace extérieur du regroupement	carrée	variée	+	Y	O (Alvéole)	D	O (Alvéole)	Rue (canal à ciel ouver)	carrée	Rue (canal à ciel ouver)	rectangle	Zigzag	
Nombre de bâtiments	4	4	3	3	2	2	2	2	1	4	3	2	4
Formes des bâtiments du groupe	uniforme	Tri-variée	Bi-variée	Bi-variée	Bi-variée	Bi-variée	unie	unie	unie	unie	unie	unie	unie
Nombre d'ouverture + ouverture au ciel	5	5	4	4	3	3	3	3	2	5	4	3	5

Fig. N -Les variantes de la disposition des groupes de bâtiments





Modes de regroupement des bâtiments collectifs à Biskra (Fig. O - P) Echelle : 1/1000



classification des différents groupes de bâtiments recueillis :

Groupe A : Juxtaposition de 04 barres de hauteur de 14.5 m, de longueur 45 m, de forme (8) cet arrangement de bâtiments constitue un espace extérieur central de forme presque d'un carré de largeur de 40-42 m, l'espacement entre deux bâtiments perpendiculaire constitue des accès ou ouvertures horizontale permettant le passage de l'air d'une largeur entre 9-13 m. inférieur à la hauteur des barres

Composition B : Composition de 04 bâtiments de formes diverses, voir (1-2) de hauteur de 14 m, autour d'un espace ouvert extérieur de largeur entre 72-50m, l'espacement entre bâtiments forme les accès de l'air laissant passage à l'air de s'infiltrer horizontalement formant ainsi dans cette composition 04 ouvertures ; trois de 8 à 17 m et une large ouverture de 52 m.

Composition C : 03 bâtiments de hauteur de 14 m de forme (11,4) autour d'un espace extérieur central de forme rectangulaire de largeur de 23 m et longueur 37 m, avec 03 accès ; 2 de largeur de 08 m et l'autre ouvert d'une largeur de 23 m

Composition D : groupement de 03 bâtiments de forme (3-4 de hauteur de 14 m formant un espace central rectangulaire de largeur de 12 m et de longueur de 50 m avec 3 accès de largeur de 15 m

Composition E : Groupement de 02 bâtiments de formes (16,17) de hauteur de 16.8 m formant ainsi un espace extérieur central de forme d'un alvéole ou poche de diamètre de entre 33-37, ouvert à 02 cotés de largeur entre 19-20 m représentant 0.17 de son périmètre

Composition F : Groupement de 02 bâtiments de forme (14-16) de hauteur de 16.8 m formant un espace central allongé en longueur de 97 m et de largeur de 21 m avec 02 accès de largeur de 15 m .

Groupe G : juxtaposition de 02 bâtiments de hauteur de 16.8 m de forme (11) formant un espace central de forme d'un alvéole ou poche ayant un diamètre entre 30-33 m avec 02 ouverture de largeur de 5m représentant 0.05 de son périmètre

6-Les choix typo-morphologiques de l'analyse de la première

Composition H : groupement de 02 barres de bâtiments de forme (16) ou (7) de hauteur de 11.5 m de longueur de 90 m et de largeur de 11.5 m formant un espace-rue ou couloir à ciel ouvert d'un espacement entre barres de 15 m

Composition I : une composition à un seul bâtiment de forme (5) de hauteur de 14 m formant un espace extérieur ouvert à un seul coté de largeur de 22 m .

Composition J : Composition de 04 barres de bâtiments de largeur de 43 m de hauteur de 16.8 m de forme (13) en même alignement formant un espace extérieur rue de grande largeur de 45 m avec 4 accès de 8-16 m et 45 m des 02 cotés

Composition K : Composition de 03 barres de bâtiments de longueur de 43 m de hauteur de 16.8 m de forme (13) en alignement formant un espace rue de largeur de 25 m et 8 m entre deux bâtiments

Groupement L : Composition de 02 bâtiments en forme de dent de scie voir (6) de hauteur de 14 m formant un couloir ou une rue en zigzag de largeur entre 12-23 m

Groupement M : La juxtaposition de 04 barres de longueur de 50m, de hauteur de 11.5 m, forme de (16) formant un espace extérieur de forme d'un H avec un espacement entre bâtiment entre 12-20 m dessinant un angle ouvert au vent de direction N-O ou S-E

Cette analyse du cas d'étude nous à permis de dégager les typologies existantes et les plus représentatives par la configuration des groupes des bâtiments collectifs et leur disposition, ces typologies seront ainsi tester expérimentalement pour vérifier notre hypothèse

B- La deuxième classification :

Une deuxième classification distribue les différents types recueillis dans la première analyse selon les trois catégories des générations de la réalisation des ensembles bâtiments collectifs

1 ère Catégorie	2 ème catégorie	3 ème Catégorie
726, 830, 216, 1000,500 Logts	500 Logts MDN	300 Logts

Nous avons choisi à partir du corpus trois types des trois catégories pour étudier leur densité, le rapport entre le bâti et non-bâti et la morphologie des espaces extérieurs.

Catégorie	1 ère Catégorie	2 ème catégorie	3 ème Catégorie
Type du corpus	500 logts	500 Logts MDN	300 Logts
Date et type de réalisation	1984-1994 Préfabrication lourde « Pascal »	1995 Procédé traditionnel et maçonnerie	1999-2000-2001 Procédé traditionnel et maçonnerie
Densité résidentielle	65.55 logts/ha	83.33 logts/ha	135.34 logts/ha
Coefficient de l'emprise du sol (CES)	0.16	0.24	0.25
Rapport plein-vidé	La prédominance de l'espace non bâti (espace extérieur)	Des espaces non bâtis sont plus rationnels, plus limités par les bâtiments	Un équilibre entre l'espace bâti et l'espace non bâti.
Morphologie des espaces extérieurs	Espaces ouverts, vagues, Il n'y a pas de configuration distincte en connotation avec le bâti	- Espace extérieur en forme d'un carré, rectangle ou zigzagué est le résultat de la disposition et configuration des bâtiments. - Espace extérieur en bandeau (espace rue)	- défini par la disposition des bâtiments en forme de L, en poche ou alvéole - Espace extérieur moins défini, c'est un espace de dégagement.

- ♦ Ce type de classification par rapport à la densité nous a permis de constater les différences considérables entre les trois générations des ensembles des bâtiments collectifs des ZHUN de Biskra

La densité a influencé sur la morphologie des espaces extérieurs, plus elle est élevée plus les espaces extérieurs sont définis et déterminés par la configuration et disposition des bâtiments.

Il reste à vérifier leur performance et leur viabilité climatique par rapport au facteur vent et ceci va constitué la troisième partie de cette recherche.

IV- Analyse climatique du vent soufflant sur les espaces extérieurs des ensembles des bâtiments du cas d'étude :

Avant de vérifier l'hypothèse expérimentalement et d'apprécier l'effet des typologies sélectionnées dans la section III sur l'écoulement de l'air et le vent aux alentours des ensembles de bâtiments, nous devons préjuger du niveau de seuil de gêne et de sécurité atteint par les conditions climatiques du vent météorologique pour cerner l'objectif climatique du vent à atteindre



Fig. 8 ; Mesure de la vitesse du vent par un anémomètre placé à une hauteur de 10 m dans la photo gauche et à 2 m à droite en site dégagé de la station météorologique située à l'aéroport de Biskra (source ;L'auteur)

A partir des données climatiques sur le vent à Biskra (*partie I-chapitre I, paragraphe ; vent à Biskra*) ;

Le seuil de gêne : étant entre 4.5 –6.7 m/s (*Annexe II, tableau 1-*) est atteint durant presque toute l'année, à une fréquence de classe de 6-10 m/s qui atteint 1571 par année (*Annexe I, vent à Biskra*) ; et le mois de Mai constitue le mois le plus exposé au vent.

Le seuil de sécurité : on enregistre un dépassement du seuil de sécurité (>17 m/s) (*tableau 1-annexes*) par une fréquence de 379 annuellement en classe de 16-20 m/s

On enregistre même des fortes tempêtes qui peuvent être dangereuse et provoquer de graves accidents

C'est pourquoi nous devons aménager et concevoir les espaces extérieurs des ensembles de bâtiments de façon à protéger les personnes du vent , et non à accentuer ses effets par nos conceptions urbaines et architecturales.

V- Conclusion :

Nous avons essayé par la présentation et l'analyse du cas d'étude, de mettre en exergue la production architecturale et urbaine de l'habitat collectif à travers deux classifications, l'une repose sur la morphologie des immeubles, leur disposition et les espaces extérieurs engendrés, et l'autre comparative entre les différentes générations des trois catégories, basée sur des critères historiques (périodes de réalisation), techniques (procédés de réalisation), de densité (le rapport entre le bâti et le non – bâti).

Les espaces extérieurs dépendent d'une logique foncière et non d'une étude préalable des critères climatiques, des besoins physiologiques, sociaux et spatiales (Structuration du tissu, orientation, espacement et prospect par rapport à la hauteur des bâtiments)

L'analyse de cette situation vient concrétiser la problématique. Nous ne devons pas juger de l'adéquation ou de mauvaiseté des groupes des bâtiments qu'après simulation des typologies les plus représentatives

CHAPITRE I : DIMENSION CLIMATIQUE - LE CLIMAT ET LE VENT

I – INTRODUCTION :

Ce chapitre est une compréhension théorique basée sur une bibliographie climatologique et environnementale générale puis régionale et enfin urbaine.

Sa première partie consiste à traiter et comprendre les ensembles des phénomènes climatiques par la définition des éléments du climat, la classification et les caractéristiques des zones arides et semi-arides, les possibilités de les contrôler et de mieux les utiliser en vue d'une conception d'un groupe de bâtiments bien adaptés dans une région appartenant à cette catégorie des zones.

La seconde partie de ce chapitre est consacrée au facteur vent dont il est le plus caractérisant et le plus marquant dans cette zone, par ses effets sur l'homme ainsi que sur la végétation et le sol

II- LE CLIMAT

1-Introduction :

Le climat est une des principales données de la morphologie des systèmes architecturaux et urbains. (*Duplay, 1982*)

On peut distinguer un ensemble d'éléments, et de facteurs climatiques rapportés en catégorie (*Remade, 1993*)

- Facteurs énergétiques : rayonnement, lumière, et température.
- Facteurs hydrologiques : précipitations et hygrométrie.
- Facteurs mécaniques : vents et enneigements.

Ces données devraient susciter une architecture et une urbatecture* spécifiques et adaptés. (*Duplay, 1982*)

2- La classification des climats :

Il convient d'appréhender le climat dans sa dimension spatiale et d'examiner les classifications proposées des grands types de climats rencontrés à la surface des continents. Toutes les diversités dans les conditions atmosphériques observées sur le globe terrestre peuvent être résumées en un nombre assez important de type

* *Urbatecture est une discipline : urbaine dans son champ, morphologique dans sa méthode (Duplai, 1982)*

a- Classification en catégorie ou de Köppen :

Le but initial de la classification de Köppen était de rendre compte des principaux groupes de végétation naturelle elle comprend cinq groupes principaux chacun étant lui-même subdivisé en sous-classes (ou types climatiques).

- Climat tropical humide
- Climat tempéré
- Climat Subarctique
- Climat polaire
- Climat désertique ou aride.

b- Classification géo-climatique :

Développée par (*Givoni, 1978*) qui fait référence aux études effectuées par Miller, il arrive à la classification suivante :

- Climats chauds :
 - Secs et chauds : désertique.
 - Chauds et humides : équatorial maritime.
 - Secs et chauds et humides : tropical, continental et mousson.
- ◆ Climats tempérés :
 - Type moyen occidental
 - Méditerranéen maritime
 - Type moyen oriental.
- ◆ Climats tempérés froids :
- ◆ Climats froids :
 - Continental froid sibérien.
 - Froid maritime norvégien.
 - Froid désertique
 - Arctique.

Il est à noter cependant, qu'il n'est pas aisé de définir des limites nettes entre ces zones géo-climatiques, ceci est dû notamment aux interpénétrations des influences climatiques (reliefs, altitudes...) donnant lieu à des zones de transition. (*Godard & Estienne, 1970*)

A partir de ces différentes classifications nous avons pu déterminer le climats qui représente le plus la région d'étude qui appartient aux zones arides et semi-arides.

3- Le climat des zones arides et semi-arides :

Le groupe des climats secs et chauds ou désertiques rassemble en fait toutes les zones arides ou semi-arides situées de part et d'autres des deux tropiques 15° et 35° Nord et Sud de l'équateur. Ce sont des déserts chauds et leur localisation correspond à celle des zones anticycloniques subtropicales au-dessus des continents. C'est sur le continent africain que l'on trouve la majeure partie des régions rattachées à ce climat : de la Mauritanie à l'Egypte (ce qui inclut donc l'ensemble de la zone Saharienne ainsi que ses bordures, le « Sahel », Nord et Sud) .S'y ajoutent la péninsule Afrique le Pakistan.

Enfin, plus au Nord, ce groupe est représenté en Asie centrale par la ceinture de déserts froids s'étendant de la mer Caspienne pratiquement jusqu'à Pékin.

a- La notion d'aridité :

La notion d'aridité n'a pas pour limites les zones désertiques classiques à climat chaud et sec, mais elle intègre aussi des régions ayant des précipitations rares ou irrégulières (*Golany, 1982*).

Ainsi quatre types primaires de zones arides ont été définis par Godard et Estienne en 1970, et se présente comme suit :

- Désert chaud et classique.
- Désert côtier tropical et subtropical.
- Désert d'abri
- Désert continental à hiver froid.

b-La notion de semi-aridité :

Les précipitations sont un facteur déterminant dans la classification des climats, quand ces dernières deviennent un peu plus régulières, apparaissent les zones semi- arides.

Généralement, c'est en lisière de la zone de climat méditerranéen que la limite désertique devient incertaine, où l'on observe une transition aride qui progresse vers le Sud, caractérisée par l'appauvrissement des tranches annuelles de pluies, l'allongement des périodes des sécheresses estivales, et enfin l'aggravation de l'irrégularité annuelle. (*Godard, Estienne, 1970*).

Ceci engendre finalement l'apparition de certaines zones dites semi-arides, ayant pour particularités celles des zones arides, avec des étés chauds et secs, accompagné saisons de pluies variables (saison hivernale) plus importantes en fait qu'en zones arides, favorisant ainsi l'apparition de couvert végétal. (*Konya.1984*)

c- Caractéristiques des milieux arides et semi-arides :

La température maximum dans ces régions atteint jusqu'à 43°C à l'ombre et la moyenne de la température journalière atteint 22°C.

Les principales caractéristiques de ces milieux (*Péguy, 1970 – Givoni, 1978 – Evans, 1980*) sont les suivantes :

▪ Les hautes intensités des radiations solaires :

Dans les milieux arides et semis-arides, le rayonnement solaire représente la plus importante caractéristique ayant une grande influence sur la conception architecturale et urbaine et, par la suite, sur le confort humain. Le rayonnement solaire direct dans ces milieux est intense il est supérieur à 800 ou 900 w/ km² sur une surface horizontale.

L'influence du rayonnement solaire sur les milieux arides et semi-arides et due aux éléments suivants :

- La longue durée du rayonnement solaire surtout en été entre 09 et 16 heures.
- L'intensité très forte du rayonnement solaire.
- L'importance des angles d'incidence (angle solaire et Azimut).

▪ La température sol-air diurne très élevée :

Les faibles précipitations, l'absence des nuages et la faible humidité des milieux arides et semis-arides, provoquent une large amplitude de températures ; en été les rayons solaires échauffent la surface du sol jusqu'à 70°C au milieu de la journée, tandis que la nuit une perte de cette chaleur, et la surface refroidie jusqu'à 15°C, au moins encore.

Dans ces milieux la température est caractérisée par :

- Les températures diurnes en été sont aux alentours de 40°C à 50°C et les températures nocturnes sont comprises entre 15°C et 25°C.

▪ L'humidité relative évolue avec la température d'air et peut varier

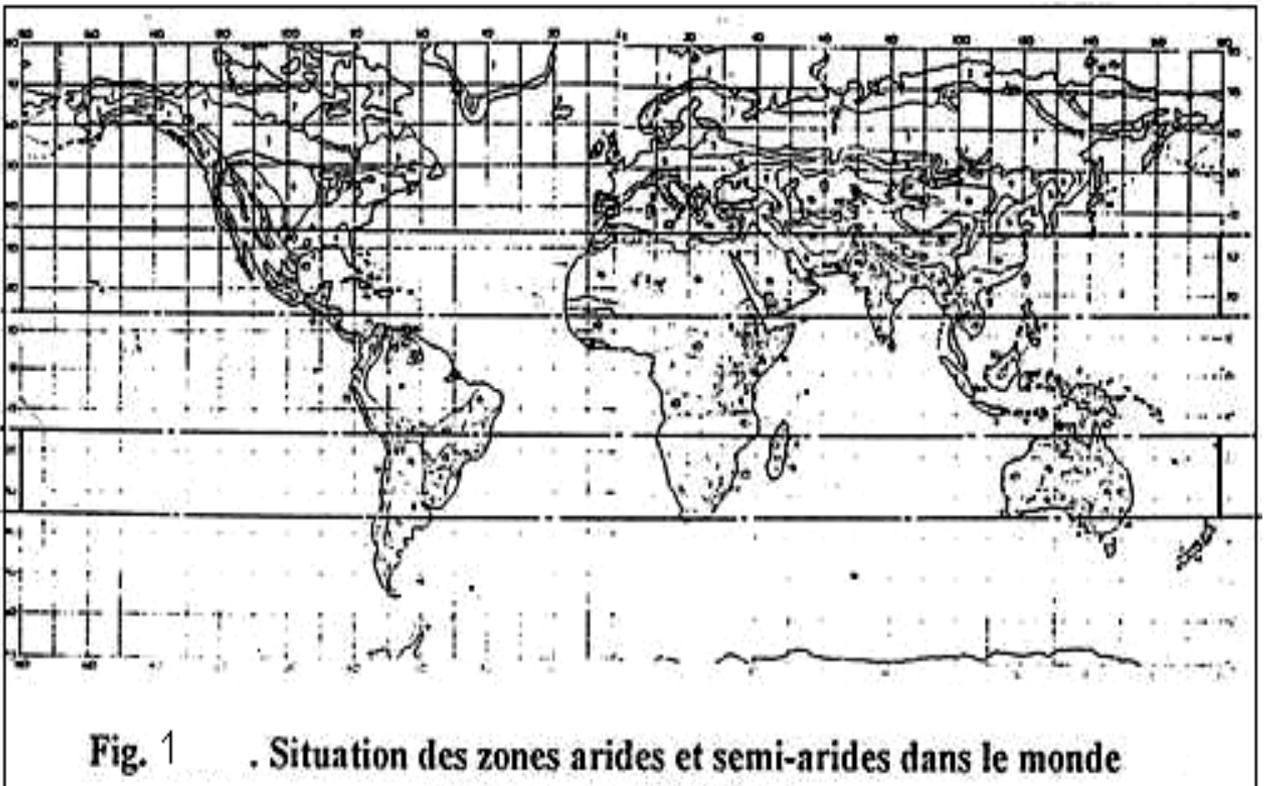
de moins de 20% dans l'après-midi jusqu'à plus de 40 % la nuit. Un

- Changement dans la direction du vent peut apporter de l'air en provenance de la mer et donc provoquer une augmentation d'humidité.

- **Les vents chauds et sec (simoun) :** Sont provoqués par une température élevée et une sécheresse, sa grande température ne dépend pas seulement de sa provenance de zones chaudes mais dépend aussi de degrés de poussière qu'elles emportent. Le réchauffement (des grains de poussières ou de sable par les rayons solaires direct dans l'air augment la température de simoun qui peuvent atteindre jusqu'à 40°C et plus.

Les vents chauds accompagnés d'un brouillard poussiéreux, secs et très denses tel degrés que le ciel devient rouge.

Le simoun prend plusieurs noms régionaux ; en Egypte « El Khamassin », en Algérie « Le sirocco ».



La recherche touche les effets des bâtiments sur un des paramètres climatiques du climat caractérisant l'Algérie et plus précisément la ville de Biskra et pour cela une description des caractéristiques climatiques de l'Algérie et de Biskra s'avère essentiel

4- Le climat en Algérie :

- En Algérie, la première classification en zones climatiques a été faite par le CSTB* en 1962, qui sert de base de calcul pour le dimensionnement du chauffage ou de climatisation.

Une deuxième classification prenant en compte des données météorologiques récentes et plus représentatives de la période (1974 – 1984) permet de définir avec plus de précision les zones climatiques de l'Algérie ; La délimitation des différentes zones climatiques a été faite sur la base de calcul des degrés jour** (*Ministère de l'habitat, 1993*)

- La classification a donné deux types de zones climatiques
 - Les zones climatiques d'hiver. (*Annexe I-1, Fig. I-1*).
 - Les zones climatiques d'été. (*Annexe I-2, Fig. I-2*)

5-Le climat à Biskra :

a- Situation géographique et relief :

Ville du nord-est de l'Algérie, Biskra se situe dans une région entre deux zones totalement distinctes, le Nord et le Sud. Plus précisément, elle se situe au pied Sud de la chaîne montagneuse de l'Atlas Saharien qui constitue la limite naturelle entre le Nord et le Sud. Cette région est constituée d'un bassin de zones de dépression d'altitude de 81 mètres. Elle est définie par les coordonnées (Lat. 34.48 N, Long. 5.44E) (*Capdérrou, 1985*).

Le bassin est limité au Nord par le chaînon montagneux de Boumenghouche et par le massif de Hmar Khadou faisant partie de l'Atlas Saharien. A l'Ouest, le bassin est limité par les Hauts plateaux qui représentent la région des Zibans. Au Sud et à l'Est, s'étale jusqu'au Chott Melghir vers le Sud-Est. Le bassin contient quelques rares cours d'eau à caractère cruel et saisonnier (Oued de Biskra, Oued Djedi et Oued Zmor...). Le seul plan d'eau permanent de la région est le barrage artificiel de Foum El Gherza situé au Nord-est du Bassin

Actuellement la ville de Biskra est le Chef-lieu de la Wilaya suivant le SNAT*** elle fait partie de la région sud, elle couvre une superficie de 21.671.2 km² pour une population estimée à fin de 1992 de 515.816 hab. soit une densité de 24 hab /km².

* CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment.

** Degrés jour : différence de la température extérieure moyenne et la température intérieure de base du confort cumulée sur l'année

*** SNAT : Schéma national de l'aménagement du territoire

b- Données climatiques :

La situation de la région de Biskra entre deux zones à climats distincts, la nature géomorphologique du bassin et le caractère semi-désertique de la région ont confié à la ville de Biskra un climat rigoureux.

D'après le classement des zones climatiques d'Algérie par le Ministère d'Habitat son climat se situe dans la zone climatique d'hivers H3b et la zone climatique d'été E3 caractérisé par :

- Un hiver froid et sec avec une température moyenne saisonnière de 2° c, un été très chaud et sec, la température atteint les 45°c. (*Tableau 1, Annexe I*)

- Deux types de vent très fréquent souffle à Biskra : le Nord-ouest d'une vitesse de classe de 6-12 m/s, qui atteint sa vitesse maximum en Avril de 7.2 m/s, Mai (6.4 m/s), Septembre (5.7 m/s) ; Un Vend de Sud-est chargé de poussière constitue un danger pour l'activité agricole ainsi une gêne pour les habitants ; Comme il soufflent à Biskra des vents faibles de Nord est de Sud-Ouest. (*Tableau 1, Annexe I*)

- La ville de Biskra est classée dans la zone d'où les précipitations ne dépasse pas les 200 mm / année. Sauf en 1969, dont les précipitations ont atteint les 122.2 mm durant 24 ans et 299.2 mm durant le mois de Septembre ont provoqué des inondations dans les constructions, palmeraies à proximité de l'Oued de Biskra, et c'était un effet climatique qui a changé tout un type d'urbanisation par l'abandon des habitations traditionnelles en toub vers un nouveau type, l'habitat en parpaings et en béton comme l'habitat collectif.

A partir du tableau 1, les précipitations sont faibles qui ont atteint en mois d'Avril 1998 les 46.1 mm

III- LE VENT

L'écoulement de l'air entre bâtiments est dû essentiellement au vent que nous allons développer pour comprendre le phénomène comment il se produit, circule, et comment il peut être source de ventilation pour des cas et de désagrément pour d'autres.

1 – Définition :

Vent, air en mouvement. Le terme est généralement appliqué aux déplacements naturels horizontaux de l'atmosphère ; les mouvements de direction verticale sont des courants.

Les vents sont produits par les différences de pression atmosphériques engendrées principalement par les différences de température.

Les variations dans la distribution des pressions et des températures sont dues essentiellement à une distribution inégale de l'énergie solaire reçue à la surface de la terre, et aux différences dans les propriétés thermiques des surfaces des continents et des océans. Quand les températures de régions voisines deviennent inégales, l'air le plus chaud tend à s'élever et à s'écouler par-dessus l'air le plus froid et le plus lourd. L'écoulement n'est pas rectiligne, à cause de la force de Coriolis mais il prend une forme en « S », s'incurvant en divergeant de l'anticyclone, et en convergeant vers la dépression.

La divergence autour de l'anti-cyclone se fait dans le sens des aiguilles d'une montre et la convergence autour de la dépression se fait en sens inverse (pour l'hémisphère Nord, loi de Buys –Ballot) (Guyot, 1979). (Fig.2).

Fig.2 : Loi de Buys-Ballot.

2 –Les composantes du vent :

Les vents ont des composantes horizontales typiques de 10 m/s. Alors que leur vitesse verticale moyenne ne dépasse pas quelques dizaines de centimètre par seconde aussi se réfère-t-on le plus souvent à la composante horizontale quand on parle du vent, et les anémomètres qui équipent les stations météorologiques ne mesurent généralement que celle-ci.

La vitesse verticale du vent peut atteindre des valeurs extrêmes jusqu'à 40 m/s dans une cellule géante, ou super cellule.

a- Mouvements verticaux de l'air :

L'air est affecté de mouvements verticaux, la subsidence (descente) et l'ascendance (ascension).

Ces mouvements et leurs conséquences dépendent essentiellement des températures et des pressions. De façon schématique, les mouvements verticaux de l'air sont en relation avec les contrastes de températures : au-dessus d'une source de chaleur l'air s'échauffe et se dilate ; plus léger, il a tendance à s'élever. Au contraire au dessus d'une source froide, l'air est refroidi et devient plus dense : il a tendance à descendre (Fig.3)

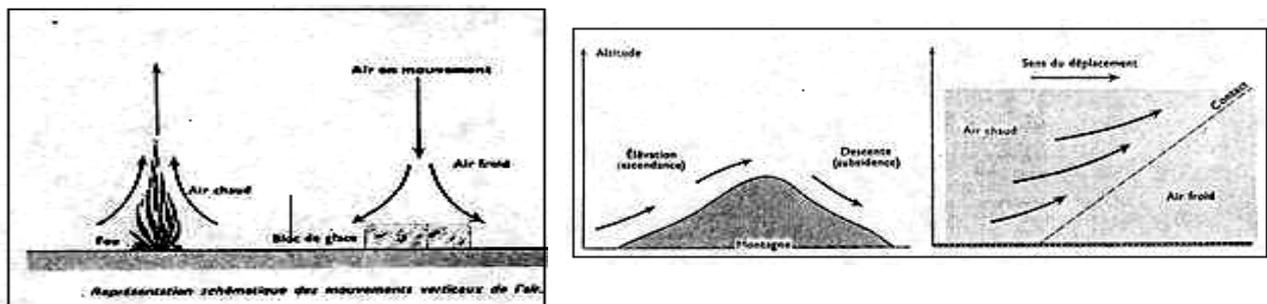


Fig.3 : Cas des mouvements verticales de l'air (Encyclopédie autodidactique, T.6, 1977)

b- Mouvements horizontaux de l'air :

Les mouvements horizontaux de l'air sont représentés par les vents. La différence de pression entre deux masses d'air entraîne un mouvement des hautes pressions vers les basses pressions qui tend à rétablir l'équilibre entre les deux masses d'air.

Le vent est d'autant plus fort que la différence de pression ou gradient est élevée (Fig.4)

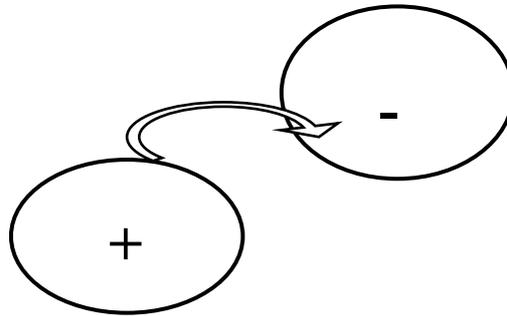


Fig.4 ; Mouvement de l'air des zones de haute pression vers les zones de basse pression

Cependant, ce n'est que dans le cas de masses d'air locales que le vent se déplace en ligne droite des hautes pressions vers les basses pressions

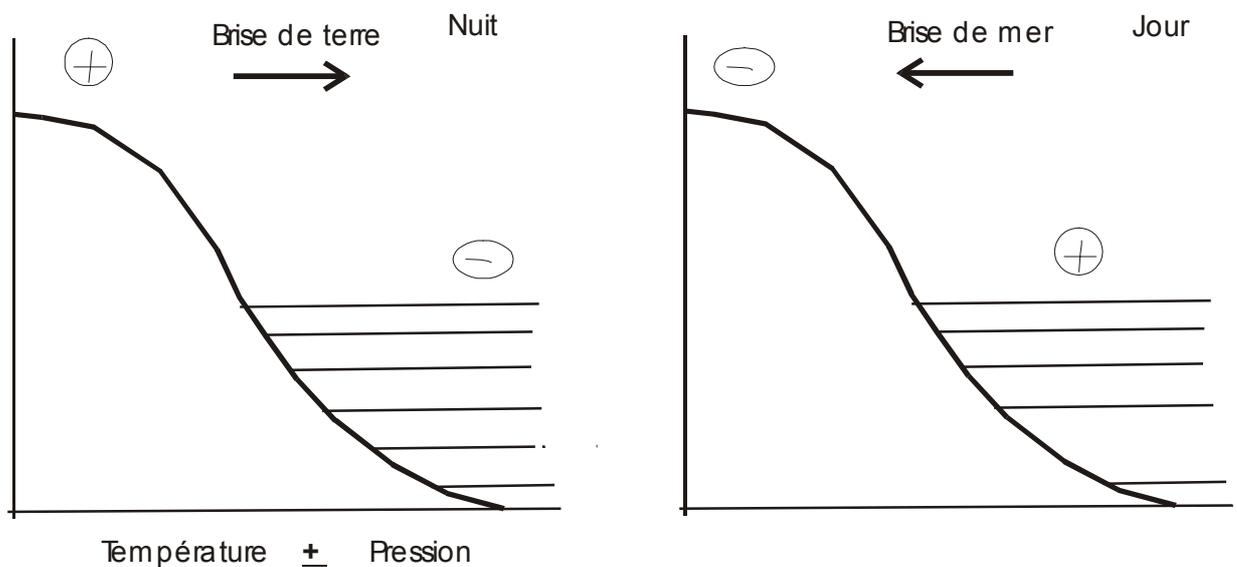


Fig.5 ; Phénomène de brise côtière

La rotation de la terre entraîne en effet une déviation du vent proportionnelle à sa vitesse et à la latitude (accroissement de l'équateur aux pôles) : la force de Coriolis.

Dans l'hémisphère Nord, les déviations de l'air s'effectuent vers la droite de l'axe joignant hautes et basses pressions, et vers sa gauche dans l'hémisphère Sud (Fig. 6)

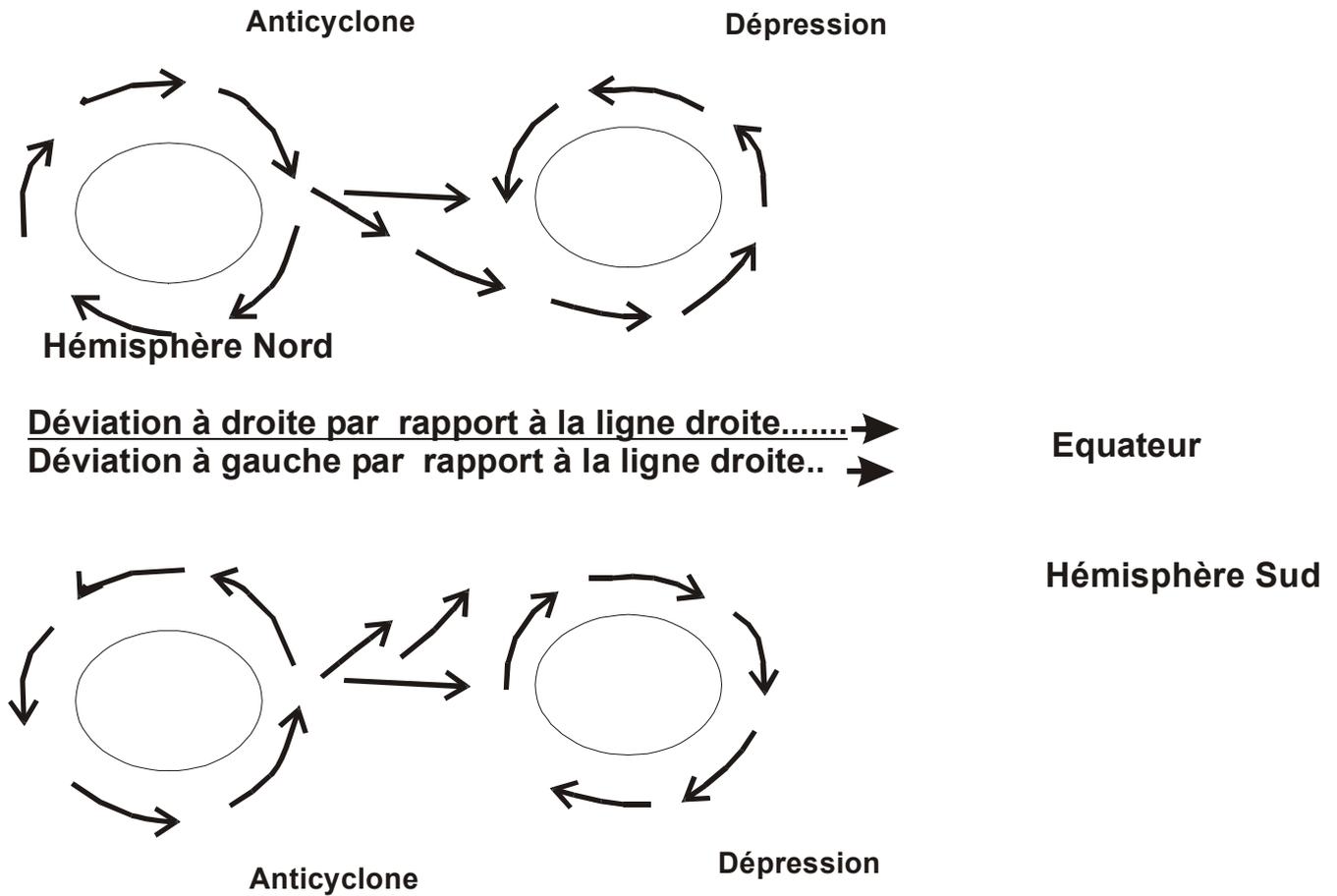


Fig.6, Déviation du vent

Cependant, il importe de distinguer ces vents des flux zonaux Alizés et Westerlies et des flux d'altitude appelés " jets" qui atteignent 400 km / h circulant vers l'est à la hauteur des 40² degrés de latitude Nord et Sud. La distribution et les caractéristiques des vents sur une région sont déterminées par plusieurs facteurs globaux et locaux. Les principaux facteurs déterminants sont la distribution globale saisonnière dans la pression de l'air, la rotation de la terre, les variations journalières dans l'échauffement et le refroidissement des terres et des mers, et la topographie de la région considérée et de ce qui l'entoure. (Fig.7).

Fig.7 : Cartes des pressions et des flux : janvier(en haut) et juillet (en bas)

3 –L'écoulement du vent :

Le vent s'écoule de façon plus ou moins régulière et peut être caractérisé par régime ;

a- L'écoulement laminaire :

L'air est peu agité, les filets d'air sont séparés ; les lignes de courant sont disposées en couches parallèles, le vent est régulier

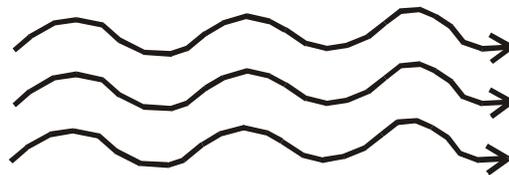


Fig.8 Ecoulement laminaire

b- L'écoulement turbulent :

L'air est agité de façon désordonnée ; les filets d'air se mélangent, le vent est alors très irrégulier en direction et en vitesse (les fluctuations peuvent atteindre des valeurs importantes sur des temps relativement brefs)

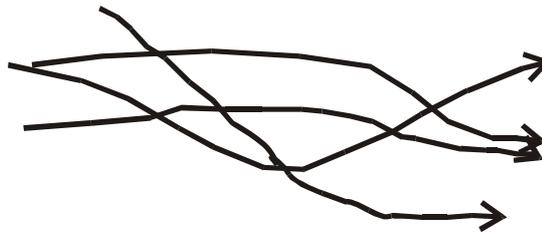


Fig.9 Ecoulement turbulent.

b-1- La turbulence :

La structure du vent fait qu'en dessous de 3.000 m les forces de frottement contre la surface terrestre ralentissent le déplacement de l'air et provoquent une turbulence des filets d'air les uns contre les autres.

Ces écoulements turbulents varient selon la nature de la surface dans une zone appelée *couche limite atmosphérique* l'épaisseur de la couche limite croît avec la rugosité du sol, et les vitesses dans un écoulement augmentent avec l'altitude. (Fig.10)

La turbulence est principalement due aux frottements contre les aspérités et aux perturbations associées à la présence de barrières orographiques ou de mouvements convectifs.

Pour une même altitude, la vitesse diminue lorsque la rugosité du sol augmente- Enfin les turbulences diminuent avec l'altitude.

Figure 10 : Définition de la couche limite

4 –Les principales causes du vent :

A l'échelle planétaire, le gradient de pression, la force de pesanteur, la rotation de la terre et les processus dissipations, comme le frottement, sont les principaux paramètres dissipatifs déterminant la circulation atmosphérique.(*)

5- Systèmes de vent (classification des vents) :

Il y a trois familles de vents dans chaque hémisphère : les vents alizés, les vents d'Ouest et les vents polaires. En complément, il y a aussi les systèmes de vents connus sous le nom de «moussons» qui résultent des différences annuelles d'échauffement entre les surfaces des continents et celles des mers.

Il existe aussi des régimes de vents dans les montagnes et les vallées, ainsi que des brises diurnes et nocturnes le long des cotes. (*Givoni, 1978*)

a- A l'échelle planétaire ou vents dominants : (*Fig. 11*)

a-1-Vents alizés :

Les vents alizés sont des vents créés par la différence de pression existant entre la ceinture de hautes pressions subtropicale et la ceinture de basse pression équatoriale, se sont les vents dominants des basses latitudes, faibles et réguliers (15 à 35 km/h jusqu'à 45 km/h).

(*) Fr.encyclopedia.yahoo.com/article/do/do_4762_p0.html

Dans l'hémisphère Nord, le vent soufflant du Nord vers l'équateur est dévié vers l'ouest par la rotation de la terre. Dans l'hémisphère Sud, le vent soufflant du Sud est dévié de la même façon vers l'Est.

a-2- Vents d'Ouest :

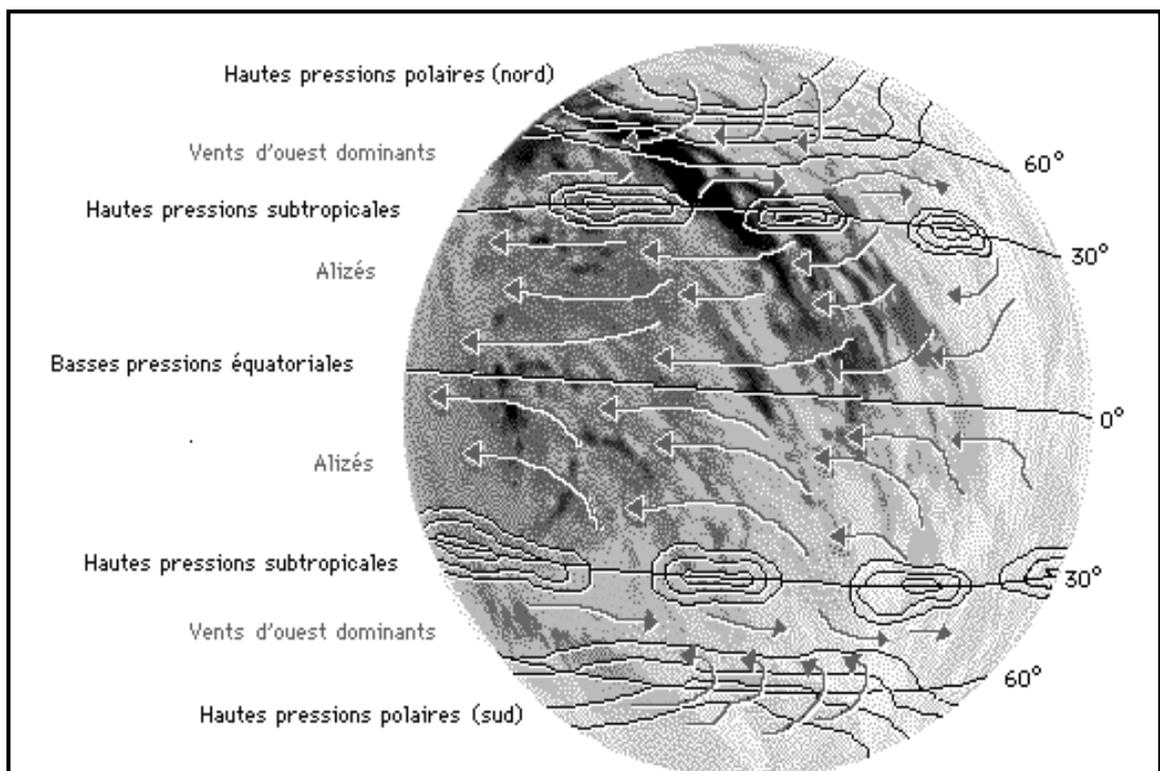
Les vents d'Ouest ont également leur origine dans les régions subtropicales, mais ils se dirigent vers les zones de basses pressions subarctiques. Aux latitudes moyennes sont très affectés par des perturbations atmosphériques cycloniques et anticycloniques qui modifient radicalement leur direction de jour en jour.

Les vents d'ouest les plus forts soufflent à des altitudes comprises entre 30 et 20 km et ils ont tendance à se concentrer dans une ceinture relativement étroite appelée le courant-jet. Ils soufflent à des vitesses allant jusqu'à 550 km/h. Les vents varient beaucoup en vitesse et en direction et ils forment des systèmes de dépressions mobiles.

a-3-Vents polaires :

Les vents polaires sont formés par les masses d'air froid se répandant à partir des zones de hautes pressions polaires et arctiques. Leur direction générale est le Sud-ouest dans l'hémisphère Nord et le Nord-ouest dans l'hémisphère Sud.

Fig.11 ; Vents dominants (Encyclopédie Microsoft, Encarta 2001)



b- A l'échelle synoptique (1000 à 6000 Km) ou vent saisonnières :

Se sont des vents secondaires engendrés par les perturbations du courant d'ouest, par les contrastes thermiques existant entre les océans et les continents et par les forts gradients rencontrés aux surfaces des reliefs importants.

b-1- Les vents de moussons : Les vents de moussons (indienne, africaine...) minimalisent les écarts de la température entre les continents chauds et les océans adjacents, plus froid.

b-2- Les vents catabatiques : Rencontrés en Antarctique ou au Groenland, descendent le long des glacier ou des surfaces enneigées pour réduire le gradient thermique.

c- A moyenne échelle (10 à 100 km) :**c-1- Les brises de terre et de mer :**

Les brises de terre et de mer prennent naissance dans les régions côtières et près des lacs. Durant la journée, si le réchauffement solaire est suffisant l'air situé immédiatement au-dessus du sol monte, donnant éventuellement naissance à des cumulus, voire à des cumulo-nimbus, parfois accompagnés d'averses, près de la surface, l'air ascendant est remplacé par l'air venant de la mer (brise de mer) ou du lac (brise de lac)

c-2- Les vents des montagnes et de vallées :

Ces vents sont des courants peu épais au-dessus de la surface qui montent vers les montagnes pendant le jour et descendent la nuit, et ont pour cause les différences de températures entre l'air situé au-dessus des pentes ensoleillées et celui qui se tient à la même altitude au-dessus des vallées.

6-Type de vent :

On détermine les types du vent par sa direction et sa vitesse et sa force.

a- La mesure du vent :

Les statistiques des paramètres climatologiques sont calculées pour la plupart des stations sur la période de 10 années. La période minimale utilisé est de 04 ans

a-1- Le vent instantané :

Le vent instantané est souvent difficile à discerner et à mesurer en raison de la grande variabilité des mouvements de l'air aux petites échelles d'espace et de temps ; il est évalué sur des intervalles de quelques secondes.

a-2- Le vent météorologique :

Le vent météorologique est mesuré à 10 m de hauteur par rapport au sol et correspond à une valeur moyenne sur un intervalle de 10 min, ce qui permet de négliger les fluctuations associées à la turbulence de petite échelle et de rendre comparables les observations faites à différentes stations. On distingue ; Le vent moyen, le vent maximum

b- La direction du vent :

En météorologie, elle est définie comme la direction géographique d'où vient le vent

On appelle vent du Nord s'il souffle du côté Nord.

On détermine la direction en degrés à partir du Nord géographique et aura par exemple les vents Nord-est à (45°)

La direction des vents dominants est la direction la plus propagée dans un endroit On note que les vents dominants ne soufflent pas d'une façon continue, car ils changent de direction pour des périodes du temps variées suivant les autres facteurs climatiques et géographiques.

La direction des vents de chaque zone est déterminée grâce à ses caractéristiques bonnes au mauvaise et ceci suivant les régions qu'ils traversent avant d'y arriver.

b-1-Indicateurs de la direction des vents :

Pour déterminer la direction, il existe plusieurs méthodes la plus simple c'est l'observation par l'œil nue : (fumée des usines, branches d'arbres, drapeau.), ou par un appareil météorologique qui s'appelle la girouette, (*Fig.12*) fixé dans le plus haut point de la station météorologique ou bâtiment et lorsque le vent souffle l'aiguille ou la flèche prend une direction indiquant celle du vent.

La girouette doit être exposé complètement aux vents et dans sans aucun obstacle et leurs effets (grandes arbres, bâtiments), que leur présence peut entraîner des contre-courants qui donne une mauvaise indication du vent.

Fig.12 : Une girouette.

c-La vitesse des vents :

On mesure la vitesse des vents en km /h ou m/s par divers appareils le plus utilisé est celui de l'**anémomètre**.(Fig.13) Le plus courant est composé de trois ou quatre coupelles attachées à de petites tiges fixées, à angle droit, sur un axe vertical. Lorsque le vent souffle, il pousse les coupelles qui entraînent l'axe. Le nombre de tours par minute est traduit en vitesse du vent par un système d'appareils similaires à ceux du compteur de vitesse d'un véhicule.

La vitesse du vent est également mesurée par la pression de l'air soufflant dans un tube de Pitot (tube en forme de L, dont une extrémité est ouverte vers le flot d'air et l'autre fixée à un appareil qui mesure la pression), ou électriquement, par l'action refroidissante du vent sur un fil chauffé, ce qui modifie la résistance électrique du fil.

Dans les appareils électroniques, l'appareil de mesure des vents est lié électriquement à un appareil gradué dans la station de Météo son indicateur donne la vitesse des vents.

Fig.13. Anémomètre

d-La force des vents :

La force du vent est la force qui pousse les choses, elle augmente par l'augmentation de sa vitesse. On détermine la force du vent à partir de l'échelle de beaufort basé sur l'observation des effets des vents sur les objets. Et dont la force est graduée de 0 à 12, chaque niveau de force exprime la vitesse du vent qui le correspond. On peut recourir à l'échelle de beaufort pour déterminer la vitesse d'une manière approchée sans recours aux appareils. (Fig.14).

ÉCHELLE DE BEAUFORT	VITESSE DU VENT EN KM/H	TERME DESCRIPTIF	SYMBOLE DES CARTES MÉTÉO-ROLOGIQUES	EFFETS OBSERVÉS SUR TERRE ET SUR MER
0	moins de 1	Calme	☉	La fumée s'élève verticalement. La mer est comme un miroir.
1	1-5	Très légère brise	—○	La fumée est déviée. La mer est sans écume.
2	6-11	Légère brise	—○	Les feuilles frémissent. Les vaguelettes sont courtes.
3	12-19	Petite brise	—○	Les feuilles s'agitent. Les petites vagues déferlent.
4	20-28	Jolie brise	—○	Le vent soulève la poussière. Sur les vagues, les moutons sont nombreux.
5	29-38	Bonne brise	—○	Le vent agite les branches des arbres. Les vagues sont modérées.
6	39-49	Vent frais	—○	L'usage des parapluies est rendu difficile. Des lames se forment.
7	50-61	Grand frais	—○	La marche contre le vent est pénible. La mer grossit.
8	62-74	Coup de vent	—○	Des branches sont cassées. Des tourbillons d'embrun se détachent des lames.
9	75-88	Fort coup de vent	—○	Cheminées et ardoises sont arrachées. La crête des lames déferle en rouleaux.
10	89-102	Tempête	—○	Des arbres sont déracinés. Les lames déferlent et réduisent la visibilité.
11	103-117	Violente tempête	—○	Très rare. Les ravages sont étendus. La mer est recouverte d'écume.
12	118 et plus	Ouagan	—○	L'air est plein d'écume, la visibilité est très réduite.

Fig.14 : Echelle de Beaufort, (Microsoft Encarta, 2001)

e- Rose des vents :

Afin de mieux se faire une idée de la distribution des vitesses et des directions du vent, on peut construire une rose des vents à partir des observations météorologiques faites dans une région donnée

La rose des vents correspond à un compas, elle se compose de plusieurs sections, l'horizon ayant été divisé en douze secteurs de 30 degrés chacun, mais elle aurait pu être construite avec huit ou seize secteurs.

Le rayon de chacun des douze secteurs coniques indique la fréquence relative de chaque direction du vent. La contribution au total de la vitesse moyenne de la direction du vent, tandis que la contribution totale de la moyenne du cube de la vitesse est donnée par la portion centrale. (*L'atlas éolien Européen*)

Observation : Dans tous les cas, la rose des vents indique la distribution relative des directions du vent et non pas la vitesse réelle du vent afin de mesurer celle-ci il faut se servir d'un anémomètre

Les roses des vents mensuelles et annuelles donnent la répartition fréquentielle des vents sur huit (08) directions et quatre classes de vitesse

Directions : Nord, Nord-est, Est, Sud-est, Sud, Sud-ouest, Nord-ouest

Classes de vitesse : - 01 à 05 m/s - 06 à 10 m/s - 11 à 15 m/s- Sup. à 15 m/s (L'atlas climatologique national).

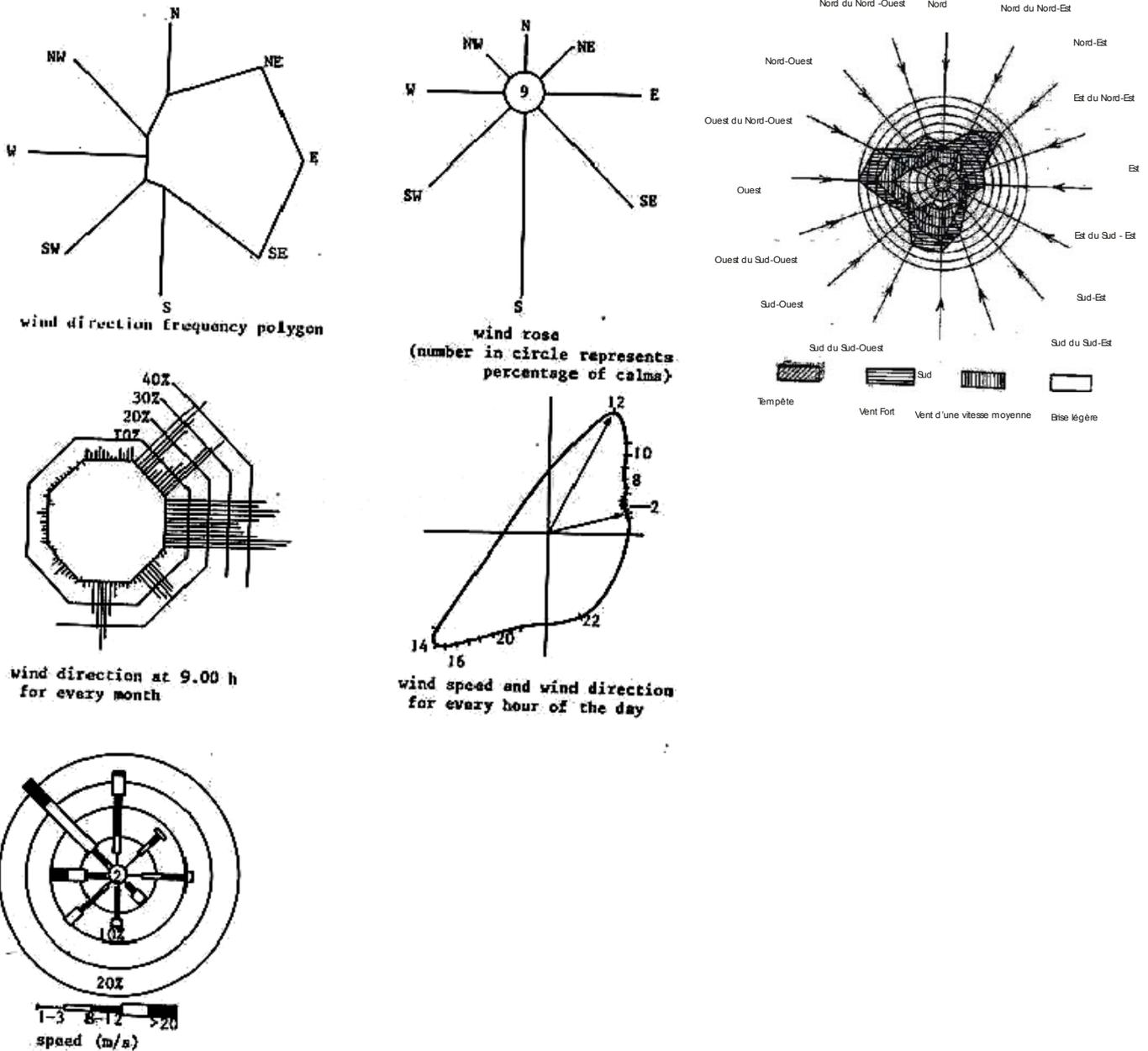


Fig.15 : Les différents types des roses des vents.

Avant toute étude il faut évidemment bien savoir quelles sont les caractéristiques du vent. Cela nous conduit à nous intéresser aux indicateurs du vent.

7- Les indicateurs du vent : On peut distinguer deux classes.

a- Les indicateurs instantanés :

Ils donnent une image fugitive de l'impact du vent sur l'environnement (ex : poussières, drapeaux...).

Ils n'ont le plus souvent qu'une valeur qualitative parfois quantitative lorsqu'il y a constat de dégâts matériels mais jamais sous un aspect fréquentiel. Il ne peut que visualiser un phénomène dans un lieu défini et d'une durée pratiquement instantanée.

Ce type d'information est de caractère fugitif ou accidentel et garde une valeur principalement pédagogique par définition. Ces observations se font par jour de vent. (*Izard, 1979*).

b- Les indicateurs permanents :

Ils donnent une image définitive (ou presque) d'un état engendré par le vent. Parmi les différents cas énumérés plus loin, l'élément végétal possède un pouvoir d'information des plus significatifs, car il s'agit d'un élément vivant qui subit les actions du vent.

Celles-ci influent sur la croissance qui témoigne alors des adaptations aux conditions locales.

Cette classe d'indicateurs permet de dégager les effets les plus contraignants sous un aspect fréquentiel. (*Izard, 1979*)

8- Les effets du vent

Le vent possède donc une énergie importante et peut transporter de grandes quantités de chaleur, d'humidité, de polluants ou de constituants mineurs (sable, poussière).

L'érosion due au vent est surtout efficace dans les régions sèches et arides, où les particules fines du sol ne sont pas solidement maintenues en place par l'humidité ou la végétation. Les poussières ainsi transportées provoquent ensuite l'abrasion des roches et des sols exposés.

a- Les effets de vent sur la végétation :

L'élément végétal possède un pouvoir d'information des plus significatifs, car il s'agit d'un élément vivant qui subit les actions du vent.

Celles-ci influent sur la croissance qui témoigne alors des adaptations aux conditions locales.

b-Les effets du vent sur le sol et désertification :

Il ressort de différentes études que les régions du monde où le risque éolien est le plus important sont les déserts et leurs bordures ; le Sahara, le Moyen-Orient, l'Asie centrale et le Nord de la Chine/Mongolie. On peut y ajouter aussi les grandes plaines américaines.

Ce risque se manifeste dans les domaines semi-arides par une dégradation des sols dont les indicateurs sont les suivants :

- Un changement dans la texture des sols et dans leur fertilité du fait des processus de déflation et de vannage sélectif ;
- La disposition des horizons superficiels du sol, habituellement les plus propices à la végétation et aux cultures et l'apparition en surface d'encroûtements ;
- La mise à nu des systèmes racinaires des arbres et des cultures ;
- Le développement de sables mobiles (nebkhas, sand-sheet, barkhanes) qui voies de communications et parfois à l'habitat.

Les problèmes d'ensablement ont pris une grande acuité dans les pays semi-arides et arides et particulièrement au Maghreb

b-1- Le mouvement des particules sous l'effet du vent : Reptation – Saltation – Suspension :

Il faut un vent plus fort pour déloger des particules plus petites. Bagnold avait montré que lorsqu'un flux éolien passait sur un lit de ciment fin de portland il n'y avait pas de mise en mouvement jusqu'à ce que la vitesse atteigne 100 cm/s. soit un vent assez puissant pour remuer des sablons de 4 mm. (*Gausson, Rognon, 1995*)

Une fois délogées et mobilisées, les particules vont commencer à se mouvoir par reptation, roulement, par bonds (saltation et impaction) ou en suspension. (*Fig. 16*)

Fig.16 : Les différents modes de transport des particules par le vent.

b-2- La désertification en Algérie :

En Algérie, en dehors de la zone saharienne, ce sont surtout les hautes plaines qui sont le plus touchées par le phénomène. 500000 ha de formations éoliennes s'étendent au Nord de l'Atlas saharien dans les trois Bassins endoréiques des chotts chergui, Zahrez Gharbi et Chergui et du Hodna. Le plus important des cordons de 200km de long ,5 à 7 km de large et atteignant 15 m de haut, est composé de dunes vives très mobiles qui livrent aux alentours un grand stock de sable.

Le risque éolien doit être pris en compte dans toutes les analyses de la désertification et dans les réflexions sur les solutions. (*Gaussen, Rognon, 1995*)

c- Effet du vent sur l'homme : (développer en chapitre III)**9- Le vent en Algérie :**

Un vent chaud et sec «le sirocco »soufflant au Nord du Sahara durant la saison estivale amène des orages de poussière et sable vers les régions côtières.

10- Le vent à Biskra :

Durant toute la période des grandes chaleurs (en été), les vents sont pratiquement nuls. Leurs maxima se situent en Mars-Avril. La fréquence des vents est Nord-ouest, Sud-est.

Durant la saison sèche, le sirocco se manifeste fréquemment par un transport de sable

a- Phénomènes climatiques causés par le vent :

-Le phénomène de chasse de sable : est l'ensemble de particules de poussière ou de sables soulevés du sol à des hauteurs faibles ou modérées, par un vent suffisamment fort et turbulent appelés chasse de sable avec une fréquence élevée entre les mois de mars et Août (*comme indiqué au tableau 2- annexe I en couleur grise*) atteignant 7.7 jours en Mai

-Le phénomène des tempêtes de sable : définit comme l'ensemble de particules de poussières ou de sable puissamment soulevées du sol par un vent fort et turbulent jusqu'à de grandes hauteurs par une fréquence assez élevé en mois de Mars et Avril (*comme indiqué au tableau 2 – annexe I en gris*).

b- Vitesses moyennes et fréquences du vent :

La moyenne annuel est 3.8 m / s (*Tableau 3, annexe I*) pour la période 1975-84), la moyenne mensuel maximale du vent moyen est celle de Mai 4.9 m/s (*Tableau 3, annexe I*)

Les moyennes mensuelles des vitesses du vent moyen repartie en heures synoptiques (T-U) montre que le vent atteint ses valeurs maximales entre 9 h et 15 h annuellement et atteint la valeur maximales en mois de Mai à 9 h du matin (*Tableau 3, annexe I*)

La classe des vents la plus fréquentes est celle de 6.0 –10.0 m/s atteignant un nombre élevé en mois de juillet, et elle la dépasse en classe 11-15 m/s entre le mois de Mars et Août (*Tableau 4, annexe I*).

Les mois les plus venteux à Biskra sont le mois de Mai et juillet, avec seulement 10 % - 11 % de calme (*Fig.3- a, annexe I*)

Les mois les plus calmes sont novembre et décembre de 29 % et 33 % de calme (*Fig.3- a, annexe I*)

Les directions du vent ; Roses des vents mensuelles. (*Fig.3- a, annexe I*); Rose des vents annuels (*Fig.3-b, annexe I*). La direction la plus fréquente est celle du **Nord-ouest** du Mois d'Octobre au mois de Mai, puis la direction **Nord** en second, ainsi que le **Sud-est**, en troisième la direction **Sud** entre le Mois de Mai et Septembre

Le vent souffle de toutes les directions en mois de Juin.

IV- Conclusion :

Ce chapitre nous a permet de dégager les caractéristiques du climat aride et semi-aride de la région et de la ville de Biskra ainsi que les paramètres définissant un de ses facteurs climatiques qui est le vent. On a exposé ses effets et ses indicateurs et les caractéristiques du vent régional qui souffle à Biskra en vitesse, direction et fréquence par des valeurs mensuelles et annuelles, moyennes et maximales.

CHAPITRE II : L'EFFET DE L'URBANISATION

I- Introduction :

La vitesse d'urbanisation, l'accroissement massif de la population dans la ville, la question du logement qui en résulte, ont orienté la réflexion des architectes et des urbanistes sur la recherche d'instruments nouveaux susceptibles de prendre en charge les nouvelles exigences posées à la ville. Ceci, c'est traduit par une production d'un nouveau cadre bâti constituant l'enveloppe extérieure d'un espace extérieur et urbain avec de nouvelles figures urbaines et d'un macro-climat. Nous allons nous concentrer sur ces deux effets et les relations entre eux

Ce chapitre, divisé en deux parties, est consacré ; en première partie aux effets de l'urbanisation sur la forme urbaine et architecturale et ainsi sur l'espace extérieur engendré ; en seconde partie, aux effets de l'urbanisation sur le changement climatique présenté par le climat urbain, en étudiant ses caractéristiques, puis l'effet d'un projet urbain sur la production d'un micro-climat ayant certains avantages ou désavantages pour le confort de l'homme utilisateur de l'espace extérieur

II- Considérations théoriques sur la forme urbaine - architecturale des bâtiments et sur l'espace extérieur :

Avant d'évaluer climatiquement l'ensemble des bâtiments et les effets de leurs configurations et leurs dispositions sur l'écoulement de l'air, nous devons définir la forme urbaine de cet ensemble et ainsi développer les deux composantes essentielles du tissu urbain celle de l'ensemble bâti et les espaces urbains, résultants de l'évolution de la forme urbaine depuis que la parcelle a été abandonnée au profit des îlots ouverts de la nouvelle génération urbaine

1-Evolution de la forme urbaine du tissu urbain :

Le changement radical de la forme urbaine est très récent mais important et lourd de conséquences. Dans les années 30, il y a tout un mouvement de recherche, alimenté par la réflexion d'architectes et d'urbanistes qui dans le cadre de la « charte d'Athènes » définissent de nouvelles règles.

Celle-ci a donné naissance à l'urbanisme moderne qui s'est concrétisé essentiellement dans l'après-guerre avec la reconstruction d'abord, les ZUP et les villes nouvelles ensuite.

Les règles essentielles concernent **la libération maximale du sol** (pour le rendre à la nature, aux loisirs) et **l'élévation**, sous formes de tours ou de barre bien aérées et ensoleillées

La rationalisation des flux de circulation amène à **séparer les voies rapides des rues de desserte des quartiers** mais surtout à réserver des itinéraires spécialisés, souvent dénivelés aux piétons

Les conséquences les plus directes de ces principes sont la suppression de l'îlot, **la disparition du rapport entre façade et rue** et la rationalisation des espaces, les bâtiments deviennent plus hauts, n'occupent plus qu'une faible partie du sol (à peine 10 %). Les piétons perdent tout rapport d'échelle avec l'environnement construit

L'urbanisme se concrétise par une pratique excessive du zoning qui sépare les fonctions urbaines, les typologies, les activités et qui réalise ainsi des quartiers spécialisés, habitat collectif, grands ensembles, quartier fait uniquement de maisons individuelles, zones industrielles

La notion de parcelle disparaît, l'organisation étant conçue partir de l'îlot, même si chaque bâtiment définit un domaine presque clos. Puis les vastes opérations reposent sur une esthétique de plan de masse qui n'est souvent pas comprise par les habitants, ou selon une répartition des promoteurs. (Bertrand, 1980).

Les règles de **l'îlot ouvert** selon Christian de Portzamparc sont :

- Sur la base de l'îlot ouvert, des rues étroites (10 à 15 m)
- En face d'un plein, un vide
- Toujours un angle de l'îlot libre
- Une proportion de continuité de 60 à 65 % sur la périphérie (soit 40 % de vide taillé dans un bloc 100 % plein)
- Une modulation des hauteurs à des fins dynamiques
- Une limite de longueur bâtie, physique, mais pas visuelle de l'espace public-privé.

Le but est donc d'ouvrir les intérieurs d'îlots à la lumière et de retrouver la rue : une rue différente avec des arrivées de soleil qui l'éclairent grâce à la discontinuité de l'alignement des façades, à la fragmentation du pâté de maisons en bâtiments distincts, libres mais liés par cette géométrie de la rue.

Ce dispositif se propose de repenser les intérieurs d'îlots avec des jardins lumineux, des vues diversifiées proches et lointaines.

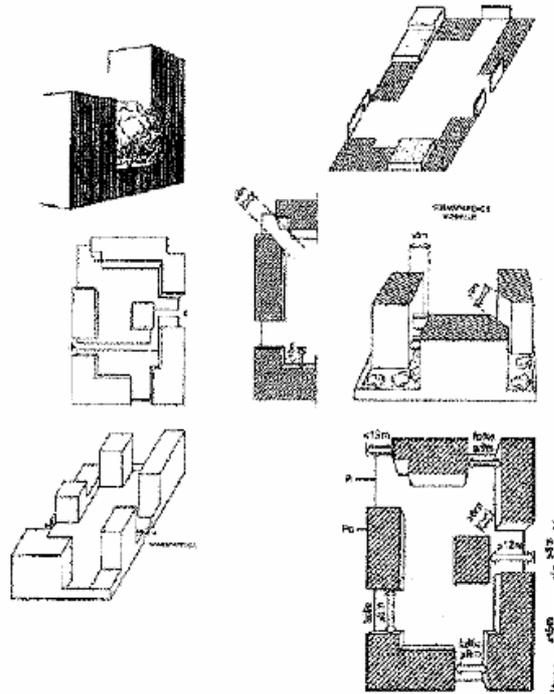


Fig.1 : La nouvelle organisation de l'espace urbain

Cette recherche s'intéresse beaucoup plus sur la nouvelle urbanisation présentée par l'ensemble des bâtiments collectifs des ZHUN* caractérisé par des nouvelles formes urbaines

a- Les grands ensembles :

La pénurie de logement a incité simultanément les gouvernements à prendre des mesures pour freiner la spéculation. L'état confie à des offices semi-publics la construction de logement convenable, à loyer modéré mais de confort réduit. L'état imposait des logements sociaux avec une standardisation très poussée.

a-1- Forme des bâtiments :

La conception de l'immeuble collectif a contribué à créer des formes d'habitation dont la diversité n'apparaît pas toujours en premier regard. Si le logement des classes démunies doit se contenter de constructions **uniformes, comparables** quel que soit le pays, caractérisées par l'utilisation systématique du matériau, bon marché, les groupes disposant d'assez de moyens financiers sont seuls capables d'affirmer leur goût par l'architecture

" Au mitan des années cinquante, apparurent d'**étranges formes urbaines. Des immeubles d'habitation de plus en plus longs et de plus en plus hauts, assemblés en blocs** qui ne s'intégraient pas aux villes existantes. Ces blocs s'en différenciaient ostensiblement et parfois comme systématiquement, s'en isolaient. Ils semblaient faire ville à part. Surtout ils ne ressemblaient pas à ce qu'on ait l'habitude d'appeler ville. Et leur architecture aussi, qui était tellement déroutante. On les a nommés " grands ensembles " (*Cornu, 1977*)

L'expression " grand ensemble" désigne en même temps une forme (**les barres et les tours**), une taille de plus de 500 ou 1000 logements, un type de financement par les procédures du logement social, une localisation en banlieue ou sur le territoire de la ville-centre, mais en rupture avec celle-ci

* Zone d'Habitat Urbain Nouvelles.

Fig. 2 ; Evolution des formes du cadre bâti (ensembles des bâtiments)

a-2- Implantation des bâtiments :

La disposition des bâtiments autour des cours ouvertes à l'échelle de l'îlot n'empêche en aucune façon les très fortes densités dans l'immeuble social, la hauteur de dix à douze niveaux compense une occupation théoriquement moindre du sol. (*Bertrand, 1980*).

Fig. 3 : Evolution de l'implantation des bâtiments

Fig. 4 : Des barres d'immeuble d'habitation implantées dans des espaces verts qui représentent 72 % du terrain de l'îlot. (Spinetta, 1954)

Fig. 5 : Les composantes de l'espace urbain (rue, trottoirs, parkings)

b- Les espaces urbains :

Les espaces urbains, qu'ils soient situés à l'intérieur ou en périphérie des villes ou village sont les lieux privilégiés de la vie sociale des citoyens. Ils regroupent des espaces ou dominent les plantes (espaces verts) et des espaces minéraux (chaussées, trottoirs, places, terrains de jeux...) leurs fonctions sont multiples : circulation, loisirs, jeux, rencontre...

La ville a été souvent conçue comme une combinaison d'espaces bâtis et non bâtis, les espaces extérieurs urbains sont des espaces ayant des fonctions propres et fondamentales, qui conditionnent fréquemment les espaces bâtis, leur conférant parfois leurs formes, leurs reliefs, leurs caractères, élément essentiels du paysage urbain. (*Muret, Alain, Sabrie, 1987*)

b-1- Les espaces extérieurs urbains dans les ensembles d'habitations collectifs :

Les espaces extérieurs urbains peuvent être des espaces ouverts (Expression très utilisée dans les pays anglo-saxons (open space) c'est-à-dire des espaces non construits, non affectés à de grandes infrastructures, à l'intérieur les espaces extérieurs urbains peuvent être également des espaces libres, c'est à dire disponibles pour tous, simples et adaptés à des fonctions multiples, cependant, à la différence des espaces précédents, les espaces extérieurs sont quelquefois monofonctionnels (rue piétonne, voie de circulation)

- Un espace dévolu à une seule activité n'est pas apte à subir de grandes transformations, ce qui condamne le paysage en place à une immobilité qui perdurera pendant une ou deux générations. Le paysage du grand ensemble, sans surprise initiale, conservera à travers le temps son irrémédiable banalité.

- Les systèmes réglementaires des espaces libres et collectifs, déterminant pour chacun des espaces des fonctionnements préétablis, interdisant toute autre forme d'utilisation, d'installation, d'affectation, excluent parallèlement tout dialogue avec l'espace.

L'évènement aléatoire est impossible. La création pour l'individu de son espace de vie est interdite, c'est – à -dire toute transformation, toute possession, toute contribution à l'apparition d'un espace vivant au sens biologique du terme. (*Xavier de la salle, 1982*)

Fig. 6 : Espace de pratique, de perception et d'usage (Xavier de la salle, 1982)

b-2- Les espaces extérieurs en Algérie :

En Algérie, dans la plupart des ensembles d'habitations collectifs, les espaces extérieurs sont des espaces résiduels qui n'ont ni forme, ni fonction et sont laissés à l'abandon.

Pourtant, l'espace extérieur est un espace de « vie ». Pour la collectivité ; quand il s'agit de traduire les fonctions de ces espaces, chaque utilisateur en exprime l'utilité pour :

- L'automobiliste, c'est la voie de circulation et le parking,
- L'enfant, c'est l'espace de jeux,
- Le promeneur, c'est l'espace vert, les plans d'eau, le repos, l'oxygène,
- Le technicien de la mairie, c'est le passage des réseaux,
- Le concepteur, c'est un espace qui doit être organisé pour compléter et mettre en valeur l'habitat, etc.

Prendre en compte tous ces avis, c'est gérer des conflits pour organiser l'espace extérieur, en zones spatiales suivantes :

- Déplacements : Voies pour véhicules, parkings, chemins piétons, espaces utilitaires.
- Calme et détente : Végétation protégée, parcs, végétation accessible aux piétons, espaces clos protégés.
- Expressions, communication, jeux pour enfants, pistes organisées, lieux de rencontre.

Dans les grands ensembles algériens, le constat aboutit à :

- La non définition des espaces,
- La pauvreté de cet espace (vide, sans âme, rigide, morcelé, etc.)
- La présence de danger et d'insécurité,
- Un manque d'espaces pour toutes les catégories possibles d'utilisateurs malgré un gaspillage de mètres carrés. (*Ministre de l'habitat, 1993*)

Les recommandations du ministère de l'habitat qui étaient sensées réglementer l'utilisation de l'espace extérieur sont restées sans application dans la plupart des cas et nécessite une étude plus importante en matière d'aménagement, suivant les fonctions appropriées pour chaque espaces, en prenant en compte les caractéristiques du climat notamment le vent.

III –Evolution de la forme urbaine à Biskra :

L'organisation urbaine ancienne de la ville de Biskra avait été conjuguée d'une manière ingénieuse à la palmeraie et aux seguias, s'adaptant bien ainsi au contexte climatique.

La ville ancienne qu'on connaît actuellement sous le nom de *Beskra Legudima*, remonte à l'époque Turque. La ville était construite au sein d'un fort à l'intérieur de la palmeraie situé au Sud de la ville actuelle

Par cette ville s'est régénéré sept (07) village ou quartiers comme : Bab El Darb, Bab El Gueria, Sidi Barkat... éparpillés à l'intérieur de la palmeraie. Celle ci a donc constitué le support fondamental de l'existence et de la survie de la ville de Biskra.

Les sept villages ont été conçus par des groupements compacts autour de deux éléments générateurs de la forme locale qui sont la mosquée le long de la grande rue (Zgag) et les cours d'eau (Saguias) qui irriguent les jardins de la palmeraie.

La période coloniale s'est caractérisée par la volonté de créer une nouvelle ville en utilisant de nouvelles techniques d'urbanisation, d'organisation spatiale et de conception architecturale. L'eau et la végétation qui ont structuré l'espace urbain pendant l'époque précédente se trouvent cette fois-ci incluses en tant qu'éléments non structurants de la forme urbaine. Ce choix marque la supériorité des colons qui veulent manifester leur dominance par des modèles différents des modèles autochtones. (*Alkama, Saouli, 1997*)

Le damier colonial a tracé cette nouvelle urbanisation, intrusive et imposante (*Fig.7*). L'orientation des rues réglée dans la même direction Est-ouest et Nord-sud a été conçu pour s'adapter aux conditions climatiques surtout par rapport aux vents incidents. Le damier fut aussi l'occasion de voir apparaître des éléments architectoniques tels que, la

rue en galerie couverte, des décors d'arabes, faisant référence à une architecture locale. (Fig. 8) Sa conception a repris quelques techniques de construction vernaculaire à base de matériaux locaux (toub, tronc de palmier).



Fig. 8 : Bâtiment ancien de l'époque coloniale

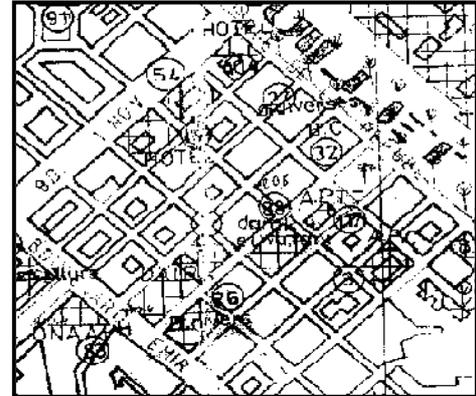


Fig. 7 : le damier colonial

Après l'indépendance, les inondations de septembre 1969, a provoqué un changement radical vis-à-vis du vieux Biskra et l'utilisation de matériaux à base de terre. Ceci a généré une nouvelle urbanisation pour la ville

Cette urbanisation rapide et non appropriée a comme conséquences les plus marquantes sur le climat urbain de la ville :

- Occupation irrationnelle de l'espace et qui ne s'adapte pas au contexte social et climatique.
- Prolifération des constructions aux dépens de la palmeraie
- Un déséquilibre écologique avec la disparition progressive de la palmeraie (tableau 1) :

Année	1962	1966	1978	1992
Nombre de palmiers	150.000	150.000	100.000	45.000
Surface des palmeraies	1400	1400	600	250
Taux surface palmeraie par rapport à l'environnement urbain	95%	85 %	60%	25%

Source : Statistique direction de l'agriculture de wilaya, année 1992 p 25

- Apparition d'une nouvelle typologie de construction et des bâtiments collectifs des ZHUN reportés à des modèles étrangers voire même l'industrialisation du bâtiment provoquant une rupture avec l'ancien tissu plus adapté aux conditions climatiques , un bouleversement dans l'aménagement, l'occupation et la pratique de l'espace urbain



Fig. 9 : Evolution de la forme urbaine à Biskra (En haut les habitations individuelles avec leur commerce au centre ville, en bas ensembles d'habitats collectifs de la ZHUN Ouest)



L'urbanisation rapide a engendré, en Algérie et à Biskra comme dans le monde entier des nouvelles formes urbaines caractérisées généralement par la monotonie, l'élévation en hauteur, des formes géométriques simples (essentiellement des barres) et des espaces extérieurs laissés à l'abondant négligeant ainsi tout confort intérieur ou extérieur par rapport aux facteurs climatiques.

IV- Le climat urbain :

L'autre effet de l'urbanisation est le changement climatique, car les études ont montré que près de la moitié de la population mondiale vit dans des microclimats urbains

Lorsqu'une ville est mal conçue et que l'architecture de ses bâtiments est inadaptée, les vents sont souvent aspirés par de gigantesques goulets urbains qui les renforcent et accentuent l'effet de refroidissement. Pour rendre les bâtiments habitables en hiver, d'énormes quantités d'énergie sont consommées avant d'être rejetées à l'extérieur : l'agglomération est donc plus "chaude" que la zone environnante mais, paradoxalement, sans être nécessairement plus "confortable". (OMM*,1995).

« Dans certaines villes, pendant les mois d'été, un soleil de plomb darde ses rayons sur les voitures prises dans les embouteillages et dont le moteur, en état de surchauffe, rejette des vapeurs d'essence ou de gazole dans les grandes artères; de là, elles s'infiltrant dans les rues adjacentes et dans les immeubles. S'élevant au-dessus de la ville fournaise, elles forment une chape de plomb qui aggrave le stress thermique. Inadaptés au climat, les immeubles en béton, qui ont supplanté les arbres et la couverture végétale naturelle du lieu, emprisonnent la chaleur. Quant aux climatiseurs, ils ont tendance à accentuer le stress thermique, rejetant la chaleur à l'extérieur et consommant une grande quantité d'énergie électrique Les villes et les espaces urbains, comme les bâtiments, génèrent des ambiances thermiques à partir des conditions climatiques "génériques". Ces ambiances peuvent donc être plus ou moins favorables au confort thermique des usagers de la ville ». (OMM*,1995)

La ville méditerranéenne a toujours su, par tradition, fournir des espaces adaptés climatiquement aux usages : espaces étroits ou mails arborés pour l'ombre d'été, espaces dégagés vers le Sud pour conserver l'ensoleillement d'hiver.

Aujourd'hui, où le projet urbain redevient d'actualité, les questions de son adaptation au contexte climatique se posent à nouveau et les réponses doivent être traitées à partir des connaissances acquises en matière de "microclimatique urbaine" (Izard, Guyot, Bonifait, 1995)

Un "art urbain" maîtrisé doit se donner les moyens de contrôler ces ambiances en fonction des usages programmés, et de ne pas abandonner cela au pur hasard.

1- Définition de quelques disciplines et concepts liés au climat urbain :

a- La climatologie urbaine :

Les connaissances actuelles en climatologie urbaine proviennent de trois sources : La simulation en soufflerie ou en tunnel hydraulique, les mesures sur site et les simulations numériques. Les plus anciennes ont concerné les perturbations liées aux grandes villes à l'échelle de la méso-climatologie. Elles donnent peu d'informations en matière de micro-climatologie urbaine.

Plus récemment le développement des puissances des calculateurs a permis la mise en œuvre de codes de calcul repérés par l'acronyme CFD (Computational Fluid Dynamics). Ils autorisent la prédiction des champs de vitesse et de pression autour d'un bâtiment, puis, en vertu de progrès récents, dans un ensemble de constructions plus complexe.

Il faudrait aussi noter qu'à ces données, viennent dorénavant s'ajouter des informations provenant des observations par satellite. (*ARU, 1995*)*

b- L'analyse climatologique du site :

Une bonne connaissance du climat de la ville est également essentielle, surtout lors de la création des espaces urbains. Dans ces études, il faut essayer autant que possible, de rassembler toutes les données climatiques telles que l'ensoleillement, les vents dominants, la température et les précipitations.

La météorologie nationale dispose de stations implantées dans de nombreux endroits, qui fournissent, de façon continue, des données toutes les dix minutes (en ce qui concerne les caractéristiques du vent) les données de température d'humidité, d'ensoleillement, sont enregistrées quotidiennement. (*Muret, Alain, Sabrie, 1987*)

c- Recalage climatique :

Dans la majorité des cas, la station météorologique n'est pas toute proche du site et la topologie qui sépare cette station du site en question peut modifier les données. Toute fois, les données de la station météorologique ne peuvent être transposées au lieu de construction ou d'aménagement si celui-ci est situé dans une zone à topographie marquée,

**ARU : les annales de la recherches urbaine n° 67,1995, pp.128-134*

ou à changement de rugosité, ou encore si la station météorologique n'est pas significative.

Le recalage peut se faire selon le processus suivant : repère de la station météorologique la plus proche ; implantation d'une station sur le site et finalement corrélation entre les deux. Cette adaptation des données météorologiques du lieu de construction peu être envisagée de manière théorique dans la majorité des cas ou aucune topographie marquée ne vient les « polluer ». (*Gandemer, 1984*)

- Entre l'échelle macro-climatique des données obtenues à partir des relevés à la station météorologique et l'échelle microclimatique à laquelle nous nous situons, on doit considérer aussi une échelle locale (ou méso-climatique) qui est celle de la ville par exemple, ou le climat se différencie déjà du climat régional.

- A l'échelle microclimatique, nous prendrons comme données générales les données méso-climatiques. (*Gandemer, 1979*)

2- Définition du climat urbain :

Les activités spécifiques de la ville et sa configuration générale génèrent le climat urbain par rapport au climat rural. La ville se différencie de la campagne par :

- L'existence de bâtiments qui modifient le bilan énergétique, les mouvements.
- Les activités urbaines générant un apport d'énergie supplémentaire
- Un taux de pollution relativement plus élevé
- Des surfaces urbaines imperméables et un drainage rapide des eaux pluviales.
- Une faible végétation. (*Escourrou, 1991*)

Les changements les plus importants dus à l'urbanisation concernent le bilan énergétique à travers l'équilibre thermique et hydrologique, les mouvements locaux de l'air et la composition de l'atmosphère (*tableau 2*)

Le climat urbain est caractérisé par les principaux phénomènes suivants : L'îlot de la chaleur urbain (*Fig.10*), les vents urbains et la pollution.

Pour cette étude et dans le chapitre qui suit nous allons développer les vents urbains.

Fig. 10 : Schématisation de l'îlot de chaleur urbain, caractéristique du climat urbain. C'est la différence de température entre centre urbain et milieu rural, apparaissant par temps de faible vent. (WMO, 1996)

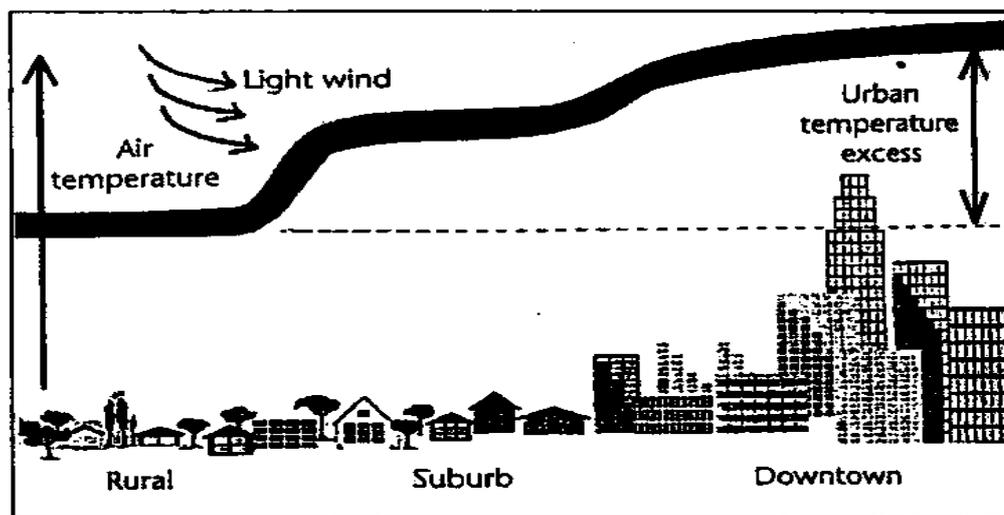


Tableau 2 : Effets de la ville sur les variables climatologiques, cas d'une ville de 1 million d'habitants, en latitude moyenne (Oke, 1994, source WMO, 1996)

Variable	Changement	Magnitude
Radiation UV	Beaucoup moins	15-90 %
Radiation solaire	Moins	1-25 %
Irradiation, Entrées	Plus	5-40 %
Visibilité	Réduite	
Evaporation	Moins	50%
Flux de chaleur	Plus	50%
Turbulence	Plus grande	10-50 %
Vitesse du vent	Diminuée	5-30%
Direction du vent	Altérée	1-10 °
Température	Plus chaud	1-3 ° C moyenne annuelle jusqu'à 12° C occasionnellement
Humidité	Le jour, moins La nuit, plus	
Nuages	Plus de brume humide en ville, plus de nuages dans la ville sous le vent.	
Brouillard	Plus ou moins, selon la ville.	
Précipitations	Moins de neige (convertie en pluie) probablement plus de précipitations totales dans la partie de la ville sous le vent.	

V- Facteurs climatiques et projet urbain :

L'échelle de conception du projet urbain apparaît être la plus appropriée pour prendre en compte ce type d'interactions qui lient fortement les espaces intérieurs et extérieurs et qui demandent une approche spatiale commune et globale des bâtiments et des espaces extérieurs. La conception du projet urbain est encore loin de satisfaire cet objectif, bien que de réelles avancées climatiques et thermiques voient le jour à l'échelle du bâtiment, de nombreux obstacles empêchent ou retardent un développement équivalent de ces préoccupations dans le domaine urbain. La multitude des facteurs entrant en jeu de manière diffuse pour constituer finalement les ambiances urbaines rend difficile l'analyse spatiale des configurations urbaines suivant des critères physiques ou des caractéristiques de confort.

IV- Schématisation des réponses microclimatiques des espaces urbains

Le comportement d'un espace urbain vis-à-vis du climat peut, en première approche, être subdivisé en deux éléments :

- La réponse due à la morphologie propre de l'espace;
- La correction apportée par les éléments contenus par l'espace.

La morphologie propre de l'espace commande un certain nombre de phénomènes inéluctables :

- La répartition des zones ombrées et ensoleillées;
- Les champs radiatifs solaire et thermique qui en découlent :
- Les écoulements d'air sous les effets du vent ou des gradients thermiques.

Ces trois phénomènes ont une action directe sur le confort de l'utilisateur de la ville, en déterminant les températures des surfaces environnantes, la vitesse d'air en contact avec le corps, et la température d'air résultant de ces échanges.

1- Mécanisme microclimatique à propos d'une cour urbaine :

Nous illustrons l'exemple proposé dans l'intervention de Guyot dans son cour « le vent- l'architecture et l'urbanisme »*, qui a pris un îlot défini par des bâtiments sur pilotis, sa cour intérieure est arborée, engazonnée avec un plan d'eau de faible profondeur. Son orientation l'expose au vent du nord, sa façade sud réfléchissante est ensoleillée.

(*) Guyot A, *Le vent - l'architecture et l'aménagement, Extrait d'intervention de cours - conférence en 4ème année à l'école d'architecture de Marseille Luminy*
<http://www.marseille.archi.fr/~imagine/pedagogie/vent/coursvent.html>

Il a donné les valeurs définissant les facteurs d'ambiance (Température, humidité, vitesse d'air, lumière, bruit...) présenté par les profils évoluant de manière sensible selon les lieux. (Fig. 11)

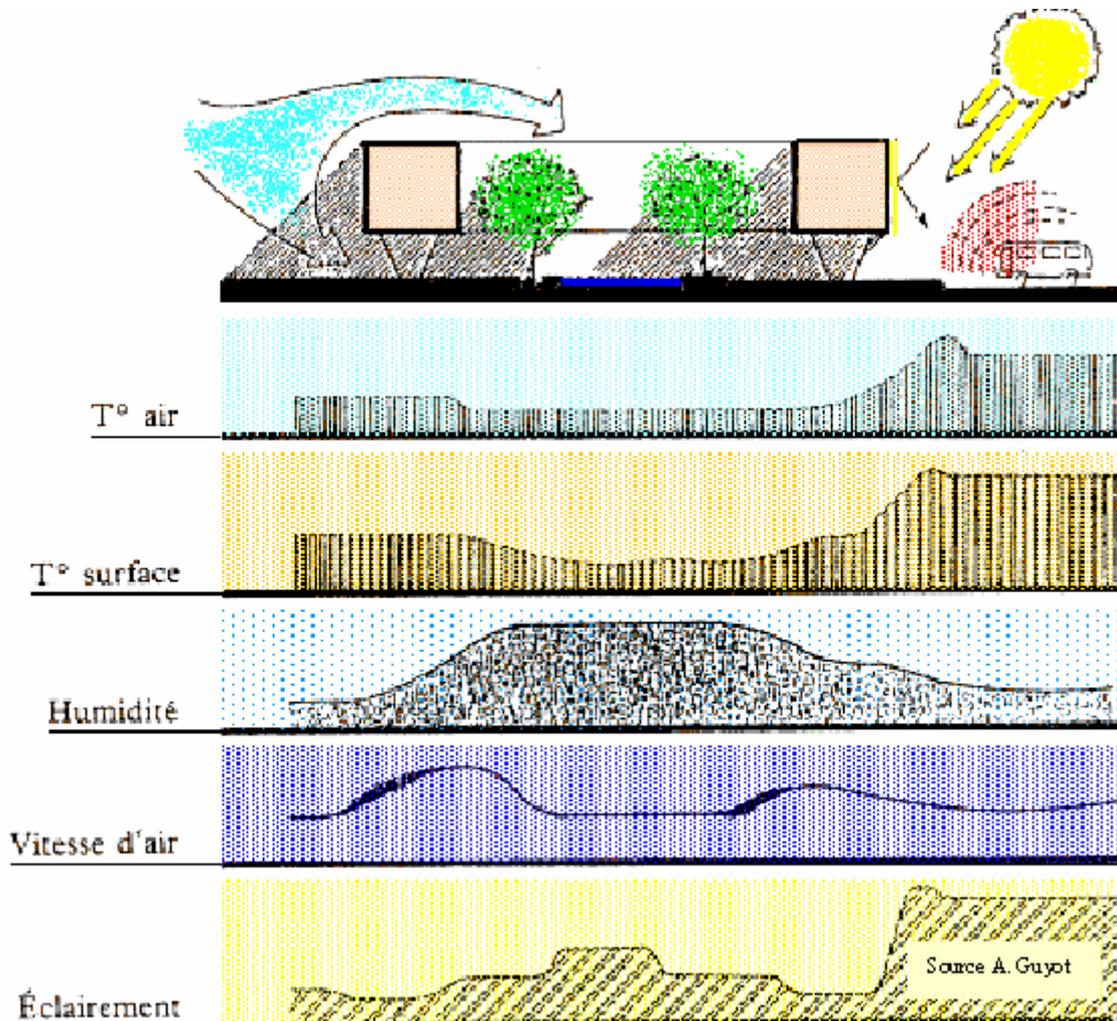


Fig. 11 : Diagramme de température de l'air et de surface, humidité, vitesse d'air et l'éclairement

On note :

- T° d'air globalement moins élevé que les températures de surface.
- Amplitude de T° d'ambiance plus faible que les températures de surface.
- Humidité plus élevée dans les zones plantées de feuillus avec plan d'eau.
- Variation des vitesses d'air et des turbulences dans les passages sous pilotis.
- Forte amplitude des contrastes lumineux soumis aux matériaux réverbérants.

En conséquence, la forme urbaine, la nature des matériaux ainsi que les composants (végétation et eau) influent directement sur la combinatoire microclimatique qui en résulte. La conception des espaces urbains doit intégrer ces facteurs d'ambiance.

2- Mécanisme microclimatique d'un quartier planifié à Biskra :

Une étude microclimatique urbaine comparative de deux types de quartiers, ancien et planifié à Biskra, a été menée par le chercheur Bencheikh en 1994, qui a préconçu le déséquilibre écologique du quartier 726 logts par des mesures sur site, que nous allons l'évoquer comme exemple.

■ Description du quartier (Le quartier 726 Logts) :

Le quartier est réalisé suivant le programme d'habitat dont la ville avait profité entre les années 1974-1977 inscrits dans le cadre de la réalisation des deux zones d'habitation urbaine nouvelle (ZHUN Est et Ouest).

Le quartier est situé au ZHUN Ouest sur des terrains nus à faible revenue agricole. C'est une entreprise française qui a réalisé ce projet avec l'investissement de l'état, son objectif était de créer des grands ensembles urbains nouveaux constitué d'équipement et services divers soit au niveau du projet ou indépendamment réalisé, des Opération urbaines divers, et la nécessité du développent social et économiques

■ Les caractéristiques urbaines du quartier :

La conception du quartier est nouvelle semblable aux types urbains des villes de Nord algérien et européen, sans prendre en compte le milieu social et naturel de la région de Biskra ;

- Le quartier est divisé en zone semblable en masse et besoins
- Tissu urbain organisé et uniforme.
- Liaison du quartier par une trame viaire hiérarchisée par rapport à la grandeur, la fonction parmi elles les axes principales qui enveloppe le quartier qui joue un rôle structurel du quartier et d'une largeur qui atteint les 12 m et double direction, des rues principales entre les zones du quartier, les rues secondaires mènent à l'intérieur du quartier, sa largeur divers et ceci suivant sa fonction, cette trame viaire est accompagnée d'une trame énergétique de l'électricité, gaz, eau, égouts, téléphone.
- Equipement public des premiers besoins tel que les écoles, le centre de santé, centre commercial qui avaient été réalisé après des années par rapport à l'achèvement du projet ainsi que les petits locaux commerciaux aménagés par les habitants du quartier, par contre les équipements de divertissement demeurant inexistant. (*Fig. 12*)

▪ Les caractéristiques architecturales du quartier :

L'architecte qui a conçu ce quartier a essayé d'intégrer les constructions avec l'environnement naturel et social de la région par le type de façades avec des éléments architecturaux locaux et la réduction de la surface des ouvertures et leurs nombres, en insérant quelques techniques bioclimatiques tel que le Malgaf pour l'aération des habitations et une cage d'escalier. Néanmoins, il a négligé les espaces extérieurs que son bon aménagement pourra jouer un rôle très important dans le rafraîchissement de l'air. Il a juste donné des propositions de les occuper par des espaces verts que la plupart sont restés non aménagés. Une monotonie de la configuration des formes des bâtiments a provoqué un désagrément. (Fig. 12)

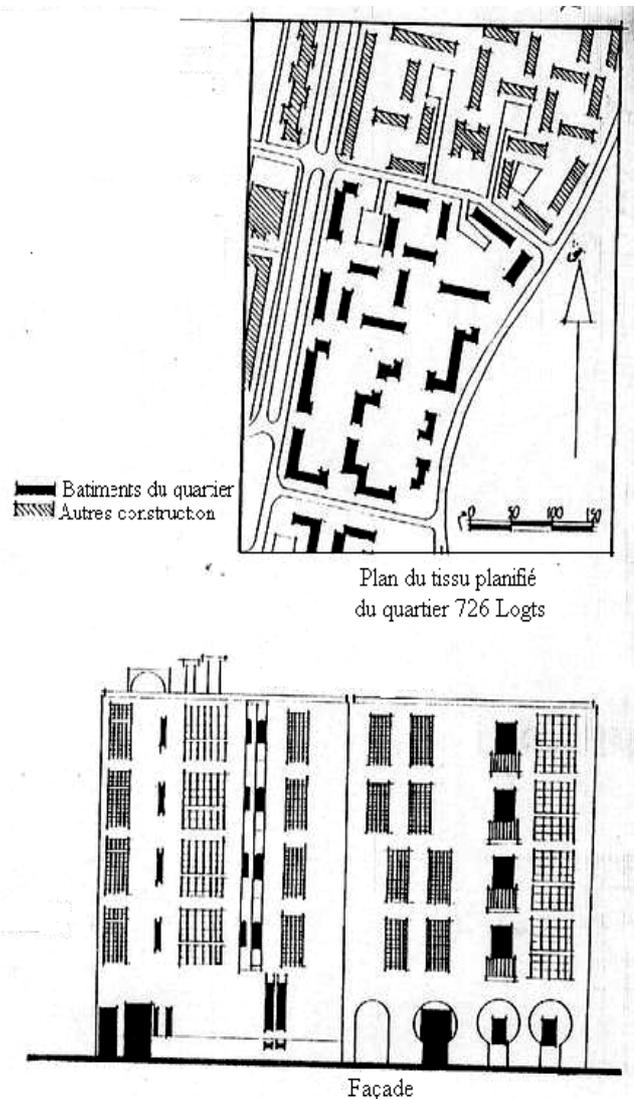


Fig. 12 : Quartier 726 Logts (Plan et façade)

▪ Les caractéristiques microclimatiques du quartier :

Selon l'étude de Bencheik le quartier est déséquilibré écologiquement. Les facteurs climatiques influent sensiblement sur ce quartier suite à sa conception ouverte et les grandeurs des surfaces non bâties et sa pauvreté en couverture verte et les surfaces d'eau.

- Les vents :

-*Le vent du sable* : Suite à l'orientation du quartier en Sud-est, les effets du vent sont augmentés, sans aucun écran de protection faisant face au vent et qui diminue ces effets ce qui provoque l'accumulation des particules de sable dans le quartier.

-*Le vent chaud* : Ce qui a été dit pour les vents de sable est le même pour ce type de vent, sa température augmente à l'intérieur du quartier suite aux manques des écrans verts

-*Le vent froid* : Ils soufflent du côté Nord-ouest de la ville dont le quartier est situé, donc il est entièrement exposé à ce type de vent

L'inexistence d'une couverture verte comme écran et rafraîchissante de l'air environnant le quartier a influencé sur le confort physiologique et psychologique des habitants, le quartier est devenu une décharge publique, lieu de rassemblement du sable et poussière.

-Température :

La température de l'air autour des bâtiments du quartier s'élève d'une façon impressionnante en été suite à la conception qui a favorisé cela ;

- Les bâtiments sont exposés aux rayons solaires durant toute journée conservant la chaleur par le type des matériaux de construction utilisés et couleur de peinture qui absorbe une grande quantité de rayons solaires.

- Les rues, parcours et trottoirs couverts soit par l'asphalte ou par des dalles de béton, ces matériaux absorbent 50% de rayons solaires, la stockant sous forme d'énergie et la diffusent ensuite dans l'air

Le tableau 3 (ci-dessous) indique que le quartier a engendré une élévation de température et pas de changement de vitesse du vent avec des turbulences.

Facteurs climatiques	Vent froid	Vent chaud	Vent de sable	Température
A l'extérieur du quartier	60 km/h /froid	50 Km/h /Chaud	Chargé de sable/ chaud	36°C
A l'intérieur du quartier	60 km/h /froid	50 Km/h /Chaud	Turbulent, chargé de sable / chaud	44°C

Source ; Bencheikh, 1994.

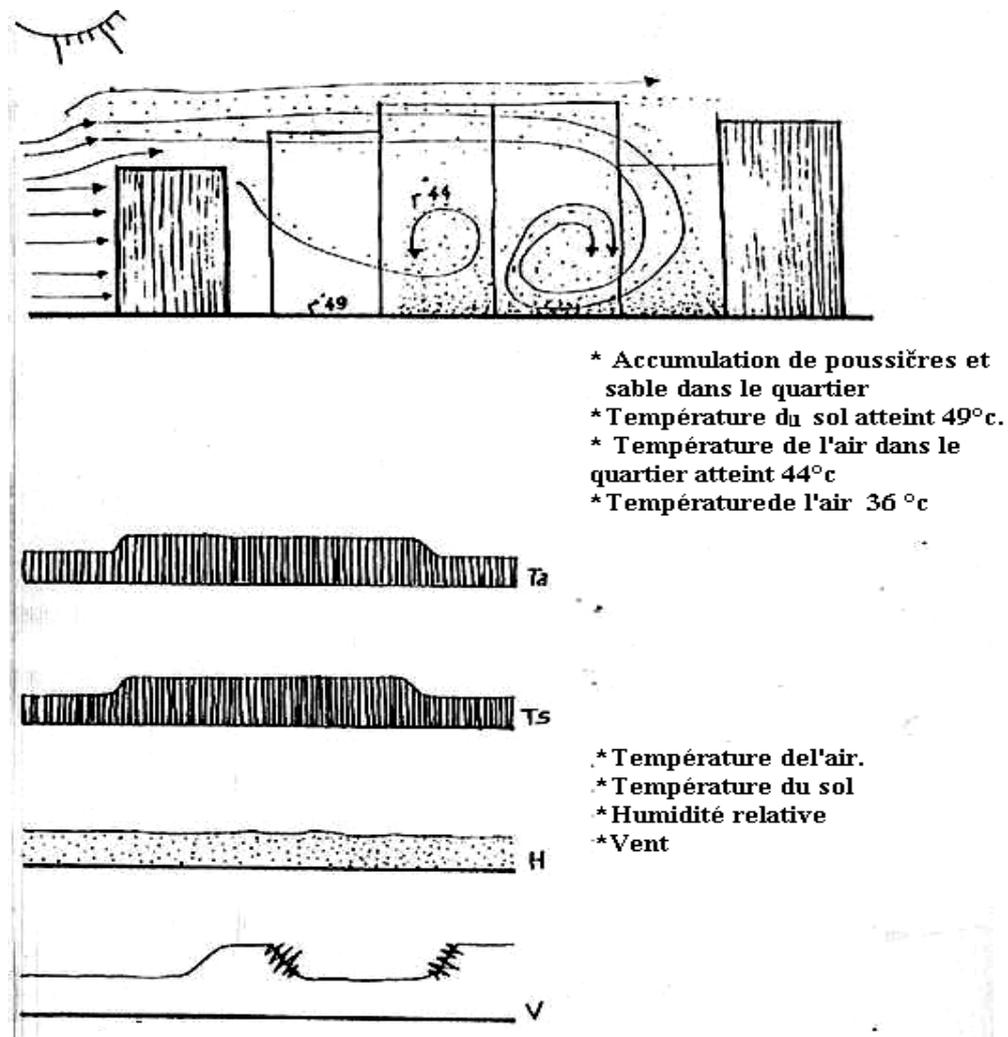


Fig. 13 : Diagramme de température de l'air et du sol, humidité et vitesse du vent au niveau du quartier de 726 logts. (Source; Bencheikh, 1994)

IIV- Conclusion :

L'urbanisation actuelle qui a créé de nouvelles formes urbaines indépendantes du climat naturel a engendré un microclimat urbain avec ses propres caractéristiques

Le vent urbain constitue un des effets de cette urbanisation que nous allons développer et l'étudier en détails dans les chapitres qui suivent

CHAPITRE III : LE CONFORT ET LA NOTION DE GÊNE

I- Introduction :

Ce chapitre traite l'homme en tant qu'utilisateur du produit architectural et urbain. Toutes nos interventions visent à assurer son bien être et son confort. Hélas toutes les recherches et études concernaient le confort thermique à l'intérieur des bâtiments comme si toutes les activités des personnes ne dépassaient pas les limites physiques de leur maison et de leur lieu de travail

Si le contrôle de l'environnement est très poussé à l'intérieur, il est quasi nul à l'extérieur ; les préoccupations climatiques et microclimatiques ont longtemps été tournées uniquement vers les répercussions du milieu externe à l'intérieur des locaux, ou sur les bâtiments eux-mêmes. Mais l'homme vit une bonne partie de son temps à l'air libre ; et c'est là, bien sûr, qu'il ressent le plus directement les influences climatiques.

Le confort est un tout aux multiples aspects, faisant intervenir des paramètres physiques de l'ambiance, mais aussi des paramètres subjectifs. La présente étude analyse, en particulier, l'influence des paramètres physiques qui se rattachent aux éléments climatiques (*Gandemer, 1979*)

Les vents au sol aux abords des bâtiments, dont la vitesse est ainsi accrue, ont des effets désagréables et parfois dangereux pour les piétons.

Ce problème se répand de plus en plus en raison du nombre croissant de bâtiments élevés. Les villes qui ont un grand nombre d'immeubles élevés sont devenues les villes du vent (windy cities) (*Schriever, 1976*).

L'objet de cette recherche est d'analyser l'effet du vent sur les personnes et les changements de la vitesse du vent occasionné par les bâtiments. Nous étudierons dans ce chapitre les effets mécaniques qui rendent la marche difficile ainsi que les effets thermiques qui rendent un endroit plus froid ou plus chaud, sans pour autant détailler l'effet thermique du vent

La définition d'un critère de confort est difficile et il paraît impossible d'introduire un critère unique englobant toutes les nuisances. Dans nos démarches, seule la gêne dynamique du vent est prise en compte.

II- Effets du vent sur l'homme et la notion de gêne :

La personne qui nous intéresse dans cette étude est le piéton, le promeneur, l'enfant qui joue à l'extérieur, celui qui veut jouir de l'air aux abords de l'immeuble où il loge.

L'homme est très influencé par le vent ; soit par sa force (très fort, brise, ou calme), soit par sa température (un vent très chaud, un vent glacial, ou tempéré), soit par sa composition (pur – pollué ; chargé de poussières ou sables, gaz carbonique ou industriel)

Plusieurs auteurs ont donné une approche concernant les seuils de gêne (Wise, Melbourne, Joubert, Hant, Davenport...). La plus opérationnelle a été donnée par Gandemer du C.S.T.B de Nantes et elle intègre la vitesse moyenne, la turbulence et la fréquence de dépassement d'un seuil en fonction de l'activité. On peut retenir à titre indicatif :

$V < 4$ m/s : sensation faible.

$5 < V < 10$ m/s : pas de gêne sérieuse.

$10 < V < 15$ m/s : gêne sérieuse.

$V > 15$ m/s : dangereux pour les piétons.

L'augmentation de la vitesse d'air déplace donc la zone de confort thermique vers des conditions plus chaudes et plus humides, pour une activité et un terme vestimentaire donné. (Guyot, 1979)

- La notion de gêne due au vent, difficilement quantifiable s'appuie sur plusieurs critères ;
 - Le vent oppose au corps humain, qui forme obstacle, une force d'autant plus importante que sa vitesse est élevée. La variabilité de cette force dans le temps et dans l'espace oblige le piéton à une adaptation permanente.
 - A la notion d'instabilité qui en résulte s'ajoute la perturbation des échanges thermiques et physiologiques entre le corps humain et le milieu extérieur.
- Les notions de confort ou d'inconfort dépendent également :
 - Du degré d'activité du piéton et de la destination du lieu où il se trouve
 - Des conditions météorologiques d'humidité, de température, de précipitations et d'ensoleillement Les régions dont le climat est chaud et humide, une bonne ventilation naturelle est volontiers recherchée, tandis que les régions dont, le climat est chaud et sec, on a tendance à s'en protéger des vents chauds et chargés de sable.

- Les effets du vent sur l'homme sont de deux ordres ; action mécanique et action thermique.

1- Effets thermiques :

Bien que l'effet thermique (refroidissement) du vent soit aussi un facteur important, il est toutefois plus difficile de l'évaluer, notamment en raison de l'interaction de la température de l'air, du soleil, des vêtements et des activités (production de la chaleur), sans compter le fait que les gens qui vivent dans des climats différents ne réagissent pas de la même façon à la température. (Schriever, 1976)

Le problème du confort revient essentiellement à une question de perte de chaleur du corps humain. L'apparition des signes de transpiration et des frissons, a servi de critères à Humphreys pour étudier les conditions qui assurent le confort thermique. Par exemple, on a choisi un taux métabolique (représenté par un promeneur) ainsi qu'un gain d'énergie solaire (ensoleillé) déterminés. La figure 1 illustre l'importance de l'influence de la vitesse du vent sur les conditions de confort physique, surtout à faible vitesse. (Humphreys, 1970)

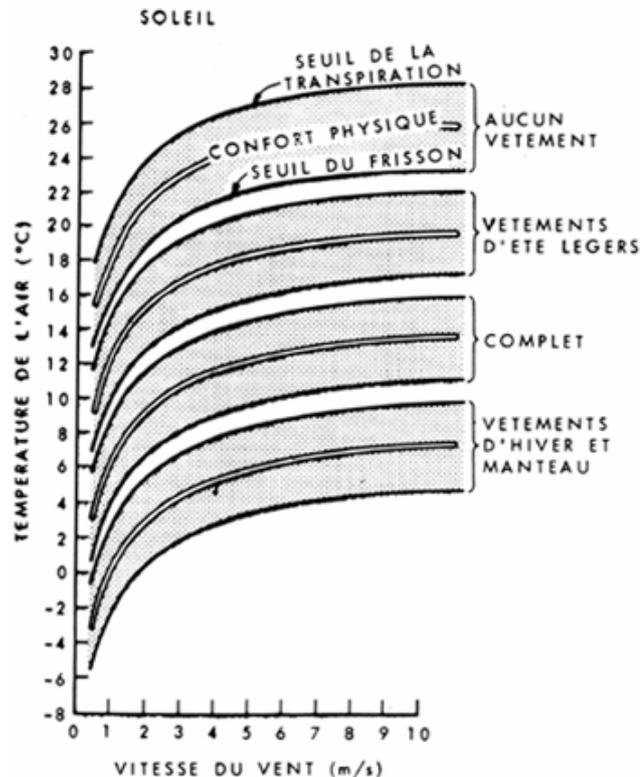


Fig. 1 : Confort physique lors d'une promenade en plein soleil en fonction de la température de l'air, de la vitesse du vent et des vêtements.

2- Effets mécaniques :

L'échelle beaufort, qui a été conçue en 1806 pour la vitesse des vents en mer, puis a été adaptée pour l'usage sur terre pour indiquer les effets du vent sur les personnes, les arbres, ..etc, constitue un bon point de départ pour cette analyse (*Annexe II -Tableau I-1*).

Les descriptions du tableau (*Annexe II -Tableau I-2*) indiquent les tolérances possibles du vent dans les zones réservées aux piétons et les difficultés que posent les rafales que subissent les piétons près des bâtiments élevés.

Après une série d'expérience au British building Research station et en Australie, d'où on a exposé le personnel à des vents constants dans une soufflerie, on a constaté que les gens éprouvent des difficultés à se maintenir en équilibre lorsque ces vents atteignent une vitesse de 20 m/s, et surtout si les rafales soufflent du côté du bâtiment

Par exemple, si la vitesse du vent passe de 12 à 23 m/s. en 2 ou 3 s, certaines personnes ne peuvent s'empêcher de tomber. (*Figure 2, 3*)



Fig. 2 : Difficulté de marcher pour les piétons due à l'effet mécanique du vent accentué aux abords des bâtiments élevés (source : Schriever, 1976)

Fig. 3 : Problèmes d'équilibres des passants dûs à une accélérations de la vitesse du vent à cotés des constructions qui se resserrent dans les grandes villes. (Source : Escourrou, 1991)

Les vents violents qui ne sont que désagréables aux personnes jeunes et en bonne santé, peuvent présenter un danger réel pour les vieillards et les infirmes, particulièrement si les rues et les trottoirs sont glissants.

En 1972, en Grande-Bretagne, deux personnes âgées sont décédées à la suite de blessures à la tête subies lors de chutes dues à des rafales aux coins des bâtiments élevés. (*Schriever, 1976*)

Le confort local du piéton et même sa sécurité résultent en majeure partie de la nature plus ou moins rapide et « agitée » des flux autour des bâtiments.

Donc comme la vitesse des rafales est augmentée par ces bâtiments, l'architecte doit chercher à limiter ces effets.

a- Paramètre descriptif de la gêne :

Lorsque le vent souffle, il crée une force proportionnelle au carré de la vitesse du vent qui s'exerce sur le piéton et que ce dernier doit vaincre ou compenser dans son déplacement. Plus la vitesse est élevée, plus il lui faudra lutter et plus la gêne sera grande. L'inconfort est alors caractérisé par le module de la vitesse moyenne.

De plus, le vent est une valeur variable :

- le vent varie d'un point à un autre : il suffit de se déplacer au sein d'un ensemble de grande hauteur pour se rendre compte combien des zones très calmes et à écoulement rapide ou encore fortement tourbillonnaire peuvent être adjacentes ;
- le vent varie dans le temps : ainsi, même à l'arrêt, compte tenu du phénomène rafale du vent, le piéton va être soumis à un écoulement (donc à une force) variable en intensité et direction d'un moment à un autre.

Ce caractère instable oblige constamment le piéton à s'adapter à un nouvel état et cause la principale gêne pour la marche et le maintien de l'équilibre, sans oublier le dérangement des cheveux, l'agitation des vêtements, etc. (*Gandemer, 1979*)

a-1- Le facteur additionnel de confort ψ :

La gêne sera alors décrite par le groupement adimensionnel (même valeur sur le terrain qu'en soufflerie) ψ ou paramètre du confort à la hauteur z_r

$$\psi = \frac{V_m + \sigma \text{ avec la construction}}{V_m + \sigma \text{ avant la construction}}$$

* Si $\psi < 1$, la construction réduit l'effet du vent au niveau du sol.

* Si $\psi > 1$, la construction a des conséquences néfastes

Connaissant :

1- La vitesse moyenne à 2 m de hauteur = 5 m/s une fois la construction réalisée (vitesse de confort).

2- ψ Correspondant à tel type.

L'architecte peut savoir approximativement, durant la conception, quelle vitesse conventionnelle de la météo à 10 m ($V_{10 \text{ météo}}$) le vent peut avoir au maximum avant la construction pour que le confort soit respecté :

$$\text{Sans construction : } \frac{V_m \text{ à 2 mètres}}{V_m \text{ 10 météo}} = \left(\frac{2}{10} \right)^\alpha$$

$$\text{Donc : } V_{m10 \text{ météo}} = \frac{V_m \text{ à 2 mètres}}{\left(\frac{2}{10} \right)^\alpha} \text{ Sans construction.}$$

$$\text{Avec la construction : } V_{\text{const à 2 mètres}} = \psi \cdot V_m \text{ à 2 mètres}$$

$$V_m \text{ à 2 mètres} = 5 \text{ m/s}$$

Donc, sans construction

$$V_{m \text{ 10 météo}} = \frac{5}{\left(\frac{2}{10} \right)^\alpha \cdot \psi}$$

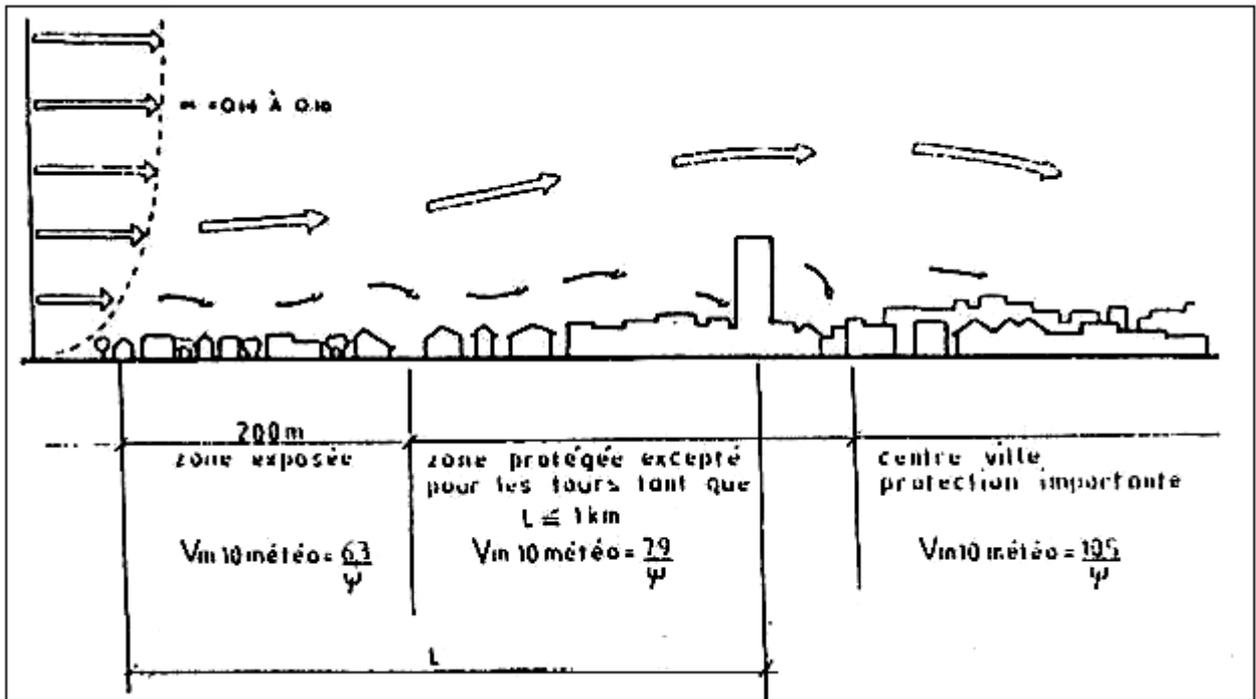


Figure 4. (Source : Chatelet, Fernandez, Lavigne, 1998)

Selon la figure 4, on peut déduire suivant la situation du bâtiment que :

* Cas n° 01 : Si le bâtiment se trouve en périphérie d'une ville ou en campagne :

$$\alpha = 0.14 \Rightarrow V_{m\ 10\ météo} = 6.3 / \psi$$

*Cas n° 02 : Si le bâtiment se trouve en banlieue :

$$\alpha = 0.25 \Rightarrow V_{m\ 10\ météo} = 7.9 / \psi$$

*Cas n° 03 : Si le bâtiment se trouve au centre d'une ville :

$$\alpha = 0.36 \Rightarrow V_{m\ 10\ météo} = 10.5 / \psi$$

Cas spéciaux :

- Dans le cas de zone libre de l'ordre de 160.000 m² (400 × 400 m – terrain de sport) qui se trouve en centre ville, le vent retombe et les bâtiments se trouvant en aval sont considérés en zones périphériques. Cas n° 01
- Les tours de très grandes dimensions ne produisent pas d'effet de rugosité. Elles sont considérées suivant le cas n°01
- Les tissus denses (anciens tissus) présentent une haute protection telle que même en zone périphérique, on peut l'appliquer dans le cas n° 02

- Un bâtiment de très grande hauteur implanté dans un ancien tissu produit des accidents aérodynamiques et peut être source d'inconfort. Par exemple sur une zone de 10 m de la tour $\Rightarrow \psi = 1.6$ et on se trouve dans le cas 01 ou 02 selon la cas considéré sur un rayon d'un 01 kilomètre de banlieue (Fig. 5)

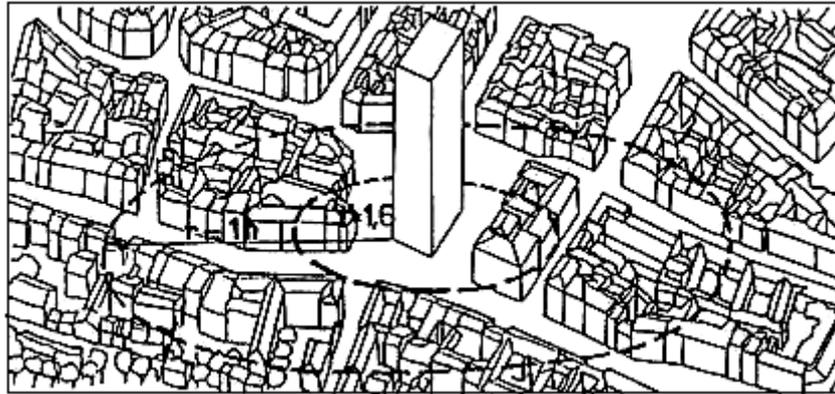


Fig. 5 : L'effet de la tour sur l'écoulement de l'air dans un périmètre étendu d'un tissu urbain ancien.

C'est ainsi qu'on a pu apprécier l'importance de ψ et du type de l'environnement des bâtiments étudiés pour une conception confortable. (Chatelet, Fernandez, Lavigne, 1998).

b- Seuil de l'inconfort et fréquence de gêne :

En introduisant comme seuil de l'inconfort les valeurs communément admises suivantes (Annexe II-Tableau I-3) : $\bar{U} < 5$ m/s, début des manifestations déplaisantes et l'écart type associé correspondant à la turbulence au niveau du sol en rase campagne pour cette même vitesse $\sigma = 1$ m/s, la condition de confort à respecter s'écrit alors : $\bar{U} + \sigma < 6$ m/s

Un seuil de gêne ne représente rien en soi si on ne lui associe pas une fréquence d'inconfort, à savoir le pourcentage du temps pendant lequel le seuil est atteint et dépassé. Suivant les zones d'activités différentes dans un plan masse, l'acceptabilité ou la non-acceptabilité pour une fréquence donnée ne va pas être la même. Le concepteur a alors un rôle prépondérant dans ce choix. (Gandemer, 1979)

Cette démarche suppose, sur le terrain, un recalage climatique par rapport aux stations météorologiques proches et, en soufflerie reproduisent le vent naturel, la détermination en chaque point du paramètre du confort.

III- Conclusion :

En conclusion, la qualité du confort au niveau des espaces extérieurs s'exprimera localement par une fréquence de gêne qui intégrera les caractéristiques des vents dominants sur le site, ainsi que celles du plan de masse.

Ce chapitre nous a permis de recueillir à partir des tableaux 1-2-3 introduits dans l'annexe, les limites internationales utilisées pour l'évaluation du confort en espace extérieur par rapport à l'effet mécanique du vent qui sont les suivantes :

- Le seuil de gêne4.5 - 6.7 m/s
- Le seuil de sécurité> 17 m/s
- Fréquences d'inconfort suivant l'activité ... 5 à 25 %

A partir de ces valeurs, nous pourrons juger et tester ultérieurement la commodité climatique des groupes de bâtiments de notre cas d'étude vis à vis du vent

CHAPITRE IV : LE VENT EN MILIEU URBAIN

I- Introduction :

Ce chapitre traite les paramètres qui définissent le vent en milieu urbain qui sont différentes de celle du vent régional, ainsi que les facteurs influant sur l'écoulement du vent, le comportement de l'air aux alentours des bâtiments puis la présentation des effets types et accidents aérodynamiques produits lors d'une implantation d'un bâtiment isolé ou d'un groupe de bâtiments avec des recommandations pour chaque effet type

II- Paramètres définissant le vent :

Le vent est le mouvement horizontal de l'air qui tend à équilibrer les zones de pressions différentes dans l'atmosphère

Dans les basses couches (de 0 à 500 mètres), la rugosité du sol (végétation, construction), induit des forces de frottement, qui réduisent la vitesse moyenne du vent et créent une agitation importante dite « turbulence »

Le phénomène vent est présenté par :

- Une vitesse instantanée très variable.
- Une vitesse moyenne, qui se définit selon : l'altitude et la rugosité du terrain, la taille et nature des aspérités du terrain).
- Les turbulences : variations de vitesses
- La fréquence du vent

1- La vitesse :

a- La vitesse instantanée :

Ainsi en un point donné, la vitesse du vent va fluctuer en grandeur et direction

la vitesse instantanée du vent en un point peut s'exprimer sous forme de la somme de deux termes :

$$U_z(t) = \bar{U}_z + U'_z(t) \dots \dots \dots (1)$$

Donc la vitesse instantanée de l'air peut être interprétée comme la somme d'une vitesse moyenne, sur une période généralement comprise entre 10 et 30mn, et d'une fluctuation de vitesse par rapport à cette moyenne.

b- La vitesse moyenne :

La vitesse moyenne U sur la durée T à la hauteur Z au dessus du sol et $U'z(t)$ la fluctuation correspondante variable avec le temps t .

Dans le cas de relief non montagneux, la vitesse moyenne est faible au niveau du sol et de ses aspérités (végétations, constructions, etc...) et croit avec la hauteur jusqu'à une cote Z_G (dite épaisseur de la couche limite atmosphérique) ou elle devient constante est égale à U_G (vitesse du gradient) indépendante du site rencontré par le vent.

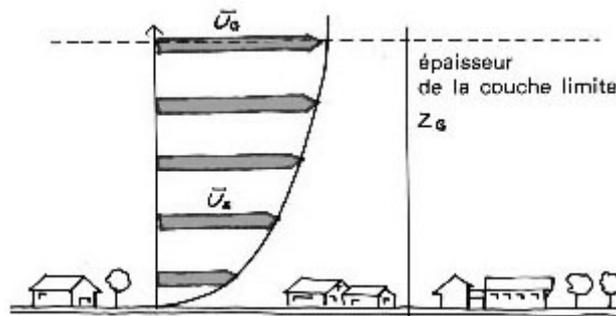


Fig. 1 : Epaisseur de la couche limite

c- Profil des vitesses :

La turbulence mécanique et l'effet du ralentissement par friction décroissent graduellement avec la hauteur et au niveau du "gradient"(environ 500 m) l'effet de friction est négligeable.

La forme du profil vertical des vitesses des vents violents dépend principalement du degré de la rugosité de la surface, c'est-à-dire de l'effet total de ralentissement des bâtiments, des arbres et autres obstacles qui s'opposent à l'écoulement du vent à la surface.

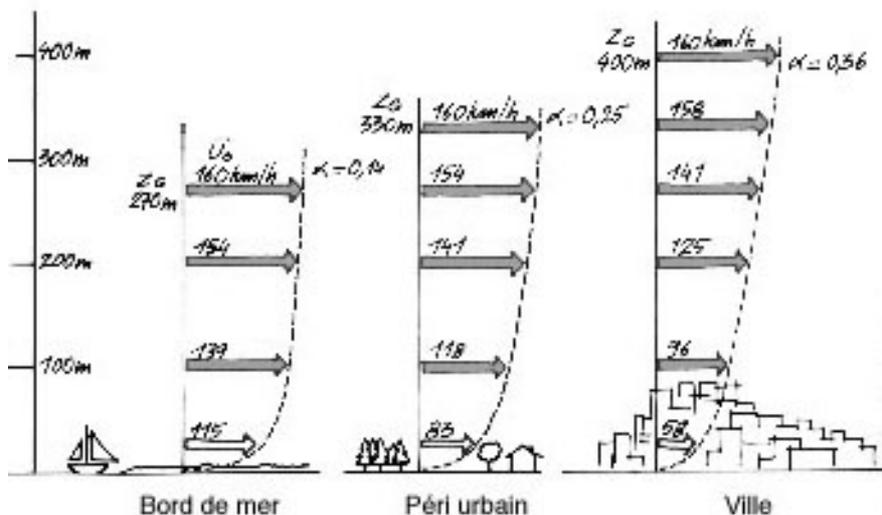


Fig. 2 : Les profils du vent pour trois types de sites.

Trois profils typiques de vitesse du vent sont indiqués à la figure 2 où l'effet de la rugosité variable de la surface sur les vitesses de vent moyennes est indiqué pour un vent de gradient dont la vitesse est arbitrairement fixée à 160 Km/h.

Les profils de vitesse ont été déterminés en établissant des courbes correspondant aux vitesses de vent observées à plusieurs niveaux. Il suffit de décrire ces profils par une loi de puissance de la forme (2).

$$\bar{U}_Z = \bar{U}_G \left(\frac{Z}{Z_G} \right)^\alpha \dots\dots\dots(2)$$

où \bar{U}_Z , est la vitesse du vent moyen à une hauteur Z au dessus du sol,
 \bar{U}_G la vitesse moyenne à la hauteur de référence Z_G au-dessus du sol,
 α l'exposant de la meilleure courbe.

Les paramètres Z_G et α dépendent essentiellement du type de rugosité rencontrée par le vent (*Annexe II- Tableau II-4*).

Le vent est normalement mesuré sur des sites dégagés à une hauteur de $h_0 = 10$ m. Une hauteur de référence de 10 mètres est recommandée dans tous les pays du monde comme étalon et les anémomètres sont généralement installés à cette hauteur.

Les exposants pour les vitesses moyennes du vent varient d'environ 1/7 pour les régions dégagées et plates, à environ 1/2 pour les centres des grandes villes.

On a juste besoin de savoir la vitesse moyenne du vent qui sera rapporté à la hauteur (h) et la rugosité du terrain (α) (*Annexe II- Tableau II-5*)

La vitesse moyenne de l'écoulement de l'air est d'autant plus faible au niveau du sol que le paramètre de la rugosité Z_0 est important ; (*Annexe II – Tableau II-6*) et (*Annexe II –Figure II- 4*)

$0.01 \leq Z_0 \leq 0.10$ aéroport ou rase de campagne (d'après le C.S.T.B)

$0.10 \leq Z_0 \leq 0.50$ bocage ou banlieue

$0.50 \leq Z_0 \leq 1.50$ zones urbaines

$1.50 \leq Z_0 \leq 2.50$ très grandes villes

Pour un vent du gradient (qui reste indépendant de la surface du sol) de 160 Km/h, la vitesse au niveau du sol est de ;

115 Km/h pour une rugosité de 0.14

83 Km/h pour une rugosité de 0.25

58 Km/h pour une rugosité de 0.36

2-Turbulence des vents de surface :

On peut voir clairement à la figure 3 la nature instable des vitesses de vent mesurées par un anémomètre. Les rafales résultent fréquemment de l'introduction dans des couches où l'air se déplace assez lentement, de particules d'air plus rapides provenant des hautes altitudes. Cette turbulence est due à la rugosité des surfaces et à l'instabilité thermique.

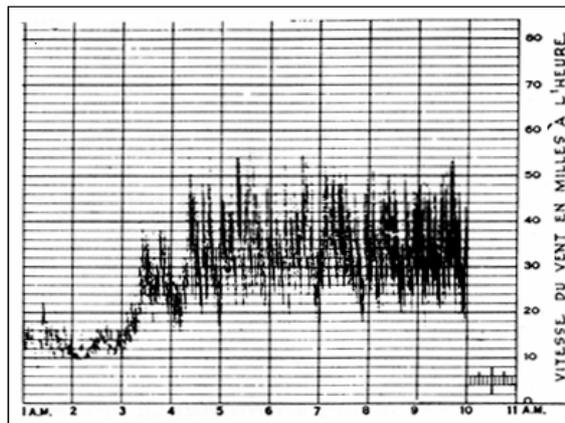


Fig. 3. Enregistrement typique effectué avec un anémomètre à tube pressurisé.
(Photographie : Service de météorologie, Ministère des Transports, Canada.)

La stabilité thermique de l'air a un effet considérable sur l'intensité de la turbulence. ***L'air des surfaces froides tend à supprimer la turbulence mécanique ; l'air des surfaces chauffées tend à s'élever et à augmenter la turbulence.*** Quand le vent est violent, l'air près de la surface est très brassé et la stabilité thermique devient neutre. Dans ces conditions les différences de températures sont telles qu'elles n'arrêtent pas mais n'augmentent pas non plus la turbulence mécanique provoquée par la rugosité de la surface. (Dalglish, Boyd, 1964)

La turbulence est quantifiée par l'écart type des variations des vitesse instantanée $\sigma = \sqrt{\bar{U}'z^2}$. Elle est fonction de la rugosité et croit avec celle-ci. Aussi, la turbulence croit avec la hauteur.

A titre indicatif, $\sigma = 20 \% V_m$ (vitesse moyenne) au niveau du sol.

Pour pouvoir caractériser complètement le vent et son comportement turbulent, il faut introduire la notion d'échelle spatiale du vent ou échelle de turbulence. En effet les bouffées de vent ou les rafales ont des dimensions longitudinales, verticales et transversales, fonction de la hauteur et de la rugosité du sol. Ces dimensions fixent l'échelle «dynamique du vent »

Donc, il faut construire dans des zones rugueuses des bâtiments de faible hauteur.

3-Fréquence du vent :

Les caractéristiques du vent doivent être exprimées en termes de statistiques. En général on ne connaît pas la fréquence de différentes vitesses des vents de gradient, mais il est toutefois possible d'élaborer des graphiques correspondants à partir de la vitesse et de la direction des vents mesurés à une hauteur de 10 m aux stations météorologiques du service de l'environnement atmosphérique.

La figure 4 est une représentation statistique de la vitesse moyenne du vent au niveau du vent de gradient pour la ville de Toronto au printemps, saison où il vente le plus. Les différentes courbes indiquent la durée relative durant laquelle la vitesse des vents a dépassé certaines valeurs (*Schriever, 1976*)

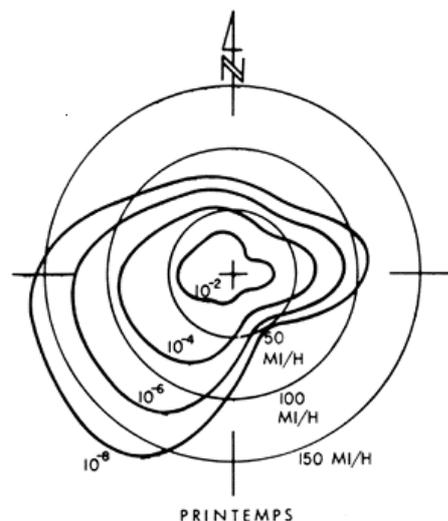


Fig. 4. Exemple de la répartition probable de la vitesse horaire moyenne du vent (gradient), au cours d'une saison, Toronto. (Source, Davenport.)

Les résultats obtenus en fonction de chaque position de mesure sont résumés à la figure 5 qui illustre d'une part, le rapport de la vitesse du vent au sol par rapport à celui du niveau du vent de gradient au-dessus de la ville, et, d'autre part, la très grande importance de la direction du vent pour les vents de surface. (Schriever, 1976)

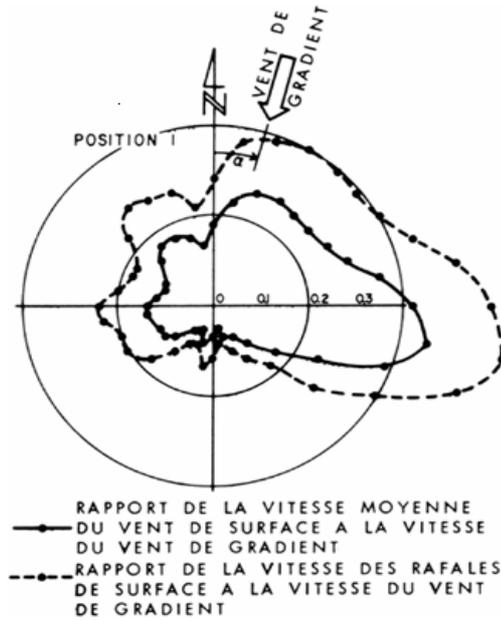


Fig. 5. Exemple des variations de la vitesse moyenne des vents de surface et des rafales dans les différentes directions. (Source : Davenport)

III-Les facteurs influant sur le mouvement du vent :

Quatre facteurs principaux influent, d'une manière générale, sur le mouvement de vent :

- 1- Sa propre inertie
- 2- La différence de pression.
- 3- La friction (frottement) de la surface de la terre.
- 4- La nature de l'environnement (topographie, groupes d'arbres et de forêt).
- 5- La forme et la masse du groupement urbain qui a un effet direct sur le changement de l'origine des formes des vents.

1- Inertie propre :

Le vent souffle dans une même direction lorsqu'il n'y a pas d'obstacles, sa vitesse augmente spontanément, c'est pourquoi l'orientation des rues dans le sens de la direction du vent est indésirable

2-La pression :

La force du vent correspond à la différence de pression de deux zones distinctes. Si la différence est grande la vitesse augmente et vice-versa.

3-Frottement :

Si le frottement du vent avec des corps augmente sa vitesse décroît, c'est pourquoi sa force dans le milieu urbain est moins que celle dans les zones découvertes.

4- Nature de l'environnement :

a- Les vents et la topographie :

Le relief et la topographie du site urbain sont des éléments qui conditionnent et déterminent la circulation du vent dans les espaces extérieurs urbains.

Le relief guide la trajectoire du vent. Les flux d'air vont se trouver déviés ou resserrés, en fonction d'un front ou d'un couloir géographique.

La topographie joue, à une échelle plus petite, le même rôle. Il y a formation de zone de survitesse à l'amont de tout obstacle géographique. (Pente, butte...), et dépression à l'aval. C'est ce qui conditionne le contournement ou la pénétration d'un site par le vent.

Les vents soufflent sur une surface de montagne suivent les limites des déviations du sol. La vitesse est grande dans les cotés ou descente exposée au vent et elle est moindre dans la partie cachée à l'abri des vents.

Donc les montagnes entravent (ralenti) la vitesse des vents et peuvent entraîne la déviation de sa direction jusqu'à 180°.

Et si région est plane et ouverte le mouvement d'air d'origine ne subit presque pas de déviation de direction et la vitesse demeure sans changement.

Les effets du sol d'une région sur les vents augmentent avec l'augmentation de la souplesse et la non uniformité de son sol.

Et ceci à cause de l'augmentation de l'épaisseur de la couche d'air touchant la terre qui a subit des changements dans la vitesse et la direction.

Les dimensions et la géométrie de la topographie jouent également un rôle prépondérant quant à la situation des zones de survitesse ou des couloirs à vent. L'aménageur devra, lors du choix de son site, tenir compte de ses effets.

Les mouvements de sol modifient le comportement du vent en vitesse et direction; on peut noter les configurations du relief les plus remarquables, ayant une action d'abri ou d'exposition vis à vis du vent. (Fig. 6)

*Fig. 6 : Déviation des flux éoliens en fonction des obstacles topographiques
(Source : Greeley, Iversen, 1990)*

a-1- Effet de rétrécissement :

Définition : Configuration topographique d'un espace en creux dont l'une des extrémités se termine par un verrou.

Evaluation de l'effet : Lorsque le vent souffle sur l'espace vers le verrou une accélération se produit de manière proportionnelle au rétrécissement de la section.

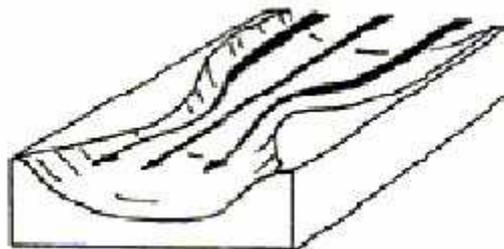
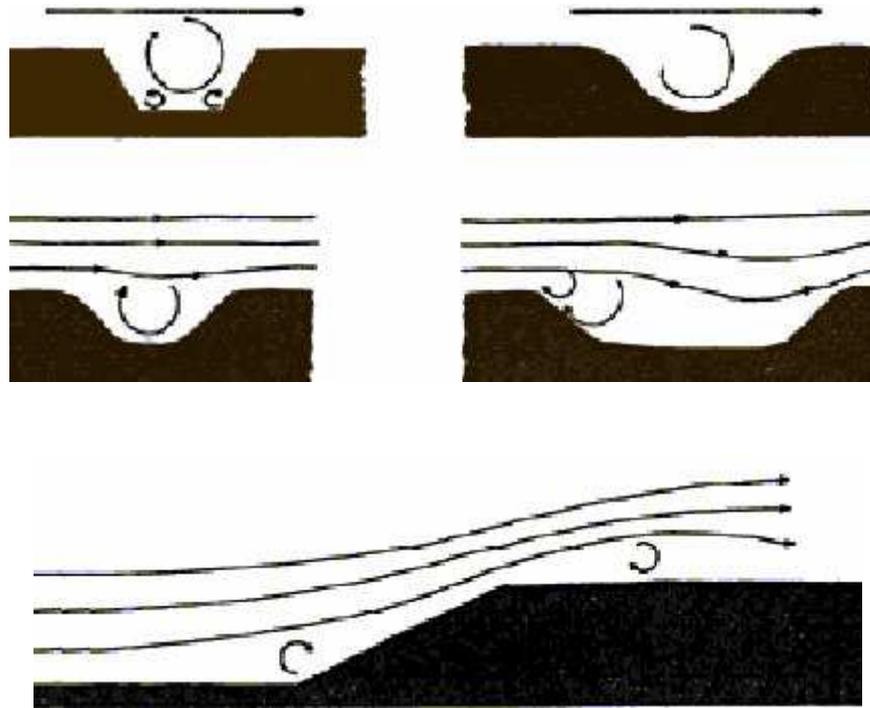


Fig.7 : Effet de rétrécissement.

a-2- Effet de canalisation :



• Fig. 8 : Effet de canalisation

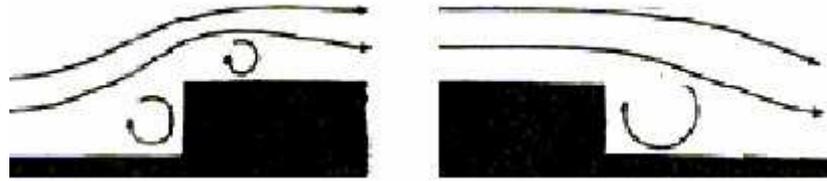
Définition : Espace en creux délimité par des versants qui forment un couloir pour le vent

Evaluation de l'effet : si le vent est dans le sens de la vallée, l'écoulement des flux est entretenu. Lorsque le vent est perpendiculaire à la canalisation, un rouleau tourbillonnaire plus ou moins stationnaire à axe horizontal se développe.

a-3- Effet de pente :

Définition : Changement topographique lié à un versant

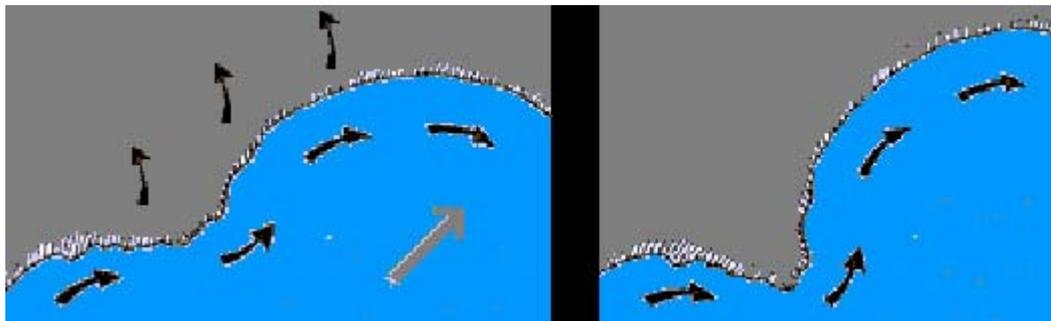
Evaluation de l'effet : Pour les pentes inférieures à 15%, l'accélération se matérialise dans la pente. Pour des valeurs supérieures à 15%, le maximum d'accélération se produit en sommet de pente.

a-4- Effet de plateau :*Fig. 9 : Effet de plateau*

Définition : Situation topographique en altitude matérialisée par une rupture de pente.

Evaluation de l'effet : la conjugaison du gradient vertical de vitesse moyenne, et de site dégagé en fait une zone particulièrement exposée au vent.

Dispositions pour la protection contre le vent : recréer un effet de rugosité pour limiter la variation du gradient.

a-5-Effet de littoral :*Fig.10 : Effet de littoral*

Définition : Variation directionnelle du vent liée à une topographie associée à un changement de rugosité entre la terre et la mer.

Evaluation de l'effet : Un effet d'ombre éolienne est constaté en même temps qu'un changement de direction sous le vent d'un relief

En résumé pour les zones plutôt exposées ; sommet de versant, plateau, couloir de vallée parallèle au vent ...

Et les zones plutôt abritées ; pied de versant, fond de cuvette, couloir de vallée perpendiculaire au vent ...

b-La végétation :

Parmi les effets très nombreux de la végétation, nous citons les effets de la végétation sur la qualité et l'écoulement de l'air.

▪ Effet d'oxygénation :

Pendant le jour, la fonction chlorophyllienne s'établit le gaz carbonique produit par les activités urbaines est en partie absorbé et l'oxygène est rejeté

A titre indicatif, la production annuelle moyenne d'oxygène de 1 Km² de forêt ou de 2 km² de prairies est variable avec les saisons. (Guyot, 1979)

Fig. 11 -Effet d'oxygénation de la végétation; Le rayonnement solaire en est le principal agent.

▪ Effet d'humidification de l'air :

Une convection horizontale des masses froides (végétation) vers les masses plus chaudes (quartier voisin) a permis ce rafraîchissement. De ce fait l'humidité relative s'est trouvée augmentée de 5 %. (Guyot, 1979)

Fig.12 – Effet d'humidification de l'air par une zone plantée.

- **Effet de fixation des poussières :**

L'arbre fixe les poussières 10 fois plus qu'une pelouse, 30 à 60 fois plus qu'une surface goudronnée, pour d'autres, les feuilles d'un marronnier ne retiennent que 4 % de ce que l'on trouve au sol (sur 5 mois, 1 g sur feuille pour 25 g au sol). Il semble que la forme des feuilles joue un rôle.

Le phénomène de brise-vent associé ce pouvoir adhésif du à la présence de matières huileuses en suspension ou au phénomène électro-statique peut expliquer cette aptitude à fixer les poussières

- **Effet de protection aux vents forts :**

La masse foliaire de la végétation représente une rugosité par rapport aux écoulements d'air, et une partie du flux incident pénètre à l'intérieur du feuillage et se trouve filtré et amorti, diminuant en aval sensiblement les vitesses et les phénomènes tourbillonnaires.

L'efficacité de l'effet du brise-vent dépend de la porosité effective du feuillage (c'est-à-dire le rapport de surface des trous sur la surface totale de la masse foliaire pondéré par un coefficient de perte de charge). Il est intéressant de noter que cette porosité peut être variable suivant les aiguilles de pins se plaquent les unes sur les autres et forment un écran plus dense.

Fig. 13 : Effet de protection au vent fort (La végétation joue ici le rôle de barrière à vent).

b-1- L'effet d'un groupement d'arbres ou forêts sur l'écoulement de l'air :

Dans les forêts denses, la vitesse du vent diminue d'une manière remarquable. Le brise-vent bien placé peut réduire la vitesse du vent à 85 % et réduire des coûts d'énergie de 10 % à 25 % (Fig. 14)

Après 30 m du traversé du vent de la zone d'arbres dense sa force diminue à 60-80 % de sa valeur initiale et devient 50% après 60 m.

Et après 120 m la force diminue jusqu'à atteindre 7% seulement de la valeur initiale. Les brises vent guident le vent vers le haut et au-dessus d'un bâtiment formant de ce fait une ombre protectrice de vent, ou à côté de l'attraper dans les brindilles et les branches d'une double ou triple rangé des arbres qui casse vers le haut sa vitesse. (Hilmi, 1991)

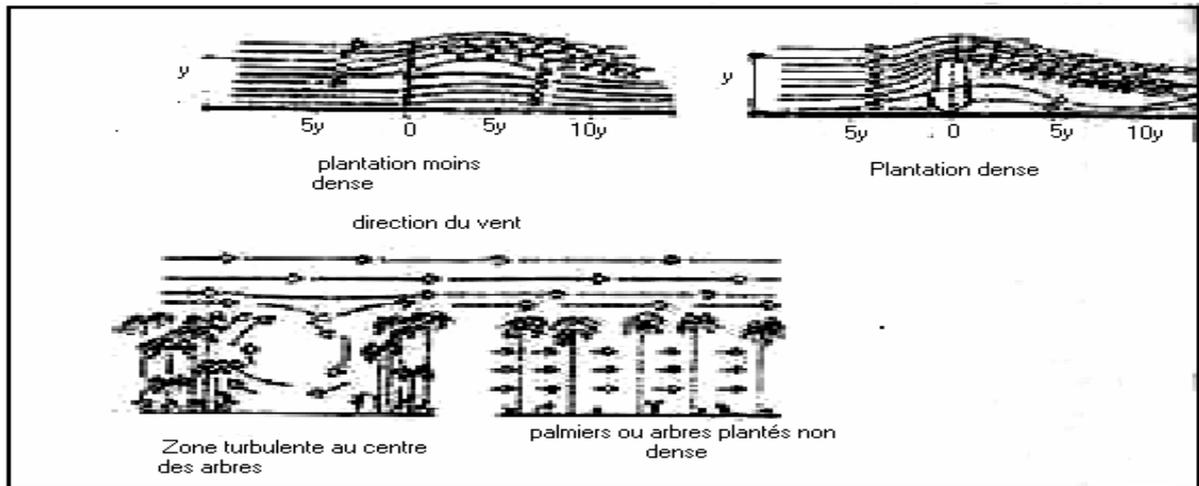


Fig. 14 : Effets des forêts (arbres, palmiers) sur le vent

Les essais faites sur les prairies occidentales ont prouvé qu'une bonne brise-vent donne la meilleure protection d'ombre de vent derrière le bâtiment pour une distance 3 à 5 fois la hauteur de la rangée d'arbre et ne reprend sa vitesse initiale qu'après une distance égale à 10 fois la rangé d'arbres. Il bloque également le vent de la zone exposé au vent

Et dans le cas d'une plantation d'arbres avec de grandes tiges non collés comme palmiers, le changement est dans la vitesse sans la direction.

S'il y a une défaillance au centre d'un groupe c'est à dire un espace sans arbre ceci amène à une modification dans la forme du mouvement des vents. (Fig. 15)

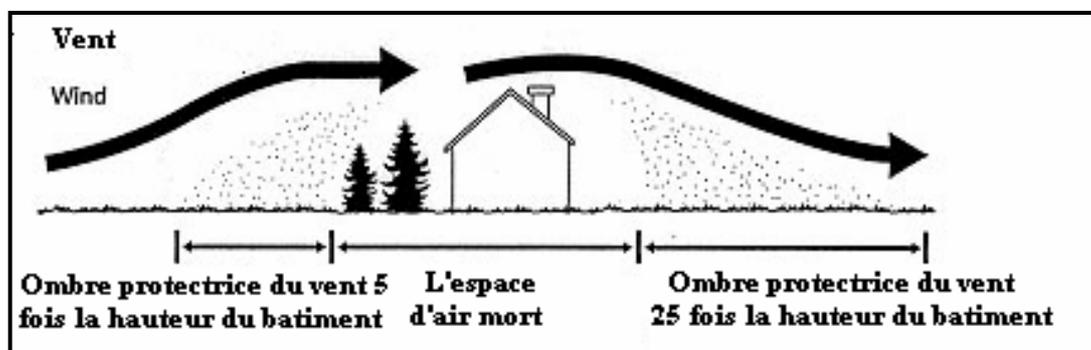


Fig. 15 : Un pare-brise à feuilles persistantes casse la force du vent et crée un ombre protectrice de vent dans l'avant et derrière. L'espace aérien mort protège la maison.

5- Effets d'un groupement urbain ou d'une masse bâtie dans les villes et village sur le vent :

A cause du frottement au contact du sol, la vitesse du vent au sol est beaucoup plus faible qu'à une centaine de mètres plus haut (dite vitesse de gradient) ou il n'y a aucun obstacle.

En général, plus une région est construite ou rugueuse plus la vitesse du vent au sol est faible.

Les expériences ont prouvé que la vitesse de l'air au niveau d'une rue égale à 1/3 sa vitesse dans une zone ouverte.

Il y a cependant une exception à cette règle les bâtiments élevés et élancés ont tendance à faire dévier le vent vers le bas dans des zones qui étaient auparavant protégées.

- **Décroissance de la vitesse du vent et turbulence :**

Dans la couche limite urbaine, la rugosité du sol est plus importante du fait de la présence de nombreux bâtiments, ce qui a pour effet de freiner le vent moyen et d'augmenter le niveau de turbulence. ; la décroissance de la vitesse moyenne peut atteindre 30 % par rapport à ce qu'elle serait en rase campagne, et l'intensité peut doubler.

- **Déviations de la direction du vent :**

La direction elle-même est également perturbée ; le vent est dévié de façon cyclonique au-dessus des villes (jusqu'à 10°)

- **Accélération de la vitesse :**

Cependant pour les vents faibles, la situation est plus complexe ; en dessous d'un certain seuil (4 m/s environ), on constate non pas un freinage du à la ville mais une accélération ; le vent est alors plus fort dans la zone urbaine qu'en rase campagne. Au-dessus de la ville, le profil du vent se caractérise souvent par un accroissement de vitesse concentré dans une couche étroite (jet) ; L'écoulement s'accompagne d'un mouvement ascensionnel non négligeable pouvant atteindre des valeurs locales de 1 m/s. La direction du vent est également déviée mais de façon anticyclonique.

- **Brise thermique :**

La présence d'un îlot de chaleur important entretient ces phénomènes et crée sa propre circulation d'un type tout à fait comparable à une brise thermique : le vent frais provenant de la campagne pénètre dans la ville (Plus chaude), un mouvement ascensionnel se crée et la circulation se referme en hauteur (*Fig. 16*)

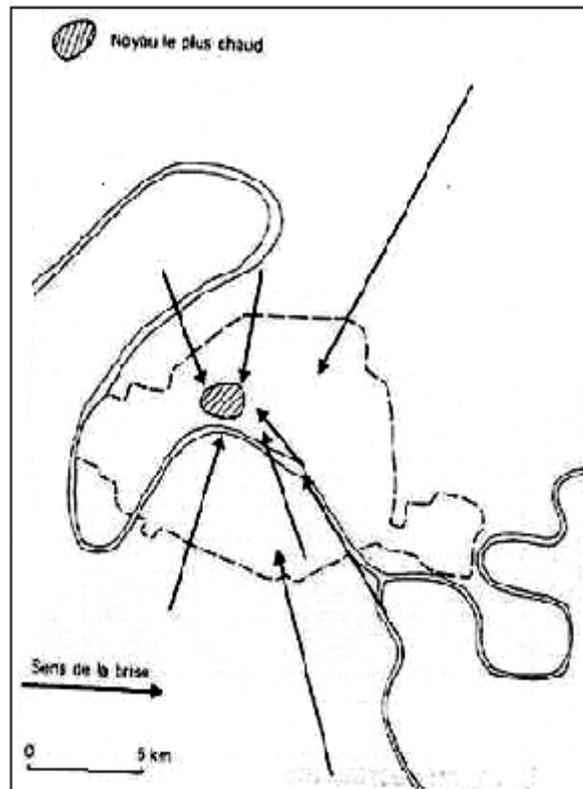


Fig. 16 -Brise thermique, (Escourrou, 1991)

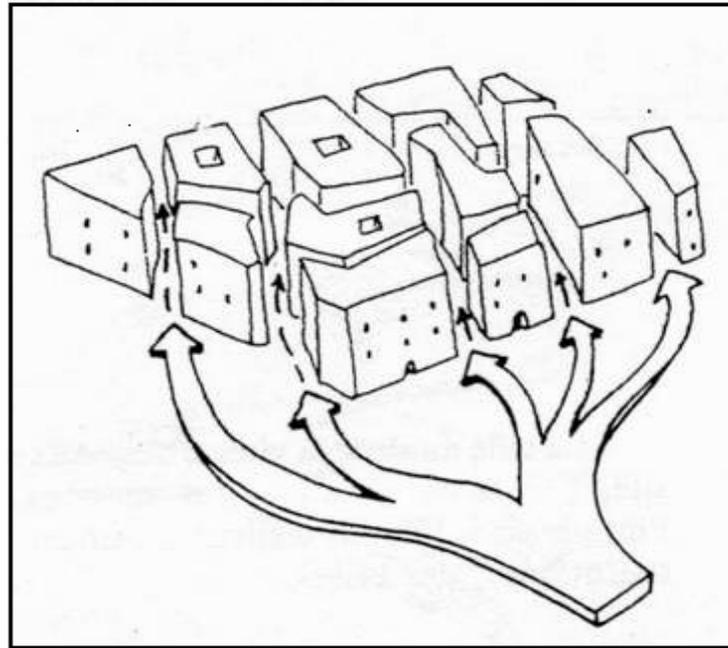
- **La Canalisation du vent par les rues :**

Au niveau du sol le vent est canalisé dans les rues ayant une direction proche de la sienne. Sa vitesse s'amenuise sauf dans les cas de forêts différences thermiques d'un lieu à l'autre ; la vitesse pouvant s'accélérer et la direction s'inverser.

Dans les rues perpendiculaires, la vitesse des vents est faible, voire nulle, sensible aux moindres différences thermiques de l'intérieur de la ville celles-ci peuvent déterminer la direction de l'air dans le cas où le réseau des rues n'est pas rigoureusement perpendiculaire. (*Fig. 17*)

...

Fig. 17; Canalisation du vent par les rues (Escourrou, 1991)



- **Brisés très localisés :**

Les mouvements de brise locale peuvent exister entre types de quartiers différents, entre espaces verts et quartiers bâtis. Leur extension est limitée : quelques centaines de mètres (Fig. 18)

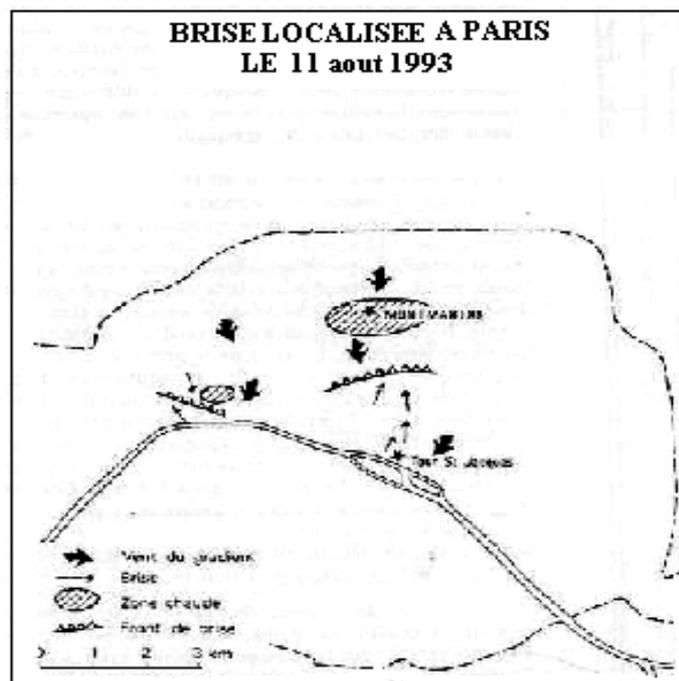
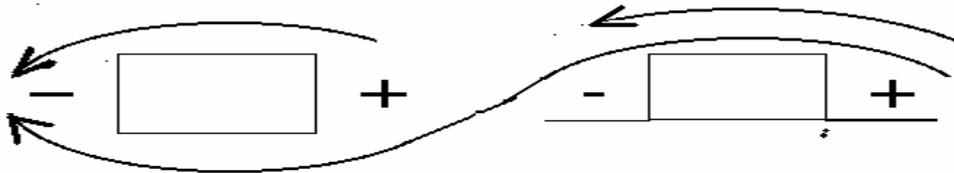


Fig.18 : Brise localisé. (Escourrou, 1991)

IV- Comportement du vent autour des constructions :

Les écoulements qui s'établissent au niveau du sol dans les espaces extérieurs résultent de l'interaction complexe entre le vent turbulent et les masses construites qui forment obstacle ou qui guident les flux d'air.

Le vent agissant sur un bâtiment provoque des surpressions sur la face opposée, il pousse l'air contre les ouvrants de la façade au vent et l'aspire au contraire à travers la façade sous le vent



Les dimensions, les formes et les juxtapositions des ensembles bâtis vont conditionner les distributions et niveaux des pressions sur ces obstacles.

De là, dans les espaces extérieures (liaison entre des zones de pressions différentes) l'apparition de zones de survitesse ou de secteurs fortement tourbillonnements qui seront source de nuisance pour le piéton ou une zone protégé contre le vent (*Fig. 19*)

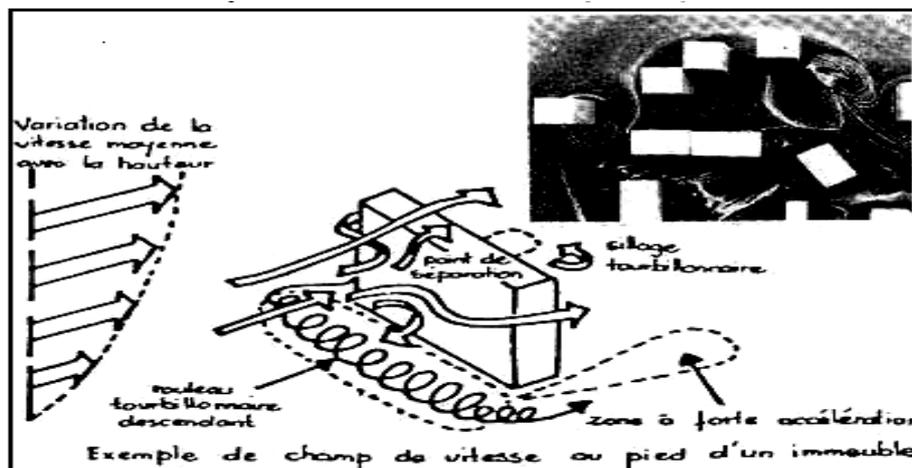


Fig. n°19. Le vent aux abords d'un bâtiment.

Lorsque le vent frappe un bâtiment élevé et élancé, l'écoulement se modifie. (*Fig. 20*) Environ aux trois quarts de la hauteur du bâtiment (région de stagnation), le vent se divise. Au-dessus de cette hauteur, il se dirige vers le haut et passe pardessus du toit du bâtiment; au-dessous, il descend et forme un tourbillon devant le bâtiment avant de contourner précipitamment les coins exposés. Ce phénomène contribue à accroître la vitesse du vent dans les zones A et B, où R peut atteindre 1.5 et 2.0 respectivement.

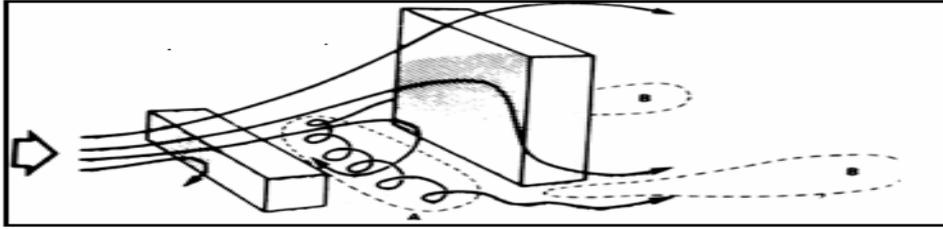


Fig. 20 : Schéma de l'écoulement de l'air aux abords d'un édifice élevé et élancé.
Remarque les zones où la vitesse du vent augmente, au niveau des piétons.

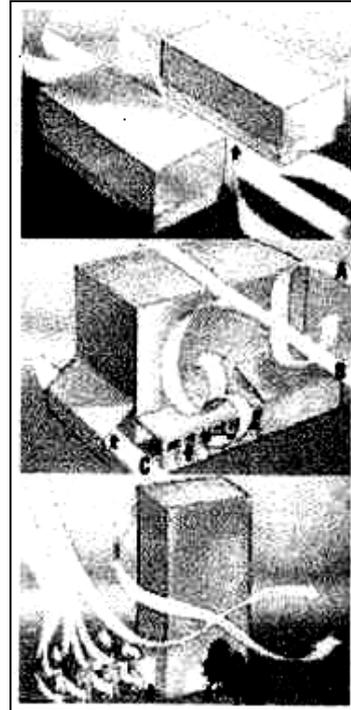
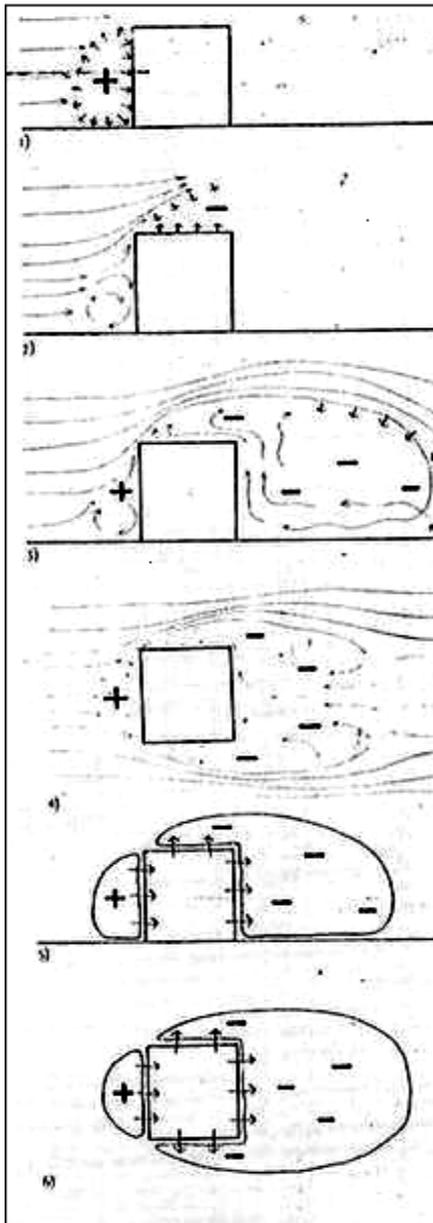


Fig. 21 (Givoni, 1978)

(1) Comme le vent souffle contre la face du bâtiment, une zone de haute pression se crée.

(2) Comme le vent fuit vers le haut, une zone de basse pression se crée.

(3) Cette zone de basse pression s'étend derrière le bâtiment et dessine un filet de vent qui revient vers le sol

(4) Le même flux et pression est trouvé en plan.

(5) Le mouvement de l'air à l'intérieur du bâtiment aura lieu lorsque l'air s'écoule d'une zone exposée à une surpression vers une autre de sous-pression.

(6) Le même mouvement se présente en plan.

La figure n°22 illustre une forme plus compliquée et les lignes d'écoulement qui y sont associées. Pour les bâtiments ayant un toit plat ou à faible pente le mur sous le vent est la seule surface assujettie à la pression; toutes les autres surfaces sont situées dans le sillage où les pressions sont inférieures à la pression ambiante.

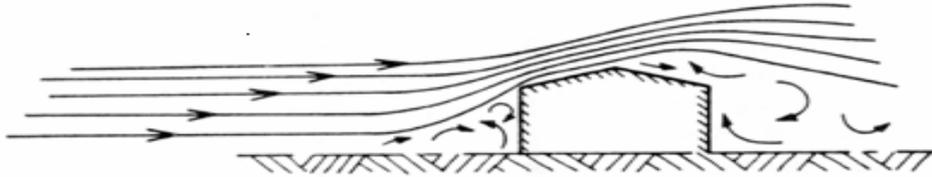
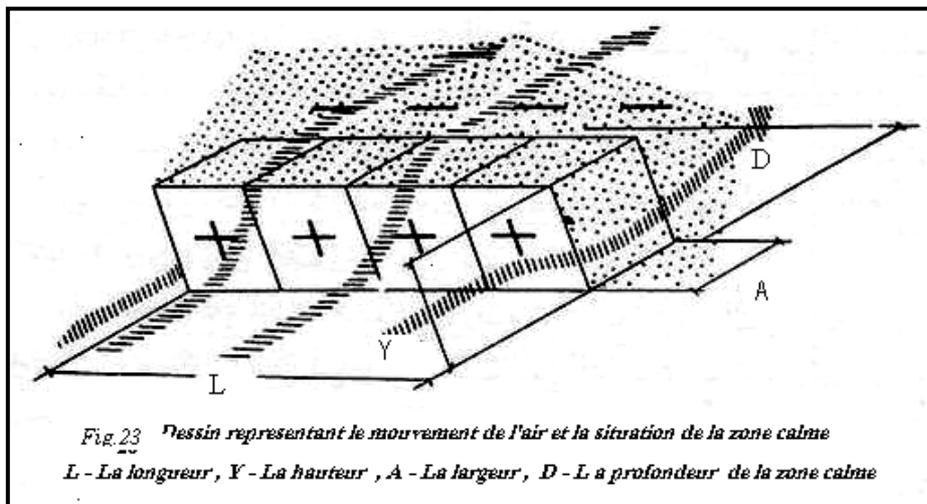


Fig. 22. Lignes d'écoulement contournant un bâtiment de forme simple

Le cas le plus simple d'un élément à arêtes vives faisant obstruction à un écoulement d'air au-dessus du sol est un mur infiniment long. Le mur modifie la quantité de mouvement de l'écoulement en repoussant vers le haut les filets fluides. Il en résulte une pression positive sur le mur. Il existe, en avant du mur, une région tourbillonnaire triangulaire, où l'air emprisonné est soumis à une pression qui est positive si on la compare à la pression régnant dans l'écoulement d'air non perturbé.

Les filets fluides indiquent non seulement la direction de l'écoulement d'air, mais aussi les changements de vitesse.

Plus ils sont serrés, plus grande est la vitesse dans la section considérée. Ceci résulte de ce qu'à hauteur d'une section quelconque, la même quantité de fluide doit passer entre deux filets fluides. En tout point d'un écoulement laminaire, la pression peut être calculée en fonction de la vitesse des particules ; l'énergie totale, somme de l'énergie cinétique et de l'énergie due à la pression, est en effet constante.



V- Relation vent et composition urbaine :

Traditionnellement, en milieu rural ou très peu dense, le bâti protège l'homme du vent.

En milieu urbain, des chicanes peuvent casser le vent. A Mykonos, îles très ventée, le tracé des ruelles interrompt la pénétration du vent dès la deuxième ou troisième épaisseur de maison. (*Fig. 24*) (*Duplay, 1982*).

Fig. 24

A l'inverse, il peut être nécessaire d'assurer une pénétration du vent dominant pour chasser l'air pollué de voies urbaines saturées. (*Fig. 25*)

Fig. 25

Selon l'orientation des rues par rapport aux vents dominants, l'air des artères est agréable ou irrespirable.

L'oubli des lois qui gouvernent les mouvements du vent en milieu urbain aboutit à la quasi-impossibilité d'utiliser certains trottoirs.

Mais la prise en compte sans contrepartie de cette donnée seule conduit à des bâtiments isolés disposés parallèlement.

Pour un plan de masse, la génération de ce mode d'adaptation débouche sur des plans de masse unidirectionnels ou sur des morcellements (*Fig. 26*)

Fig. 26

Si on veut profiter de quelques types de vent et éviter d'autre on ne peut s'en passer de la bonne orientation des voiries et façades et mettre des obstacles pour créer des zones de protection

1-Zone abritée (Wind shadowing) :

La zone abritée est un terme météorologique décrivant les effets, que le placement, la géométrie et la proximité des obstacles réduisent les vitesses du vent locales au-dessous de ceux qui auraient été observés en l'absence des constructions.

Les fermiers ont longtemps admis que les arbres et les arbustes peuvent briser les effets cuisants du vent dans les domaines autrement ouverts

La réduction de la vitesse de vent à la suite des obstacles qu'ils soient naturels ou construits ; est un effet qui se prolonge à une distance considérable en arrière vent en abri des caractéristiques de l'écoulement.

Il est approprié de préciser que zone de protection est distinguée des augmentations localisées de la vitesse du vent, qui peuvent se produire

quant le vent est accéléré dans et autour des rangées de bâtiments élevés (gratte-ciel) serrés – espacés.

La zone de protection est influencée par la forme des bâtiments leurs orientations par rapport au vent dominant et leurs dispositions

a- La forme du bâtiment :

Les dimensions de la zone de protection se diffèrent d'une forme à une autre et les formes propagées sont celle en forme de lettre (C, T, L, I)

A titre d'exemple ; (*Annexe II – Tableau III-7*), (*Fig. 27*)

- La forme (I) dont la longueur est de $04 X$ et l'orientation du bâtiment est perpendiculaire à celle des vents procure une zone de protection d'une largeur de $03 X$.

- La forme (C) avec la même dimension procure une zone de protection d'une largeur $06X$ et quant les bâtiments sont obliques par rapport à la direction des vents, les dimensions de la zone de protection diminuent.

*Fig. 27 : Longueur de la zone protégée
Par rapport à la forme et géométrie
du bâtiment (Evans ,1957)*

b- L'orientation du bâtiment :

L'orientation des bâtiments se fait suivant l'effet de la radiation solaire et la direction des vents dominants, mais malheureusement ce qui est observé c'est que la bonne orientation solaire est la plus appropriée lors de la conception par contre la direction du vent est négligée ou moins appropriée.

Car l'orientation au soleil et celle du vent coïncident très rarement, et le meilleur compromis doit être atteint dans chaque cas et l'étude de chaque paramètre se fait à part avant l'orientation suivant leurs effets communs sur les besoins thermiques de l'homme et suivant son activité exercée en espace urbain.

Bien que la plus grande pression du côté exposé au vent d'un bâtiment soit produite quand la façade est perpendiculaire à la direction de vent, Givoni a montré que si des fenêtres sont placées à 45° à la direction du vent, la vitesse moyenne d'air d'intérieur est augmentée et une meilleure distribution de mouvement d'air d'intérieur est fournie.

Cette approche peut aider à résoudre des problèmes d'orientation quand les conditions solaires et de vent sont contradictoires. (Fig. 28)

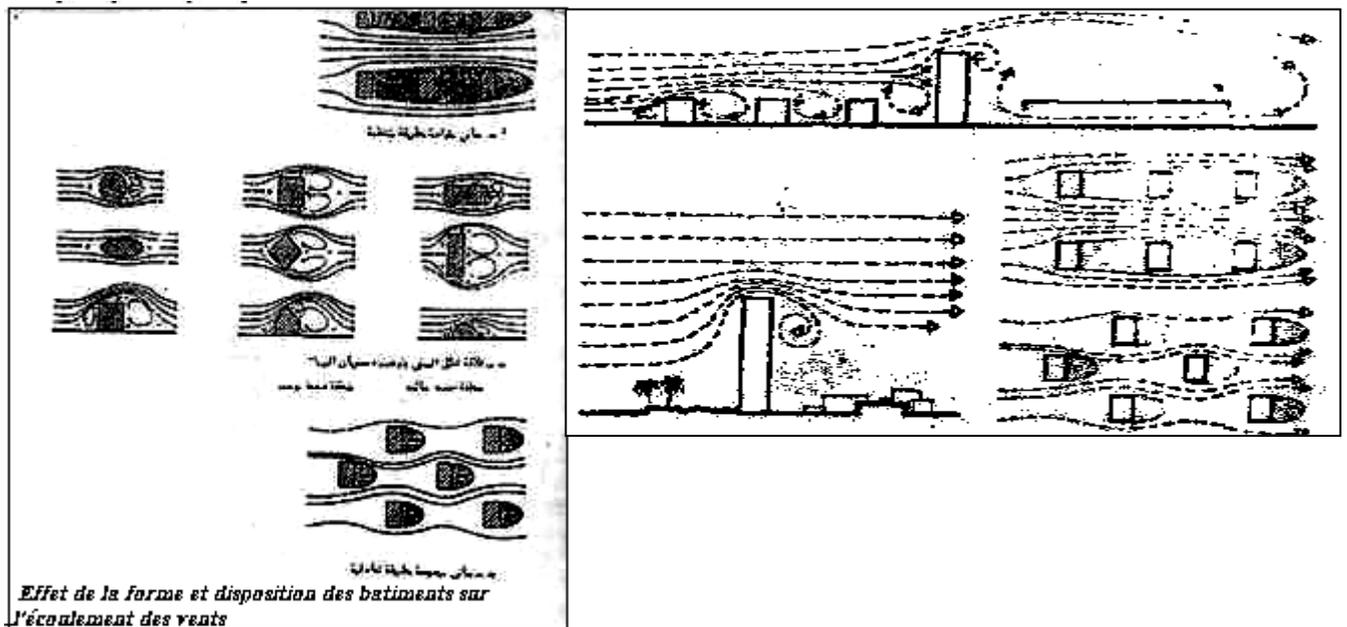


Fig. 28 : Effet de la forme et disposition sur l'écoulement de l'air (Hilmi, 1991)

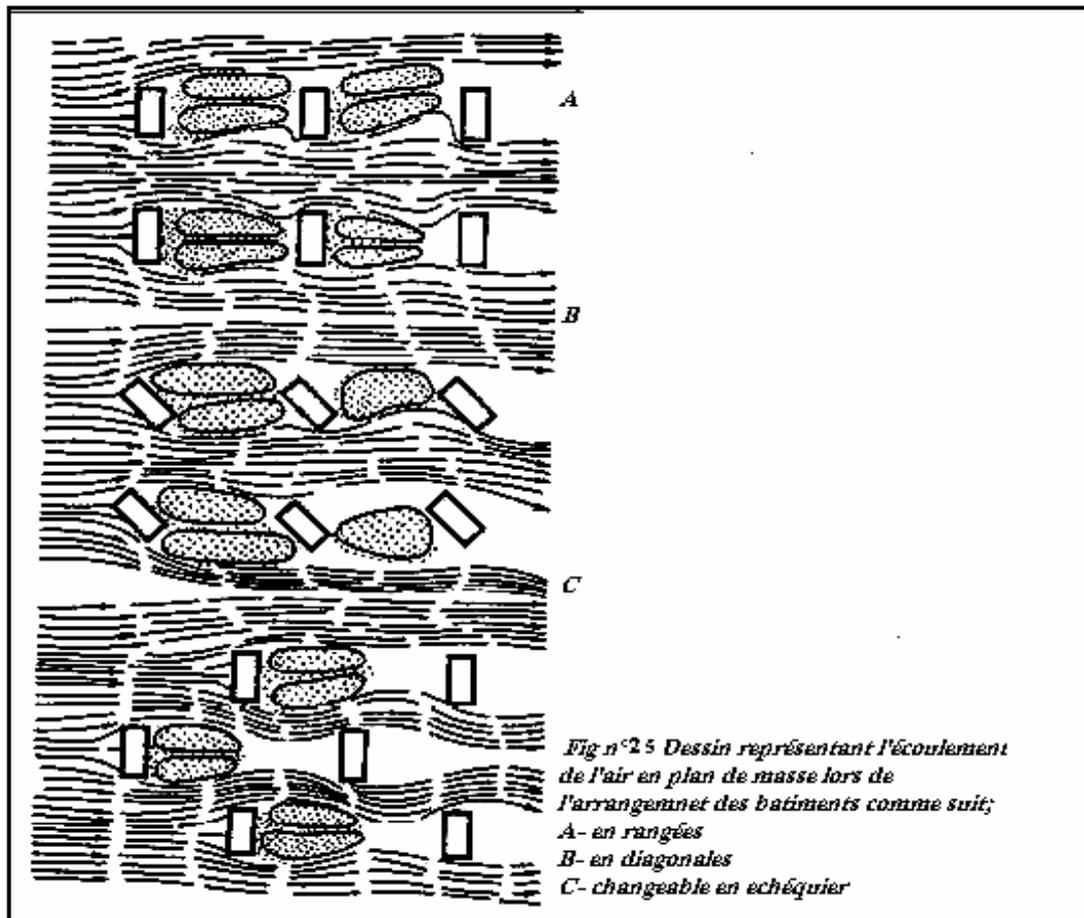
Dans les régions des climats chauds et humides, on recourt à une orientation des voiries principales au même sens que les vents alors que dans les régions chaudes et arides d'où il y a une grande fréquence des tempêtes de sables donc on a tendance à utiliser les écrans et obstacles brise vent et l'orientation des voies publiques principales dans un sens perpendiculaire à la direction des vents dominants

c-La disposition des bâtiments :

Si les bâtiments sont mal placés les uns par rapport aux autres les zones protégées ou calmes entre bâtiments peuvent se juxtaposer et empêcher l'air de s'écouler vers les rangées derrière et créer des zones d'air mortes

Si au moins une distance de 6 fois la hauteur du bâtiment ne soit pas respectée, la ventilation du bâtiment arrière sera affectée.

L'arrangement des bâtiments de façon changeable ou en échiquiers permet une meilleure distribution de l'écoulement de l'air et diminue les effets des zones d'air stagné ou mort (*Fig. 29*)



d-La porosité urbaine :

Contrôle le niveau de pénétration du vent dans l'entité urbaine et par conséquent la ventilation dans les espaces intérieurs et extérieurs. elle est fortement dépendante de la géométrie de l'espace extérieur en particulier le profil urbain qui détermine la nature du flux (Fig.30, source : Oke,1988)

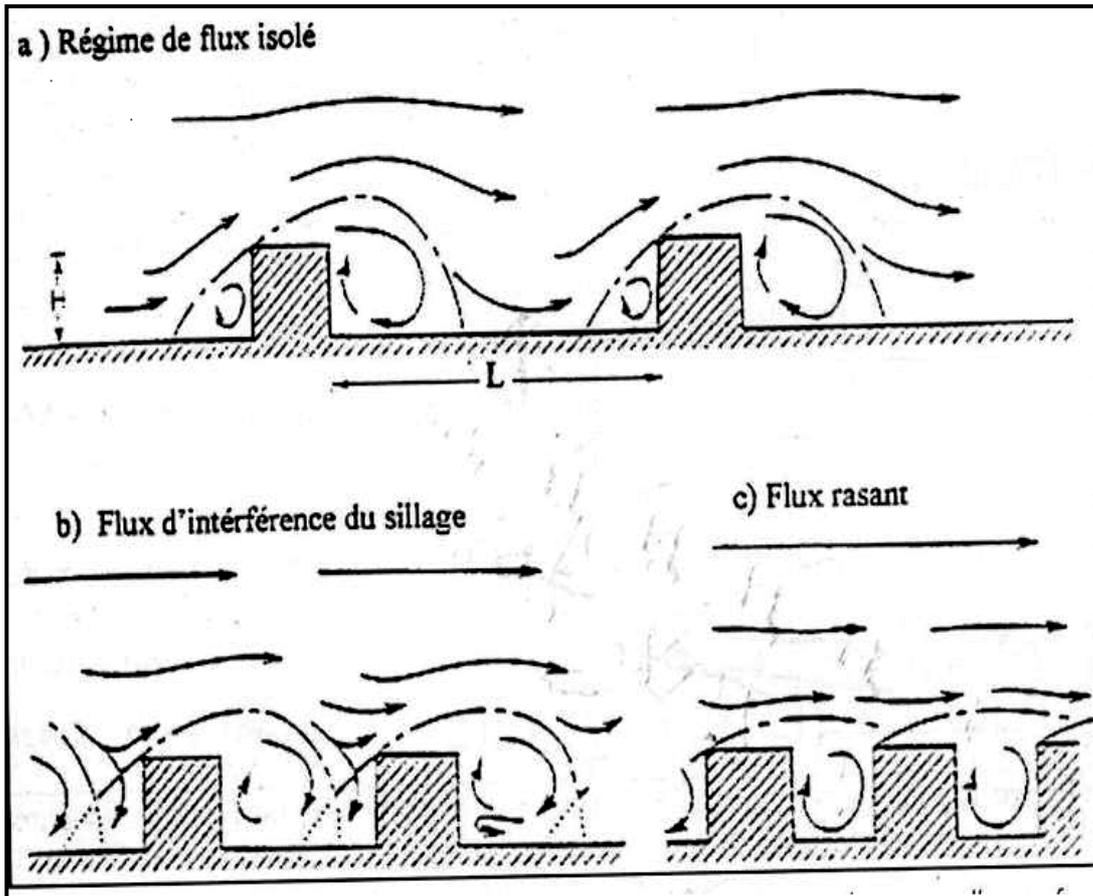
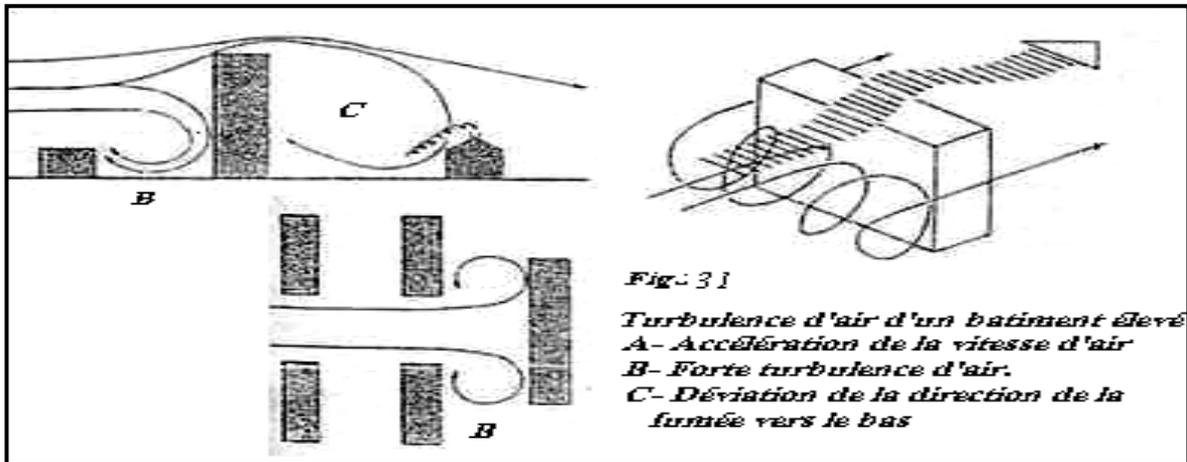


Fig. 30, La porosité urbaine régit le niveau de ventilation urbaine

2- la zone de turbulence et de survitesse :

Le mouvement de l'air est affecté par la longueur, hauteur et le type de toit des bâtiments qui influe sur les caractéristiques du vent et qui a un impact très distingué sur le microclimat aux alentours des bâtiments, le même effet peut être causé par une certaine disposition des bâtiments. Un mauvais arrangement peut doubler la vitesse du vent et causer de terrible turbulence. (Fig. 31)

On peut observer plusieurs phénomènes lorsque le vent rencontre des obstacles courants (ne sont pas aérodynamiques)



a- Obstacles ou bâtiments bas ≤ 15 :

Lorsque le bâtiment ne dépasse pas la hauteur de 15 m, le vent passe par-dessus le volume sans créer de grandes perturbations des filets fluides (Fig. 32).

b- Obstacles ou bâtiments hauts :

Dans ce cas, plusieurs phénomènes peuvent être appréciés. Ils sont accompagnés par une construction des filets fluides et de leurs décollements. (Fig. 33) Deux bâtiments créent un effet de perturbation des filets fluides :

Effet venturi : augmentation de la vitesse à l'étranglement

Un seul bâtiment peut aussi créer autre perturbation :

Effet de coin : augmentation de la vitesse au coin.

c- Obstacles à profil variant rapidement :

Dans ce cas, on assiste au décollement des filets fluides de l'obstacle. L'air déplacé par l'écoulement principal est entraîné en tourbillons. On peut observer le tourbillon aussi dans la zone de surpression (face au vent).

d- Obstacles combinés :

En sachant que les courants de l'air passent des pressions les plus élevées vers les plus basses, on commence dans le cas d'obstacles combinés de repérer les zones de surpression face au vent et les parties de dépressions sous le vent, et on pourra ensuite faire paraître tous les mouvements de l'air possible pour chaque cas d'étude. (Fig. 34).

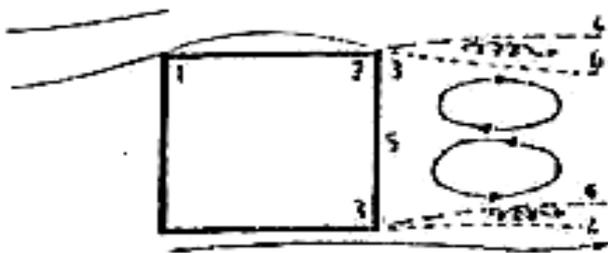
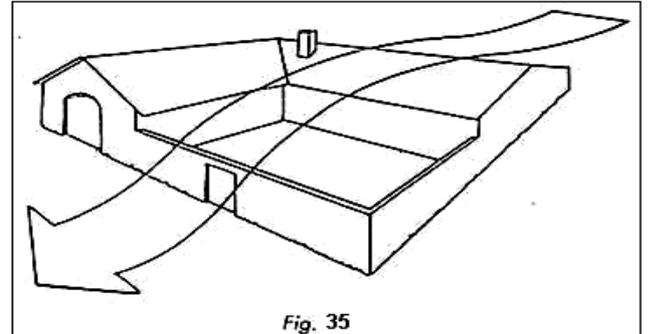
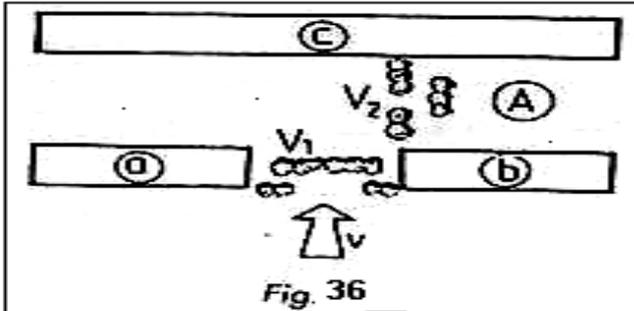


Fig. 34

1-2 : zone de décollement
 3-4 : ligne de séparation
 5 : sillage et circulation tourbillonnaire
 6 : épaissement des limites entre sillage et écoulement (principal)

Après avoir apprécié le comportement du vent face à une topographie donnée, il paraît que quelques dispositions élémentaires sont indispensables pour maximiser le confort au niveau du sol et diminuer l'inconfort dû aux vitesses fortes des vents :

- Dans le cas des cours ou des patios : dévier le vent par-dessus ou par coté pour éviter les décollements et tourbillons. (Fig. 35) (Chatelet, Fernandez, Lavigne, 1998)



- Afin de créer plus de confort au niveau des espaces qui accueillent des activités en plein air en évitant les courant d'air trop gênant : Occasionner des pertes de charges par la végétation ou claustras ;
 - (A) du plan de la Figure n°36 présente une zone à *une* grande vitesse alors qu'on veut y installer des jeux d'enfants en climats froid l'hiver, il est bon de planter de la végétation en V1 pour réduire le débit entrant entre les édifices a-b et c et en V2 pour créer une perte de charge de côté où on recherche un grand calme. (Chatelet, Fernandez, Lavigne, 1998)

VI- Les accidents aérodynamiques et leurs traitements ; Effets types :

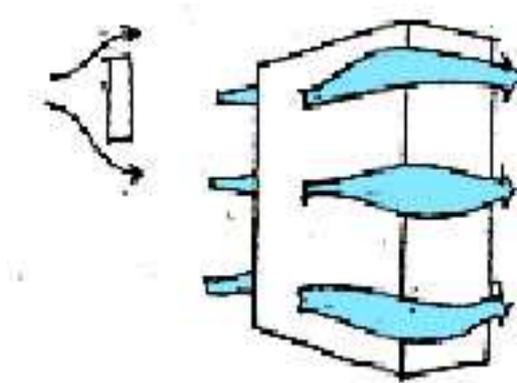
Dans le but d'aider les architectes au niveau de l'élaboration des plans masse, et pour leur permettre d'éviter les grosses erreurs aérodynamiques, le CSTB a entrepris depuis plusieurs années la définition et quantification des anomalies aérodynamiques (survitesse, circulation tourbillonnaire, etc.) susceptibles de se produire en milieu urbanisé. L'étude a été essentiellement menée en soufflerie reproduisant le vent naturel sur des plans masse types. Chaque effet aérodynamique cause de gêne a été systématiquement étudié dans son contexte pratique, afin de pouvoir appliquer directement au cas réel les résultats obtenus.

Parallèlement, un certain nombre de conseils pratiques (*Annexe III*) a pu être proposé dans le guide méthodologique publié par le CSTB dont on a exposé quelques effets types. (Chatelet, Fernandez, Lavigne, 1998 - Guyot)

Les effets types ont été distingués suivant les formes isolées et les formes associées des bâtiments :

1- Les formes isolées :

a- Effet de coin : *Fig. 37*

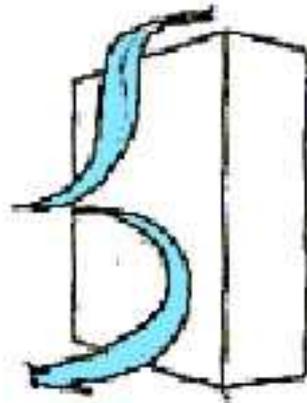


Définition : Phénomène d'accélération localisée, à l'angle d'un bâtiment, dû à un gradient très élevé du champ de pression sur un espace limité entre la façade exposée et celle qui se situe en dépression.

Condition d'existence : Bâtiments isolés

Evaluation de l'effet : l'effet est proportionnel à la hauteur de l'angle de la construction, la vitesse peut augmenter de 1,2 à plus de 2 fois son état initial pour des bâtiments de quelques niveaux à des tours de grande hauteur (R+30).

b- Effet de tourbillon amont : *Fig. 38*

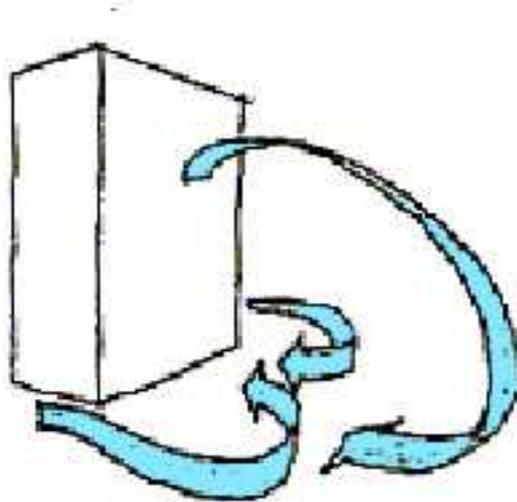


Définition : Phénomène de mouvement d'air tourbillonnaire au pied de l'immeuble, à composante verticale, plongeant sur la façade directement exposée au vent.

Condition d'existence : La hauteur minimum supérieur à 15 m.

Evaluation de l'effet : Peu sensible pour les constructions basses, importante pour les constructions supérieures à R+5. Accélération de 1,5 dans le cas d'un immeuble de R+20. Effet désagréable à cause des directions verticales que peut avoir l'écoulement dans le tourbillon.

c- Effet de sillage et de rouleau aval : *Fig. 39*



Définition : Phénomène de mouvement d'air tourbillonnaire sur la façade située sous le vent et plongeant sur la façade en dépression située sous le vent.

Condition d'existence : Volumes à angles libres.

Evaluation de l'effet :

- Formes cubiques : l'importance du sillage est fonction du maître couple offert au vent incident. La persistance de l'effet de sillage = 4 h pour $15 \text{ m} \leq h \leq 35 \text{ m}$. La zone la plus exposée = 2 h de chaque côté.
- Les tours $45 \text{ m} < h < 100 \text{ m}$:
Le sillage a une forme caractéristique de « sabot de cheval ». La zone d'inconfort s'étend sur une aire = $h \times 2 e$ de chaque côté

d- Effet de trou ou de passage sous immeuble : Fig. 40



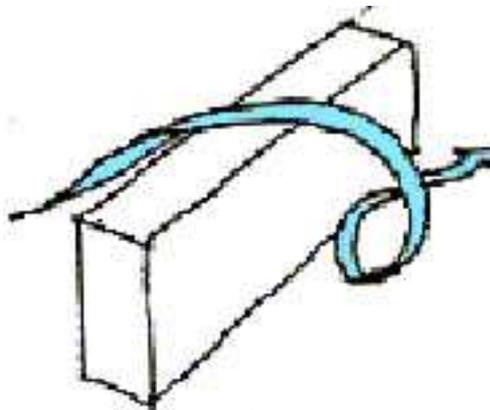
Définition : Phénomène d'accélération localisé du vent sur une zone de communication au niveau du sol entre 2 façades l'une en surpression, l'autre en dépression.

Condition d'existence :

Hauteur minimum >15

Evaluation de l'effet : les valeurs de la survitesse évoluent entre 1,2 et 1,5 pour une hauteur construite variant de 20 à 50 m.

e- Effet de barre : Fig. 41



Définition : Phénomène de tourbillon plongeant et subissant une rotation en rejoignant le sol sous un vent incident à 45° sur une construction de forme parallélépipédique.

Condition d'existence :

Il existe si la géométrie de la barre est :

- Hauteur minimum < 25 m
- Longueur minimum : $L > 8$ m
- Espacement entre volumes $\leq h$

Influence prépondérante de l'environnement.

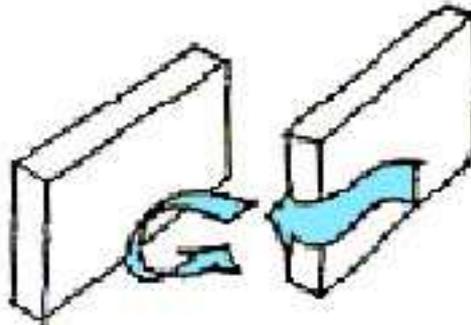
- Environnement proche de hauteur moyenne h_e faible devant la barre
 ⇒ effet atténué
- L'environnement proche est une barre parallèle : seul l'effet de barre se conserve sur la première barre au vent
- Environnement proche de la hauteur moyenne h_e du même ordre que celle de la barre : effet nul

Evaluation de l'effet : Aggravation de la survitesse de l'ordre de 1,4 sur une distance d'environ 2 fois la hauteur construite.

2-Les formes associées

a- Effet de liaison des zones de pression différente entre immeubles :

Fig. 42

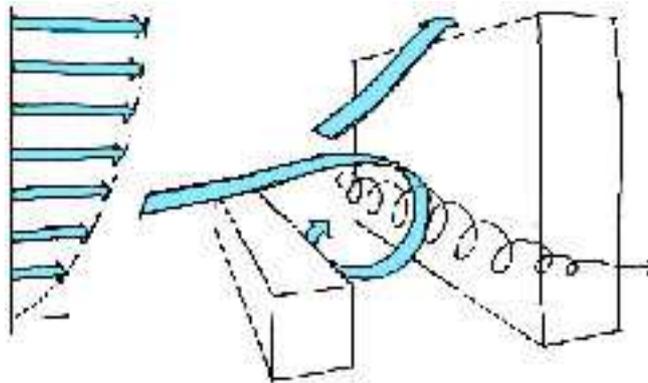


Définition : Disposition décalée de 2 constructions créant un couloir de liaison entre eux lié au champ de pression existant entre la façade sous le vent du bâtiment amont et la façade au vent du bâtiment en aval.

Condition d'existence :

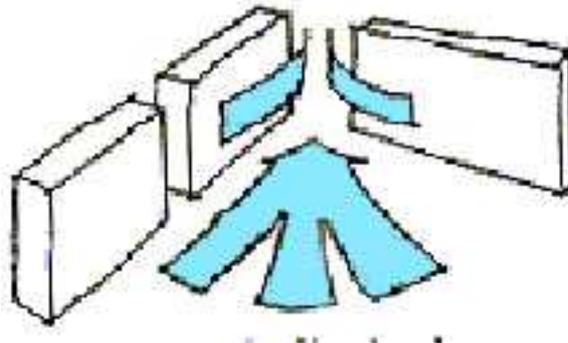
- Hauteur moyenne maximum : $h=15$ m. Couloir de liaison bien défini et pas trop large : $d \leq h$.
- Si $d > h$, comportement individuel des formes
- Si couloir de liaison mal défini (porosité ou élément obturateur) ⇒ nul
- L'aire au vent «non commune » aux bâtiments suffisants : $a \geq h$

Evaluation de l'effet : La valeur de la survitesse évolue entre 1,2 et 1,6 pour des constructions entre 12 et 35 m de hauteur. Entre 2 tours de 100 m de haut la valeur du coefficient peut atteindre 1,8.

b- Effet Wise : Fig. 43

Définition : L'association de bâtiments de tailles différentes et implantés parallèlement entretient un tourbillon à composante verticale issu de l'effet de tourbillon aval ou de sillage du bâtiment amont combiné avec le tourbillon amont du bâtiment situé en aval.

Evaluation de l'effet : lorsque l'association se situe entre 10 et 30 m le coefficient prend la valeur 1,5. Pour une association entre 15 et 90 m la valeur est de 1,8.

c- Effet venturi : Fig. 44

Définition : Disposition relative de 2 bâtiments formant un collecteur de flux, le rétrécissement du passage a pour effet d'augmenter la vitesse pour un débit identique.

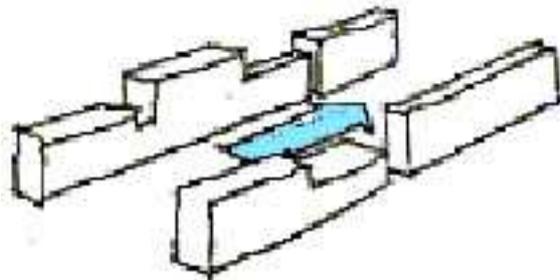
Condition d'existence :

- Hauteur moyenne des bras : $h > 5\text{m}$
- Longueur minimale des bras pour un angle aigu ou droit : $L1 + L2 > 100\text{m}$
- Si $L1 + L2 < 100\text{m}$, l'entonnoir ne collecte suffisamment le flux.
- Direction du vent très axée sur la bissectrice de l'angle des bras.
- Environnement proche amont et aval libre de toutes constructions sur

- une superficie du même ordre que celle occupée par le collecteur
- Si l'axe du vent est parallèle à un des bras, pas de concentration fluide.
 - La projection de la largeur du «trou» orthogonalement à la direction du vent ne doit pas être inférieure à $h/2$ ou supérieure à $4 h$.

Evaluation de l'effet : L'espacement critique de 2 à 3 fois la hauteur des constructions (hauteur moyenne de 45 m) formant le venturi entraîne une valeur d'environ $\psi = 1,6$.

d- Effet de canalisation : *Fig. 45*



Définition : Ceci correspond à une configuration classique d'une rue délimitée par des constructions en continu de chaque cotés. Cette disposition entretient et prolonge tout phénomène situé au début de la rue.

Condition d'existence :

- Couloir constitué de parois peu poreuses :
- Espacement \leq épaisseur du bâtiment
 - Pour une porosité $> 5 \%$, le couloir ne fonctionne pas.
 - Pour une largeur $> 3 h$, pas de guidage du flux.
 - Hauteur minimum des bras $\geq 6 m$.

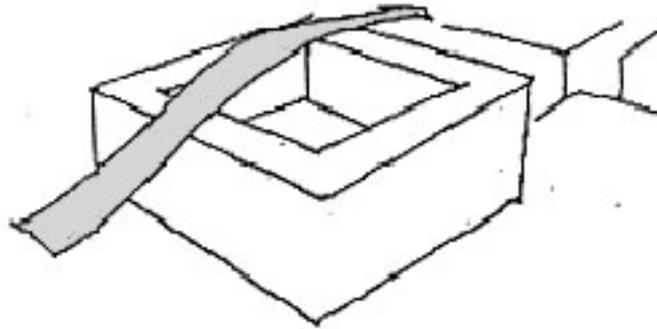
Evaluation de l'effet : Le phénomène est entretenu pour un espacement de 2 fois la hauteur moyenne de la rue.

e- Effet combiné venturi et canalisation : *Fig. 46*

Définition : Il s'agit de l'association d'une place ouverte et d'une rue, la première fait office de collecteur et accélère les flux, la deuxième développe spatialement le phénomène.

Evaluation de l'effet : Coefficient proche de ceux enregistrés pour l'effet venturi seul.

f- Effet de maille ou de cour : Fig. 46,47



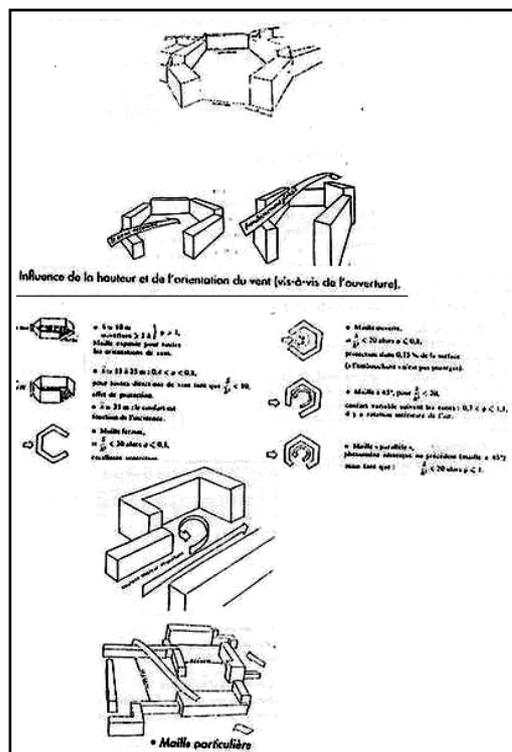
Définition : Configuration appartenant à un tissu urbain homogène et créant une rugosité de sol, tendance générale à l'amélioration des conditions locales du vent.

Condition d'existence :

- Hauteur moyenne $h >$ à l'épaisseur
- L'ouverture ne représente pas plus de 0.25 du périmètre de la maille.

Evaluation de l'effet : Lorsque la maille a une ouverture de 3 fois la hauteur moyenne de 10 m, elle est exposée quelque soit l'incidence du vent pour les autres cas l'effet de protection l'emporte.

Maille sifflet : placée en vantage sur un couloir de liaison telle que : $S/h^2 < 5$, est inconfortable $\psi > 1 \Rightarrow$ rotation globale de l'air.



g- Effet agora : Fig. 49.

Définition : Espace ouvert dégagé soumis à l'exposition directe du vent

Evaluation de l'effet : Pour un espace dégagé de plus de 100 m les effets de l'environnement proche ne se font plus sentir. Les lieux de type place sont dépendant des accès rues et autres éléments de convergence du vent.

VII- Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de cerner les paramètres de l'écoulement de l'air aux alentours des bâtiments, les facteurs influant et le comportement du vent en milieu urbain, nous devons retenir la vitesse et la direction ainsi que les turbulences représentant l'écoulement de l'air affecté par la forme, la disposition des bâtiments, l'espacement entre bâtiment et l'orientation des bâtiments par rapport au vent

Le comportement de l'air en milieu bâti ainsi quantifié et qualifié a été résumé théoriquement suivant les études faites par les chercheurs à des effets-types plus généralisés.

CHAPITRE V : METHODE D'INTEGRATION DU PARAMETRE VENT DANS LA CONCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT

I- Introduction :

Ce chapitre présente le processus d'intégration du paramètre vent dans la conception urbaine et architecturale. Il consiste en premier lieu à discerner l'adaptation des tissus anciens au vent à partir des interventions de l'homme à travers son histoire et sa région.

Après une négligence de ce paramètre dans les constructions et tissus urbains récents à cause de l'utilisation de l'énergie industrielle, les dernières années ont été marquées par une acuité du paramètre vent dans les programmes d'aménagement en France, en Chine et en Canada.

Des études aérodynamiques et expérimentales sur l'écoulement du vent en milieu bâti sont faites en collaboration avec des ingénieurs en aérodynamique et mécanique des fluides à travers des simulations analogiques en soufflerie atmosphérique ou à couche limite des groupes de bâtiments ou par des simulations numériques.

II-Le vent et les tissus anciens :

Les interventions de l'homme modifient le microclimat ; planter un arbre, bâtir une maison ou foyer, un puits, tout cela a une influence sur le site. Parfois le changement est immédiatement visible, mais souvent, il faut plusieurs années pour apprécier l'effet de ce qu'on est en train de réaliser aujourd'hui.

Il est important de savoir les effets qui peuvent engendrer nos actions car notre ambition est d'opérer un changement positif.

Dans le passé, l'architecture et l'urbanisme se développaient dans les régions à partir des conditions climatiques, des coutumes et des goûts culturels, de l'emploi de matériaux locaux, de l'organisation sociale, des traditions et d'une myriade d'autres facteurs.

De nombreux aspects du régionalisme traditionnel méritent d'être conservés ou valorisés à travers un projet microclimatique. Il est inévitable, lorsque cela est compris et appliqué, que le paysage et le climat déterminent par leurs influences un type d'architecture et d'urbanisme qui, à travers leurs caractéristiques régionales conviennent le mieux à l'entité géographique considérée. (*Wright, 1979*)

1- La ville romaine -Dispositions des bâtiments par rapport au vent selon Vitruve :

La disposition de la ville par rapport aux vents dominants était une préoccupation majeure pour les Romains, soit pour les utiliser à des fins d'assainissement ou de rafraîchissement de la ville.

Parfois, plus simplement, les romains se protégeaient du vent par l'implantation de la ville à l'abri d'une montagne.

Cette sagesse antique a souvent été totalement oubliée, au profit de réponses architecturales ou techniques dont la généralisation ne peut aboutir à un tissu urbain. (Duplay, 1982)

Voici quelques citations de Vitruve (*) qui montrent les meilleures dispositions des bâtiments par rapport au vent.

« On prendra les alignements des rues et des ruelles selon l'aspect du ciel le plus avantageux ;

- La meilleure disposition sera si les vents n'enfilent point les rues,
- Si les rues soient directement opposées aux vents, il n'y a point de doute que leur impétuosité qui est si grande dans l'air libre et ouvert, serait beaucoup augmentée étant renfermée dans les rues étroites.

C'est pourquoi on tournera les rues en telle sorte que les vents donnant dans les angles des îles qu'elles forment se rompent et se dissipent.»

Vitruve a présenté cela par un schéma qui a deux intentions : la première est de marquer les régions d'où les vents partent, la seconde est d'indiquer la manière de situer les rues en sorte que les vents ne les puissent incommoder.

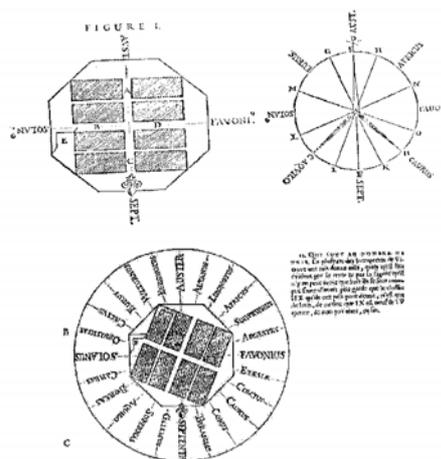


Fig. 1 : Schémas de VITRUVÉ concernant la disposition des constructions par rapport à la rose des vents

***Vitruve** (v. 70 av. J.-C.-v. 25 av. J.-C.), architecte et ingénieur militaire romain qui écrivit *De architectura*, un traité formé en dix livres (Les dix livres d'architecture de Vitruve, page 22, 23,24)

2-Les demeures troglodytiques :

Dans le sud de la Tunisie, à la frontière du Sahara, et sous d'autres climats excessifs, des demeures troglodytiques constituent un habitat thermostable dans des contrées où sévissent de fortes tempêtes de sables des étés particulièrement chauds et des hivers froids.

Ces constructions illustrent merveilleusement l'ingéniosité de la population locale dans son art d'exploiter un environnement hostile, avec de si faibles ressources. (Fig. 2) (Rapoport, 1972).

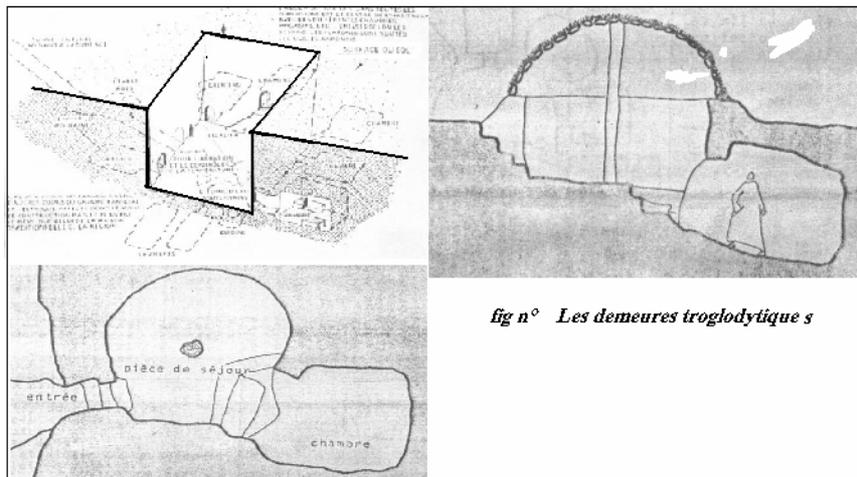


fig n° Les demeures troglodytiques

3-Tentes noires :

Les bédouins nomades utilisent des tentes en poiles de chèvres noires pour s'abriter de l'environnement torride, poussiéreux et sec de certains pays. On peut disposer, aisément ces tentes portatives et déformables pour faire barrage au souffle chaud des vents de sable et pour fournir de l'ombre sous le soleil brûlant du désert. On arrive ainsi à maintenir des températures intérieures relativement confortables là où pendant la journée, il fait de 50° à 60° c. (Fig. 3)

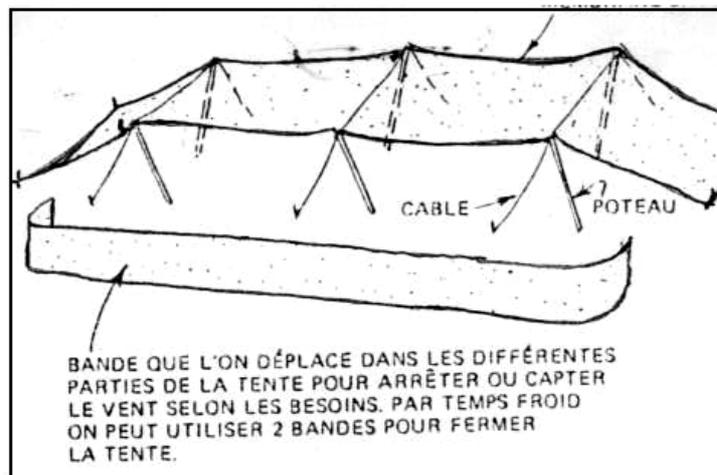


Fig. 3. La tente bédouine (Rapoport, 1972).

4-La yourte :

Depuis quelques milliers d'années, de nombreuses tribus nomades de la Mongolie en Iran ont vécu dans des tentes (huttes) d'une forme remarquable : les yourtes. Malgré la lente disparition de cet habitat, les nomades turkmènes, les Puzbecks et les Tadjiks du nord de l'Afghanistan continuent d'utiliser les yourtes qui sont tout à fait adaptées à la vie nomade et climat de la région par sa forme aérodynamique et fermée contre tout effet indésirable des vents dominants (*Fig. 4.*)

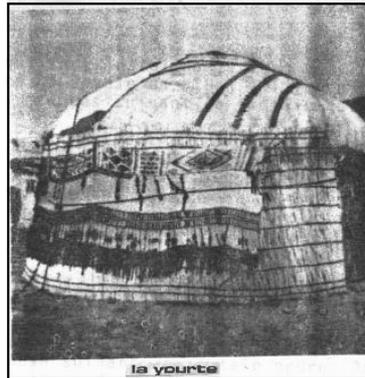


Fig. 4, La yourte (Rapoport. A ,1972).

5-Capteur à vent (El malgaf) :

Le capteur à vent c'est un système très ancien, trouvé en Egypte durant l'époque des Pharaon. Puis, il a pris une autre forme au cours des ces dernières années dans les régions chaudes et arides comme l'Iraq, le Pakistan et la partie centrale d'Iran. Sa fonction est de capter le vent et le faire circuler à l'intérieur du bâtiment le mouvement de l'air produit par le capteur à vent ne sera efficace pour le rafraîchissement du bâtiment seulement si le processus d'évaporation a été ajusté. (*Fig. 5*)

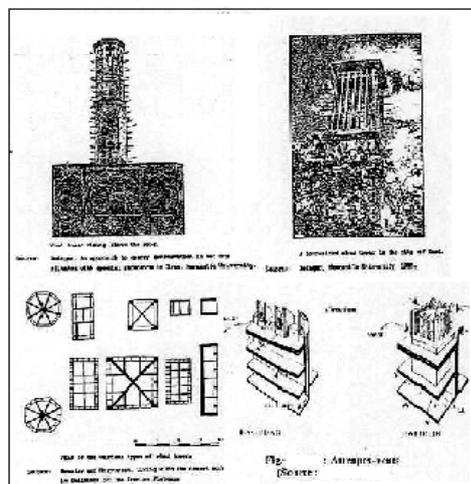


Fig. 5 : Le Malgaf (le capteur d'air)

6- Tissu urbain Saharien :

Les vents dans les régions sahariennes constituent une source supplémentaire de l'élévation de température, l'air sec qui souffle sur les zones d'habitations chauffe les masses architecturales et les êtres vivants
Ce vent tue les plantes situées en milieu ouvert

Pour bénéficier d'un confort, la conception des zones d'habitation doit pouvoir créer un microclimat spécifique

L'analyse des exemples récents de bâtiments des pays arabes du golfe et des zones du monde dans de pareilles conditions de climat leur conception est comme suit ; (Fig. 6)

* *La directionnalité de la trame viaire* ; les rues principales larges se trouvant à la périphérie de la ville sont orientées en même direction que le vent dominant pour permettre l'air de se dégager sans accumulation de sable par contre les rues des piétons et places sont à l'abri des vents.

* *L'enveloppe du bâti* ; les bâtiments importants se situent à la périphérie de la ville avec un seul étage dont les surfaces exposées au vent fort et poussiéreux constituent un écran de protection pour la ville

Les habitations se font par différente hauteur, les plus hauts protègent les habitations à un seul étage

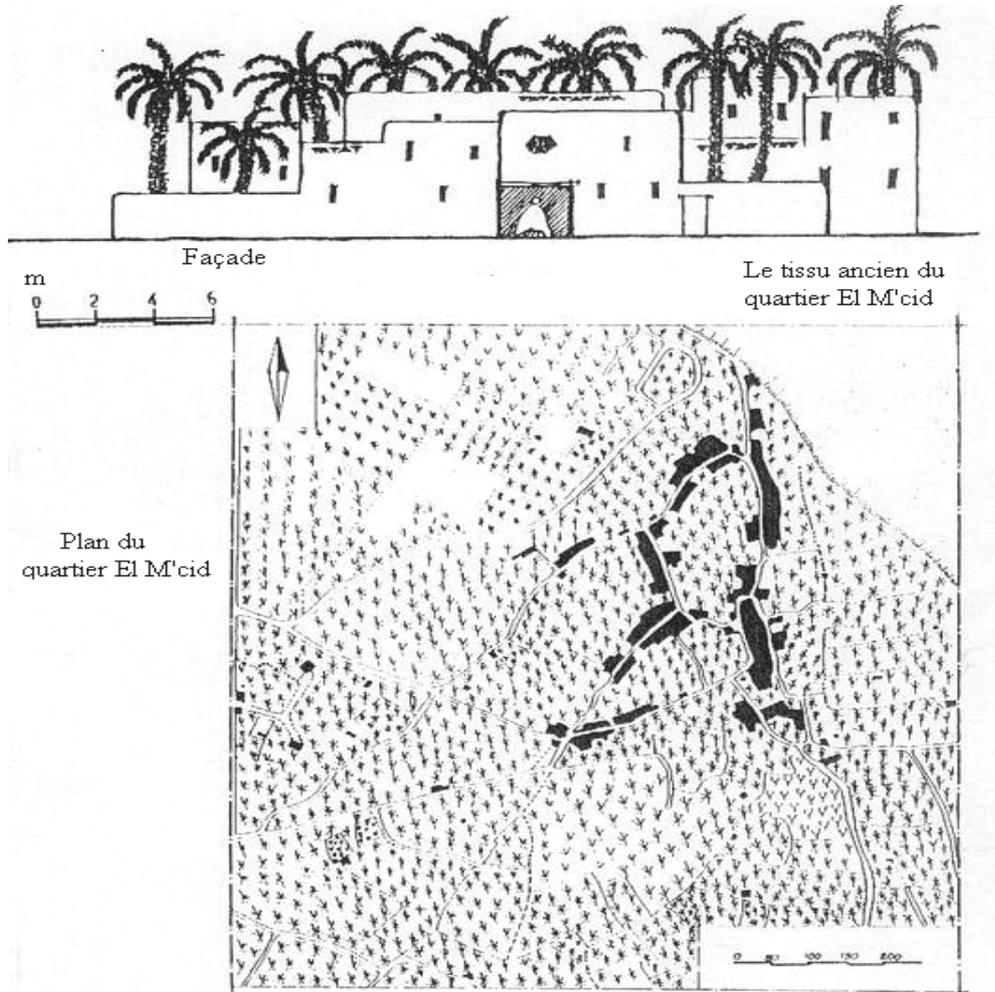
* *La porosité urbaine* ; les habitations sont rassemblées d'une façon compacte et dense

Ces solutions assurent positivement des meilleures adaptations aux conditions rigoureuses du climat

Fig.6 ; Tissus urbains anciens (Source : Raymond, 1985)

7-Exemple d'un quartier ancien à Biskra (quartier El M'sid) :

Le quartier El M'sid se situe dans la zone Sud-est de la ville près de l'oued apparut en 1650 lors de l'exploitation de la ville dans les palmeraies à proximité des Saguias qui constituent l'élément structurant principal du quartier. (Fig 7)



a- Les caractéristiques du quartier :

- La mosquée était le centre de rayonnement religieux et culturel et social du quartier, il était la destination vers lequel toutes les rues et voies se rencontrent
- La conception des constructions selon le principe des cours intérieures qui étaient des puits d'aération pour l'intérieur de la maison et des jardins extérieurs qui étaient des écrans protectrices contre les fortes rafales des vents dominants
- La majorité de la surface du quartier était consacrée aux jardins et palmeraies d'une superficie égale à 60 Ha représentant 90% de la superficie total. Le reste représente les constructions, voiries, places.
- Les voiries prenaient des formes divers ; rue (Derb) ; la grande rue, la ruelle (Zgag) ; chacun avait une fonction, la grande rue et la rue leur

largeur peut aller jusqu'à 4 m et qui relie les entrées principales du quartier avec son centre.

- La largeur d'El Hara est entre 2 à 3 m, a pour fonction la circulation dans les zones d'habitations qui comportait des activités commerciales légères alors le Zgag, sa largeur est entre 1.5 et 2 m sans aucune activité commerciale, ainsi on trouvait les rues couvertes protégées contre les intempéries.

- Utilisation de l'échelle humaine dans la conception « El Draae, El Chibre, El Kotwa » ainsi la relation entre la largeur d'El Hara était de 1/3 ou 1/4 de la hauteur de la construction qui permet une pénétration

b- Etude bioclimatique du paramètre vent dans le quartier d'El M'sid :

Une étude bioclimatique a été introduite par le chercheur Bencheik qui a estimé le rôle de la palmeraie et les types de construction ancien qui collaboraient pour réduire les effets indésirables des conditions climatiques notamment celles des vents.

a) *Le vent froid du Nord-ouest* : Le quartier est soumis au vent du nord, froid et fort, sa vitesse atteint les 60 Km/h, mais l'existence d'un écran protecteur naturel de palmeraie diminue sa vitesse et dévie sa direction et permet la traversé à travers les palmiers et les feuilles d'arbre d'un vent dont la vitesse est de 33Km/h conditionné.

b) *Le vent chaud du Sud* :

Ce vent souffle en été, il est chaud, sa vitesse maximale est de 50 Km/h. Les palmiers situés au sud le font face et diminuent sa force qui devient 30km/h et sera humide et d'une fraîcheur issue des palmeraies et arbres

c) *Les vents Sud-est (les vents du sable)* :

A l'est du quartier il existe un oued sec dans la saison des vents qui le traversent, les palmeraies au coté ouest et qui représente la partie Est du quartier et elles dévient l'écoulement des vents. A savoir une petite quantité du vent pénètre à travers les palmeraies et les arbres, les particules restantes après avoir été chargé par la vapeur d'eau qui augmente leurs poids tombent au sol.

A la fin un vent tempéré et propre pénètre aux constructions.

	Vent froid	Vent chaud	Vent du sable
A l'extérieur du quartier	60 km/h /froid	50 Km/h /Chaud	Tempéré / Chargé de poussière
A l'intérieur du quartier	33km/h/rafraîchi	30km/h / rafraîchi	Rafraîchi / propre

(Source ; Bencheikh, 1994)

III : Conduite d'une étude aérodynamique et calculs des fréquences d'inconfort :

1- Le diagnostic ou l'étude théorique du microclimat :

Les guides d'aide à la conception climatique des espaces permettent de déceler de manière théorique les accidents aérodynamiques susceptibles d'apparaître dans un programme et les manières d'éviter ou de remédier à ces anomalies tant au niveau de l'organisation des masses bâties que des traitements des espaces par le jeu d'aménagements particuliers tels que brise-vent, mobilier urbain, végétal, etc.

Cet outil apporte une aide considérable aux concepteurs, mais présente ses limites :

- L'approche reste essentiellement qualitative et les niveaux proprement dits d'inconfort ne peuvent être que mal estimés ;
- L'expérience montre aussi que ce type d'expérience a tendance à dramatiser les situations ;
- Les interactions entre le programme proprement dit et l'environnement sont quasi imprévisibles, ce qui pose le problème de l'éventuelle amélioration de l'ambiance climatique du programme au détriment des secteurs avoisinants.

Par conséquent, si cette démarche reste globalement positive (notamment, pour les programmes démunis de supports financiers pour ce type d'étude), on préférera grandement une approche expérimentale sur maquette en soufflerie atmosphérique reproduisant le phénomène vent et notamment sa turbulence

2- L'étude expérimentale :

Les expérimentations sont utiles :

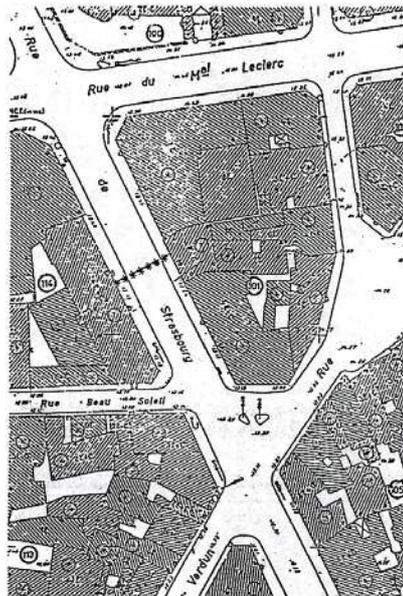
- En conjonction avec la théorie, pour permettre de préciser et d'affiner la connaissance pratique des différents processus météorologiques et leur traduction dans un programme de simulation ;
- Pour tester l'utilisation de ce programme (ou de l'un de ses sous-programmes) en confrontant ses résultats avec la réalité ;
- Pour évaluer l'importance quantitative respective des divers phénomènes, afin d'effectuer les simplifications qui s'avèrent justifiées, et ne pas se perdre dans la recherche d'une précision illusoire ; c'est ainsi que le programme de simulation, a priori très complet et très lourd, pourra devenir un outil opérationnel pratique.

a- La mesure in situ :

Cette méthode rarement et difficilement utilisée nécessite l'implantation d'un nombre important de pylônes de mesure et une bonne répartition des positions des capteurs vent (anémomètres, girouette ...etc) suivant l'objet simulé (rue, place,..) et le sujet d'étude (vitesse de l'air, température de l'air, ou direction) pour déterminer les lieux de gêne, de confort ou de pollution.

a-1- Exemple : Rue de Strasbourg, à Nantes :

La rue de Strasbourg, à Nantes, rue de type canyon (22 m de hauteur, 15 m de largeur), plate et orientée Nord-sud, évitant ainsi les phénomènes d'ensoleillement d'une seule façade, et trafic automobile important (Fig. 9)



- *Le dispositif expérimental :*

Un portique horizontal, équipé de trois rails verticaux, a été installé en travers de la rue. Cet ensemble permet de répartir les capteurs entre 10 m et 16 m au dessus de la chaussée (Fig. a-10). Le niveau inférieur de la rue est équipé de deux potences de 4 m de haut, fixées sur le trottoir à 0.5 m du bord de la chaussée (Fig. b-10). Un petit pylône a également été implanté sur le toit d'un immeuble riverain, à l'aplomb de la section de rue considérée. Ce mât dépasse de 4 m le faîtage du toit et permet de disposer de capteurs à la couche limite urbaine (Fig. c-10). Enfin, un pylône de 7 m de hauteur, au sommet de la tour de Bretagne (hauteur 140 m), permet de mesurer la composante horizontale de la vitesse du vent, sa direction et la température de l'air dans la C.L.U.(Fig. d-10)

Figure 3 : portique de mesures

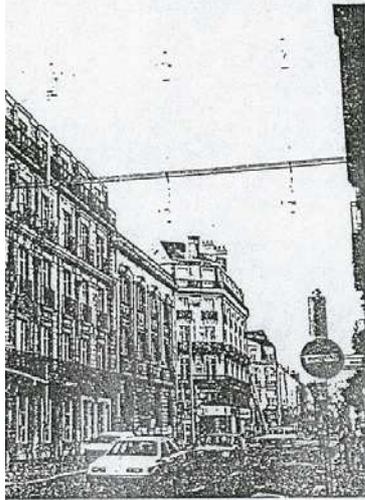


Figure 4 : potence sur le trottoir

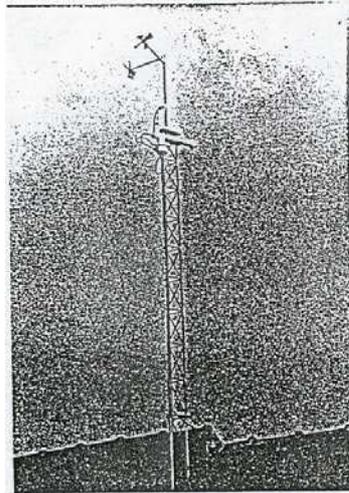


Figure 5 : pylône sur le toit

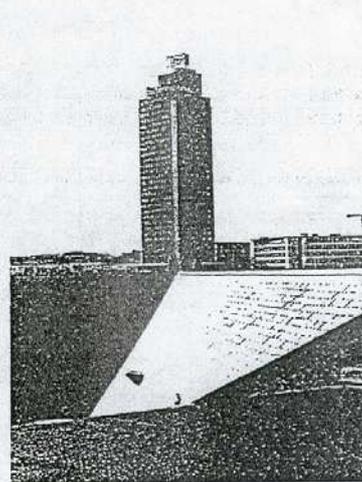


Figure 6 : tour de Bretagne

Fig.10

- La figure 11 donne la répartition des capteurs dans la section de rue :
- Trois sondes de température sont installées du côté Ouest de la rue , à 4m, 16 m à 2.5 au-dessus de la chaussée donnant la température moyenne avec une précision de 0,1 ° C.
 - Sept anémomètre tridirectionnels sont disposés dans la rue aux niveaux 4 m, 10.50 m et 16 m à 2.5 m de chaque façade, ainsi qu'à 16 m du centre de la rue ; ils donnent les trois composantes perpendiculaires du vent instantané : composante verticale, dans l'axe de la rue.
 - Deux anémomètres bidirectionnels sont installés au centre de la rue à 10.50 m et au-dessus des toits à 25 m au-dessus de la chaussée.
 - Neufs points de prélèvements d'air sont disposé à 1.50 m , 4 m ,10.50m et 16 m de chaque côté de la rue, ainsi qu'au centre de la rue au niveau 10.50 m et sont reliés à deux analyseurs de monoxyde de carbone.

Les acquisitions de données de la rue sont pilotées par un micro-ordinateur et enregistrées sur disquettes. On obtient par 15 mn : la moyenne, l'écart-type des composantes du vent, les moyennes de température et de la concentration en monoxyde de carbone.

A la tour Bretagne, on enregistre sur papier et par 15 mn, la température moyenne de l'air, la vitesse et la direction moyenne de la vitesse du vent. Environ 3000 séquences de 15 mn ont ainsi pu être collectées.

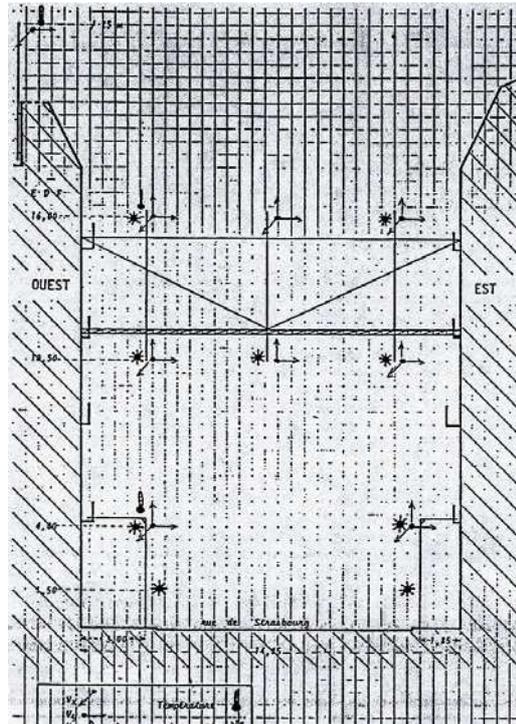


Fig. 11 : Schéma de la répartition des capteurs (Delaunay, 1986)

- *Résultats ; le vent dans la rue :*

La figure 12 montre, en fonction de la direction d'un vecteur vent unitaire au sommet des toits, la composante horizontale du vent à 4 m de hauteur au-dessus du trottoir. Il s'agit là de valeurs moyennes sur l'ensemble des mesures correspondant à chaque direction.

L'effet de canalisation du vent suivant l'axe de la rue apparaît clairement. Dans le cas de vents presque perpendiculaires à la rue (secteurs 60 –90), la composante longitudinale du vent au-dessus des toits

Pour le secteur $+ 90^{\circ} + 150^{\circ}$, on note une inversion du signe de la composante longitudinale, ce qui peut être dû à l'effet particulier d'un bâtiment unique.

Fig. 12 : Vent horizontal dans la rue.

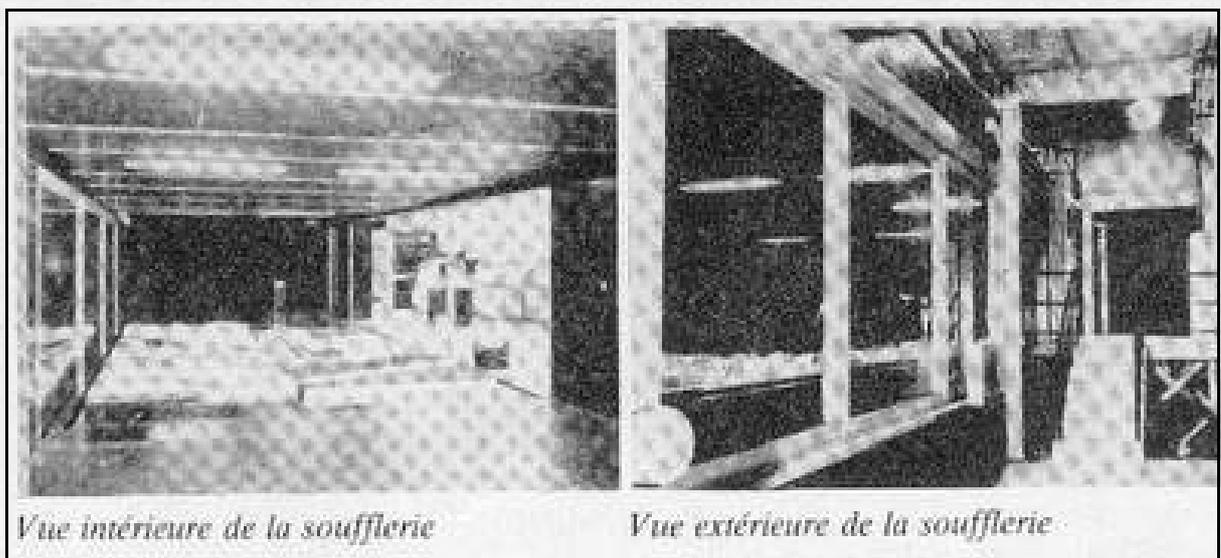
Si l'on se place dans le plan vertical de la section de rue, on remarque qu'il se développe un mouvement moyen de rotation (Vortex) (*Fig. 13*). La direction réelle du vent influe peu. (*Delaunay., 1986*)

Fig. 13. Vortex moyen

b- Etude en soufflerie ou l'approche expérimentale en soufflerie atmosphérique : (*Gandemer, Guyot, 1976*)

C'est la reproduction à l'échelle réduite les phénomènes vent dans les basses couches atmosphériques dans des souffleries «à couche limite » ou «atmosphérique ». L'approche sur maquette est bien évidemment particulièrement intéressante dans la mesure où les phénomènes peuvent être quantifiés dans leur contexte, tout en permettant un contrôle aisé et en restant dans des coûts d'étude relativement faibles.

Ces souffleries possèdent des veines d'expérience très longues qui, par le jeu des générateurs de tourbillons et de rugosités, modèlent le flux afin de lui donner la texture turbulente et de reproduire l'histoire du vent naturel. L'approche est empirique et repose sur des données en vraie grandeur obtenue de par le monde par les climatologues.



*Fig.14 ; La soufflerie au CSTB de Nantes**

() Longue de 20 m et large de 4, elle présente une hauteur variable (de 2 à 3.5 m) ajustable en ligne de courant. Son sol est lui-même à hauteur variable et permet d'étudier des maquettes topographiques. La vitesse maximale du vent produite supérieure à 30m/s*

b-1- Les échelles des souffleries :

Cet outil de simulation particulièrement performant reproduit les différents types statistiques de vent (mer, campagne, banlieue et centre-villes) dans la gamme d'échelle allant du 1/1500 e (étude d'effets topographiques) (*Fig. 15*) au 1/100 e (réponse dynamique des structures, ventilation naturelle des cellules, etc.) se font en général sur des maquettes volumétriques à l'échelle du 1/200e. Cette échelle représente le meilleur compromis entre les conditions de similitude (nombre de Reynolds), la dimension et l'état de surface des maquettes (avec l'environnement à reproduire), et les technologies de mesures anémométriques (position des sondes, dimension de ses dernières, etc...) Ainsi, la variation de la vitesse moyenne avec la hauteur, l'agitation ou la turbulence associée, la dimension des tourbillons (échelle dynamique) et leur énergie seront reproduites à l'échelle du modèle.

Au-delà de ce vent statistiquement semblable au vent naturel, l'environnement proche sera reproduit correctement autour de la zone explorée ou bâtiment étudié. On a pu vérifier qu'il est nécessaire de reproduire de manière fidèle l'environnement immédiat sur un rayon de 300 mètres autour du secteur concerné. Il n'est donc pas rare d'avoir des maquettes à l'échelle du 1/200 e couvrant en soufflerie un cercle de 4 mètres de diamètre. Bien que sommaires et peu coûteuses. Elles peuvent par exemple être réalisées en polyuréthane et présenteront un caractère aussi évolutif que possible.

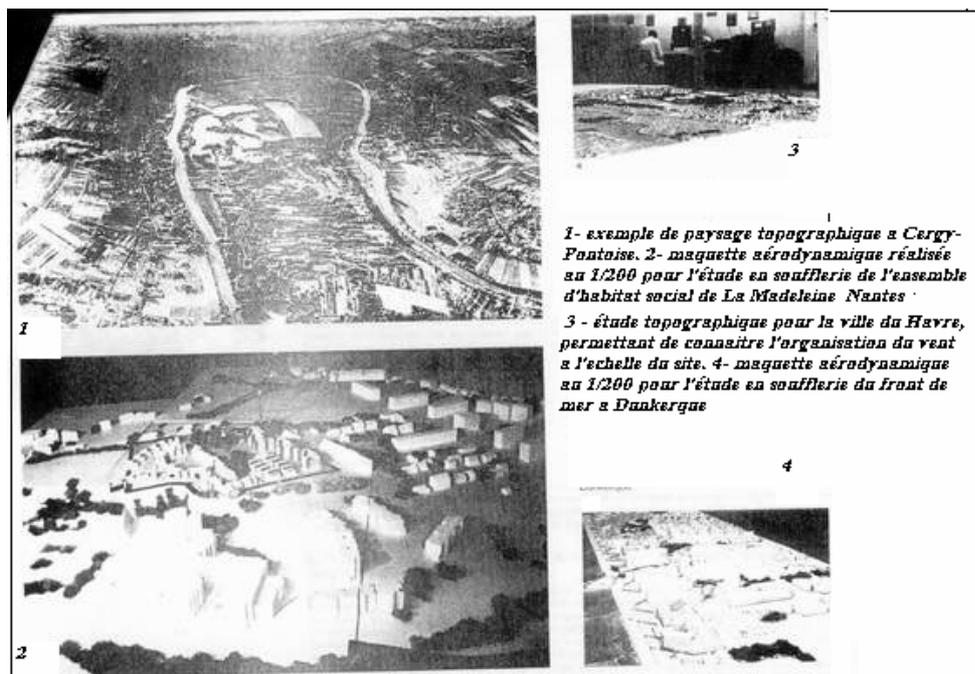


Fig 15 ; Maquettes à 1/1500 e pour Etudes des effets topographiques
(.Gandemer, 1984)

b-2- La procédure de la simulation en soufflerie :

La direction moyenne du vent étant fixée par l'axe de la soufflerie, le modèle testé et son environnement tourneront sur eux-mêmes pour permettre la scrutation des différents secteurs de vent (relativité vent-environnement respecté).

Des technologies de mesures instantanées de vitesse (de pression ou de force si nécessaire) permettent de quantifier directement les écoulements et leurs caractéristiques.

Les résultats des mesures sont donnés de manière addimensionnelle, c'est à dire rapportés à la vitesse amont du vent soufflerie ou encore à sa pression dynamique. Par un jeu de coefficients de proportionnalité, les rapports addimensionnels obtenus en soufflerie pourront être transposés en valeur absolue de vitesse, de pression ou de force compte tenu d'une force de vent donnée. (*Gandemer, 1986*)

b-3- Synthèse climatique : calcul des fréquences de gêne :

Les données statistiques de la station météo voisine sont exprimées sous forme de vitesse $\bar{U}_{10\text{météo}}$ en fonction de leur fréquence annuelle de non-dépassement F_i

Le seuil du confort est que : $\bar{U} + \sigma = 6 \text{ m/s}$ par suite :

$$\bar{U}_{10\text{météo}} = \frac{6}{\frac{z_r}{z_o} \alpha k \left(\frac{z_r}{z_o} \right) (1 + I_r) \psi}$$

Si, localement, au point « j » d'un plan masse le paramètre du confort vaut ψ_j , la fréquence locale de dépassement du seuil de confort ($1-F_j$) sera obtenue graphiquement à partir des données statistiques pour :

$$\bar{U}_{j10\text{météo}} = \frac{6}{\frac{z_r}{z_o} \alpha k \left(\frac{z_r}{z_o} \right) (1 + I_r) \psi}$$

En conséquence, cette démarche permet de relier le paramètre adimensionnel du confort (pour chaque site) à la fréquence d'inconfort au point considéré. En outre cette fréquence d'inconfort peut être pondérée en fonction du temps (saison, etc.) des directions des vents dominants, de la rugosité autour du site. (*Gandemer, 1986*)

b-4- Interprétation des résultats :

Une fois connues les fréquences d'inconfort local en différents points du plan masse, il est possible d'isoler les zones critiques (fréquence de dépassement du seuil, trop importante en fonction de la destination du lieu), afin d'envisager la mise en place de dispositifs efficaces. La démarche est alors itérative : après une nouvelle série de mesures en soufflerie et un nouveau bilan, on complète l'aménagement et on procède à de nouvelles mesures et ainsi de suite, jusqu'à obtenir le résultat recherché.

b-5- Les accidents aérodynamiques et leur traitement : une approche plus qualitative :

Dans le but d'aider les urbanistes et les architectes au niveau de l'élaboration des plans masses, et pour leur permettre d'éviter les grosses erreurs aérodynamiques. La mise au point d'outils pédagogiques et qualitatifs tels que les visualisations par enduits ou par fumée, ou même par chronographie laser (qui autorise quelques interprétations quantitatives) peuvent apporter des informations intéressantes sur l'existence des accidents aérodynamiques (survitesses, circulation tourbillonnaire) cause de gêne a été systématiquement étudiée dans son contexte pratique.



Fig. 16 Visualisation par plan laser de la diffusion des effluents dans un quartier intégrant des immeubles de grande hauteur à Toulon

b-6- Exemple de programme sur la caractérisation des ambiances extérieures : le quartier du Sanitat a Nantes :

Le quartier du Sanitat à Nantes (*Fig. 17*) devra être aménagé avec implantation d'activités demandant un bon niveau de confort (zone piétonnière, aire de stationnement et de détente, etc.), une étude sur l'exposition climatique des espaces a été entreprise (C.S.T.B.- U.P.A.N)

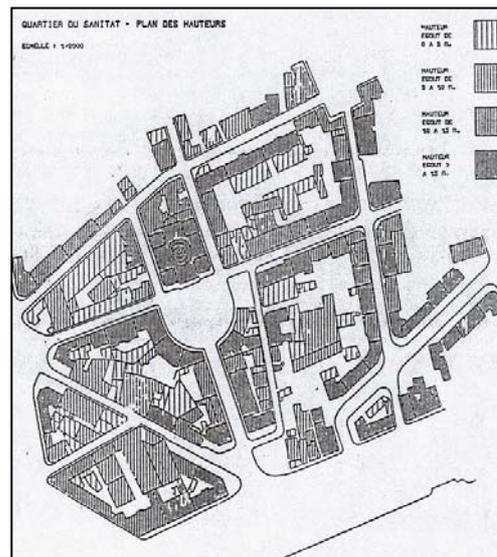


Fig 17; Quartier du Sanitat – Plan des hauteurs (échelle 1/2000)

Le diagnostic théorique :

Les secteurs des vents dominants sont l'Ouest et le Sud-ouest, ainsi que le Nord-est. Le secteur Ouest et surtout le secteur Sud Ouest peuvent introduire l'existence d'accidents aérodynamiques

Le programme d'aménagement, s'il ne déborde pas trop le long des quais (pour lequel l'exposition au vent de Sud-ouest restera) devra verrouiller par du bâti ou des éléments brise-vent particuliers toute l'entrée de l'alvéole ou de la place évoquée (en continuité de la frange urbanisée le long de la voie).

- *La visualisation par enduit :*

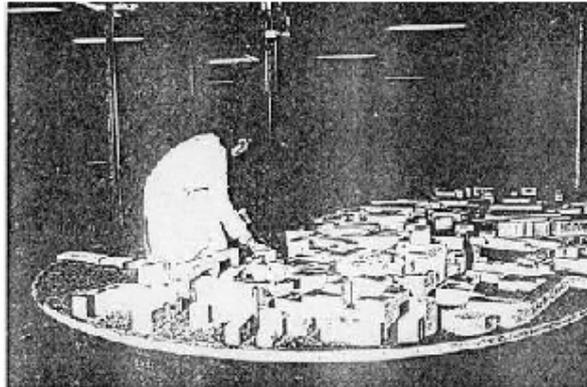
Réalisé sur maquette au 1/400e et avec une absence flagrante d'environnement amont, le Sud – Ouest ne laisse pas apparaître dans la place considérée d'évènements aérodynamiques particuliers.

La méthode confirme par contre un fort balayage des zones entre la Loire et la frange urbanisée. (*Fig. 18*) (*Gandemer, 1986*)



Fig.18; Visualisation par enduit

*L'approche en soufflerie atmosphérique au 1/200e et en soufflerie à couche limite au 1/400e (Fig 19)



Simulation du vent de type banlieue à l'échelle du 1/200e dans la soufflerie du C.S.T.B.

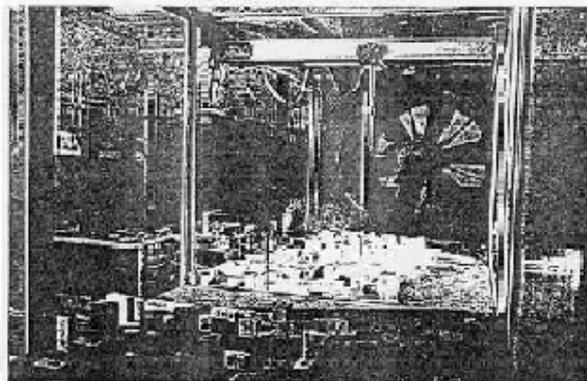


Fig 19- Simulation du vent de type banlieue à l'échelle du 1/200e dans la soufflerie du C.S.T.B - La maquette au 1/400e dans la soufflerie de l'unité pédagogique d'architecture de Nantes(Gandemer, 1986)

*Résultats et Fréquences de dépassement du seuil de 3 m/s obtenues lors de l'étude au 1/200ème :

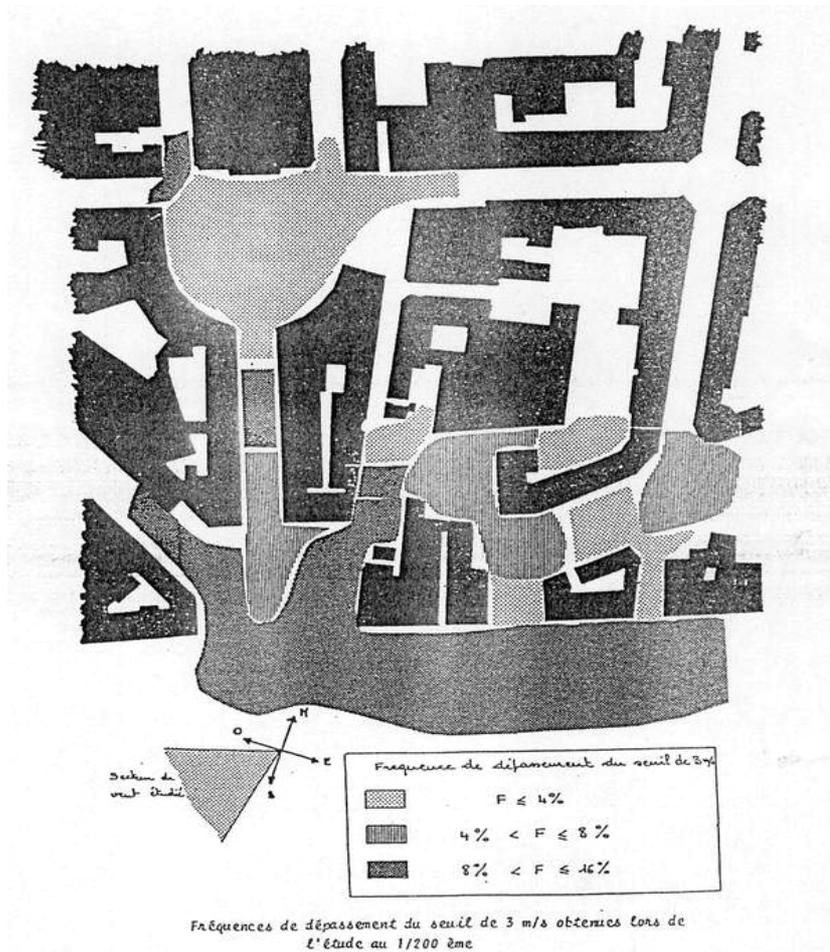


Fig 20, Fréquences de dépassement du seuil de 3 m/s(Gandemer, 1986)

3- La simulation numérique :

Des codes de calcul en dynamique des fluides ont été développés pour des applications industrielles et permettent d'envisager désormais des simulations numériques du vent pour des ensembles complexes. Cette alternative de déterminer la distribution du flux d'air aux alentours d'un bâtiment par la simulation numérique repose sur deux méthodes numériques utilisées ;

La première est la méthode zonale, qui calcule l'écoulement de l'air entre zones par l'équation de Bernoulli. La prédiction du flux d'air interzonale relié à la distribution de la pression extérieure causé par le vent ou l'effet de la flottabilité, cependant la détermination de la pression de l'écoulement dépend du vent incident (vitesse, direction), la taille et la forme du bâtiment, la taille et la localisation de l'intérieur et extérieur du bâtiment. La méthode zonale n'est pas précise et incapable de déterminer le confort thermique aux alentours des bâtiments. (*Vickery, Karakatsanis, 1987*).

L'autre méthode numérique calcule la distribution du flux de l'air à l'intérieur et aux alentours des bâtiments par la technique du CFD qui résout en une durée de temps moyen une partie des équations différentiels pour la conservation de la masse, le moment (équation de Navier- Stokes), l'énergie et les applications spécifiques de l'air, la température et concentration de la vapeur d'eau (humidité relative) et les polluants. La méthode qui comprend quelques incertitudes qui exige une durée considérable de calcul, a réussi de prévoir les écoulements de l'air aux alentours des bâtiments (*Chen, 1997 - Murakami, 1998*).

Avec le développement rapide de la capacité et vitesse de l'ordinateur, La technique CFD semble être une bonne approche, utilisé dans la nouvelle conception

a- La technique du CFD (Computational fluid dynamics) :

- **Exemple d'utilisation de la technique de CFD par la recherche d'un confort extérieur et la planification d'un site à Vanke Doushi garden par un groupe d'architectes et ingénieurs**
(*Y.Jiang, H.Xing, C.Straub, Q.Chen, A.M.Scott, L.R.Glicksman et L.K.Norford.*) :

Le but de l'étude réalisée par ces architectes et ingénieurs est de concevoir un environnement extérieur confortable aux alentours des gratte-ciel où le flux d'air peut être accéléré. Cette étude emploie le jardin de Vanke Doushi dans Beijing (*Fig. 22*) comme exemple.

Pour cela, le groupe doit savoir les distributions extérieures de flux d'air. Puisque c'est principalement l'effet de refroidissement du vent en hiver qui pose le problème extérieur de malaise, la conception actuelle a étudié la distribution de flux d'air un jour d'hiver.

La rose des vents de Beijing (*Fig. 21*) montre que, le vent en hiver, souffle du nord (5° incliné à l'ouest). En une année typique, il y a 9 jours où la vitesse de vent dépasse $7,6$ m/s dans Beijing et des jours de vent violent se produisent généralement en hiver. La recherche actuelle a étudié un scénario avec un vent du Nord de $7,6$ m/s pour la considération extérieure de confort thermique. (*Ashare, 1997*)

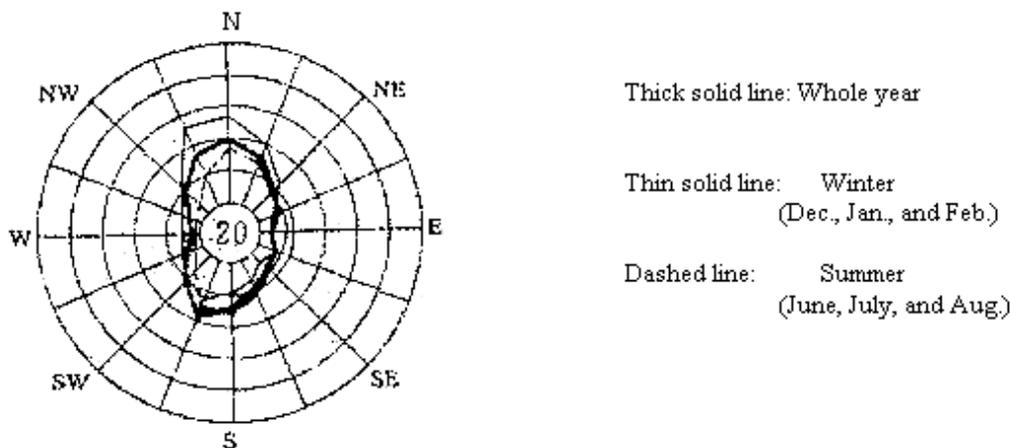


Fig. 21 : La rose des vents de Beijing

La figure 22 (a) montre la conception préliminaire d'emplacement (Arrangement I) fait par un cabinet d'architectes. La conception a employé 16 gratte-ciels s'étendant de 33 à 90 m de haut. Cette étude d'exemple présente la distribution de vitesse de vent à la hauteur de 1,5 m au-dessus de la terre pour évaluer le confort des piétons (*Fig. 23*). La vitesse de vent à la section 1-1 est autour $8 \sim 9$ m/s (catégorie 5), très élevé pour être accepté même pour un simple stationnement en hiver. La raison est que le vent peut passer librement par l'arrangement linéaire des bâtiments.

En outre, le calcul de CFD prouve qu'en hauteur de 30 m, la vitesse de vent parmi la plupart des bâtiments est $9 \sim 10$ m/s, et à la hauteur de 70 m, la vitesse de vent est au-dessus de 12 m/s (catégorie 6). La vitesse du vent fort mène à une grande et excessive infiltration pendant l'hiver et la difficulté d'employer le vent pour une naturelle ventilation en été. Par conséquent, le chantier devrait être remodelé, et la hauteur des bâtiments devrait être réduite.

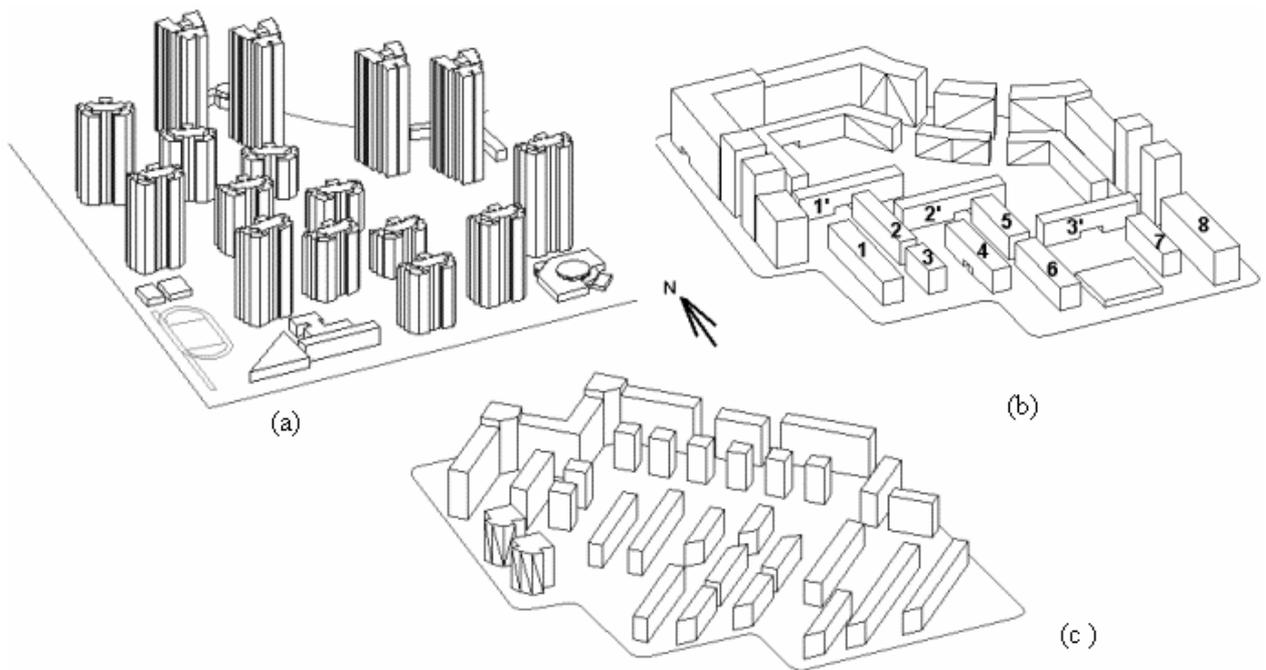


Fig. 22 ; Les trois conceptions pour le jardin de Vanke Doushi:
(Un) Conception originale par un cabinet d'architectes (arrangement I),
(Deux) notre première conception (arrangement II),
(c) notre deuxième conception (arrangement III).

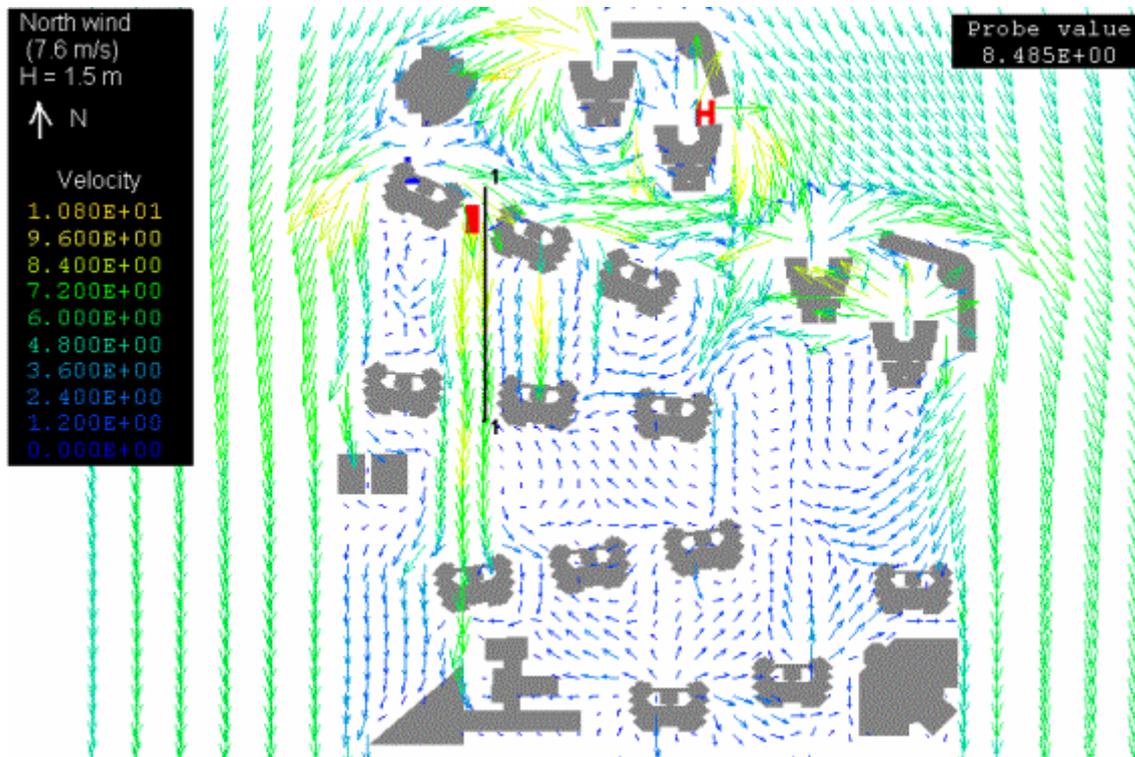


Fig. 23 La distribution de la vitesse du vent à une hauteur de 1,5 m au-dessus de la terre autour des bâtiments pour l'arrangement I avec un vent du nord

Puisque le calcul de CFD prouve que la hauteur des bâtiments dans la conception I pose un problème sérieux de malaise, les architectes ont conçu l'arrangement II et l'arrangement III. Les deux ont les dispositifs suivants : hauteur de bâtiment inférieure (la hauteur de bâtiment s'étend de 20 à 60 m dans l'arrangement II, et de 20 m à 50 m dans l'arrangement III) pour réduire l'infiltration d'hiver et pour présenter un niveau de ventilation normale d'été, sans compromettre la protection de la population contre le vent du nord en hiver, en employant des bâtiments relativement hauts sur nord

La figure 24 prouve que le problème de malaise est considérablement réduit dans l'arrangement II, mais il reste quelques problèmes.

Par exemple, en entrées A, B, et C, la vitesse de vent est très haute en raison de l'arrangement linéaire. Décaler les entrées peut facilement résoudre ce problème. D'ailleurs, un certain nombre d'issues doivent être soigneusement examinés. Par exemple, la ventilation naturelle d'été peut ne pas être efficace dans l'arrangement II.

Comme représenté sur La figure 22 (b), plus que la moitié des bâtiments ont des longues façades orientés Est ou Ouest, tel que les bâtiments 1-8. Puisque le vent dominant en été est du sud dans cet emplacement, les bâtiments avec les longues façades Est ou Ouest peuvent ne pas pouvoir tirer profit de la ventilation naturelle, telle que la ventilation en travers.

Par exemple, pour les bâtiments avec les longues façades Nord ou Sud (bâtiments 1'-3 '), le vent du sud peut passer par les ouvertures de bâtiment et la ventilation en travers fonctionne. En outre, l'orientation n'est pas bonne pour la conception passive de réchauffement et il est difficile de protéger le bâtiment du rayonnement solaire intense l'été.

Avec les résultats pour l'arrangement II, les architectes dans cette équipe ont conçu l'arrangement III. Les gratte -ciel sont maintenant inclinés à 45°, de ce fait ayant la longue façade au côté Sud-est et Nord-ouest. Dans l'arrangement III, le confort thermique extérieur et la ventilation naturelle sont considérés. En étudiant le confort thermique extérieur, le vent entrant a été placé pour être 7,6 m/s du nord.

La figure 25 montre la distribution de vent pour l'arrangement III pour l'évaluation du confort des piétons. Les gratte-ciel du côté du Nord peuvent bloquer le vent fort du Nord. En conséquence, la vitesse du vent sur le site est petite. Bien qu'aux endroits A et B, les vitesses de vent soient relativement hautes (environ 7~10 m/s). L'impact sur le confort des piétons est petit, puisqu'elles sont les entrées pour des véhicules.

Pour une conception naturelle de ventilation, il est difficile de travailler avec le vent du Nord puisque les gratte-ciel faisant obstacle.

Il est plus important de se protéger du vent froid d'hiver dans Beijing que pour user de la ventilation naturelle en été. Cependant, elle est faisable. La vitesse de vent moyenne en été du sud est 1,9 m/s. Avec une telle vitesse de vent, la figure prouve que la vitesse de l'écoulement de l'air autour de la plupart des bâtiments à 1,5 m au-dessus de la terre dépasse 1,0 m/s. La vitesse de vent est suffisamment élevée pour la ventilation naturelle. Un arrangement incliné de construction aide à introduire plus de vent dans le site. En outre, l'arrangement décalé empêche les bâtiments en front de bloquer les vents. Par conséquent, l'arrangement III fournit le bon confort thermique et potentiel extérieurs pour l'utilisation de la ventilation naturelle. Noter que l'arrangement III n'est pas notre conception finale. L'équipe de conception étudie d'autres questions importantes, telles que la disponibilité du soleil, éclairage naturel, et l'énergie dans les bâtiments,

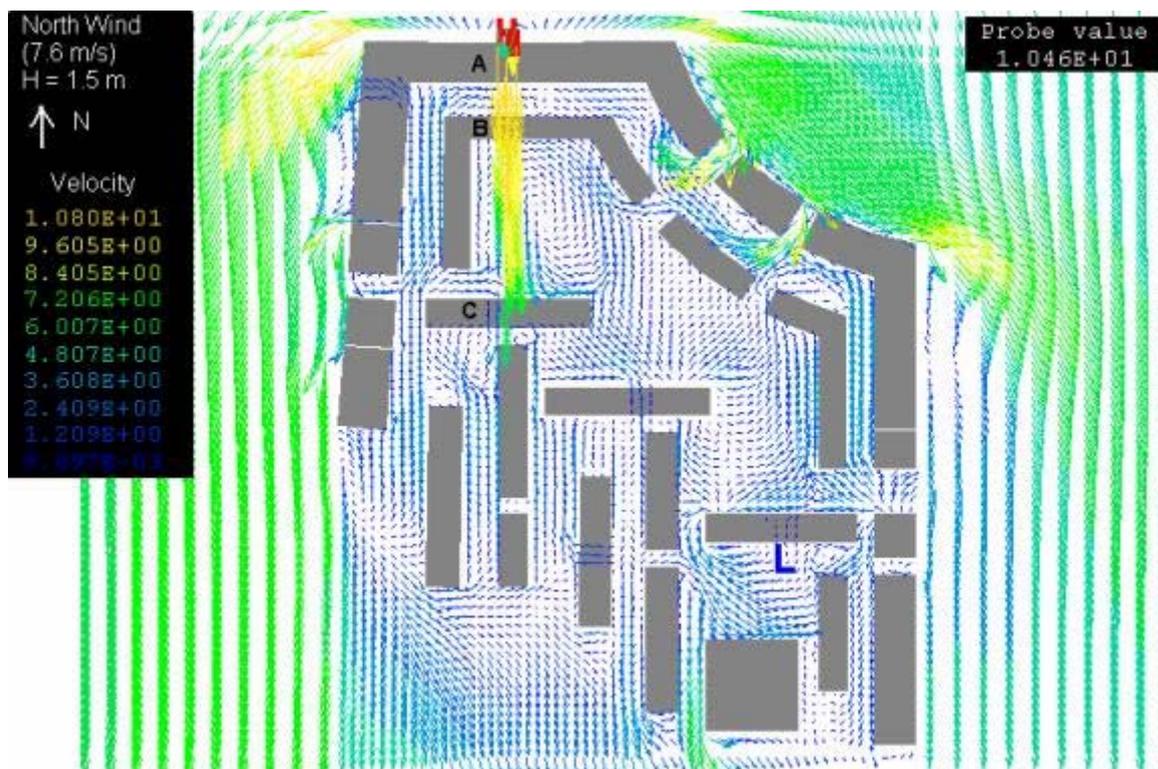


Fig. 24. La distribution de vitesse du vent à une hauteur de 1,5 m au-dessus du sol autour des bâtiments pour l'arrangement II avec un vent du nord.

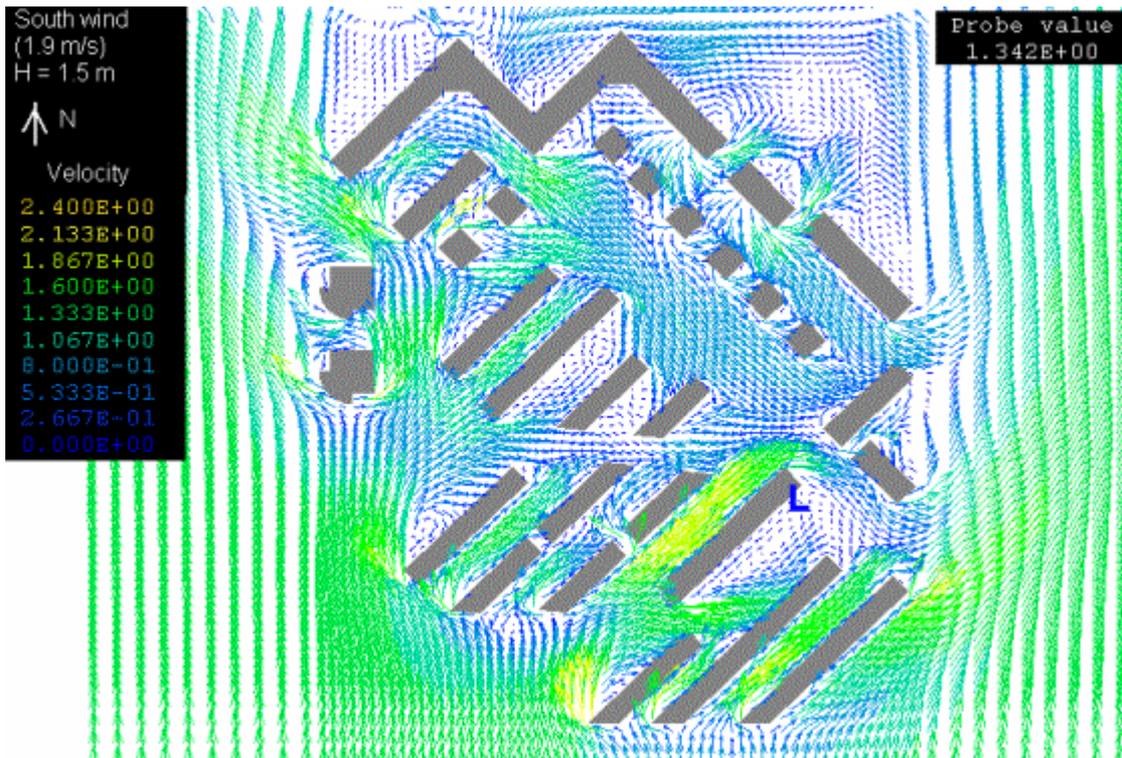


Fig. 25 La distribution de vitesse du vent à une hauteur de 1,5 m au-dessus du sol autour des bâtiments pour l'arrangement III avec un vent du nord (7,6 m/s).

Cette étude montre comment les ingénieurs utilisent la technique du computational fluid dynamics (CFD) ce logiciel de la dynamique de l'écoulement de l'air pour aider les architectes à concevoir la ventilation naturelle dans les bâtiments et le confort autour des bâtiments.

Les résultats ont été employés par les architectes pour modifier leurs conceptions. Plusieurs réitérations peuvent être nécessaires pour concevoir un bâtiment avec un confort adéquat de l'environnement intérieur et extérieur. Ce procédé de conception, qui a été entrepris par une équipe d'architectes et d'ingénieurs au MIT, prouve que la technique de CFD est un outil très utile pour la conception de bâtiment.

Bien que la technique de CFD offre de grandes possibilités intéressantes pour la conception de bâtiment, elle prend plutôt du temps. Les architectes et les ingénieurs devraient discuter des conceptions initiales basées sur leur expérience et connaissance. Cette discussion réduira la réitération de manière significative et peut accélérer le processus de conception.

La technique de CFD devrait être employée pour évaluer seulement très peu de solutions de changement final de conception parce que le logiciel commercial généralement utilisé de CFD a besoin toujours d'un long temps pour les calculs afin de réaliser une exactitude acceptable, et l'interface du logiciel n'est pas très facile à utiliser.

b-Les logiciels de simulation des écoulements d'air dans des géométries complexes N3S du CERMA

N3S simule les écoulements d'air et les champs de pression autour et dans les constructions. C'est un logiciel de mécanique des fluides basé sur la méthode des éléments finis. On peut y coupler éventuellement la turbulence du vent et une équation thermique. Ce code de calcul permet de traiter des géométries complexes telles que celles des bâtiments et des îlots urbains.

L'écoulement du vent est supposé être tridimensionnel, incompressible, turbulent et permanent et donc gouverné par les équations de Navier-Stokes et de continuité. Le modèle de turbulence K-e à deux équations est utilisé pour calculer les tenseurs de Reynolds. Le code de calcul N3S résout cet ensemble d'équations en utilisant une méthode de discrétisation aux éléments finis pour prendre en compte des géométries complexes. (*)

Trois étapes sont nécessaires pour réaliser une simulation : une phase de pré-traitement pour construire, à l'aide du maillage SIMALL de la société Simulog, le maillage volumique en tétraèdres de l'espace et définir le domaine de calcul ; la phase de résolution des équations avec les conditions de vent imposées (profil du vent) en utilisant N3S et le post- traitement, à l'aide de GRAFN3S, pour analyser les flux d'air et le champ des vitesses. (Fig. 26)

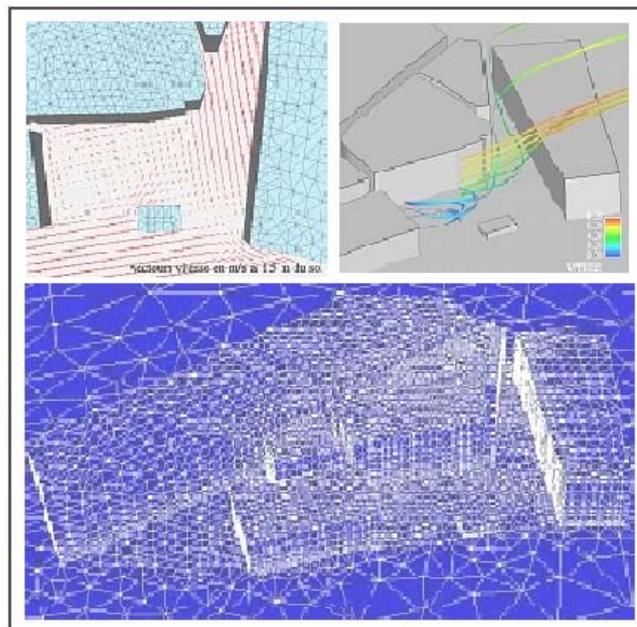


Figure 26 ; La simulation par le N3S

(*) Page web : 217clogiciels.htm

Cet outil de simulation demeure encore difficile à utiliser de façon courante et nécessite une configuration informatique performante pour traiter les mouvements d'air dans des ensembles urbains complexes. Néanmoins, il constitue une avancée significative dans le champ des techniques de simulation micro-climatiques et ouvre d'intéressantes perspectives de développement

▪ **Exemple de simulation du vent d'une place urbaine avant et après insertion d'un bâtiment en utilisant le code de calcul N3S :**

(Groleau, Marenne, Gadihe, 1993)

L'étude d'impact micro-climatique d'un immeuble de bureaux et d'accueil du public a été réalisée dans le laboratoire CERMA, à Nantes en France. Le projet doit être implanté sur une place située dans le centre historique de la ville. La place, principalement piétonne, est de forme rectangulaire avec axe principal dévié de 30° vers l'est par rapport à la direction sud.

Les architectes firent des propositions pour satisfaire les spécifications techniques du programme et respecter les contraintes architecturales et urbaines tout en ayant soins de ne modifier sensiblement les activités et les usages de la place actuelle.

Les outils de simulation ont permis une meilleure approche des conditions micro-climatiques actuelles dans les espaces extérieurs de la place. Ils ont également facilité l'évaluation comparée des effets vent et soleil produits par les différentes propositions de projets.

Les écoulements du vent directement liés aux configurations urbaines ont été simulés au moyen du code N3S. Pour calculer dans un temps raisonnable les flux d'air en trois dimensions, on a simplifié dans une certaine mesure la géométrie des bâtiments ; les volumes ont été modélisés sous forme prismatique et avec une même hauteur de 18 m.

La simulation du vent a été réalisée pour une incidence sud-ouest correspondant aux vents les plus fréquents dans cette région côtière.

Le profil vertical de vent appliqué correspond à un vent de banlieue satisfaisant la relation : $U = (Z / 30)^{0,23}$

Le maillage tridimensionnel a été généré autour des bâtiments de la place et étendu à une boîte parallélépipédique représentant le domaine de calcul suffisamment large pour éviter des interactions entre les zones de recirculation et les frontières du domaine

Le domaine retenu a une longueur de 550 mètres (dans le sens du vent), une largeur de 400 mètres et une hauteur de 80 mètres. La totalité du maillage comprend plus de 11000 tétraèdres, soit environ 2000 nœuds de vitesse

Le temps de calcul requis pour atteindre une solution convergée, pour une simulation, a été de moins d'une heure CPU sur CRAY-YMP.

Le post-traitement des données brutes évaluées sur chaque nœud du maillage permet de visualiser l'écoulement du vent (vecteur vitesse) sur un plan horizontal au niveau du piéton

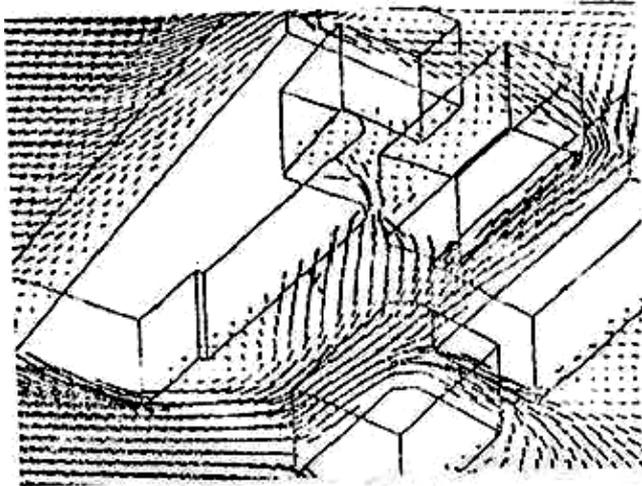


Figure : Champ des vecteurs vitesse

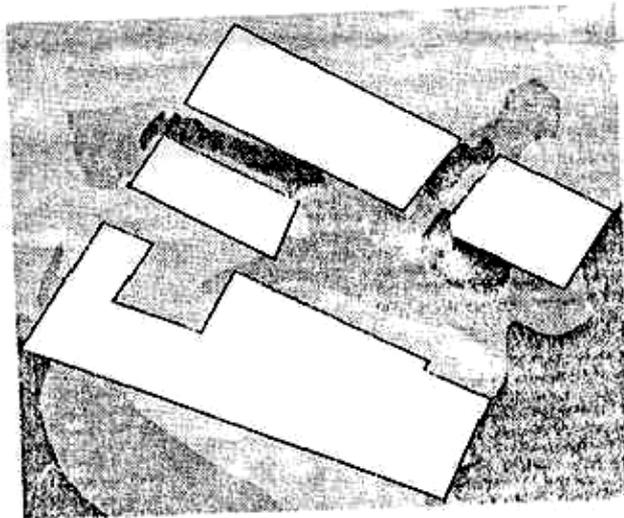


Figure : Exposition au vent sur la place

Fig.27

On peut ainsi remarquer que le vent pénètre tangentiellement dans la place, puis est dévié dans la partie est quand les flux d'air rencontrent le bâtiment situé au sud-est en séparant en deux l'écoulement. Le vent sort canalisé par la rue latérale et la rue Nord-Est. Une zone de recirculation se développe dans la partie sud-ouest de la place. (Fig.27).

Une simple classification des zones suivant les vitesses d'air fait apparaître quatre types de zones (Fig. 28, du sombre au clair)

- Une zone de petite dimension “ fortement exposée” avec une vitesse de vent qui peut atteindre jusqu’à deux fois la vitesse imposée en entrée (en site dégagé). Elle correspond à un phénomène local situé au coin du bâtiment près de l’entrée de la rue latérale Est.
- Deux zones “ exposées” avec une vitesse d’air identique ou supérieure à celle imposée; l’une se développe autour de l’espace “ fortement exposé” précédent, l’autre occupe l’entrée sud de la place
- Une zone « protégée » avec une vitesse d’air réduite dans la partie nord-est de la place
- Et une zone « bien protégée » avec de basses vitesses dans la partie ouest et centrale de la place

L’orientation de la place par rapport à la direction sud-ouest du vent offre une bonne protection générale de la place. Différentes coupes transversales sur la place

Une seconde simulation aérodynamique a été réalisée pour la proposition qui établit le bâtiment projeté. Quelle est l’incidence de ce bâtiment sur les écoulements de l’air et sur le champ de vitesse dans la place ? La fermeture de la place au sud produit un écran efficace contre la pénétration de l’air. Néanmoins, les ouvertures latérales de part et d’autre du bâtiment et principalement à l’Est entraînent une relative accélération du vent. On observe le même phénomène dans le passage piéton ménagé sous le bâtiment qui établit une mise en communication de deux zones à pression différente.

A l’arrière du bâtiment, sur cette nouvelle place, le projet n’apporte pas de modification sensible des conditions de vent ; il accentue cependant l’effet global de protection. En appliquant la même classification simplifiée utilisée précédemment, il est facile d’apprécier les effets du vent sur la place après l’adjonction du bâtiment

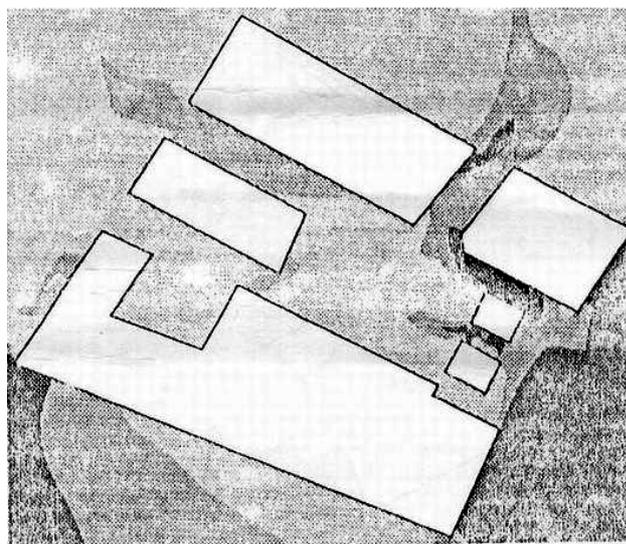


Fig. 28 : Incidence du projet sur les conditions de vent

VI- Conclusion :

L'intégration du facteur vent dans la conception urbaine et architecturale depuis longtemps a donné des types de tracés de voiries, des formes de constructions, des détails d'architecture et des tissus anciens spécifiques pour chaque région notamment à Biskra. Nous avons exposé dans ce chapitre les différentes méthodes d'une étude aérodynamique dans un milieu urbain de la méthode de mesure en situ à la simulation analogique puis numérique. On a définie et montré les avantages et inconvénients de chacun d'eux à travers des exemples d'illustration d'une rue, un quartier, une place urbaine ou un ensemble de bâtiments élevés. Ces méthodes restent jusqu'à maintenant inutilisables et inconnues pour les architectes et urbanistes.

Ce chapitre a orienté le choix de la méthode de vérification de l'hypothèse à l'utilisation de la simulation analogique pour des raisons que nous allons les développer ultérieurement.

I- CONCLUSION :

Ce chapitre est une synthèse des conclusions typologiques et bioclimatiques de l'interaction entre le contexte architectural et urbain et facteur climatique vent.

Il serait illusoire ou tout au moins prématuré, de vouloir édicter un guide de recettes pour l'utilisation des bâtiments et de l'aménagement de l'espace urbain en vue de créer des microclimats particuliers évitant ainsi des gênes par rapport au vent.

De plus, il ne s'agit là que d'un type de conséquences des constructions, dont la prise en compte ne doit pas être dissociée des autres aspects d'une approche architecturale globale.

Néanmoins les microclimats urbains se trouvent à la charnière de deux tendances fortes :

- ♦ Reconquête de l'espace extérieur urbain par les citoyens (rues piétonnes, espaces publics...).
- ♦ Prise en compte du climat dans l'architecture (énergies nouvelles, architecture «bioclimatique »,...).

Parallèlement aux efforts de recherche visant à une meilleure connaissance générale des phénomènes, les architectes, en s'appuyant sur l'expérience et l'observation, peuvent et doivent acquérir une certaine sensibilité climatique, qui enrichit leur vision et leur conception des espaces urbains.

Quand on construit un bâtiment, il y a peu d'opérations dans lesquelles, au moment de la conception, ont été intégrées des simulations climatiques.

Généralement, on ne s'aperçoit qu'après la signalisation des problèmes d'inconfort : on peut alors essayer de faire des modifications. On ne le fait que lorsque les conditions créées sont inconfortables, insupportables : parce que, c'est difficile de faire revenir un concepteur, un bureau d'études après achèvement du projet.

Par contre, dans la mesure où les gens qui vivent ces espaces quotidiennement peuvent eux-mêmes les modifier, on peut imaginer un autre mode de correction, plus direct et plus continu. Pour ce qui est du confort dans la zone habitée, la zone des deux mètres au-dessus du sol, des aménagements très minimes peuvent modifier les microclimats. Quelque chose qui ne se base pas sur des processus lourds où l'on fait revenir un spécialiste pour des études climatiques complètes, mais plutôt sur la possibilité pour les habitants de mettre une haie, de faire évaluer l'usage des espaces et des conditions microclimatiques, constitue la meilleure garantie d'une utilisation climatiquement rationnelle des espaces.

Cette pratique de transformation de l'aménagement de l'espace et de son microclimat par les habitants ne s'oppose pas à la recherche de moyens de simulation prévisionnelle. Même avec une prévision très poussée, on est toujours en confrontation permanente entre l'usage des espaces extérieurs et la formation des microclimats.

A- Limites de la recherche :

Bien qu'il n'y ait pas des limites à la recherche nous devons signaler quelques contraintes rencontrées en abordant notre sujet, et qui constituent en terme général les limites suivantes :

1- Limites de l'étude :

Nous avons essayé de mettre en exergue l'influence de la configuration des bâtiments et leur disposition sur le changement des caractéristiques du vent incident des milieux arides et semi-arides et sur le confort des personnes en espaces extérieurs à travers une approche environnementale, dont le facteur bioclimatique vent constitue l'axe principal à la recherche d'un prospect aéraulique

La production de norme spécifique à ces milieux par rapport au facteur vent nécessite une grande complicité interdisciplinaire intégrant les différents intervenants (architectes, urbanistes, aérodynamiciens, climatologues, autorités locales de gestion de l'habitat collectif et d'aménagement de l'environnement...etc.) et un temps très considérable de calcul numérique et d'expérimentation et des multiples séances de travaux. Ce qui rend l'étude loin d'émettre une quelconque quantification, ni une proposition d'un règlement.

Ce travail tente à priori d'attirer l'attention des différents intervenants dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme, sur la nécessité absolue de considérer les spécificités environnementales des milieux arides et semi-arides et d'inciter les architectes et urbanistes à intégrer le facteur vent dans tout acte de projection, et par la même occasion contribuer à l'enrichissement des connaissances dans ce domaine.

2- Limites des instruments fonctionnalistes :

Les groupes de bâtiments recueillis sont pris indépendamment de leur environnement voisin, qui peut avoir une influence sur la conformité des résultats requis de l'expérience et ceux observés en réalité. Car l'écoulement de l'air est sensiblement changeant au moindre obstacle et spécialement si celui-ci représente une certaine élévation, et ceci peut être apparent en réalité si le groupe de bâtiments est situé dans un milieu dense entouré d'un nombre important de bâtiments.

Nous pourrions proposer une simulation plus étendue d'un environnement plus large si les conditions suivantes sont disponibles :

- ♦ Une soufflerie ou tunnel à vent de dimensions plus grandes, équipée de possibilités de mesure pour plus de quantification des résultats
- ♦ Nous jugeons nécessaire l'utilisation d'une simulation aéraulique très poussée, pour le cas d'un programme d'aménagement important ou d'un projet destiné à des activités en plein air (stade, théâtre en plein air, ..)
- ♦ Avec l'utilisation d'un logiciel de simulation numérique nous pouvons avoir de large possibilités de variations soit en orientation du plan de masse ou en vitesse du vent, et ainsi obtenir des résultats plus quantifiables malgré que la simulation analogique donne des résultats plus directs et bien visibles sans recours à des résolutions mathématiques et numériques appropriées très longues destinées aux spécialistes en mécanique des fluides ou en aérodynamique. Notant que chaque type de simulation présente des avantages et des inconvénients

3- Limites d'ordre climatique :

Parmi les caractéristiques des zones arides et semi-arides, la grande température de l'air en été, et parmi les caractéristiques de l'air chaud, la légèreté qui le pousse à s'élever et à s'agiter et c'est pour cela qu'on enregistre plus de turbulences en été qu'en hiver, par contre l'air froid plus lourd est plus stable fait qu'il y a moins de turbulence. Donc à côté des effets de la force du vent, la température provoque aussi des turbulences.

Les turbulences ne sont pas toujours des éléments de gênes, ils peuvent présenter des agréments et des ressources de ventilation en été

Les turbulences générées par la température de l'air sont très minimales et très délicates à visualiser. Si nous avons pu varier les simulations entre air froid et chaud, les différences ne seraient pas tellement visibles à l'échelle réduite du banc d'essai bien qu'elle existe en vraie grandeur.

En conclusion nous pouvons dire que nos résultats sont relatifs et dépendent des conditions de l'expérimentation.

B- RECOMMANDATIONS :

Au regard des effets dus à la forme et l'implantation des bâtiments, un certain nombre de dispositions et dispositifs peuvent être envisagés pour la protection des piétons dans les espaces extérieurs contre les effets indésirables du vent. Il s'agit de principes généraux à mettre en œuvre.

B-1- Principes généraux :

Pour éviter quelques effets, des recommandations générales doivent être respectés à cotés des conseils cités dans l'annexe III :

a- Pour les effets de site :

Mettre les groupes de bâtiment à l'abri des vents dominants par leur implantation en aval d'un obstacle géographique ou l'utilisation d'un écran végétal ou brise - vent pour créer un microclimat

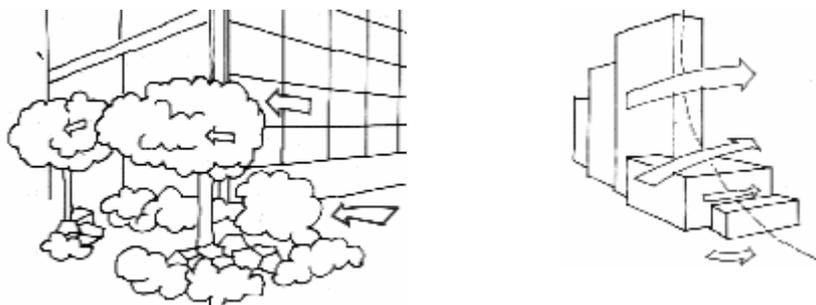
Donc avant la conception nous devons faire penser bien attentivement au choix du site et opter pour des zones protégées par les recommandations suivantes :

- éviter des axes de rues piétons dans le sens du vent
- proposer des cheminements alternatifs
- densifier par des masses végétales
- repérer zone d'abri naturel sous le vent.

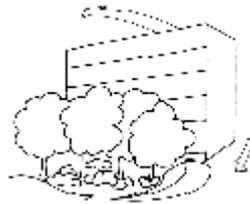
b- Les effets du bâti :

Pour notre cas des bâtiments collectifs ; les recommandations sont les suivantes :

- ***Pour éviter l'effet de coin, il faut :***
 - Opérer un retrait à partir du premier étage par rapport au rez de chaussée ou ceinturer les bâtiments par un élément en rez de chaussée
 - Placer la végétation au coin des bâtiments pour amortir les flux indésirables du vent et éloigner les passages des piétons par quelques mètres



- ***Pour éviter l'Effet de tourbillon amont, il faut ;***
 - créer un auvent horizontal au-dessus du niveau piéton. pour intercepter les composantes verticales des flux d'air
 - recréer une rugosité de sol par des plantations ou du mobilier urbain dans la zone de sillage.
 - prévoir des écrans horizontaux au-dessus du niveau piéton, par exemple du type "pergola".
- ***Et pour éviter effet de sillage et tourbillon aval,***
 - recréer une rugosité de sol par des plantations ou du mobilier urbain dans la zone de sillage.
 - prévoir des écrans horizontaux au-dessus du niveau piéton, par exemple du type "pergola".



- ***Et pour éviter l'effet de trou ou de passage sous immeuble, il faut***
 - éviter les implantations d'immeubles dans l'axe du vent,
 - favoriser le passage des flux au-dessus du niveau piéton.
 - créer des pertes de charges dans les passages afin d'homogénéiser les champs de pression
 - Si c'est nécessaire de faire des pilotis il faut augmenter la porosité du bâtiment
- ***Eviter les formes de barre ;***
 - en modifiant le bâtiment par des volumes adjacents
 - Introduire des éléments de mobilier brise-vent dans le couloir de liaison des zones de pression différente entre immeubles.
- ***Pour éviter l'effet venturi, il faut à coté des autres recommandations***
 - diminuer ou augmenter la valeur de l'espacement.
- ***Pour éviter l'effet de canalisation, il faut :***
 - augmenter la porosité par des espacements entre immeubles.
 - introduire des pertes de charge par brise vent; mobilier urbain, végétation.
- ***Pour éviter l'effet de maille, il faut :***
 - refermer la maille, et l'orientation de l'ouverture est contre le vent
 - augmenter la valeur du rapport entre hauteur et surface.

- **Pour éviter l'effet d'agora (espace extérieur des bâtiments très exposé au vent) il faut ;**
 - Créer des mails de plantations

c- Les aménagements complémentaires :

Les brise-vent artificiels et végétaux (en ligne, en masse), les talutages et leur combinaison permettent de maîtriser localement par effet de filtre ou de déflecteur l'impact du vent.

c-1- Les brise-vent artificiels :

- Cas de l'écran plein



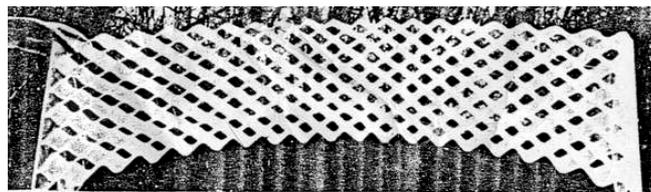
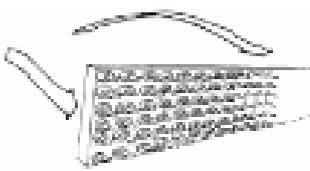
Les écarts de pression en amont et en aval sont importants.

- Existence d'un tourbillon amont.
- Les retombées de flux en sillage sont importantes.
- Bonne efficacité sur courte distance et zone de protection peu étendue

- Cas de l'écran poreux :

Les écarts de pression en amont et en aval sont rééquilibrés.

- Les retombées de flux en sillage sont moins fortes.
- Jet d'air à proximité de l'écran.
- Bonne efficacité sur moyenne distance et zone de protection plus étendue.



c-2- Les brise-vent végétaux :

La nature, la forme et l'implantation des essences végétales influent sur la qualité des flux d'air par exemple : les végétaux à feuillage caduc augmentent leur perméabilité à l'air lorsque les vitesses du vent augmentent, les conifères ont un comportement inverse; un arbre au port fastigié réagit différemment d'un arbre au port étalé; une implantation en haie n'abrite pas de la même façon les espaces en aval.

B-2 - Recommandations spécifiques au cas d'étude :

A partir des résultats de l'expérience sur les typologies du cas d'étude, qui les évaluent positivement ou négativement, nous avons simulé quelques propositions de solutions ponctuelles (placement de végétation). Dans cette section nous proposons quelques recommandations au coté des principes généraux pour une conception adaptée au facteur vent, nous ajoutons nos recommandations et nous les illustrons avec les typologies testées. Nous avons jugé nécessaire de les classer en recommandations de prévention et de traitement ; de prévention avant la conception et de traitement comme remèdes après réalisation.

1- Recommandation de prévention :

Nous devons avant toute conception respecter les principes généraux cités ci-dessus (*section B-1*) et nos recommandations suivantes :

a- Orientation :

L'orientation représente le premier et le principal critère que le concepteur doit respecter

- Pour un groupe composé d'une juxtaposition de deux ou quatre bâtiments en forme de barre, il doit être orienté à un angle entre 45-50° par rapport au vent. (*typologies ; A, H, M*)
- Les bâtiments de configuration en forme d'un alvéole, poche ou forme d'un « U » doivent avoir l'ouverture de l'espace extérieur (cour) contre vent (*E, F, G, I*).
- Orienter les espaces rues entre deux bâtiments opposés de rapport $H=L$ (hauteur des bâtiments = largeur de l'espacement entre bâtiments), à la même direction que le vent (*cas H*) ou à angle de 45° mais jamais contre vent.

b- Densité :

Eviter les groupes de bâtiments très ouverts et des espacements très larges entre immeubles (*type B, J*).

c- Configuration des bâtiments :

Pour les cas des groupes composés de deux bâtiments opposés en forme d'un «U» le premier bâtiment exposé au vent doit être plus haut que le deuxième

Eviter les configurations de typologie (C, D), que malgré les variations d'orientation restent inadéquates par rapport au facteur vent.

d- Revêtement du sol :

Le revêtement des sols urbains doit être compact, le sol à Biskra est sec et sableux ce qui rend facile son mouvement par effet du vent et influe sur la visibilité et engendre une grande gêne, pour éviter cela il ne faut jamais laisser le sol des espaces extérieurs sans revêtement.

Le revêtement doit présenter aussi un certain nombre de qualités en plus de l'étanchéité, la rugosité, la réparabilité, l'adaptabilité aux obstacles du trottoir, la résistance à l'orniérage, à la fatigue, au cisaillement, l'esthétisme, la propreté.

Il faut prévoir en stade de conception les zones de revêtement et les zones à laisser pour plantation et ne pas laisser ça au pur hasard ou à des aménagements complémentaires qui ne se réaliseront jamais.

Le revêtement en sol se fait par différents matériaux et pratiques ; soit en dalle de béton (le pavé), en Asphalte ou en sol stabilisé.

Nous utilisons pour les trottoirs les dalle en béton, l'asphalte pour les parkings tandis que nous optons et conseillons d'utiliser le revêtement en sol stabilisé pour les espaces de promenade, les squares, les placettes et les terrains de jeux, pour les raisons suivantes ;

- Facile à appliquer, il suffit d'un compactage du sol en utilisant un liant hydraulique (chaux, laitier...etc.) ou liants hydrocarbonés (bitume).
- Economique ; en cas du non-achèvement des opérations de la réalisation des infrastructures, ce qui est fréquent pour les grandes opérations des ensembles des habitations collectifs, le revêtement peut être détérioré sans causer de perte considérable
- Le sol stabilisé était utilisé pour les espaces urbains anciens et avait prouvé son adéquation bioclimatique en contrarié avec l'asphalte et le pavé, il reflète moins de radiation solaire en été. Le sol ainsi compacté ses particules sont fixées et ne peuvent pas être emportées par le vent
- Le sol stabilisé qui tient de la terre procure une meilleure intégration avec la nature et une possibilité de planter les espaces verts

Au coté des autres aspects des espaces verts que nous allons les aborder ultérieurement, le sol peut aussi être revêtu de gazon qui représente un meilleur fixateur du sol et un régulateur de la température de l'air.

e- Espaces verts :

Les plantations ont pour fonction d'utilité, d'accompagnement et d'esthétique

La plantation des végétations doit accomplir les trois fonctions il ne suffit pas qu'elle ait un rôle de brise - vent, les plantations doivent à la fois :

- servir d'écran contre les vents, les vues indésirables, le son,
- canaliser la circulation des véhicules et des piétons,
- accompagner les habitations, les divers éléments choisis,
- appuyer la composition,
- être décorative.

Pour le cas d'étude, nous avons essayé de savoir que peut apporter la végétation aux typologies. Après l'expérimentation nous avons conclu que la végétation n'était pas toujours appréciable, car un groupe d'arbres constitue un obstacle pour le vent, et peut engendrer lui aussi des effets sur les bâtiments voisins, et son influence est due à la densité, la végétation, le choix des plantes et à la position du groupe d'arbres par rapport aux bâtiments et aux ouvertures de l'espace extérieur.

- Donc il faut éviter les plantations arbitraires et si elle est pour un rôle d'esthétique ou d'accompagnement il faut prévoir des plantations (brise-vent végétal) à l'entrée des flux d'air et non au centre de la cour urbaine. (*typologies A, B, G*)
- Pour le choix des plantes nous optons à l'utilisation :
 - des Haies libres, et des bandes boisées pour créer un large écran contre le vent
 - Tapis de plantes rampantes pour fixer les sols et couvrir les surfaces non utilisables.
 - Le gazon pour couvrir les surfaces destinées au jeu, à la détente.

f- L'aménagement des espaces bleus :

La présence de l'eau dans les espaces extérieurs des ensembles de l'habitat collectifs est un agrément remarquable qui mérite de lui faire sa place (aménagement des fontaines, bassins...). L'eau a un rôle de rafraîchisseur et humidificateur de l'air par son évaporation surtout en période estivale, qui fixe les poussières et les sables emportés par le vent

g- Choix des activités :

Les activités urbaines ne peuvent être envisagées qu'à partir les zones distinguées de l'expérimentation. Les zones turbulentes ne peuvent pas comporter des activités exigeant une position stable, assise de courte ou

de longue durée (Café-restaurant, Kiosque, centre d'achats, aire de jeux et de détente) et nécessitent des zones protégées à l'abri des vents. Les zones intermédiaires peuvent être suggérées pour les marches ou les promenades à pied ou à vélos.

3- Recommandations de traitement :

Après la réalisation des bâtiments, les usagers de l'espace extérieur sont confrontés à des effets gênants dus au vent que son écoulement est influencé par la configuration et la disposition des bâtiments existants généralement leur conception néglige les directions des vents incidents

Une fois les rafales du vent pénètrent à l'intérieur de la cour urbaine constitué par l'implantation des bâtiments nous ne pouvons pas les contrôler, même si la composition dispose d'un groupe d'arbres dans l'espace extérieur.

Les seules corrections urbaines que nous pouvons proposer c'est de bloquer les vents dominants les plus fréquents et les plus gênants (Nord, Nord-ouest, Sud, Sud -Ouest)

Entre les deux saisons d'été et d'hiver, le bâtiment est exposé aux vents de directions opposées, ce qui rend la tâche un peu difficile car nous ne pouvons pas implanter les brises – vent dans toutes les positions qui peuvent causer d'autres problèmes. Parmi les typologies qui ont pris en considération ; les deux directions du vent (*la typologie –G -*) ; une seule direction (*Les typologies – F- E*)

Pour les autres typologies, en plus de l'implantation des arbres, le revêtement du sol et l'aménagement des points d'eau, nous proposons des brises-vent artificiels de type poreux changeable suivant la saison (*Fig. a*) qui doit avoir une forme aérodynamique pour faciliter la déviation des vents. La position des brise-vent doit être bien étudiée (*Fig. b*)

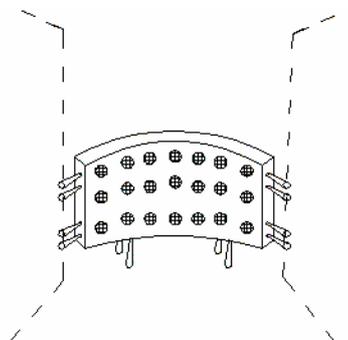
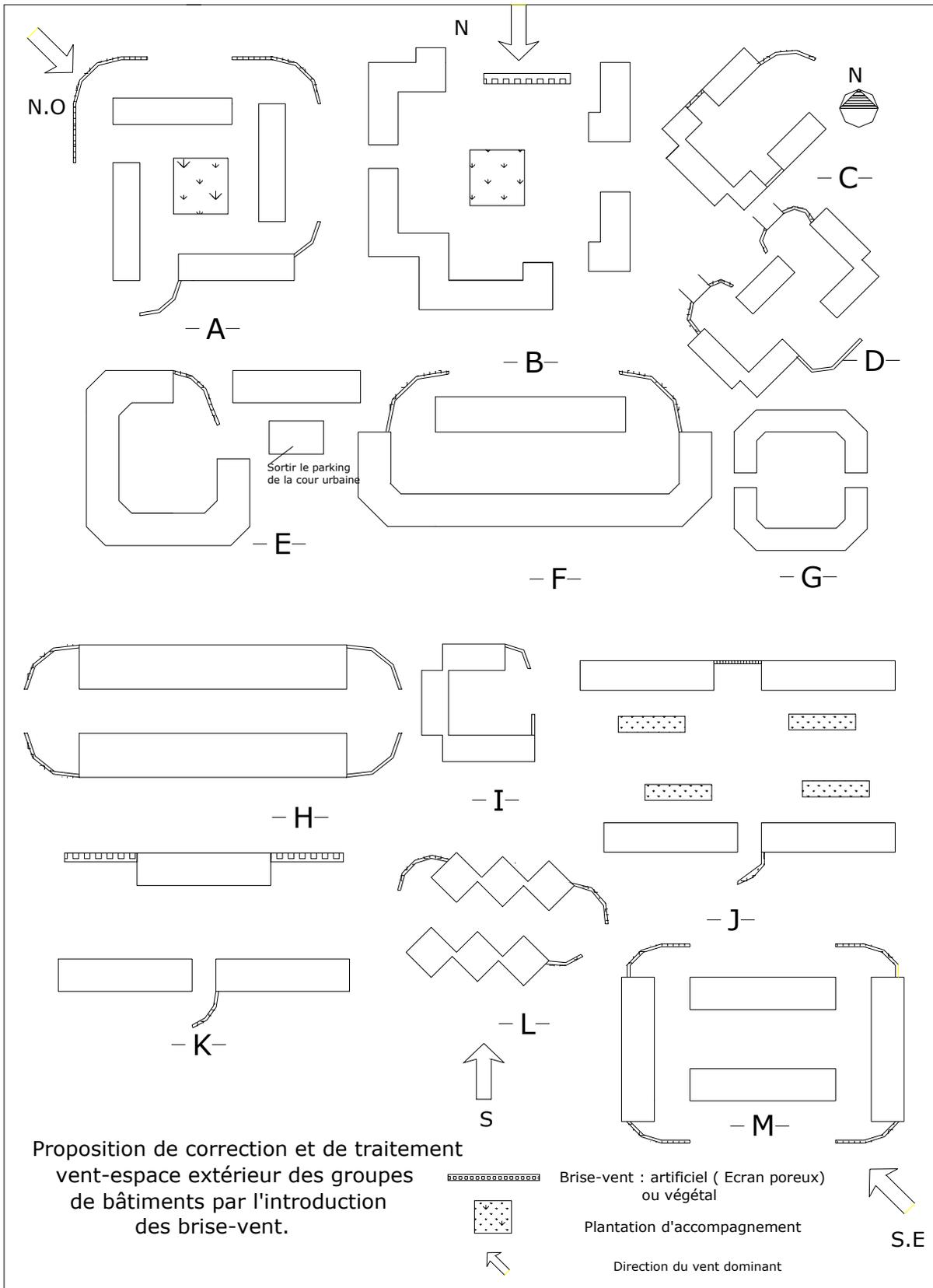


Fig. a : Un brise-vent artificiel entre bâtiments



Pour conclure, malgré les contraintes qui ont entouré cette recherche, nous avons pu dégager quelques principes et recommandations, qu'en les respectant et l'appliquant, l'architecte-urbaniste chargé de l'étude d'une conception d'un ensemble de bâtiments collectifs dans les milieux arides et semi-arides caractérisés par des vents fréquents peut les appliquer pour rendre l'espace extérieur plus confortable aux activités quotidiennes des personnes.

Cette démarche vise, en grande partie, à sensibiliser les intervenants dans le domaine d'architecture, d'urbanisme et d'aménagement de prendre en compte le facteur vent et à l'intégrer dans leur conception. Cette dernière doit accorder une grande importance à ; l'orientation du groupe de bâtiments par rapport aux directions des vents ; la densité du plan de masse en évitant les espacements inutiles entre bâtiments ; l'élévation des immeubles qui doit être moins de quinze mètres de hauteur ; la configuration architecturale et urbaine qui doit être plus compacte et plus fermée contre le vent.

L'architecte-urbaniste doit savoir que la recherche du confort de l'homme ne se limite pas aux espaces intérieurs de l'habitat mais aussi à l'espace extérieur qui comporte les activités vitales de l'homme.

BIBLIOGRAPHIE

- ♦ **Alkama.D, Saouli. A.Z, (1997)** "Analyse de la croissance urbaine d'une ville des zones arides en Algérie (cas de Biskra) " Séminaire National en Architecture, Biskra les 10& 11 Nov. 1997
- ♦ **ASHRAE, (1997)**, "Handbook-Fundamentals, ASHRAE, Atlanta, Ch.26.30.
- ♦ **Bertrand.M.J, (1980)**, "Architecture de l'habitat urbain, la maison, le quartier, la ville", édition Bordas, Paris.
- ♦ **Boudon .Ph, (1968)**, "Pessac de 1927 à 1967 : humanisation d'une architecture" in. Architecture, forme, fonction.14ème année.pp.9-17
- ♦ **Capdérous, (1985)**, "Atlas solaire de l'Algérie", édition O.P.U, Alger, 1985, p.32
- ♦ **Chatelet. A, Fernandez.P, Lavigne.P, (1998)** "Architecture climatique : une contribution au développement durable" (tome 2), édition Edisud, Paris.
- ♦ **Chen, Dengao, Cai, Jian, (1994)**, "The Documents Collection for Building Design (in Chinese) ", Vol. 1, Chinese Construction Industry Publication Inc., Beijing, P. R. China, 196 p.
- ♦ **Chen. Q, (1997)**, "Computational fluid dynamics for HVAC: successes and failures", ASHRAE Transactions, 103 (1), p. 178-187.
- ♦ **Chagas. M.P, (1985)**, "Milieu physique et le projet d'architecture" Eichler J.L et Dieffencher.D- Liaisons extérieures couvertes, 1985 Mémoire du séminaire –Architecture et environnement physique, édition école d'architecture de Straspourg, 1975-1985
- ♦ **Cornu. M, (1977)**, "Libérer la ville", Bruxelles, édition Casterman,
- ♦ **Dalglish. W. A, Boyd D. W, (1964)**, "Le vent sur les bâtiments", CBD-28-F, page web, Digeste de la construction au Canada.
- ♦ **De la salle.X, (1982)**, "Espaces de jeux, espace de vie, la pratique de l'espace", édition Bordas, Paris.
- ♦ **Delaury.D, (1986)**, "Micro-climat d'une rue", Conception des formes urbaines et contrôle énergétique, Actes du colloque, Nantes 24, 25 avril 1986, édition école d'architecture de Nantes
- ♦ **Duplay. C et M, (1982)**, "Méthode illustrée de création architecturale", édition Le Moniteur, Paris
- ♦ **Escourrou. G, (1981)**, "Climat et environnement : Les facteurs locaux du climat", édition Masson Col Géographie, 182 p
- ♦ **Escourrou. G, (1991)**, "Le climat et la ville", édition Nathan, Géographie d'aujourd'hui, Paris.
- ♦ **Gausсен. G, Rognon.C, (1995)**, "Désertification et aménagement au Maghreb" Cours des séminaires de Médenine (Tunisie) et d'Agadir (Maroc) 1993, édition L'Harmattan

- ♦ **Gandemer. J, Guyot.A, (1976)**, "intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti" cstb Nantes, groupe abc, documentation française.
- ♦ **Gandemer. J, (1979)**, "Analyse du phénomène vent en milieu bâti", les aides à la conception des projets d'architecture et urbanisme climatique, Actes de colloques d'architecture climatique collioure, séminaire interchercheurs, plan construction, 16-17-18 Mai 79
- ♦ **Gandemer. J, (1986)**, "Le confort et le vent dans les espaces extérieurs", Conception des formes urbaines et contrôle énergétique, Actes du colloque, Nantes 24, 25 avril 1986, édition école d'architecture de Nantes.
- ♦ **Gandemer. J, (1986)**, "Du diagnostic à l'expérimentation en soufflerie, contribution à la conception des espaces urbains", Conception des formes urbaines et contrôle énergétique, Actes du colloque, Nantes 24, 25 avril 1986, édition école d'architecture de Nantes.
- ♦ **Guyot. A,**" conception architecturale en fonction du vent ", fascicule 2260 Editions techniques, Encyclopédie du Bâtiment, édition Eyrolles
- ♦ **Guyot A,** "Le vent - l'architecture et l'aménagement", Extrait d'intervention de cours - conférence en 4 ème année à l'école d'architecture de Marseille Luminy.....
<http://www.marseille.archi.fr/~imagine/pedagogie/vent/coursvent.html>
- ♦ **Gandemer. J, Guyot. A, (1981)**, "La protection contre le vent, aérodynamique des brise-vent et conseils pratiques" cstb Nantes, groupe abc, 1981 diffusion cstb.
- ♦ **Gandemer. J, (1984)**, "Aide aux concepteurs dans la prise en compte du phénomène vent", recherche et architecture, C. N° 57.
- ♦ **Givoni. B, (1978)**, "L'homme, l'architecture et climat", édition Moniteur, Paris.
- ♦ **Givoni. B, (1997)**, "Climate Considerations in Building and Urban Design", Van Nostrand Reinhold Inc., New York, 464 p.
- ♦ **Groleau.D, Marenne.C, Gadilhe.A, (1993)**, "Des outils de simulation climatique une application à l'étude d'insertion d'un bâtiment dans un espace urbain", CERMA , Nante , 1993 (Traduction de la communication écrite pour la 3 rd European Conférence en architecture, Solar Energy in Architecture and Unrban planning, Florence Mai 1993)
- ♦ **Humphreys. M.A, (1970)**, "A simple theoretical derivation of thermal comfort conditions". J. Instn. Heat, Vent. Engrs, 38, 95
- ♦ **Izard. J. L, (1979)**, "Archi-bio", édition Parentheses
- ♦ **Izard J.L, Guyot A, Bonifait P, (1995)** "Ensoleillement et vents dans la zone Euroméditerranée", Laboratoire ABC ;Euroméditerranée

- ♦ **Krier.R, (1975),** " L'espace de la ville. Théorie et Pratique", éditions AAM.
- ♦ **Konya. A, (1980),** "Design primer for hot climate" Withey library of design, N.York.
- ♦ **Lynch. K, (1976),** " L'image de la cité" Coll.Aspect de l'urbanisme, édition Dunod, Paris.
- ♦ **Moore. F, (1993),** "Environment Control Systems: Heating Cooling Lighting", McGraw-Hill, Inc., New York, 427 p.
- ♦ **Muret.J-P, Alain Y-M, Sabrie.M-L, (1987)** "Les espaces urbains (concevoir, réaliser, gérer) ", édition du moniteur.
- ♦ **Murakami. S, (1998),** "Overview of turbulence models applied in CWE-1997", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76, p. 1-24.
- ♦ **Ministre de l'habitat, (1993)** "Recommandations architecturales", édition ENAG. Alger.
- ♦ **Panerai.P, Depaule.J.C, Morgan. M.D, Veyrenche.M, (1980)** "Elements d'analyse urbaine" édition AMC
- ♦ **Panerai. P, (1989),** "Les nouveaux tissus et leurs évolution, Les tissus urbains", colloque international, Oran 1-3 Décembre 1987, édition ENAG, Alger)
- ♦ **Pellegrino.P, (1994),** "Les styles d'habiter et les modèles d'habitat, Figures architecturales, Formes urbaines", Actes du congrès de Genève de l'association internationale de sémiotique de l'espace, La bibliothèque des Formes, Anthropos.
- ♦ **Pinon. P, (1992)** "Composition urbaine, 1- Repères", réalisé pour le compte du Service technique de l'urbanisme, édition STU, en avril 1992
- ♦ **Raymond.A, (1985),** "Grandes villes arabes à l'époque Ottomane", édition Sindbad, Paris.
- ♦ **Rapoport. A, (1972),** "Pour une anthropologie de la maison" Edition. Dunod, Paris.
- ♦ **Remade. F, (1993)** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement François Remade, édition science international.
- ♦ **Saidouni. M, Hadji.L, (2001)** "Evolution et actualité des espaces publics à Alger", Les cahiers de l'EPAU, revue semestrielle d'architecture et d'urbanisme, n°.9/10 octobre 2001,28-37.
- ♦ **Sakhraoui.N, (1996)** "Lecture et analyse critique de la gestion du foncier" , Mémoire de fin d'étude présenté à l'école nationale d'administration , 1996.

- ◆ **Seghirou. B,(2002)**, "Vers une approche environnementale de l'espace urbain", Magister non publié, Université Biskra, Département d'architecture, 2002.
- ◆ **Spinetta. A, (1954)**, "Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics", n°78, juin 1954. p.542.
- ◆ **Schriever, (1976)**, "Les vents au sol aux abords des bâtiments élevés" CBD 174, page web, Digeste de la construction au Canada.
- ◆ **Szczot.F, (1972)**, "Eléments analytiques de l'espace urbain. Essai de définition du paysage de la ville à l'échelle de l'homme" édition D.Vincent, Paris.
- ◆ **Toudert. F.A, (2001)** "Méthodologie d'intégration de la dimension climatique en urbanisme" Les cahiers de l'EPAU, Revue semestrielle d'architecture et d'urbanisme, n°.9/10 octobre 2001,108-111.
- ◆ **Vickery. B.J, Karakatsanis. C, (1987)**, "External pressure distributions and induced internal ventilation flow in low-rise industrial and domestic structures", ASHRAE Transactions, 98 (2), p. 2198-2213.
- ◆ **Wright.W, (1979)**, "Soleil, nature, Architecture", édition Parenthèse

Autres documents:

- ◆ Les annales de la recherche urbaine n° 67,1995
- ◆ C.A.D.A.T, Dossier de réalisation Z.H.U.N de Biskra, Rapport administratif
- ◆ Dossier d'aménagement de la Z.H.U.N , ville de Biskra Ouest / Extension.
- ◆ Encyclopédie autodidactique, edit Quillet Tome 6 , Paris 1977, corrigé 1984
- ◆ Plan d'aménagement de la Z.H.U.N Ouest
- ◆ P.D.A.U de Biskra Phase B , 1998
- ◆ P.U.D de Biskra, Phase C, rapport final, 1986
- ◆ P.D.A.U plan de la ville de Biskra, 1998.
- ◆ P.A.Z , plan d'aménagement et de la Z.H.U.N réglementaire C.A.D.A.T, 1980.
- ◆ fr.encyclopedia.yahoo.com/article/do/do_4762_p0.html
- ◆ OMM,(1995), Global climate change-fr
- ◆ Urba-gloss-19/01/95.

LA PARTIE EXPERIMENTALE

La meilleure méthode de vérifier l'hypothèse de cette étude est le recours à l'expérimentation. Pour ce cas, cette approche est plus avantageuse que la méthode théorique qui repose sur les similitudes, les comparaisons et la quantification des problèmes qui pourront être provoqués dans les mêmes circonstances. L'expérimentation fournit un outil opérationnel et pratique qui permet d'acquérir des résultats observables et proches à la réalité, sans se perdre dans les illusions et les prévisions.

Cette partie est divisée en deux chapitres :

- 1- Le premier présente le procédé et les étapes de l'expérimentation
- 2- Le deuxième expose les résultats de l'expérimentation et leurs interprétations

CHAPITRE I : L'EXPERIMENTATION

1- Introduction :

Ce chapitre, justifie nos choix pour la simulation analogique, et la soufflerie atmosphérique. Ce chapitre consiste aussi à présenter le matériel nécessaire utilisé ainsi que le procédé et les étapes de l'expérience.

2- Le choix de la simulation analogique :

La simulation analogique nous permet de reproduire le phénomène vent à une échelle réduite pour des maquettes volumétriques des groupes de bâtiments. L'approche sur maquette est particulièrement intéressante dans la mesure où le phénomène peut être qualifiés et évalués, tout en permettant un contrôle aisé des variations des vitesses et les modèles de configuration des bâtiments et leurs orientations.

Elle nous permet de visualiser et de constater les accidents aérodynamiques comme ils se manifestent en réalité d'une façon remarquable et d'apprécier la fiabilité de certaines typologies des bâtiments, comme elle nous donne la possibilité de s'intervenir pour tester les solutions des brises vent pour voir leurs effets.

3- Le choix de la soufflerie :

Nous avons utilisé le banc d'essai thermo-fluide pour des raisons de performance technique et de lieu.

Le hall de technologie du département de génie mécanique de l'université de Batna dispose de deux appareils capables de réaliser à petite échelle les simulations aérauliques ; une soufflerie atmosphérique (*Annexe IV- I*) et un banc thermo-fluide (*Annexe IV- II*)

Le banc thermo-fluide dispose d'un dispositif performant et approprié à ce genre d'expérience. La soufflerie atmosphérique est accommodée par un ventilateur puissant comme la simulation pour l'environnement ne nécessite pas des grandes vitesses, comme celles utilisées pour l'aviation, nous avons utilisé le banc thermo-fluide.

4- Matériels utilisés pour l'expérience :

Pour réaliser notre expérience, nous avons utilisé un matériel approprié pour ce genre de simulation qui traite le comportement de l'air vis à vis des obstacles différents pour notre cas d'étude (types des ensembles de bâtiments collectifs de Biskra)

a- Banc Thermo-fluide :



Fig. 1, BancThermo-fluide

(Laboratoire des mécaniques de fluide, Département de génie mécanique, Université centrale, Batna)

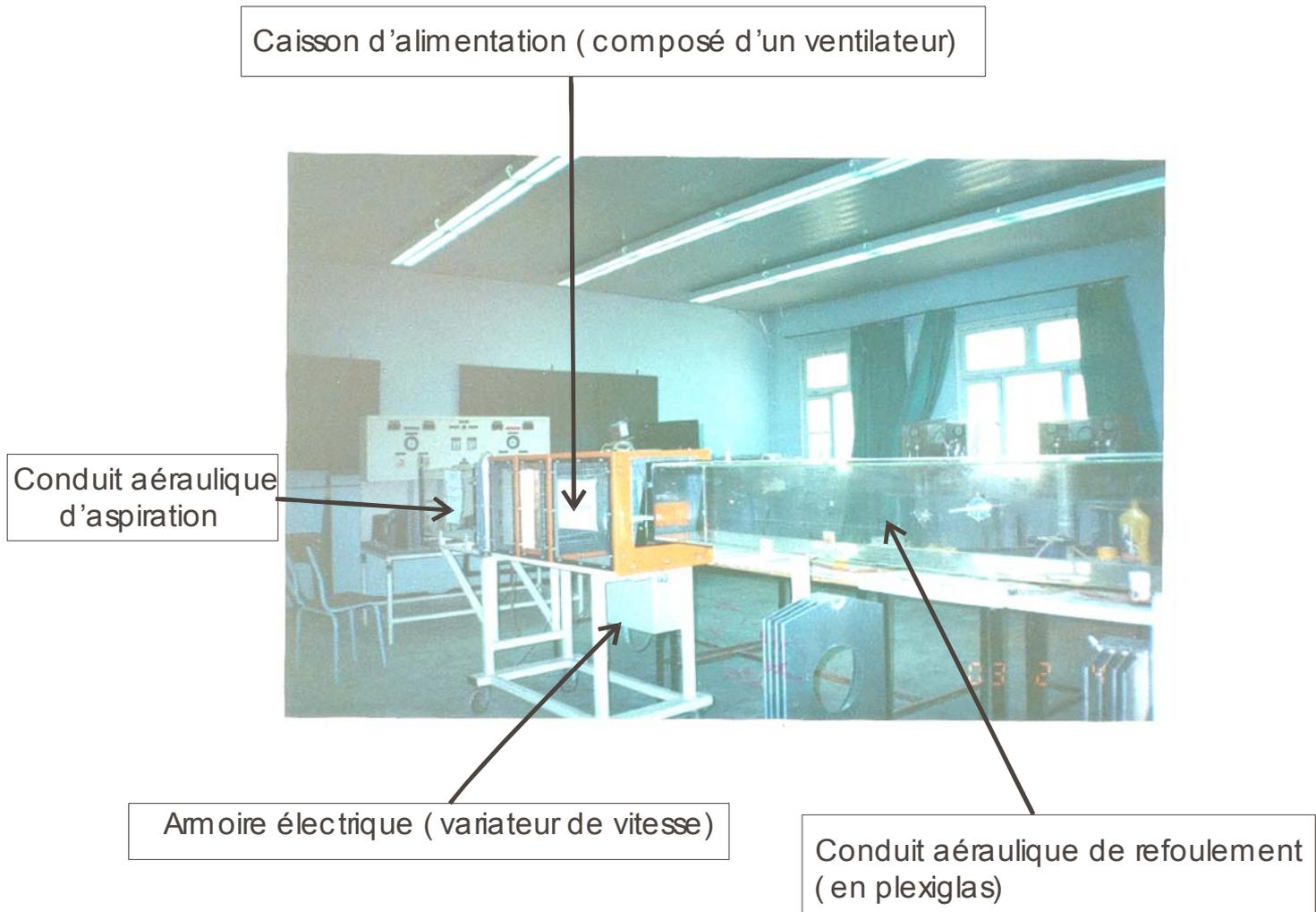


Fig. 2 : La composition du banc thermo-fluide (Annexe IV -II)

(Source : Manuel descriptif du banc / département mécanique, Université de Batna)

b- Les maquettes :

Les modèles les plus représentatifs du cas d'étude recueillis de l'analyse typo-morphologique, d'un nombre de treize (13) typologies, ont été reproduits à l'échelle de la soufflerie pour simuler le comportement de l'air entre bâtiments à petite échelle.

L'échelle qui s'adapte mieux avec les dimensions du banc thermo-fluide c'est le 1/400 e pour la plupart des typologies, seuls quelques modèles qui ont été réalisés à l'échelle 1/200 (Fig.3)

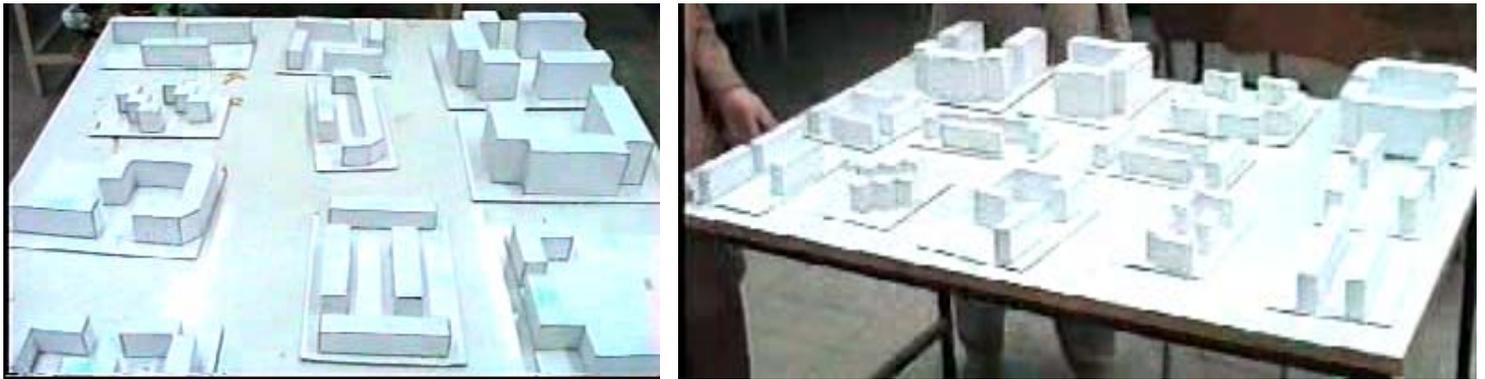


Fig. 3 Différentes vues des maquettes

c- Le produit visualisant l'écoulement de l'air :

L'air est un fluide incompressible invisible, mais son écoulement a une vitesse et une force qui a un effet sur le mouvement des particules légères qui sont rapidement emportés. Plusieurs tests sur différentes matières légères tels que l'enduit, la fumée du charbon, les grains de polystyrène nous ont permis de choisir les grains de polystyrènes car ils visualisent parfaitement le comportement de l'air par leurs mouvements. Mais leur couleur blanche ne peut pas être bien prise par caméra sur un fond blanc de la maquette déjà conçue, c'est pourquoi il nous a fallu la coloration des grains en une autre couleur plus marquante.

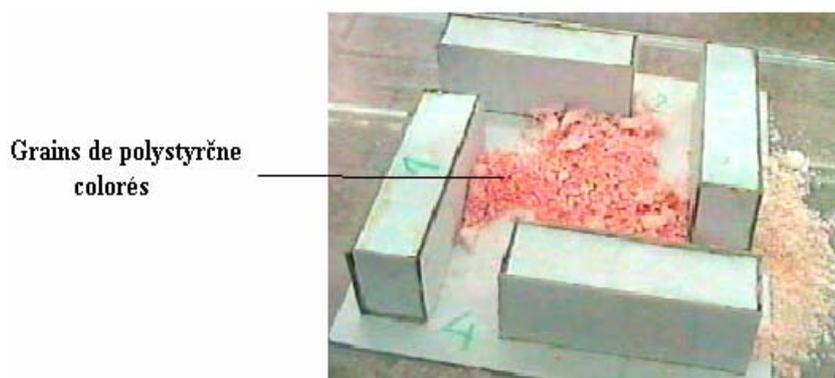


Fig. 4 Le produit utilisé pour visualiser l'écoulement de l'air à l'échelle de la maquette en soufflerie

d- L'anémomètre :

L'anémomètre appareil de mesure de la vitesse du vent, nous l'avons utilisé à deux reprises pour mesurer la vitesse du rafale d'air généré par le caisson d'alimentation et la vitesse de l'air dans le conduit aéraulique de refoulement après avoir traverser la maquette.

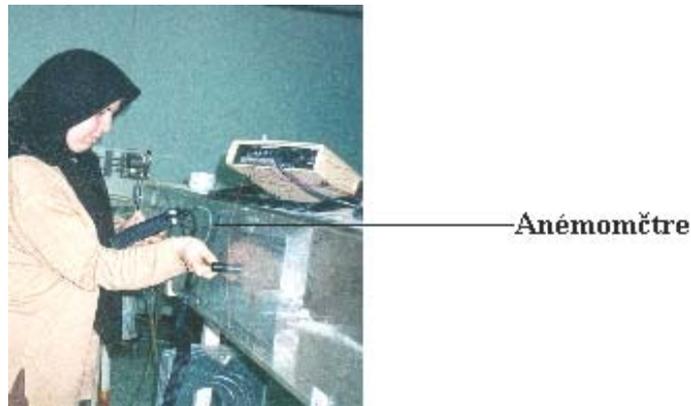


Fig. 5 : Utilisation de l'anémomètre

Observation :

- La mesure de la vitesse de l'écoulement de l'air entre bâtiments à l'échelle de la maquette est impossible par l'absence d'un trou proche de lieu de la manip dans le conduit aéraulique de refoulement, seul un existant à l'arrière de ce dernier.

En utilisant l'équation de continuité $V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$

Dont V_1 : Vitesse de l'air généré

S_1 : Section du conduit

V_2 : Vitesse de l'air entre bâtiments de la maquette.

S_2 : Section de la façade de la maquette exposée à une rafale d'air

Et comme donnés, V_1 , S_1 , S_2 , nous pouvons déduire la vitesse V_2 .

- Mais notons que cette simulation est beaucoup plus qualitative que quantitative, donc nous nous sommes intéressés qu'à la qualité du comportement de l'air par la localisation des zones de turbulence qui peuvent gêner les piétons et les utilisateurs de l'espace extérieur et les zones calmes qui peuvent être un agrément pour des éventuels aménagements extérieurs

e- Une caméra :

L'air observé à travers le mouvement des grains de polystyrène ne peut pas être visualisé qu'avec une caméra qui prend toutes les séquences de l'action de l'air sur les grains

La caméra doit être bien figée et orientée sur le modèle testé.

Remarque :

La meilleure disposition de la caméra, c'est qu'elle doit être suspendue en haut pour cerner tous les cotés de l'espace extérieur de la maquette, mais l'impossibilité de faire cela, nous a obligé à se limiter à l'installer latéralement (Figure de l'étape 5).

4- Etapes de l'expérimentation :

Après avoir rassemblé tout le matériel nécessaire, nous en sommes passés à l'expérimentation.



Mesurer la vitesse des rafales d'air produits par le générateur (le souffleur) de l'air du banc thermo-fluide par un anémomètre.

le réglage de vitesse du banc est en pourcentage de 0% a 100 %

Etape 1



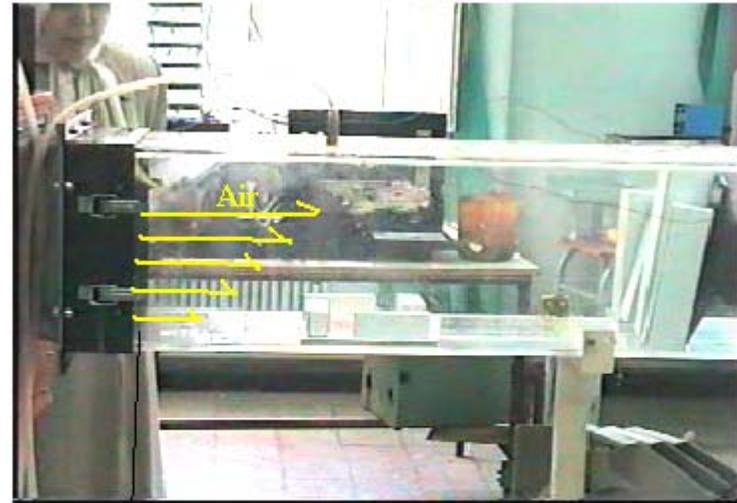
Préparation de la maquette en déposant un produit qui visualisera l'écoulement de l'air (Grains de Polystérene colorés)

Etape 2



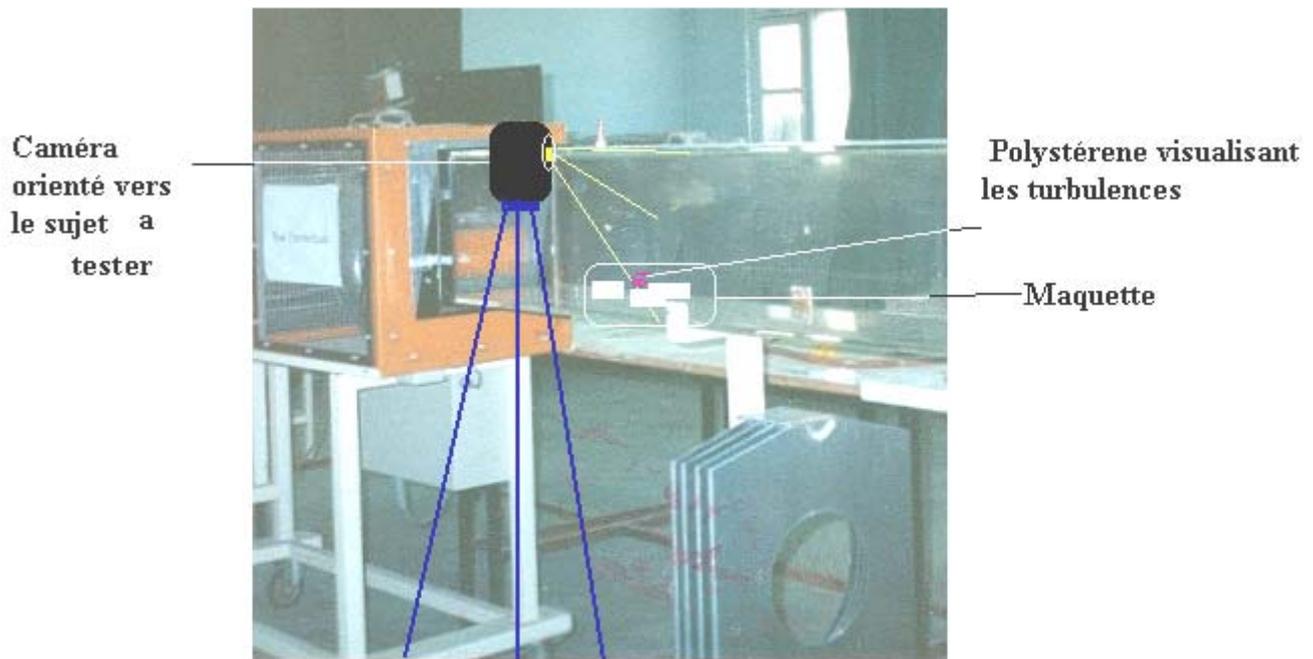
Placement de la
maquette a
l'intérieur du canal
vitré

Etape 3



Rafales d'air de la
soufflerie sur le type testé

Etape 4



Acquisition des résultats d'expérience (comportement de l'air entre bâtiments à échelle de maquette) par caméra vidéo.

Etape 5

6- Conclusion :

Après avoir effectué l'expérience pour chaque modèle avec ses différentes orientations, à une vitesse et une direction constante du flux d'air, nous avons enregistré le comportement de l'air et passé à la deuxième phase de la simulation du chapitre suivant.

CHAPITRE II : RESULTATS DE L' EXPERIENCE

Pour une vitesse et une direction constante du flux d'air, généré par le banc thermo-fluide, soufflant sur les variantes recueillies de la partie analytique et reproduites à une échelle réduite en maquettes, les différentes variations se font suivant leurs orientations.

Après l'expérimentation les résultats sont interprétés comme suit, soit pour :

1- La vérification de la première partie de l'hypothèse :

« Une certaine configuration des bâtiments et leur disposition influent sur l'écoulement de l'air »

L'écoulement de l'air étant laminaire va subir des changements en vitesse et en direction ; Le changement de la vitesse étant difficile de le quantifier dans les circonstances et le type d'appareillage de l'expérimentation, l'objectif s'est limité à la simulation qualitative.

A partir de l'enregistrement par caméra que nous avons effectué lors de l'expérience pour visualiser le comportement de l'air, nous avons sélectionné les séquences les plus importantes, qui marquent le début, le milieu et la fin du phénomène pour chaque type et pour chaque orientation et pour les cas dont nous avons déposé les espaces verts comme brise-vent pour évaluer quelques solutions (*Annexe V*).

Les séquences de l'expérience sont présentées dans les différentes images, ensuite une première interprétation à partir des schémas qui présentent les différentes zones ;

- Zone turbulente ou de turbulence en indiquant sa force (forte, moyenne légère), sa dimension (grande, petite, combinée.)
- Zone calme où la vitesse est faible ou neutre qui se présente par l'accumulation du polystyrène
- Flux d'air parallèle au bâtiment et circulant entre les bâtiments
- Flux d'air qui s'écoulent directement au-dessus des bâtiments vers la Sortie.

2- Vérification de la deuxième partie de l'hypothèse :

«Certains écoulements entre bâtiments peuvent engendrer un inconfort ou une gêne pour les piétons en espaces extérieurs »

- Les turbulences comme nous l'avons défini et présenté dans les chapitres précédents provoquent ;
 - La remonté des poussières et les insalubrités aux-dessus du sol des espaces extérieurs donc c'est une gêne écologique qui provoque certaines maladies des yeux, de nez, de respiration et des difficultés de vision soit pour les conducteurs de véhicules ou les piétons qui traversent les voiries qui peuvent engendrer en cas extrême des accidents.
 - La difficulté aux piétons de marcher, de se promener.
 - Une gêne pour les enfants qui jouent aux alentours des bâtiments.

Donc la zone de turbulence c'est **une zone de gêne**.

- Les zones où est accumulé le produit visualisant sont des zones de faible vitesse, au niveau de confort, cette zone peut être présentée en deux cas ;
 - Si l'espace est non aménagé, cette zone devient un endroit d'accumulation d'insalubrité et d'ordure.
 - Si l'espace est aménagé, l'espace est une zone protégée plus confortable pour toutes les activités de loisir, de jeux, de promenade...etc.

Donc la zone calme nous allons la traduire autant que zone **protégée ou zone d'accumulation**.

- Flux d'air parallèle au bâtiment et circulant entre bâtiments, caractérise une zone intermédiaire qui garantie une ventilation nécessaire des bâtiments pour renouveler l'air et dégager l'air utilisé.

Donc nous allons la traduire autant que **zone intermédiaire ou zone bien ventilée**.

Remarques :

- 1- On s'est contenté, dans ce chapitre de présenter les résultats de l'expérimentation pour l'orientation existante pour chaque type étudié et la variation en orientation qui a donné des solutions satisfaisantes par rapport au facteur vent par la génération des zones protégées plus importantes et des zones de gênes plus réduites dans les espaces extérieurs.
- 2- Pour le type « A », on a montré les résultats de toutes les variations d'orientation et celles qui intègrent le groupe d'arbres pour marquer les effets de la végétation sur l'écoulement de l'air au sein du type.
- 3- Certains types, quelques soit l'orientation ou le placement de la végétation, ne présentent guère d'amélioration. Donc on s'est limité à présenter l'orientation du type comme elle existe en réalité.
- 4- Les résultats et les schémas des variations des types non exposés dans ce chapitre sont présentés dans la partie annexes (*Annexe V*)

3- Evaluation climatique par rapport au facteur vent de la première classification des typologies avec leurs différentes orientations :

(*) : Orientation existante caractérisant le groupe des bâtiments du type étudié.

Type	Orientation	Résultats	Conséquences	Evaluation	Déduction
A	1 *	Turbulence moyenne	Zone de gêne considérable	Assez-mauvaise	Ce type est acceptable pour les orientations 2 et 4 c'est à dire en orientation dévié à un angle de 45°, la végétation a un effet négligeable (elle peut même accentuer et pousser les turbulence aux abords des bâtiments)
	2	Turbulence légère	Moins de gêne	Acceptable	
	3	Turbulence moyenne	Zone de gêne dispersée	Assez-acceptable	
	4	Moins de turbulence	Zone de gêne plus petite	Acceptable	
B	1 *	Très exposé au vent	Zone ventilée très considérable par rapport à la zone protégée	Mauvaise	Ce type est généralement mauvais surtout pour les orientations 1- 2- 4, à cause de son exposition au vent, mais le placement de la végétation a réduit cet effet pour le cas 5
	2	Suite de turbulence	Zone de gêne considérable	Mauvaise	
	3	Pas de turbulence et moins exposé au vent	Pas de gêne	Acceptable	
	4	Moins de turbulence avec une certaine exposition au vent	Petite zone de gêne et zone ventilé très considérable avec l'existence d'une importante zone protégé	Assez-mauvaise	
	5	L'effet d'exposition au vent est diminué avec apparition de légère turbulence	Zone ventilée avec une zone de turbulence, moins de zone protégée	Acceptable	
	6	De grandes turbulences	Zone de gêne considérable	Mauvaise	
C	1 *	Turbulence moyenne	Zone de gêne considérable	Assez-mauvaise	Ce type est mauvais et à éviter pour toutes les orientations
	2	Très exposé au vent avec des turbulences	Zone ventilée avec des zones de gênes plus considérables	Mauvaise	
	3	Très turbulente	Grande zone de gêne	Très mauvaise	

D	1	Très turbulente	Grande zone de gêne	Très mauvaise	Ce type avec sa configuration des bâtiments et leurs disposition à toutes les orientations est généralement mauvais, sauf l'orientation « 4 » (d'où le type est dévié à un angle de 45° par le coté le plus fermé au vent), donc ce genre de typologie est à éviter
	2	Très turbulente	Grande zone de gêne	Très mauvaise	
	3 *	Très turbulente	Grande zone de gêne	Très mauvaise	
	4	Pas de turbulence avec une certaine exposition au vent	Espace extérieur est divisé à égalité entre zone ventilée est zone protégée	Acceptable	
	5	Zone exposée au vent avec de moyenne turbulence	Zone ventilée avec une zone de gêne considérable	Assez-mauvaise	
	6	Turbulente avec exposition au vent	Zone ventilée très grande avec une zone de gêne considérable	Mauvaise	
	7	Très turbulente	Grande zone de gêne	Très mauvaise	
E	1 *	Turbulences combinées avec des zones calmes	Grande zone de gêne et des zones protégées considérable	Mauvaise	L'espace extérieur presque clos par les bâtiments dans ce type, empêche le vent de pénétrer directement et procure une zone protégée très importante à condition d'être orienté «3 » et «4 » c'est à dire disposition contre vent , donc ce genre de typologie avec orientation contre vent est approuvable
	2	Turbulences combinées avec des zones calmes	Grande zone de gêne et des zones protégées considérable	Mauvaise	
	3	Zone calme très considérable	Zone protégée très remarquable	Bonne	
	4	Zone calme très considérable	Zone protégée très remarquable	Bonne	
F	1 *	Forte turbulence en tourbillon	Très grande zone de gêne	Très mauvaise	Ce type est bon que lorsqu'il est contre vent, c'est à dire pour l'orientation 3
	2	Turbulences dispersés	Zone de gêne dispersée avec une zone protégée considérable	Assez -mauvaise	
	3	Pas de turbulence, zone calme très considérable	Zone protégée remarquable	Bonne	

G	1 *	Pas de turbulence, le flux d'air s'écoule au par-dessus du 1er «U» et qui frappe le 2ème «U» se reflète et influe sur la zone calme	Une grande zone ventilée	Acceptable	Le type est acceptable pour le cas «1» fermé contre vent, et sera remarquablement bon si le premier U exposé au vent est plus haut que le deuxième
	2	Forte turbulence	Une zone de gêne très considérable	Mauvaise	
	3	Moyenne turbulence	Une grande zone ventilée avec une zone de gêne réduite par rapport à l'orientation «2», à cause du placement de la végétation	Mauvaise	
H	1 *	Grande turbulence	Des zones de gênes divisées en deux	Très mauvaise	Le type généralement acceptable et même remarquablement bon si l'orientation est en même direction que le vent ou déviée à 45° par rapport au vent
	2	Flux de vitesse qui s'affaiblit tout au long des bâtiments	Zone protégée très considérable	Bonne	
	3	Flux de vitesse moins affaibli tout au long des bâtiments	Zone protégée considérable	Acceptable	
I	1 *	Une grande turbulence	Une grande zone de gêne	Mauvaise	Le type est acceptable pour le cas 3 quand l'aile du U le plus long est contre vent, et sera bon si le U est orienté contre vent
	2	Une grande turbulence avec une forte exposition au vent	Une grande zone de gêne	Mauvaise	
	3	Petite turbulence et une zone calme considérable	Une zone protégée très considérable avec une petite zone de gêne	Acceptable	
J	1 *	Espace extérieur très exposé au vent avec des turbulences isolées	Zone très ventilée et des petites zones de gêne	Mauvaise	Le type est généralement mauvais. La très grande distance entre les bâtiments opposés, a rendu le type très exposé au vent

K	1 *	Forte turbulence	Très grande zone de gêne	Très mauvaise	Le type est généralement mauvais, sauf pour le cas 3, lorsque les bâtiments sont en même direction que le vent, donc le type sera acceptable
	2	Fort Flux d'air divisé par le bâtiment frontal	Zone très ventilée, avec une zone protégée en face contre vent	Mauvaise	
	3	Zone exposée au vent et le flux d'air s'affaibli pour laisser une zone calme, avec une turbulence isolée	Zone moins ventilé, avec zone protégée et zone de gêne négligeable	Acceptable	
L	1	Turbulence assez-forte	Zone de gêne considérable	Mauvaise	Le type est généralement mauvais Sauf pour le cas 3, lorsque les bâtiments sont en même direction que le vent, le type est moins mauvais et avec quelques aménagements il devient bon
	2	Forte turbulence	Zone ventilée avec zone de gêne	Mauvaise	
	3	Légères turbulences dispersées tout au long du zigzag avec sortie rapide de l'air par-dessus les bâtiments	Zone de gêne avec une zone protégée	Assez-Mauvaise	
	4 *	Forte turbulence	Grande zone de gêne	Très mauvaise	
M	1 *	Flux tourbillonnaire aigu	Une très grande zone de gêne	Très mauvaise	Le type est généralement acceptable sauf pour le cas 1, lorsque la longueur de l'ensemble des bâtiments est opposée au vent, le type devient très mauvais
	2	Turbulences légères et isolées	L'espace extérieur présente des équivalences en zones de gêne, zone intermédiaire et zone protégée	Acceptable	
	3	Moins de turbulence avec distribution équivalente des flux d'air	Zone protégée considérable et zone de gêne négligeable	Bonne	

(*) : Orientation existante caractérisant le groupe des bâtiments du type étudié.

1- Nous constatons que certains types présentent des inconvénients et des problèmes de gênes pour le confort des piétons dans l'espace extérieur, soit à cause de :

- L'orientation : En changeant l'orientation, on enregistre des améliorations et le type avec sa configuration du groupe des bâtiments devient acceptable ou même remarquable, tels que les types; A, E, F, H, I, K, M.
- La configuration : Quelque soit l'orientation de certains types, les résultats sont médiocres et les améliorations sont limitées, donc on conclut que la configuration est mauvaise et ce genre de type est à éviter, tels que les types C, D, J.
- L'aménagement : Certains types sont mauvais, mais il suffit d'introduire quelques aménagements pour qu'ils deviennent adéquats, tels que les types B, L.

2- On constate que le type G, avec son orientation existante et sa configuration, est protégé contre le vent, et présente des avantages pour l'utilisation de l'espace extérieur (la cour urbaine) mais notons qu'il serait plus intéressant si le bâtiment exposé au vent serait plus haut que le bâtiment en face de lui.

4- Evaluation climatique par rapport au facteur vent des typologies de la deuxième classification :

CATEGORIE	1								2			3	
TYPOLOGIE	A	B	C	D	I	L	J	K	G	H	M	E	F
EVALUATION	±	±	-	-	±	±	-	±	+	±	±	±	±
DEDUCTION	61 % Mauvaise								40 % Mauvaise			50 % Mauvaise	
OBSERVATION	• « + » Acceptable ou bon, « - » mauvais, « ± » mauvaise pour l'orientation, ou nécessite des aménagements à partir de la première évaluation du 1er classement.												

- La première catégorie comprend les types dont la configuration et l'orientation négligent totalement le facteur vent et engendrent des zones de gêne très considérables.
- La deuxième catégorie contient les types, dont l'orientation négligent la direction des vents incidents par contre les configurations font garantir une certaine adaptation au vent, notons aussi que cette catégorie contient le type performant en configuration et en orientation par rapport au facteur vent.
- La troisième catégorie néglige l'orientation par contre la configuration des groupes de bâtiments procure des espaces extérieurs plus protégés contre le vent

On conclut qu'un espace extérieur sera très adéquat et intéressant lorsque sa surface est plus rationnelle par rapport au bâti et sa configuration est bien définie et déterminée par la forme et disposition des bâtiments.

Donc la densité a un effet sur le confort mécanique (par rapport au vent) en espaces extérieurs

P R E A M B U L E

: → 0SE.F<E

↖ ↗ ↘ ↙ ↕ ↔ ↠ ↡ ↢ ↣ ↤ ↥ ↦ ↧ ↨ ↩ ↪ ↫ ↬ ↭ ↮ ↯ ↰ ↱ ↲ ↳ ↴ ↵ ↶ ↷ ↸ ↹ ↺ ↻ ↼ ↽ ↾ ↿ ⇀ ⇁ ⇂ ⇃ ⇄ ⇅ ⇆ ⇇ ⇈ ⇉ ⇊ ⇋ ⇌ ⇍ ⇎ ⇏ ⇐ ⇑ ⇒ ⇓ ⇔ ⇕ ⇖ ⇗ ⇘ ⇙ ⇚ ⇛ ⇜ ⇝ ⇞ ⇟ ⇠ ⇡ ⇢ ⇣ ⇤ ⇥ ⇦ ⇧ ⇨ ⇩ ⇪ ⇫ ⇬ ⇭ ⇮ ⇯ ⇰ ⇱ ⇲ ⇳ ⇴ ⇵ ⇶ ⇷ ⇸ ⇹ ⇺ ⇻ ⇼ ⇽ ⇾ ⇿

.(46 C<L|V# E|XI) " ↖ ↗ ↘ ↙ ↕ ↔ ↠ ↡ ↢ ↣ ↤ ↥ ↦ ↧ ↨ ↩ ↪ ↫ ↬ ↭ ↮ ↯ ↰ ↱ ↲ ↳ ↴ ↵ ↶ ↷ ↸ ↹ ↺ ↻ ↼ ↽ ↾ ↿ ⇀ ⇁ ⇂ ⇃ ⇄ ⇅ ⇆ ⇇ ⇈ ⇉ ⇊ ⇋ ⇌ ⇍ ⇎ ⇏ ⇐ ⇑ ⇒ ⇓ ⇔ ⇕ ⇖ ⇗ ⇘ ⇙ ⇚ ⇛ ⇜ ⇝ ⇞ ⇟ ⇠ ⇡ ⇢ ⇣ ⇤ ⇥ ⇦ ⇧ ⇨ ⇩ ⇪ ⇫ ⇬ ⇭ ⇮ ⇯ ⇰ ⇱ ⇲ ⇳ ⇴ ⇵ ⇶ ⇷ ⇸ ⇹ ⇺ ⇻ ⇼ ⇽ ⇾ ⇿ "

) " ↖ ↗ ↘ ↙ ↕ ↔ ↠ ↡ ↢ ↣ ↤ ↥ ↦ ↧ ↨ ↩ ↪ ↫ ↬ ↭ ↮ ↯ ↰ ↱ ↲ ↳ ↴ ↵ ↶ ↷ ↸ ↹ ↺ ↻ ↼ ↽ ↾ ↿ ⇀ ⇁ ⇂ ⇃ ⇄ ⇅ ⇆ ⇇ ⇈ ⇉ ⇊ ⇋ ⇌ ⇍ ⇎ ⇏ ⇐ ⇑ ⇒ ⇓ ⇔ ⇕ ⇖ ⇗ ⇘ ⇙ ⇚ ⇛ ⇜ ⇝ ⇞ ⇟ ⇠ ⇡ ⇢ ⇣ ⇤ ⇥ ⇦ ⇧ ⇨ ⇩ ⇪ ⇫ ⇬ ⇭ ⇮ ⇯ ⇰ ⇱ ⇲ ⇳ ⇴ ⇵ ⇶ ⇷ ⇸ ⇹ ⇺ ⇻ ⇼ ⇽ ⇾ ⇿ "

.(42 |41 C<L|V# E|XI

Elément d'agrément, de jeu, de nuisance, et aussi de risque et de dégradation, le vent est un des facteurs climatiques qui modifie nos activités et qualifie les ambiances de l'aménagement urbain et du confort des espaces extérieurs.....(Alain GUYOT).

Le SIROCCO (El Chehilli) souffle dans la région de Biskra ainsi que d'autres types de vent, violent chargé de sable et de poussière, pénètre dans les espaces urbains des bâtiments élevés et espacés. Comment concevoir et composer avec lui ?

L'implantation et la configuration des bâtiments collectifs existants à Biskra reposent-elles sur une étude adéquatement et intelligemment conçue intégrant le facteur vent pour garantir le confort extérieur des piétons et éviter la gêne causé par les écoulements turbulents de l'air aux alentours des bâtiments ?

- INTRODUCTION :

Les constructions qui forment le tissu urbain définissent deux types d'espaces, espaces internes et espaces externes. Ces deux types d'espaces constituent, l'un comme l'autre, les lieux de l'activité humaine et à ce titre, il est nécessaire d'y rechercher certaines conditions de confort et d'agrément.

Les ambiances à l'intérieur des bâtiments, et les dépenses énergétiques qui sont associées à certaines d'entre elles, dépendent des qualités que le concepteur donne au bâtiment. La question centrale pour le concepteur est donc de maîtriser les facteurs de conception possédant une influence sur le comportement physique du bâtiment : cela concerne les phénomènes liés à la thermique, à la lumière, à l'aéraulique, à l'acoustique.

La philosophie qui domine l'intervention de l'architecte dans ce domaine est que la bonne réponse aux facteurs agissants (essentiellement, le climat local, l'environnement sonore et visuel) réside d'abord dans la conception architecturale, et que les technologies ne sont que de nature corrective, et n'interviennent donc qu'en aval de l'architecture. Trop souvent néanmoins, que ce soit faute de volonté ou faute de connaissances suffisantes, les espaces externes ont été délaissés.

Ainsi, on a considéré pendant longtemps qu'il suffisait d'avoir la possibilité de se retrancher bien au chaud derrière ses murs pour être heureux ; le milieu extérieur n'était qu'une zone de transit où on se hâtait

Si le contrôle de l'environnement est très poussé à l'intérieur, il est quasi nul à l'extérieur ; les préoccupations climatiques et microclimatiques ont longtemps été tournées uniquement vers les répercussions du milieu externe à l'intérieur des locaux, ou sur les bâtiments eux-mêmes. Mais l'homme vit une bonne partie de son temps à l'air libre ; et c'est là, bien sûr, qu'il ressent le plus directement les influences climatiques.

Le contact avec le milieu extérieur, les prolongements extérieurs de l'habitation, les lieux de rencontre, les aires de jeux, les zones de verdure, ne pourront réellement répondre à l'attente des usagers que dans la mesure où les microclimats aux alentours des bâtiments seront reconnus et consciemment créés.

Au fil des années, l'objet d'étude s'est déplacé du bâtiment vers la ville, où les mêmes phénomènes physiques s'exercent et ont des conséquences qui se mesurent au moins en termes de confort et de praticabilité des espaces urbains.

Le défi majeur de l'urbanisme pour les prochaines décennies, est de trouver un compromis entre développement inévitable des villes et un environnement urbain de grande qualité. En effet, le débat autour des graves problèmes environnementaux soulevés à l'échelle mondiale (changement climatique négatif, effet de serre, pollution, etc.) met en avant la responsabilité des villes dans cette situation et le rôle déterminant que peut jouer la conception urbaine pour réaliser un développement durable.

Egalement, l'environnement urbain connaît une diminution sensible du niveau de confort pour un usage excessif et sans cesse croissant d'énergie ; cette situation traduit la rupture avec l'environnement naturel.

L'urbanisme est en mesure de contribuer à améliorer la qualité environnementale dans les villes et à un niveau plus global, à travers la définition de nouvelles bases de conceptions qui rétablissent le lien avec le milieu naturel. Dans ce sens le concept d'urbanisme climatique semble être une alternative prometteuse pour garantir cette durabilité, puisque le climat est la composante la plus importante de l'environnement naturel, et ses éléments représentent un potentiel incomparable d'énergies renouvelables pouvant être exploitées pour garantir confort et économies d'énergies.

Cette question est particulièrement importante pour l'Algérie. D'une part, parce qu'elle favorise une politique d'économie énergétique à long terme, souhaitable pour les pays en développement, d'autre part, parce que le Sahara qui couvre la majeure partie de notre territoire doit son abandon essentiellement à son climat aride qui rend son occupation difficile.

Cette approche climatique n'est pas nouvelle, même si elle est souvent présentée comme telle, car l'histoire des villes offre de nombreux exemples attestant de la connaissance des anciens quant à la nécessité de construire avec le climat. Bien plus, il semblerait qu'il existe depuis l'antiquité, une pensée théorique sur la prise en compte de cette dimension.

Aujourd'hui, cette question connaît un regain d'intérêt. De plus en plus de recherches sont menées pour approfondir les connaissances sur le climat en milieu urbain. Celles-ci sont développées aussi bien par des climatologues pour l'étude du climat urbain que par des architectes soucieux d'étendre les principes de l'architecture bioclimatique au domaine urbain.

Cependant, l'intégration de la dimension climatique en urbanisme connaît peu d'applications dans la pratique. Ceci peut s'expliquer par l'absence d'une méthodologie claire qui montre à travers les différentes

phases d'élaboration d'un projet d'urbanisme les mesures susceptibles de garantir cette adaptation. (*Ali Toudert, 2001*)

*La création des Z.H.U.N ** à Biskra à partir des années 70 comme réponse au problème quantitatif de l'habitat et pour combler le déficit en matière de logement a abouti à un nouveau cadre bâti marqué par une rupture totale avec le tissu urbain existant.

L'implantation quelconque des bâtiments ne semble pas présenter une disposition conçue dans l'objectif de donner aux espaces créés une configuration claire, significative et adaptée au climat. De là, cette disposition des bâtiments a engendré des espaces quelconques, de part leurs formes, leurs positions ainsi que leurs surfaces, Ils dénotent par ailleurs une absence de maîtrise de l'aménagement et participent à la dépréciation de la qualité de l'environnement.

L'ambiance dans les espaces extérieurs est déterminée par un certain nombre de facteurs. Le vent représente un des paramètres climatiques dont les manifestations conditionnent grandement le désagrément ressenti par l'homme.

Ce phénomène, dont on tient moins souvent compte que des autres données météorologiques, est cependant extrêmement important lors de plantation des végétaux et lors d'aménagements destinés aux citadins (Aires de loisirs, promenades, zones de circulation piétonne...) pour offrir le meilleur confort possible

Il y a une dizaine d'années, le phénomène vent était volontiers comme une fatalité et sa prise en compte a pu être considérée comme une contrainte supplémentaire venant augmenter le lourd cahier des charges d'un programme d'aménagement. Cependant, certains scandales climatiques, dans des grands ensembles ou dans les espaces désertés ont incité les concepteurs à mener une réflexion dans ce domaine

Ainsi, la seule question de l'écoulement plus ou moins rapide et turbulent du vent dans la ville qui pourrait être vite cataloguée dans le registre des effets secondaires en matière d'aménagement urbain retrouve un certain niveau d'acuité, dans sa composition avec d'autres facteurs physiques et climatiques et d'autres phénomènes générateurs de nuisances sévères.

Il est clair que des meilleures connaissances en aérodynamique urbaine permettent des avancées dans les prédictions respectives de la diffusion des polluants, de l'amplification des phénomènes sonores des déperditions énergétiques, du confort piétonnier des espaces extérieurs

* *Z.H.U.N : Zones d'habitat urbain nouvelles*

Progressivement, les architectes et les aménageurs contemporains, dans une optique d'une recherche du confort extérieur, avec l'aide des scientifiques, ont appris à dominer ce facteur climatique et à l'utiliser, même, pour tempérer certains espaces. (Gandemer,1984)

Nombreuses sont les études et les recherches scientifiques algériennes ou étrangères qui ont traité l'ensoleillement, les radiations solaires et le confort thermique à l'intérieur ou à l'extérieur du milieu bâti pour plus d'économie d'énergie. Seul le domaine de ventilation qui reste moins abordé que se soit à l'intérieur des bâtiments ou à l'extérieur, et d'une manière générale celui de l'effet de l'urbanisation et spécialement les nouvelles conceptions caractérisées par les grandes hauteurs et des configurations des bâtiments qui créent des espaces extérieurs négligeant toutes les études bioclimatiques ayant une répercussion directe sur les phénomènes climatiques (réchauffement des zones urbaines, les fortes turbulences et les survitesses aux alentours des bâtiments ...etc.) et par conséquent sur le confort intérieur et extérieur des personnes.

L'implantation des constructions dans un site modifie sa topographie propre et les caractéristiques des vents incidents, les écoulements résultant de l'interaction complexe entre le vent et les masses bâties, conditionnent le confort et même la sécurité du piéton signalé dans de nombreux accidents et différentes gênes ressentis par les personnes circulants (marche, promenade,..), aux abords des bâtiments et dans les espaces urbains. Des recherches en aérodynamique, recherches théoriques et expérimentales par des ingénieurs aérodynamiciens en collaboration avec des architectes et urbanistes ont été entrepris depuis plusieurs années dans le but de fournir un outil intégrant le phénomène vent et visant à éviter ou à contrer a posteriori, les nuisances ; mettre au point un processus d'intervention efficace tant sur maquette ou en soufflerie reproduisant les vents naturels du site.

L'implantation et la configuration des bâtiments collectifs existants à Biskra reposent-elles sur une étude adéquatement et intelligemment conçue intégrant le facteur vent pour garantir le confort extérieur des piétons et éviter la gêne provoquée par les écoulements turbulents de l'air dans les espaces extérieurs aux alentours des bâtiments ?

- **La problématique** de cette étude émane des constats suivants :
 - La gêne sentie par le piéton lors de l'utilisation de l'espace extérieur face au vent fort et turbulent aux alentours des grands bâtiments des Z.H.U.N.
 - L'implantation quelconque des bâtiments ne semble pas présenter une disposition conçue dans l'objectif de donner aux espaces créés une configuration claire et significative adaptée au contexte climatique du vent

Pour répondre à la problématique donnée nous formulons **l'hypothèse générale** suivante :

Une certaine configuration des bâtiments et leurs dispositions influent sur l'écoulement de l'air (vent) et provoquent une gêne pour l'utilisateur de l'espace extérieur

L'hypothèse générale est basée sur deux hypothèses secondaires:

- La configuration et la disposition d'un groupe de bâtiment influent sur l'écoulement de l'air.
- Certains écoulements de l'air (vent) aux alentours des bâtiments créent une gêne et un inconfort pour les piétons et les utilisateurs de l'espace extérieur.

Afin de pouvoir vérifier cette hypothèse nous devons vérifier ses hypothèses partielles chacune à part.

Et pour modeler le facteur vent dans un sens favorable à l'utilisation des espaces urbains externes, deux types de connaissances sont nécessaires :

- Précisions des critères de confort liés au vent selon lesquels on recherche une amélioration ;
- Analyse des conséquences des différentes dispositions et configurations des bâtiments sur l'écoulement de l'air aux alentours

L'hypothèse est composée de trois **concepts** ; un groupe de bâtiments, l'écoulement de l'air (vent) et le confort mécanique du piéton, qui repose sur une dimension architecturale, urbaine, climatique et physiologique.

La réponse à la problématique et la vérification de l'hypothèse a pour but d'inciter les urbanistes à introduire parmi les éléments de leurs analyses, le phénomène vent à l'instar du phénomène soleil, par une méthodologie ou démarche progressive qui leurs fournit des orientations claires et opérationnelles sur son intégration qui est d'une grande importance pour éviter ses effets négatifs sur les personnes et de promouvoir l'espace urbain.

Et pour arriver à cela nous devons réaliser l'objectif *principal* de cette recherche;

Etablir une configuration et une disposition adéquates d'un groupe de bâtiments dans un plan de masse adapté au facteur vent sans pour autant créer une gêne ou un désagrément pour l'utilisateur de l'espace extérieur aux alentours des bâtiments.

Celui-ci repose sur les objectifs secondaires suivants;

- Déceler les paramètres et les facteurs qui influent sur l'écoulement de l'air.
- Déceler les effets mécaniques du vent aux alentours des bâtiments qui influent sur le confort extérieur.
- Analyser le rapport (plan masse – vent) à travers des variables du vent incident (vitesse–direction) dépendantes des variables de configuration et disposition de bâtiments indépendants et représentatifs du cas d'étude.

Le choix du cas d'étude a été fait selon les trois critères suivants:

- Critère d'ordre urbanistique
- Critère d'ordre architectural.
- Critère d'ordre climatique.

Critère d'ordre urbanistique :

Biskra représente un contexte très riche, en matière typologique des bâtiments collectifs caractérisés par des modes de regroupement et d'organisation assez diverses et de nouvelles formes urbaines issues de la nouvelle politique de l'habitat et l'exploitation rapide du sol de la périphérie de la ville

Critère d'ordre architectural :

L'architecture des bâtiments collectifs située en majorité dans les ZHUN Est et Ouest est le produit de la nouvelle conception et gestion de l'habitat, elle est distinguée par le rôle qu'a joué l'architecte et l'urbaniste sous l'administration algérienne en important des typologies étrangères faites selon des normes, climats et vie social de l'Europe.

La géométrie des bâtiments collectifs est marquée par sa hauteur qui atteint en moyenne les quinze mètres (15 m) et la dépasse dans certains cas ainsi la propagation de certaine forme (soit en barre, U, L, etc. ...).

Critère d'ordre climatique :

D'après les différents zonages, Biskra s'inscrit, en général, dans le cadre d'un climat semi-aride caractérisé par des vents rigoureux et assez forts de types Nord et Nord-ouest froid et Sud et Sud-est chaud atteignant des survitesses dépassant dans plusieurs cas le seuil de confort ; un vent de sable et des tempêtes très gênantes et des chasses de sables ...etc.

C'est un travail *théorique, analytique* et *expérimental* basé ;

En première partie sur une recherche bibliographique, qui consiste à étudier et interpréter la littérature consacrée au facteur vent à l'échelle urbaine ; plusieurs disciplines se sont révélées déterminantes, notamment la climatologie urbaine, les diverses sciences de l'environnement et de l'aérodynamique.

La première partie est composée de cinq chapitres qui traitent les différentes dimensions de notre recherche ;

Le premier chapitre présente la dimension climatique dans son contexte le plus général

Le deuxième chapitre traite la dimension urbaine et architecturale et détermine les effets de l'urbanisation sur la production d'une nouvelle forme urbaine et d'un climat urbain spécifique

Le troisième chapitre touche le concept du confort de l'homme et la notion de gêne des piétons face aux effets mécaniques du vent

Le quatrième chapitre souligne l'interaction entre le vent et le milieu bâti par la définition des effets des obstacles topographiques et urbains sur l'écoulement de l'air. Ce chapitre constitue la base théorique de l'approche analytique et permet de déterminer les indicateurs à mettre en exergue dans l'analyse du cas d'étude

Le cinquième chapitre indique la méthode de l'intégration du facteur vent dans la conception de l'environnement

Il représente la base élémentaire et théorique qui détermine les différentes manières et méthodes de la vérification de notre hypothèse.

En deuxième partie, une analyse typo morphologique des tissus urbains des ZHUN dont l'objectif est de déterminer les diverses configurations et groupements des bâtiments collectifs existants et les plus représentatifs.

La deuxième partie est composée d'un seul chapitre qui traite les raisons de nos choix pour le cas d'étude et l'approche analytique, puis la présentation du cas d'étude et enfin l'analyse typo morphologique et climatique du cadre bâti

La troisième partie est constituée de l'étude bioclimatique ou expérimentale, cette approche qualitative qui met en évidence le confort extérieur de l'utilisateur, fait la synthèse du phénomène vent et espaces extérieurs. Elle est vérifiable à partir de l'observation et l'expérimentation à travers les variables de l'écoulement de l'air influencées et dépendantes des variables de conception d'un groupe de bâtiment.

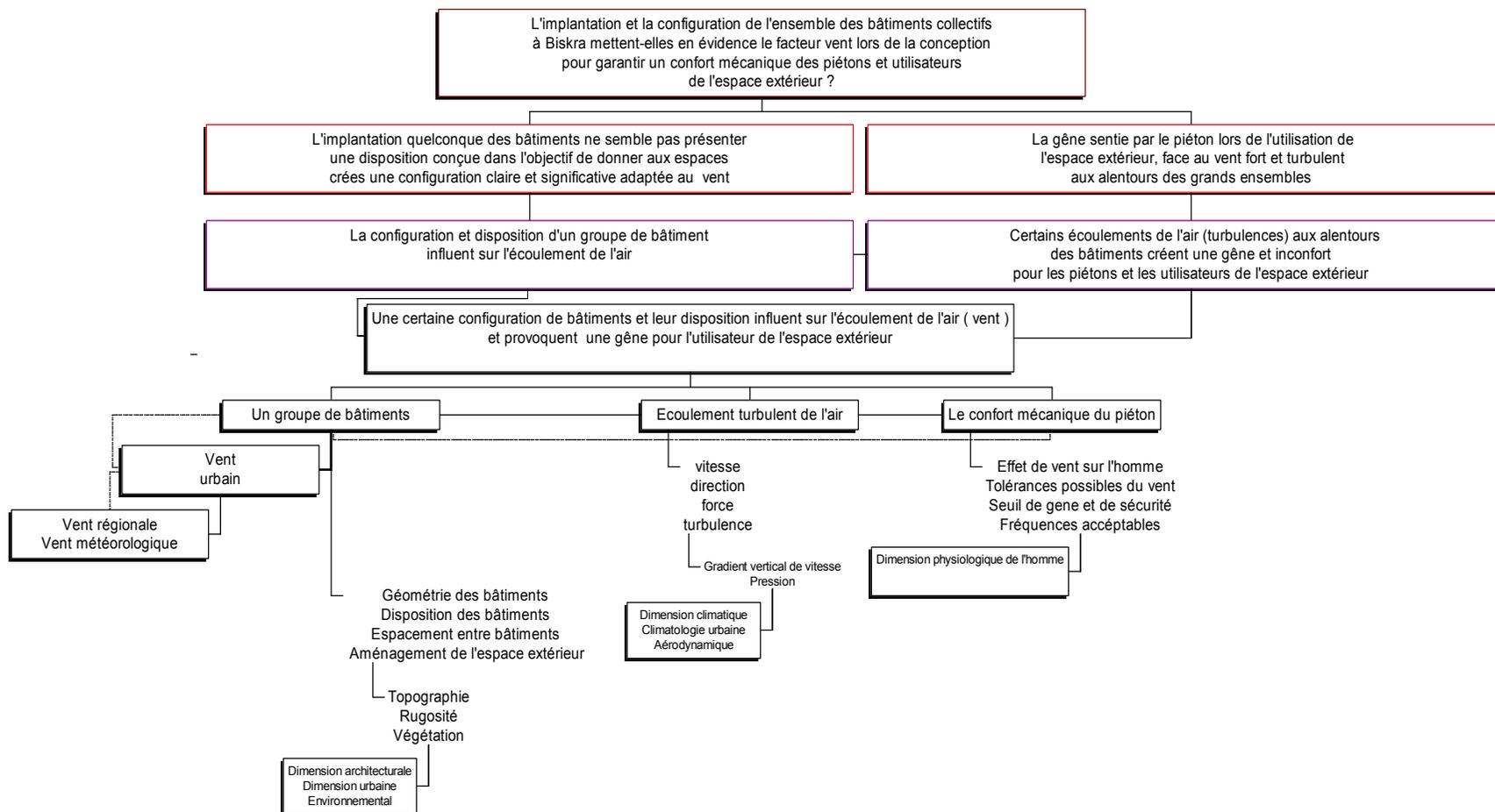
Cette partie est composée de deux chapitres :

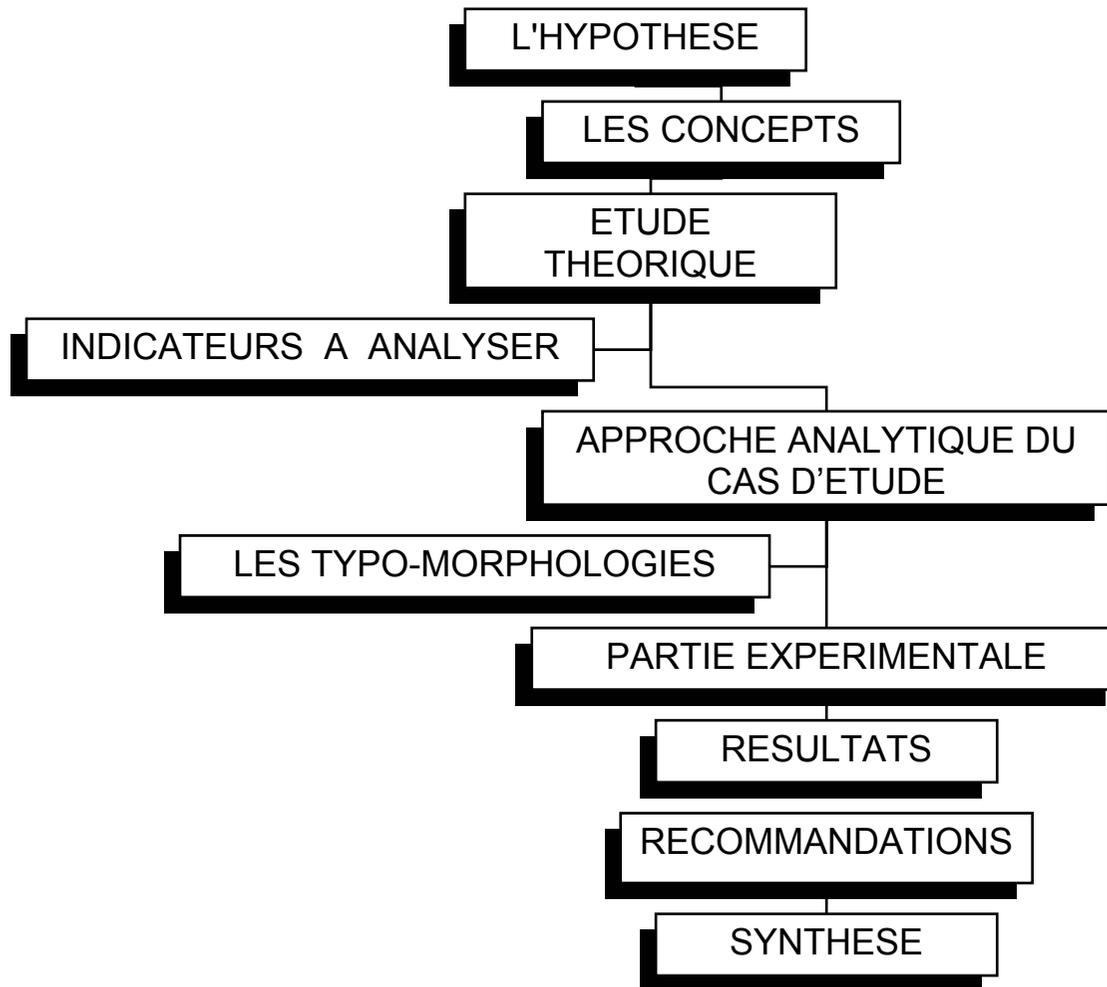
Le premier chapitre, dont nous avons justifié notre choix pour la simulation analogique, l'utilisation de la soufflerie, nous avons présenté les procédés et étapes de notre expérience et la vérification de l'hypothèse dans le cadre d'étude.

Le deuxième chapitre, donne les résultats de l'expérience avec des interprétations, des déductions et des évaluations des typologies testées du cas d'étude.

En conclusion, nous avons indiqué les contraintes qui ont limité notre recherche, et nous avons donné quelques principes et recommandations de prévention et de traitement, issues de l'étude théorique et expérimentale, que nous avons jugé nécessaires pour une intégration adéquate du phénomène vent dans la conception urbaine et architecturale d'un groupe de bâtiments en milieu aride et semi-aride afin d'améliorer les conditions de confort des piétons dans les espaces extérieurs

INTRODUCTION

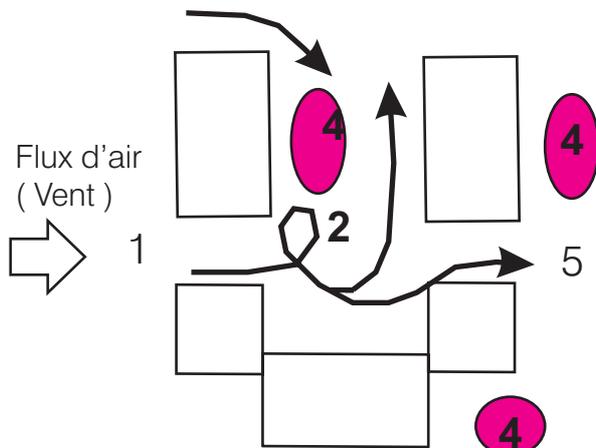
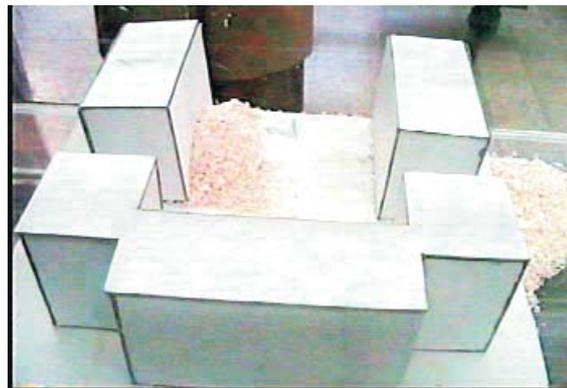




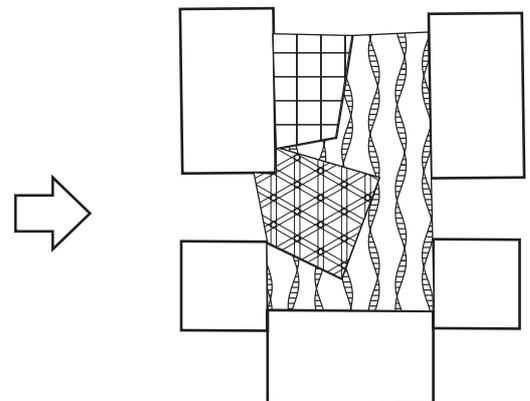
Type -C -

1- Orientation Nord
(Annexe V - fig 1-2-3-4)

Le flux d'air pénètre à partir d'une légère ouverture frontale.
Une légère turbulence se crée et un effet de sillage se produit
derrière le bâtiment exposé perpendiculairement au vent.



- 1 : Entrée du flux d'air
- 2 : Turbulence
- 4: Zone calme
- 5: Sortie du flux d'air



-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

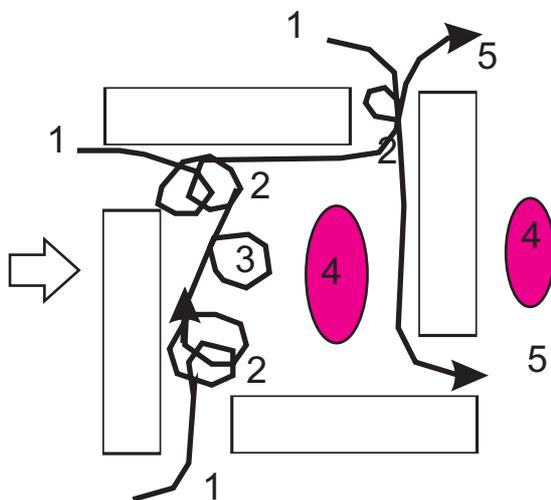
Type - A -

1-Orientation Nord
(Annexe V -Fig. 1-2-3-4)

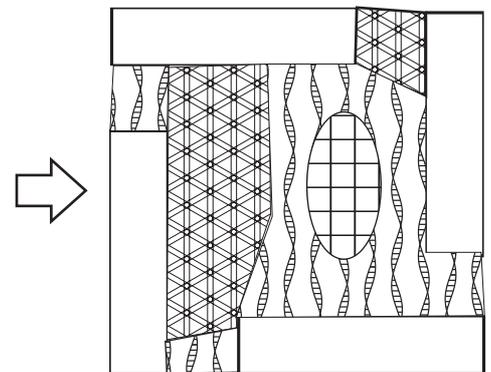
Le vent souffle perpendiculairement à la composition urbaine et pénètre essentiellement par l'ouverture frontale.

Des grandes turbulences se créent derrière le bâtiment exposé. Un effet de sillage se produit et s'accroît par la présence des autres bâtiments.

Les zones d'accumulations des grains de polystyrènes présentent des zones calmes qui sont négligeables



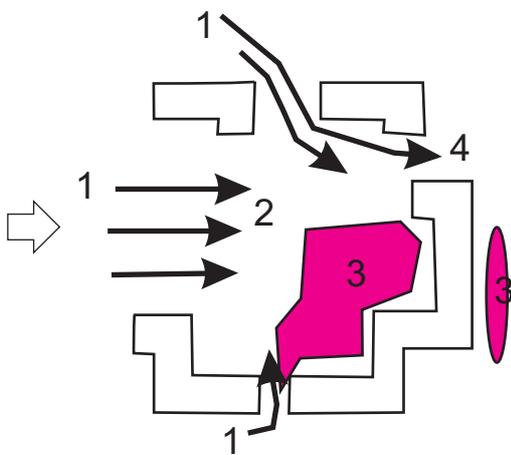
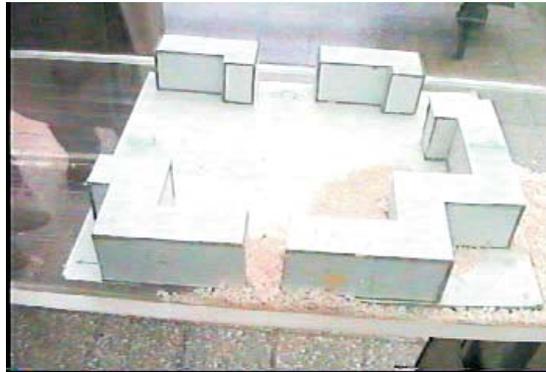
- 1- Entrée du flux d'air (U)
- 2- Grande turbulence
- 3- Légère turbulence
- 4- Zone calme
- 5- Sortie du flux d'air(U')



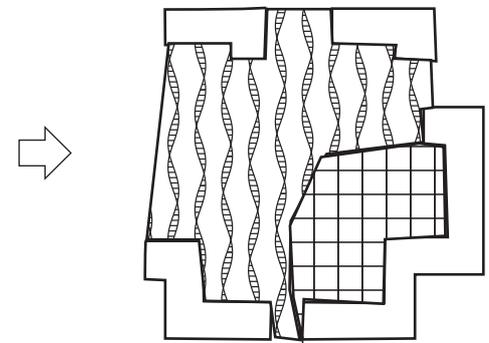
-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - B -

1-Orientation Nord
(Annexe V - Fig. 1-2-3-4)



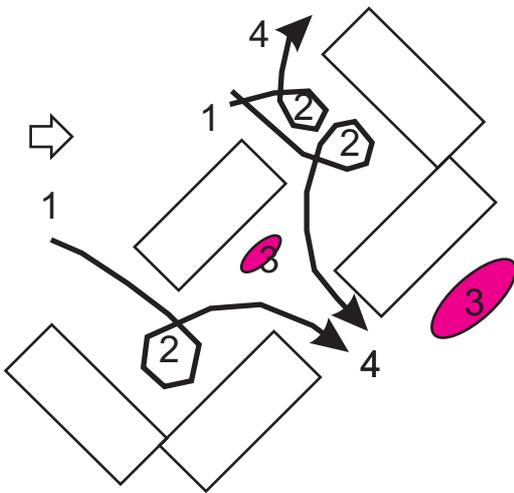
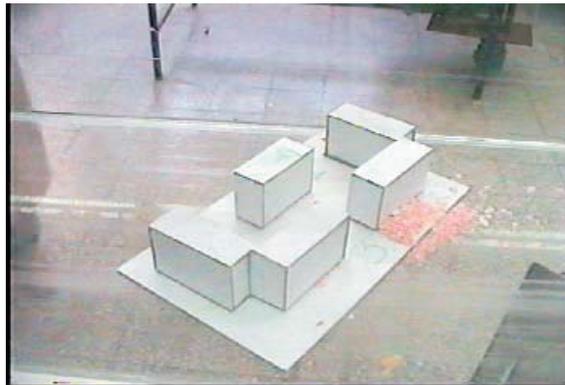
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air droit
- 3- Zone calme
- 4- Sortie du flux d'air



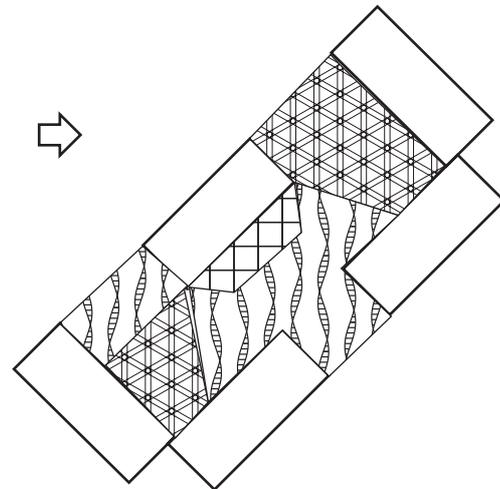
-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type -D-

3-Orientation N.E-S.O
Annexe V - Fig 9-10-11-12



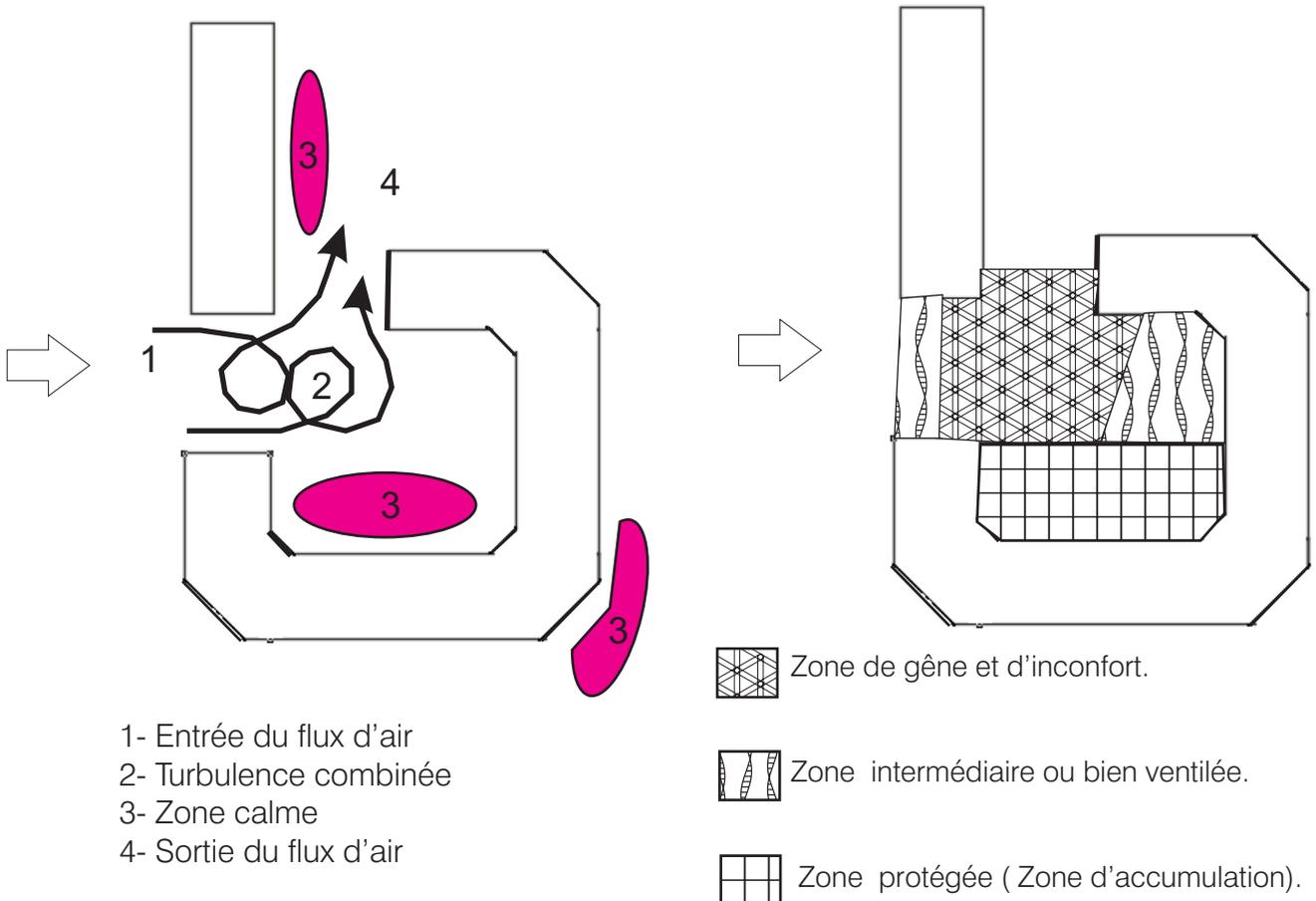
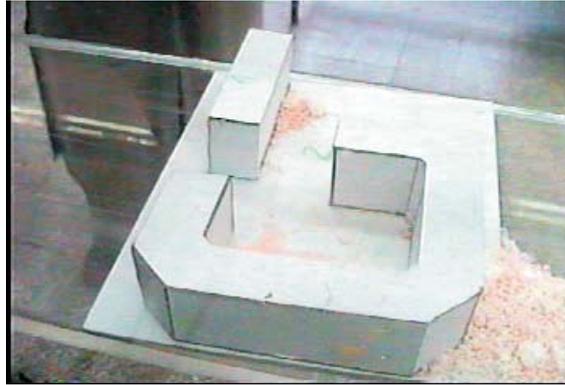
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Turbulence
- 3- Zone calme
- 4- Sortie du flux d'air



-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

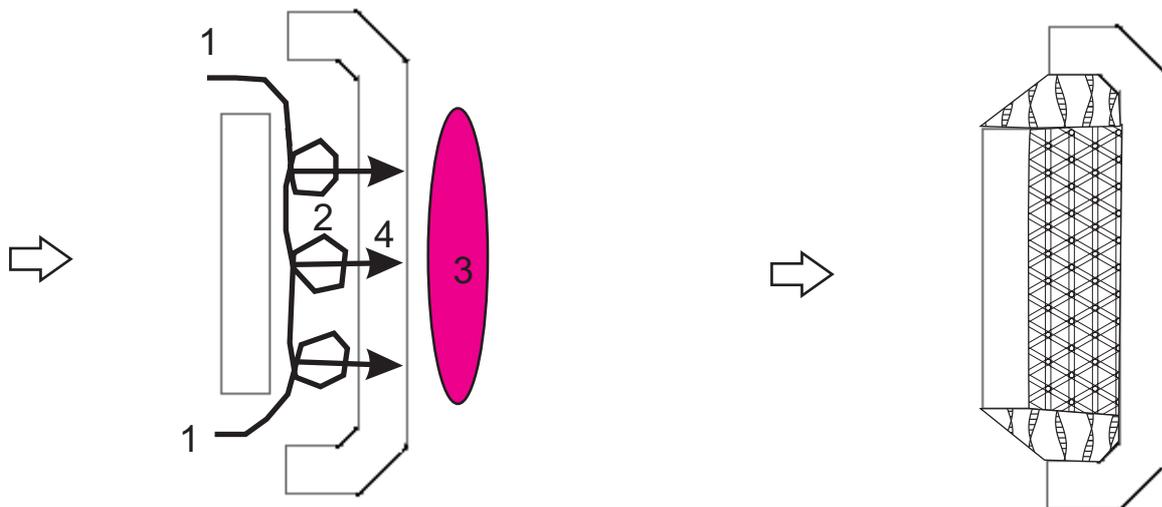
Type - E -

1- Orientation Nord
(Annexe V - fig.1-2-3-4)



Type - F -

1- Orientation Nord
(Annexe V -fig.1-2-3-4)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Forte turbulence en tourbillon
- 3- Zone calme
- 4- Sortie du flux d'air par dessus le bâtiment.

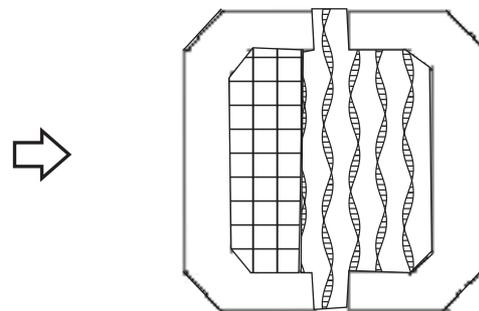
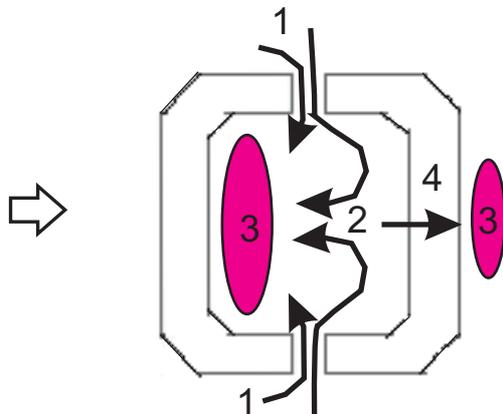
-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

La zone de gêne est très considérable

Type - G -

1- Orientation Nord
(Annexe V - fig. 1-2-3-4)

Le flux d'air souffle perpendiculairement à la composition. La cour urbaine constituée par l'opposition de deux bâtiment en forme d'un « U » est fermée contre le vent ce qui empêche le vent de pénétrer. Juste des échappées du flux d'air traversent les ouvertures latérales étroites. Les zones calmes sont considérables



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Léger flux d'air
- 3- Zone calme
- 4- Sortie du flux d'air par dessus le bâtiment.

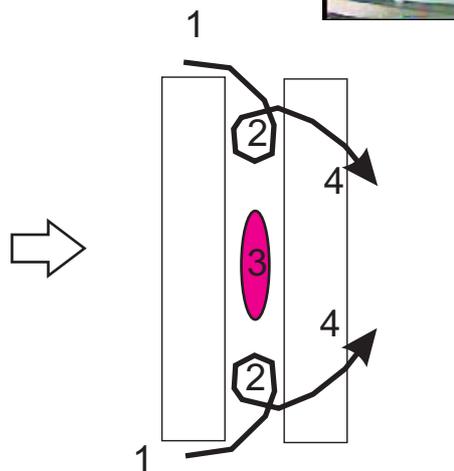
-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

La zone protégée est considérable limitée derrière le bâtiment.
La zone bien ventilée est importante.

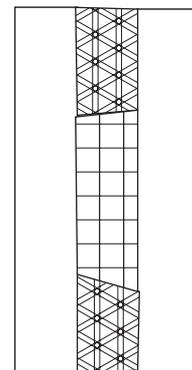
Type - H -

1-Orientation Nord.
(Annexe V - fig.1-2-3-4)

Le flux d'air souffle perpendiculairement au bâtiment en forme d'une barre étendu.
Un effet de sillage se constitue, combiné avec l'effet de barre.
Des grandes turbulences se créent dans l'espace-rue entre bâtiments.
La zone calme est très négligeable dans l'espace-rue, par contre elle est considérable derrière le bâtiment



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Grande turbulence
- 3- Zone calme
- 4- Sortie du flux d'air par dessus le bâtiment.



-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

Une considérable zone de gêne répartie aux extrémités de l'espace-rue.
La zone protégée est située au milieu.

Type - I -

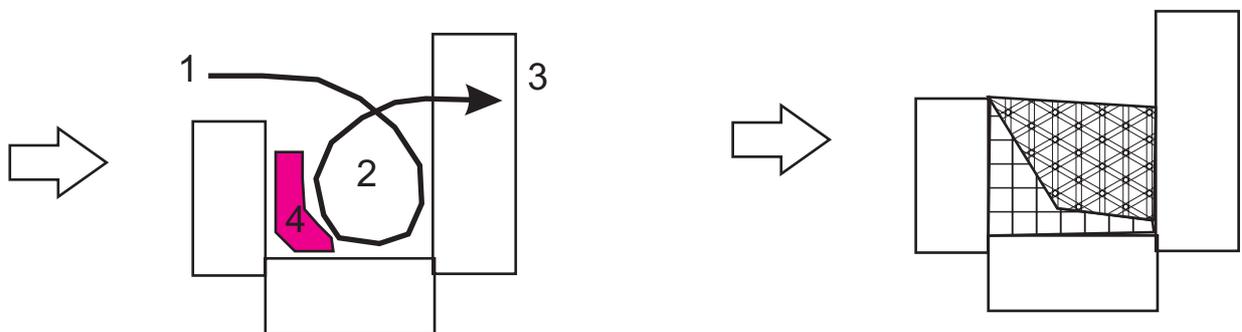
1-Orientation Nord

Fig. 1

Le vent souffle perpendiculairement à la composition.

Le flux d'air entre latéralement dans la cour urbaine, il trouve la petite aile du bâtiment en forme d'un « U » comme obstacle.

Ce qui engendre une grande turbulence. Une moyenne zone calme se situe à l'angle intérieur du bâtiment contre le vent



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Grande turbulence
- 3- Sortie du flux d'air par dessus le bâtiment.
- 4-Zone calme



Zone de gêne et d'inconfort.



Zone intermédiaire ou bien ventilée.

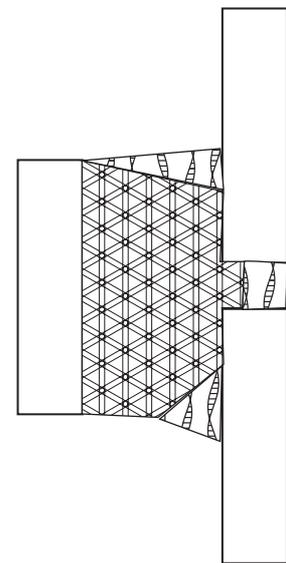
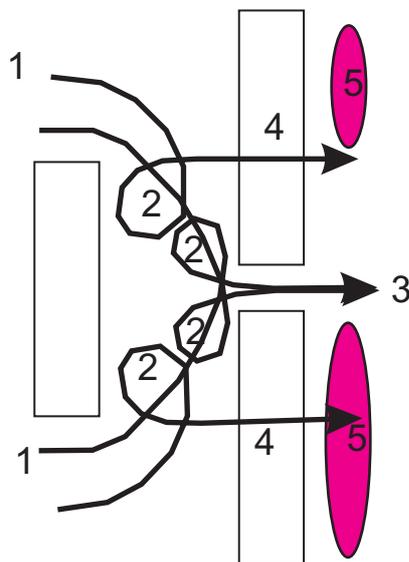


Zone protégée (Zone d'accumulation).

La zone de gêne est très considérable. La zone protégée est négligeable.

Type - K -

1- Orientation Nord
(Annexe V -fig. 1-2-3-4)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Forte turbulence
- 3- Sortie du flux d'air
- 4- Sortie du flux d'air par dessus le bâtiment.
- 5-Zone calme



Zone de gêne et d'inconfort.



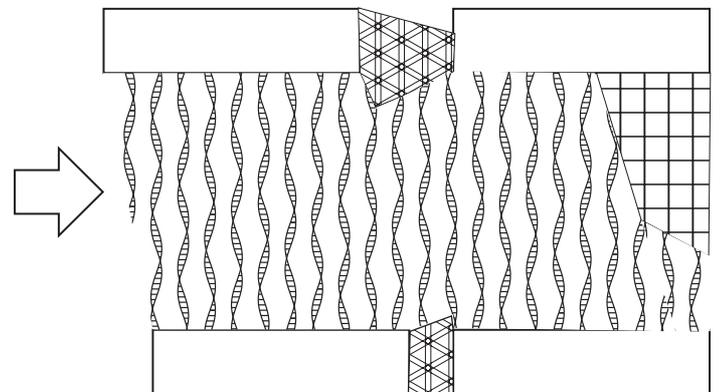
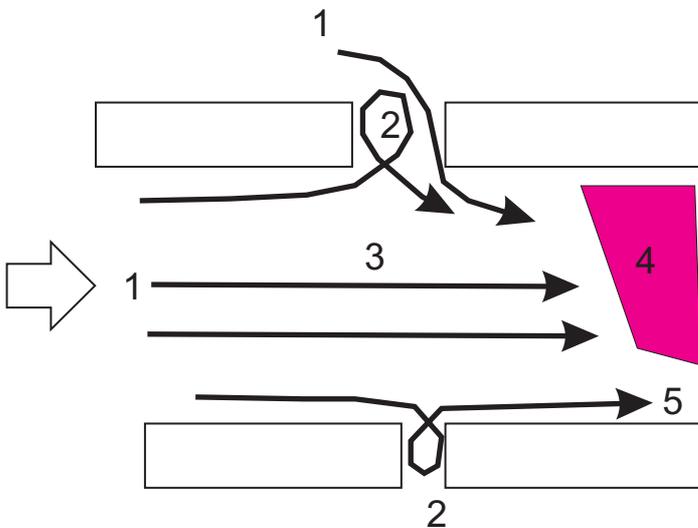
Zone intermédiaire ou bien ventilée.



Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - J -

1-Orientation Est
(Annexe V -fig. 1-2-3-4)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Légère turbulence
- 3- Flux d'air droit parallèle aux bâtiments.
- 4-Zone calme
- 5- Sortie du flux d'air



Zone de gêne et d'inconfort.



Zone intermédiaire ou bien ventilée.

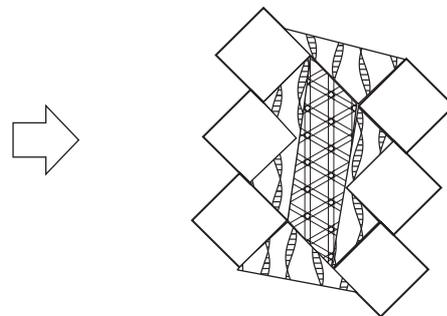
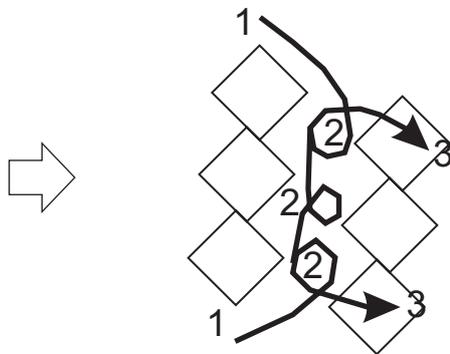
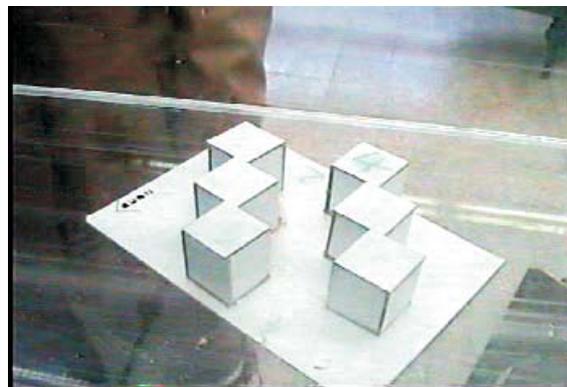


Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - L -

4-Orientation S.O
(Annexe V -fig. 10-11-12-13)

Cette orientation et la position des ouvertures latérales ont favorisé l'introduction du flux d'air, malgré que le bâtiment est contre vent.
Un grand flux tourbillonnaire caractérise l'écoulement de l'air tout au long de l'espace-rue ensuite, il ressort par-dessus le bâtiment.



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Forte turbulence
- 3- Sortie du flux d'air par-dessus le bâtiment.



Zone de gêne et d'inconfort.



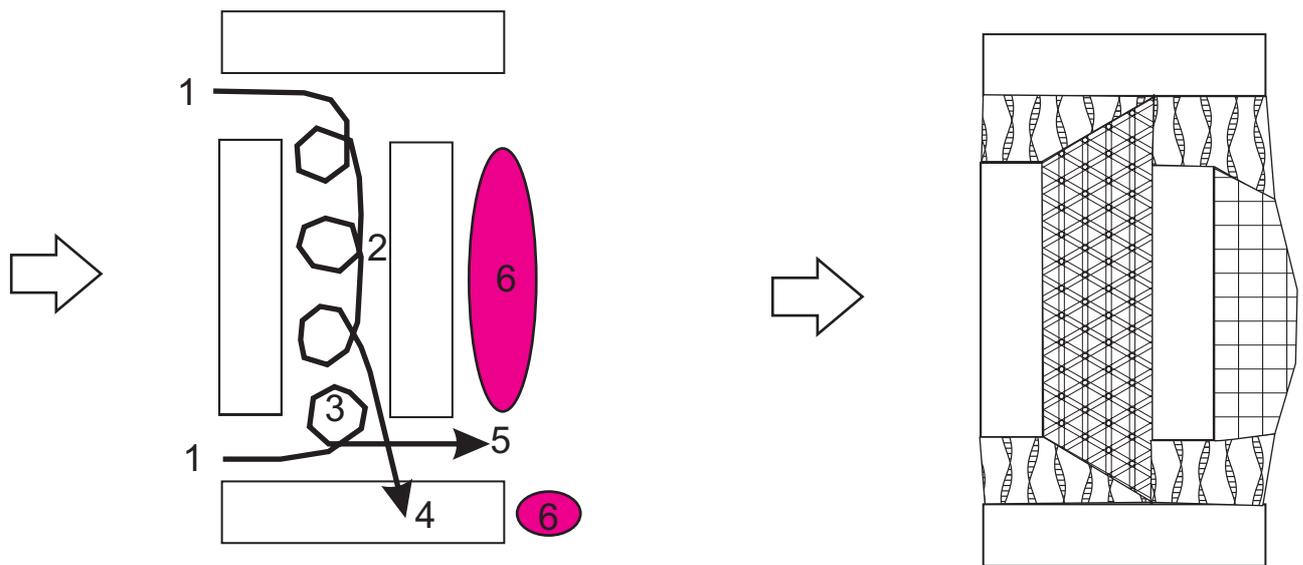
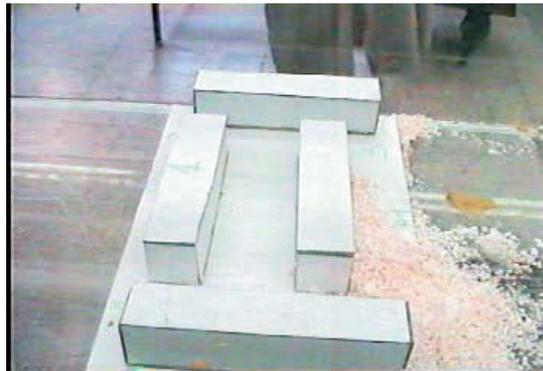
Zone intermédiaire ou bien ventilée.



Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - M -

1-Orientation Nord
(Annexe V- fig. 1-2-3-4-5)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air tourbillonnaire aigu
- 3- Turbulence assez forte
- 4- Sortie du flux d'air par-dessus le bâtiment.
- 5- Sortie du flux d'air
- 6- Zone calme.

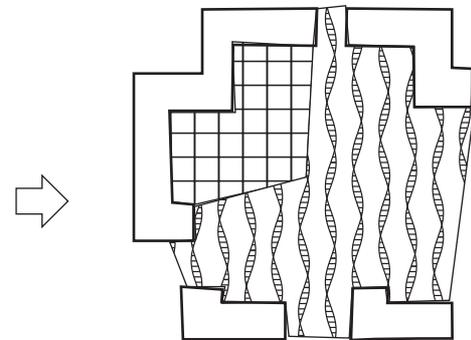
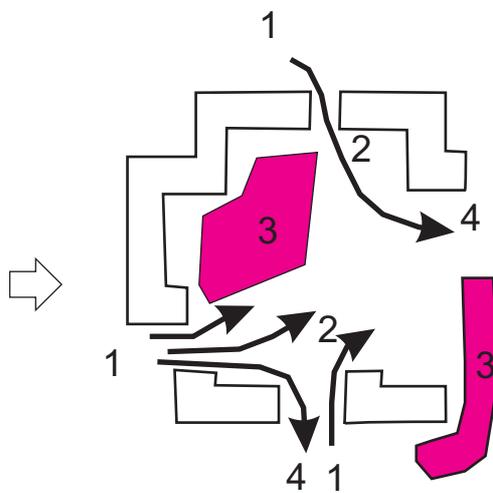
 Zone de gêne et d'inconfort.

 Zone intermédiaire ou bien ventilée.

 Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - B -

3-Orientation Sud
(Annexe V - fig. 11-12-13-14)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air dispersé
- 3- Zone calme.
- 4- Sortie du flux d'air



Zone de gêne et d'inconfort.



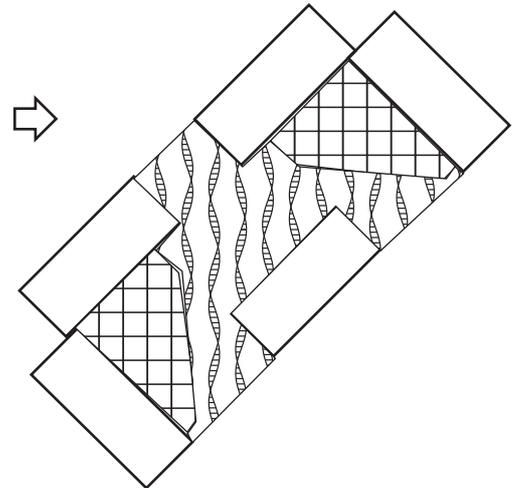
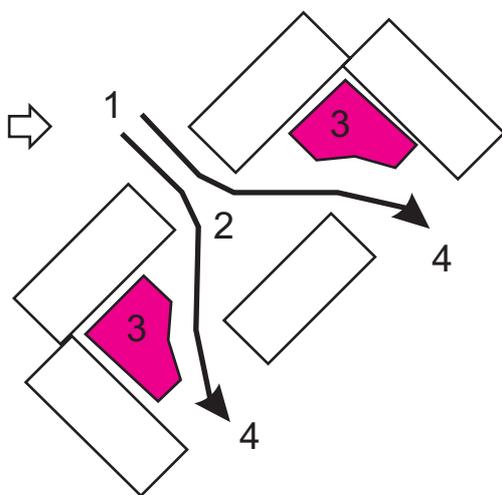
Zone intermédiaire ou bien ventilée.



Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type -D-

4-Orientation S.O - N.E
(Annexe V - Fig 13-14)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air partagé
- 3- Zone calme.
- 4- Sortie du flux d'air



Zone de gêne et d'inconfort.



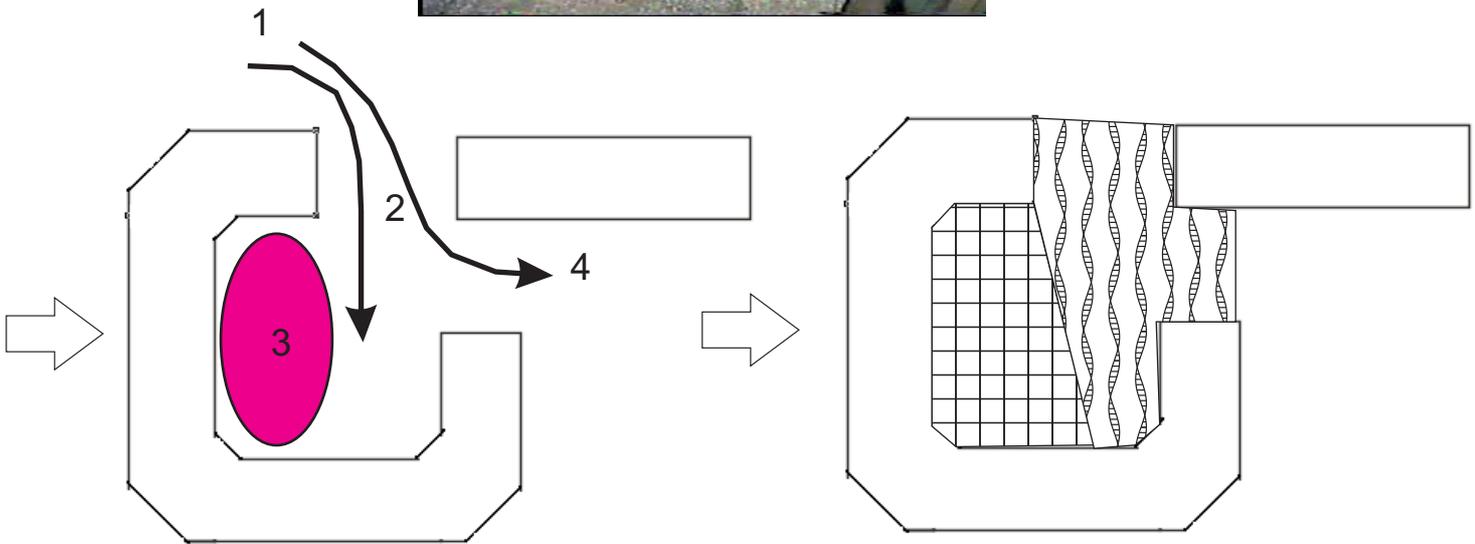
Zone intermédiaire ou bien ventilée.



Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - E -

3- Orientation Est
(Annexe V - fig. 9-10)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air partagé
- 3- Zone calme.
- 4- Sortie du flux d'air



Zone intermédiaire ou bien ventilée.



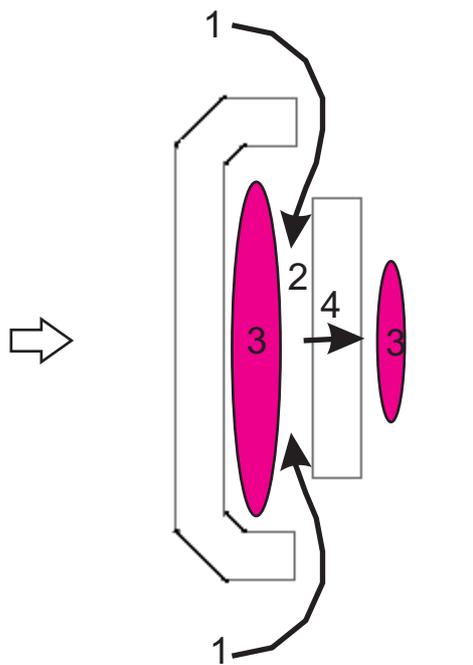
Zone protégée (Zone d'accumulation).

La zone protégée est très importante.

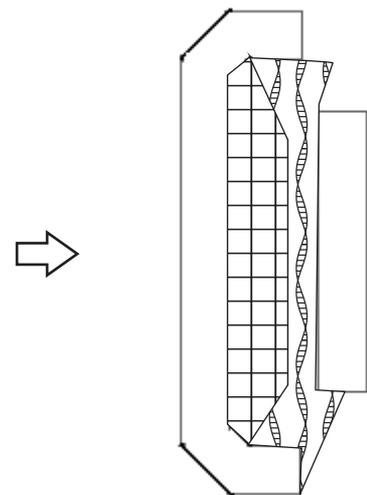
Type - F -

3- Orientation Sud
f(Annexe V -fig. 9-10-11)

Le flux d'air est perpendiculaire à la composition. Le bâtiment en « U » est contre le vent, ce qui fait que l'espace-rue est protégé et les zones calmes sont considérables



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air léger.
- 3- Zone calme.
- 4- Sortie du flux d'air par-dessus le bâtiment.



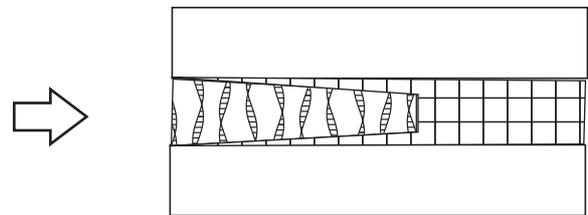
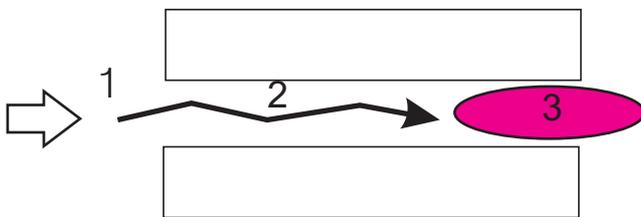
Zone intermédiaire ou bien ventilée.



Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - H -

2-Orientation Ouest.
Fig.5



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air léger faibli
- 3- Zone calme.



Zone intermédiaire ou bien ventilée.

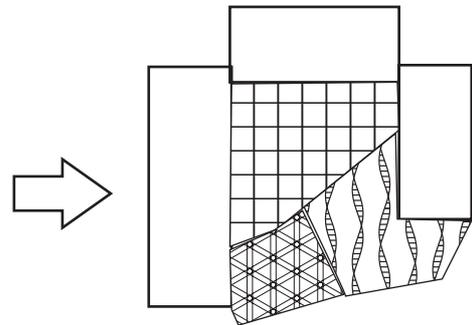
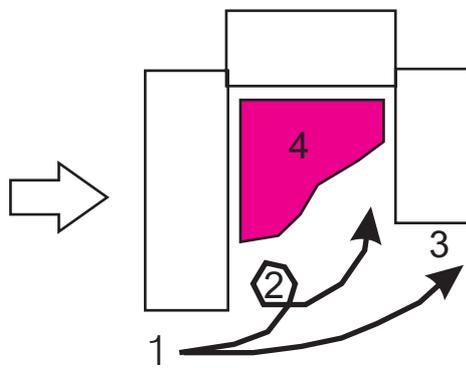


Zone protégée (Zone d'accumulation).

Il n'y a pas de zone de gêne. La zone ventilée est située à l'entrée.
La zone protégée est très considérable.

Type - I -

3-Orientation Sud
(Annexe V - fig. 5-6)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Petite turbulence
- 3- Zone calme.
- 4- Sortie du flux d'air

 Zone de gêne et d'inconfort.

 Zone intermédiaire ou bien ventilée.

 Zone protégée (Zone d'accumulation).

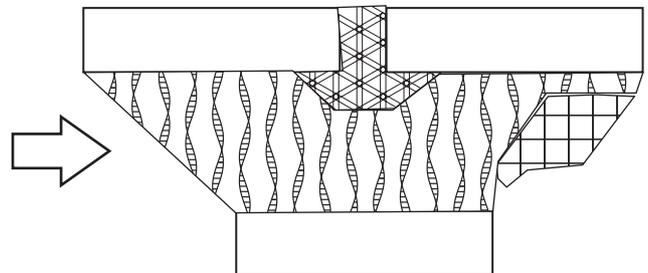
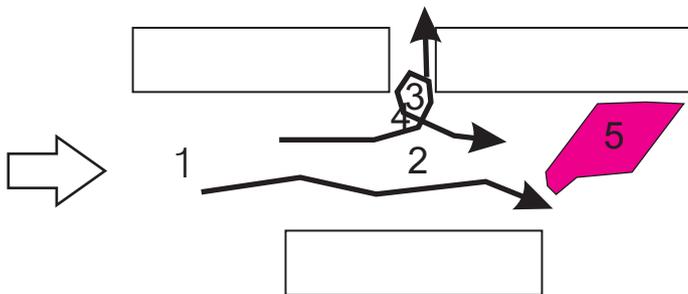
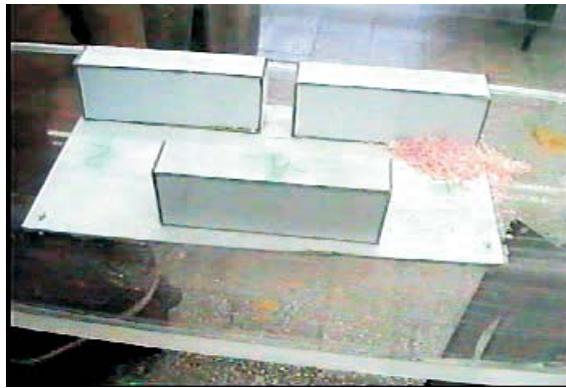
Type - K -

3- Orientation Ouest
(Annexe V- fig. 6-7-8-9)

Le flux d'air est parallèle aux bâtiments. Le vent s'écoule librement et s'affaibli pendant qu'il circule dans l'espace rue.

Une légère turbulence se produit à l'ouverture latérale entre bâtiments.

La zone calme est refoulée au pied de l'immeuble



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air parallèle au bâtiment.
- 3- Légère turbulence
- 4- Sortie du flux d'air
- 5- Zone calme.

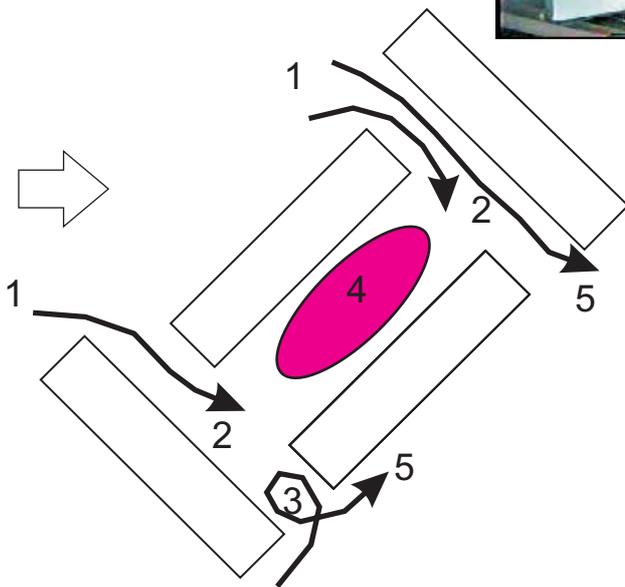
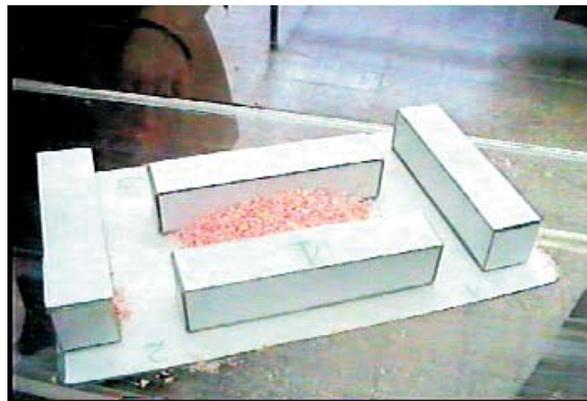
 Zone de gêne et d'inconfort.

 Zone intermédiaire ou bien ventilée.

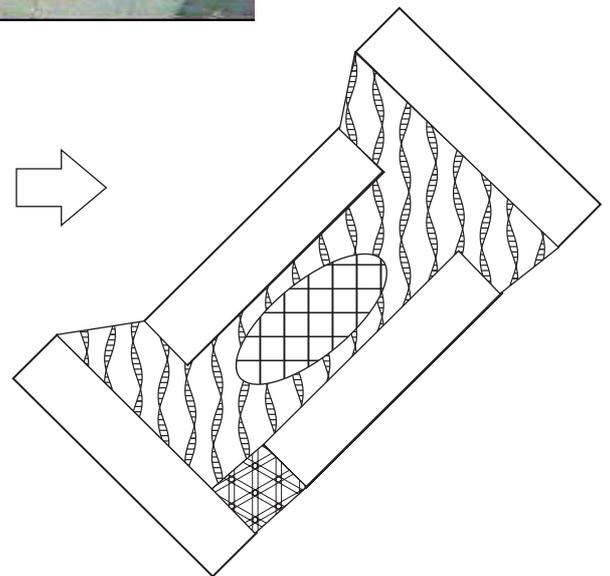
 Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - M -

3-Orientation Sud
(Annexe V - fig. 9-10-11-12)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air parallèle au bâtiment.
- 3- Légère turbulence
- 4- Sortie du flux d'air
- 5- Zone calme.

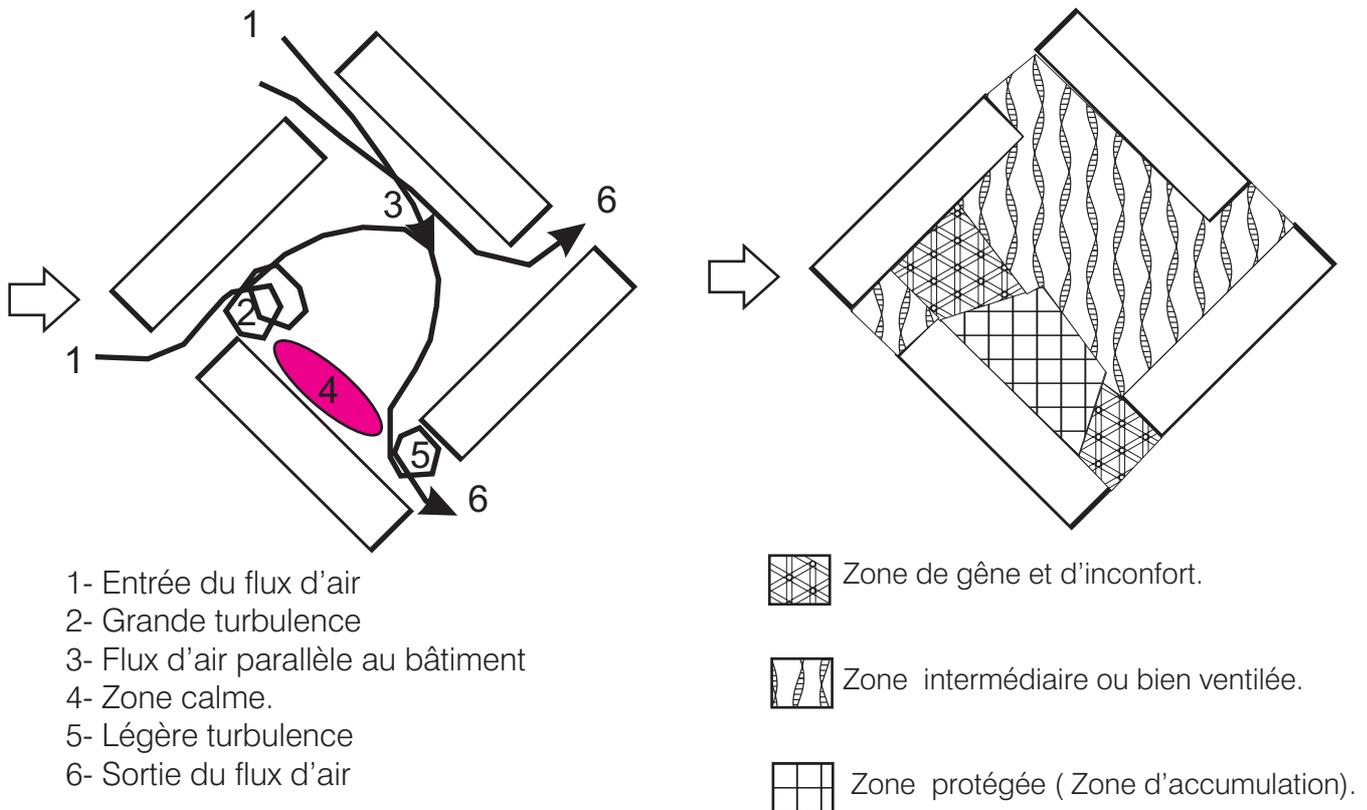
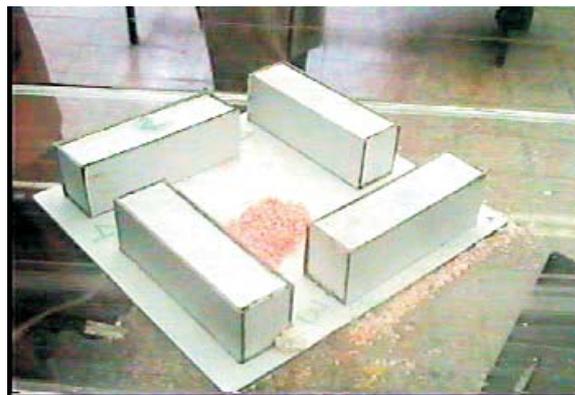


-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - A -

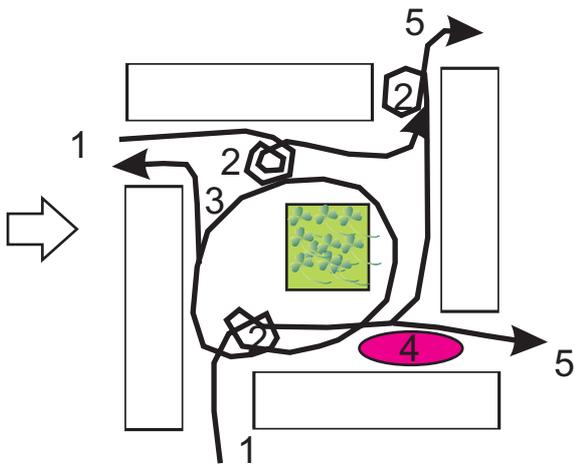
2-Orientation N.O-S.E
 Fig. 5-6-7-8

Le vent fait un angle de 45 ° avec la composition urbaine .Une grande turbulence se crée. Cette variation représente moins de turbulences que la première

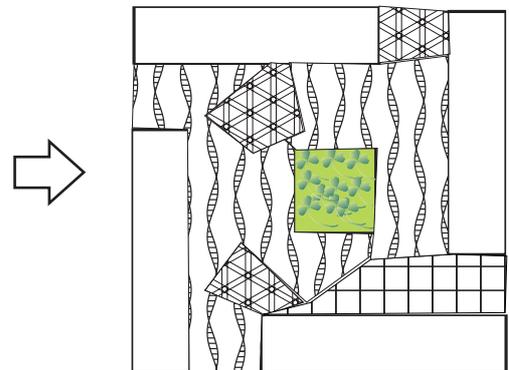


Type - A -

3-Orientation Nord avec végétation
(Annexe V - fig. 9-10-11-12)



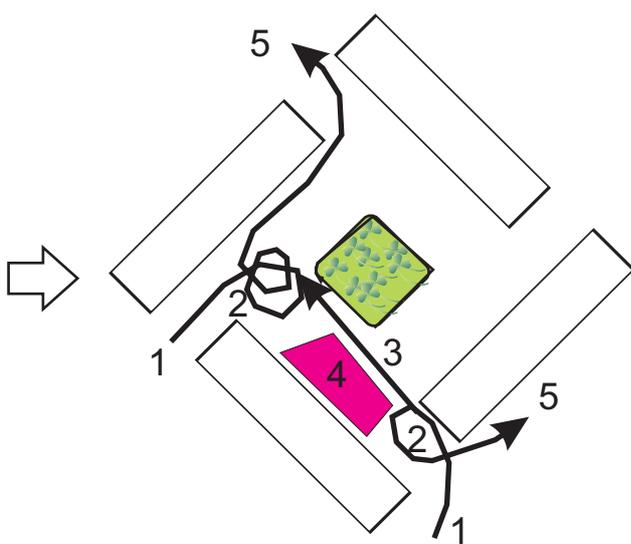
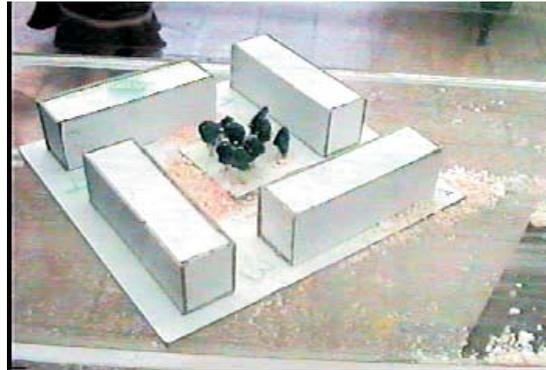
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Moyenne turbulence
- 3- Flux d'air parallèle au bâtiment
- 4- Zone calme.
- 5- Sortie du flux d'air



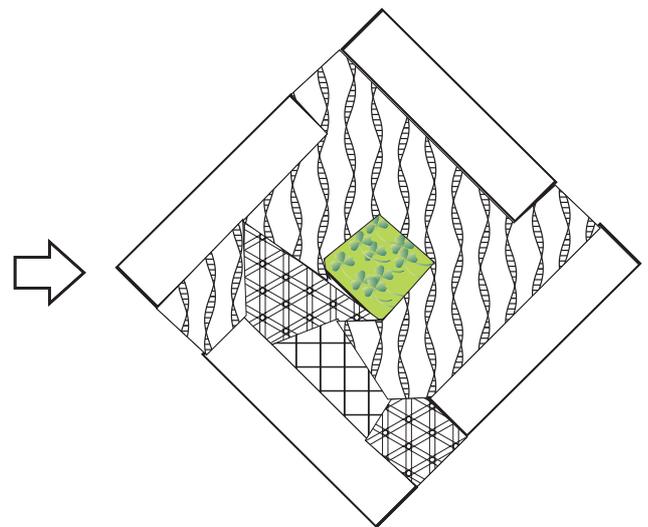
-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

Type - A -

4-Orientation N.O -S.E avec végétation
(Annexe V- fig. 13-14-15-16)



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Moyenne turbulence
- 3- Flux d'air parallèle au bâtiment
- 4- Zone calme.
- 5- Sortie du flux d'air



-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

TABLE DES MATIERES

	Dédicaces	I
	Remerciements	II
	Table des matières.....	III
	Table des illustrations.....	XI
	Table des tableaux.....	XVI
	Préambule	1
	Introduction	2
Partie I	Partie théorique	
	Chapitre I	
	Dimension climatique – Le climat et le vent	12
	I – Introduction	12
	II – Le climat	12
	1 – Introduction.....	12
	2 – Classification des climats.....	12
	3 – Le climat des zones arides et semi-arides.....	14
	a-La notion d’aridité.....	14
	b-La notion de semi-aridité.....	14
	c-Caractéristiques des milieux arides et semi-arides.....	15
	4 – Le climat en Algérie.....	17
	5 – Le climat de Biskra.....	17
	III – Le vent	19
	1– Définition	19
	2– Les composantes du vent.....	20
	a-Mouvements verticaux de l’air.....	20
	b-Mouvements horizontaux de l’air.....	20
	3- L’écoulement du vent.....	24
	a-L’écoulement laminaire.....	24
	b-L’écoulement turbulent.....	24
	4 -Les principales causes du vent.....	25
	5- Systèmes de vent (Classification des vents).....	25
	a- A l’échelle planétaire ou vents dominants.....	25
	a-1- Vents alizés.....	25
	a-2-Vents d’Ouest.....	26
	a-3- Vents polaires.....	26
	b-A l’échelle synoptique (1000 à 6000 km).....	27
	b-1-Les vents de moussons.....	27
	b-2- Les vents catabatiques.....	27
	c-A moyenne échelle (10 à 100 km).....	27
	c-1- Les brises de terre et de mer.....	27
	c-2- Les vents des montagnes et de vallées.....	27
	6- Types de vent (par rapport à).....	27
	a-La mesure du vent.....	27
	a-1- Le vent instantané.....	28
	a-2- Le vent météorologique.....	28
	b-La direction du vent.....	28
	c-La vitesse des vents.....	29
	d-La force des vents.....	30
	e-Rose des vents.....	31

			7-Les indicateurs du vent.....	32
			a-Les indicateurs instantanés.....	32
			b-Les indicateurs permanents.....	32
			8-Les effets du vent.....	32
			a-Les effets de vent sur la végétation.....	32
			b-Les effets du vent sur le sol et la désertification.....	33
			b-1- Le mouvement des particules sous l'effets du vent.....	33
			b-2- La désertification en Algérie.....	34
			c-Effet du vent sur l'homme.....	34
			9-vent en Algérie.....	34
			10-Vent à Biskra.....	34
			a- Phénomènes climatiques causés par le vent.....	34
			b-Vitesses moyennes et fréquences du vent.....	35
	IV-	Conclusion.....		35
	Chapitre II	Les effets de l'urbanisation – Forme urbaine – Climat urbain		36
	I –	Introduction.....		36
	II –	Considérations théoriques sur la forme urbaine-architecturale des bâtiments et sur l'espace extérieur.....		36
			1-Evolution de la forme urbaine du tissu urbain.....	36
			a- Les grands ensembles.....	39
			a-1 - Forme des bâtiments.....	39
			a-2 - Implantation des bâtiments.....	41
			b- Les espaces urbains.....	43
			b-1- Les espaces extérieur les ensembles d'habitations collectives.....	43
			b-2-Les espaces extérieurs en Algérie.....	44
	III –	Evolution de la forme urbaine à Biskra		45
	IV-	Le climat urbain.....		48
			1-Définition de quelques disciplines et concepts liés au climat urbain.....	49
			a- La climatologie urbaine.....	49
			b- L'analyse climatologique	49
			c- Recalage climatique.....	49
			2-Définition du climat urbain.....	50
	V-	Facteurs climatiques et projet urbain		52
	IV-	Schématisation des réponses microclimatiques des espaces urbains.....		52
			1-Mécanisme microclimatique à propos d'une cour urbaine..	52
			2-Mécanisme microclimatique d'un quartier planifié à Biskra	54
	IIV-	Conclusion.....		57
	Chapitre III	Le confort et la notion de gêne.....		58
	I –	Introduction.....		58
	II –	Effets du vent sur l'homme et la notion de gêne.....		59
			1- Effets thermiques.....	60
			2- Effets mécaniques.....	61
			a- Paramètres descriptifs de la gêne.....	62
			a-1- Le facteur additionnel de confort	62
			b- Seuil de l'inconfort et fréquence de gêne.....	65

	III – Conclusion	66	
	Chapitre IV	Le vent en milieu urbain	67
	I – Introduction	67	
	II – Paramètres définissant le vent	67	
	1- La vitesse.....	67	
	a- La vitesse instantanée	67	
	b- La vitesse moyenne.....	68	
	c- Profil des vitesses.....	68	
	2- Turbulence des vents de surface.....	70	
	3- Fréquence du vent.....	71	
	III – Les facteurs influant sur le mouvement du vent	72	
	1- Inertie propre.....	72	
	2- La pression.....	73	
	3- Frottement.....	73	
	4- Nature de l’environnement.....	73	
	a- les vents et la topographie.....	73	
	a-1- Effet de rétrécissement	74	
	a-2- Effet de canalisation.....	75	
	a-3- Effet de pente.....	75	
	a-4- Effet de plateau.....	76	
	a-5- Effet de littoral.....	76	
	b- La végétation.....	77	
	• Effet d’oxygénation	77	
	• Effet de fixation des poussières.....	77	
	• Effet de protection aux vents forts.....	78	
	b-1- Le vent et un groupement d’arbre ou forêts.....	78	
	5- Effets d’un groupement urbain ou d’une masse bâtie dans les villes et villages sur le vent	80	
	• Décroissance de la vitesse du vent et turbulence.....	80	
	• Déviation de la direction du vent.....	80	
	• Accélération de la vitesse du vent.....	80	
	• Brise thermique.....	81	
	• La canalisation du vent par les rues.....	81	
	• Les brises très localisées.....	82	
	IV – Comportement du vent autour des constructions	83	
	V – Relation vent et composition urbaine	86	
	1- Zone abritée (wind shadowing)		
	a- La forme du bâtiment.....	88	
	b- L’orientation du bâtiment.....	89	
	c- La disposition des bâtiments.....	90	
	d- La porosité urbaine.....	91	
	2- La zone de turbulence et de survitesse.....	91	
	a- Obstacles ou bâtiment bas ≤ 15	92	
	b- Obstacles ou bâtiments hauts.....	92	
	c- Obstacles à profil variant rapidement.....	93	
	d- Obstacles combinés.....	93	
	VI – Les accidents aérodynamiques et leur traitement ; Effets types	94	

			1- Les formes isolées	95
			a- Effet de coin.....	95
			b- Effet de tourbillon amont.....	95
			c- Effet de sillage et de rouleau aval.....	96
			d- Effet de trou ou de passage sous immeuble.....	97
			e- Effet de barre.....	97
			2- Les formes associées.....	
			a- Effet de liaison des zones de pression différente entre immeubles.....	98
			b- Effet wise.....	99
			c- Effet venturi.....	99
			d- Effet de canalisation.....	100
			e- Effet combiné venturi et canalisation.....	100
			f- Effet de maille ou de la cour.....	101
			g- Effet agora.	102
	VII-	Conclusion.....		102
	ChapitreV	Méthode d'intégration du paramètre vent dans la conception de l'environnement		103
	I -	Introduction.....		103
	II -	Le vent et les tissus anciens.....		103
			1- La ville romaine- disposition des bâtiments par rapport au vent selon Vitruve.....	104
			2- Les demeures troglodytiques.....	105
			3- Tentes noires.....	105
			4- La yourte.....	106
			5- Capteur vent (El malgaf).....	106
			6- Tissu urbain saharien.....	107
			7- Exemple d'un quartier ancien à Biskra "quartier El M'sid ".....	108
			a- Les caractéristiques du quartier.....	108
			b- Etude bioclimatique du paramètre vent dans le quartier "El M'sid".....	109
	III-	Conduite d'une étude aérodynamique et calculs des fréquences d'inconfort		110
			1- Le diagnostic ou l'étude théorique du microclimat	
			2- L'étude expérimentale.....	110
			a- La mesure in situ.....	111
			a-1- Exemple : Rue de Straspourg à Nantes.....	111
			b- Etude en soufflerie ou l'approche expérimentale en soufflerie atmosphérique.....	115
			b-1- Les échelles des souffleries	116
			b-2- La procédure de la simulation en soufflerie.....	117
			b-3- Synthèse climatique : calcul des fréquences de gêne....	117
			b-4- Interprétation des résultats.....	118
			b-5- Les accidents aérodynamiques et leur traitement : une approche plus qualitative.....	118
			b-6- Exemple de programme sur la caractérisation des ambiances extérieurs : le quartier du Sanitat à Nantes.....	119
			c-La simulation numérique.....	122

			c-1- La technique du CFD (Computational Fluid Dynamics) Exemple d'utilisation du CFD : La recherche d'un confort extérieur et la planification d'un site à Vanke Doushi garden.....	122
			c-2- Les logiciels de simulation des écoulements d'air dans des géométries complexes N3S du CERMA..... Exemple de simulation du vent d'une place urbaine avant et après insertion d'un bâtiment en utilisant le N3S	122 128 129
	VI	Conclusion		132
Partie II	La partie analytique			
	Chapitre I	Approche analytique – Analyse du cas d'étude		
	I	Introduction		133
			A- choix du cas d'étude..... a- Opération et programme de logement..... b- La densité résidentielle..... c- La forme et la configuration urbaine..... d- L'espace extérieur..... e- Le piéton..... B- L'approche typo-morphologique..... 1- Choix de la méthode..... 2- Présentation de l'approche architecturale - Classification typo-morphologique..... 3- Les étapes de l'approche typo-morphologique..... a- Définition du corpus..... b- Classement préalable..... c- Elaboration des types	133 134 134 134 134 134 135 135 135 136 136 136 136 136
	II	Présentation du cas d'étude		137
			A- Zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN)..... 1- Définition..... 2- Création et caractéristiques des ZHUN à Biskra..... 3- La répartition des ZHUN..... a- La ZHUN Ouest..... b- La ZHUN Est..... c- Le quartier des 1000 logts (El Amel)..... 4- Les générations des ensembles des bâtiments collectifs des ZHUN à Biskra..... a- La première catégorie..... b- La deuxième catégorie..... c- La troisième catégorie.....	137 137 137 139 139 142 145 145 146 146 146
	III	Analyse typo- morphologique de l'aire d'étude		147
			A- Introduction..... B- La première classification..... 1- Traitement préliminaire du corpus..... a- Situation et topographie..... b- Les formes urbaines..... c- Orientation de la trame urbaine..... d- Utilisation de l'espace urbain aux alentours des Bâtiments..... 2- Les variantes des formes géométriques des bâtiments...	147 147 147 147 150 152 154 155

			3- Les variantes des hauteurs.....	155
			4- Les variantes des profils des bâtiments et porosités urbaines	155
			5- Les variantes des groupes des bâtiments.....	162
			6- Le choix typo-morphologique de l'analyse de la 1 ère classification des différents groupes des bâtiments recueillis.....	167
			C-La deuxième classification.....	169
	IV -	Analyse climatique du vent soufflant sur les espaces extérieurs des ensembles des bâtiments du cas d'étude.....		170
			-le seuil de gêne.....	170
			-Le seuil de sécurité.....	170
	V -	Conclusion.....		171
Partie III	La partie expérimentale			
	Chapitre I	L'expérimentation.....		173
	1-	Introduction.....		173
	2-	Le choix de la simulation analogique.....		173
	3-	Le choix de la soufflerie.....		173
	4-	Matériels utilisés pour l'expérimentation.....		174
			a-Banc thermo- fluide.....	174
			b-Les maquettes.....	176
			c-Le produit visualisant de l'écoulement de l'air ...	176
			d-L'anémomètre.....	177
			e-Une caméra.....	177
	5-	Les étapes de l'expérimentation.....		178
	6-	Conclusion.....		180
	Chapitre II	Résultats de l'expérience.....		181
	1-	La vérification de la première partie de l'hypothèse : « Une certaine configuration des bâtiments et leur disposition influe sur l'écoulement de l'air »..		181
	2-	La vérification de la deuxième partie de l'hypothèse : « Certains écoulements entre bâtiments peuvent engendrer un inconfort ou une gêne pour les piétons en espaces extérieurs.....		182
			a- Interprétation des résultats	
			• Type A	184
			• Type B.....	188
			• Type C.....	190
			• Type D.....	191
			• Type E.....	193
			• Type F.....	195
			• Type G.....	197
			• Type H.....	198
			• Type I.....	200
			• Type J.....	202
			• Type K.....	203
			• Type L.....	205
			• Type M.....	206
	3-	Evaluation climatique par rapport au vent des typologies de la première classification.....		208

	4-	Evaluation climatique par rapport au vent des typologies de la deuxième classification.....	213
		Conclusion	214
	A-	Limites de la recherche	215
		1-Limites de l'étude.....	215
		2-Limites des instructions fonctionnalistes.....	215
		3-Limites d'ordre climatique.....	216
	B-	Recommandations	217
		B-1- Principes généraux	217
		a- Pour les effets de site.....	217
		b- Les effets du bâti.....	217
		c- Les aménagements complémentaires.....	218
		c-1- Les brise-vent artificiels.....	219
		c-2- les brise-vent végétaux.....	220
		B-2- Recommandations spécifiques au cas d'étude	220
		1-Recommandation de prévention.....	220
		a- Orientation.....	220
		b- Densité.....	220
		c- Configuration des bâtiments.....	221
		d- Revêtement du sol.....	221
		e- Espaces verts.....	222
		f- L'aménagement des espaces bleus.....	222
		g- Choix d'activités.....	222
		2-Recommandations de traitement.....	223
		Conclusion.....	225
		Bibliographie	226
		Annexes	231
		Annexe I	231
		Annexe II	237
		Annexe III	240
		Annexe IV	245
		Annexe V	251
		Annexe VI	290

TABLE DES ILLUSTRATIONS

La première partie

Chapitre – I –

Figure 1	- Situation des zones arides et semi-arides dans le monde.....	16
Figure 2	- La dépression et l'anticyclone (loi de Buys Ballot).....	19
Figure 3	- Cas des mouvements verticaux de l'air.....	20
Figure 4	- Mouvement de l'air des zones de surpression aux zones de sous-pression.....	21
Figure 5	- Phénomène de brise côtière.....	21
Figure 6	- Déviation du vent.....	22
Figure 7	- Carte des pressions et des flux.....	23
Figure 8	- Ecoulement laminaire.....	24
Figure 9	- Ecoulement turbulent.....	24
Figure 10	- définition de la couche limite.....	25
Figure 11	- Vents dominants.....	26
Figure 12	- La girouette.....	29
Figure 13	- Anémomètre.....	29
Figure 14	- Echelle de Beaufort.....	30
Figure 15	- Les différents types des roses des vents.....	31
Figure 16	- Les différents modes de transport des particules par le vent.....	33

Chapitre – II-

Figure 1	- La nouvelle organisation de l'espace urbain.....	38
Figure 2	- Evolution des formes du cadre bâti	40
Figure 3	- Evolution de l'implantation des bâtiments.....	41
Figure 4	- Des barres d'immeubles d'habitations implantées dans les espaces verts	42
Figure 5	- Les composantes de l'espace urbain (rue, trottoirs, parking).....	42
Figure 6	- Espace de pratique, de perception et d'usage.....	44
Figure 7	- Le damier colonial.....	46
Figure 8	- Bâtiment à l'époque coloniale.....	46
Figure 9	- Evolution de la forme urbaine à Biskra.....	47
Figure 10	-Schématisation de l'îlot de chaleur urbain, caractéristique du climat urbain.....	51
Figure 11	- Diagramme de température de l'air et de surface, humidité, vitesse d'air d'une cour urbaine.....	53
Figure 12	- Caractéristique du quartier 726 logts.....	55
Figure 13	-Diagramme de température, humidité, vent au niveau du quartier 726 logts.....	57

Chapitre – III –

Figure 1	- Confort physique lors d'une promenade en plein soleil en fonction de la température de l'air, de la vitesse du vent et des vêtements.....	60
Figure 2	- Difficulté de marcher, pour les piétons, due à l'effet mécanique du vent accentué aux abords des bâtiments élevés.....	61
Figure 3	- Problème d'équilibre des passants dûs à une accélération	

	de la vitesse du vent à cotés des constructions qui se resserrent dans les grandes villes.....	61
Figure 4	- Facteur additionnel du confort selon les différentes zones.....	64
Figure 5	- Effet de la tour sur l'écoulement de l'air dans un périmètre étendu d'un tissu urbain ancien	65
Chapitre – IV –		
Figure 1	- Epaisseur de la couche limite.....	68
Figure 2	- Les profils du vent pour trois types de sites	68
Figure 3	- Enregistrement typique effectué avec un anémomètre à type pressurisé.....	70
Figure 4	- Exemple de la répartition probable de la vitesse horaire moyenne du vent (gradient), au cours d'une saison.....	71
Figure 5	- Exemple des variations de la vitesse moyenne des vents de surface et des rafales dans les différentes directions	72
Figure 6	- Déviation des flux éoliens en fonction des obstacles topographiques.....	74
Figure 7	- Effet de rétrécissement	74
Figure 8	- Effet de canalisation.....	75
Figure 9	- Effet de plateau.....	76
Figure 10	- Effet de littoral.....	76
Figure 11	- Effet d'oxygénation de la végétation ; le rayonnement solaire en est le principale agent.....	77
Figure 12	- Effet d'humidification de l'air par une zone plantée.....	77
Figure 13	- Effet de protection au vent fort (la végétation joue ici le rôle de barrière à vent).....	78
Figure 14	- Effets des forets (arbres, palmiers) sur le vent	79
Figure 15	- Un pare-brise à feuilles persistantes casse la force du vent et crée une ombre protectrice de vent dans l'avant et derrière. L'espace aérien mort protégé la maison.....	79
Figure 16	- Brise thermique.....	81
Figure 17	- Canalisation du vent par les rues.....	82
Figure 18	- Brise localisée.....	82
Figure 19	- Le vent aux abords d'un bâtiment.....	83
Figure 20	- Schéma de l'écoulement de l'air aux abords d'un édifice élevé et élancé.....	84
Figure 21	- Ecoulement de l'air entre les différentes zones de pressions aux alentours d'un bâtiment.....	84
Figure 22	- Lignes d'écoulement contournant un bâtiment de forme simple.....	85
Figure 23	- Dessin représentant le mouvement de l'air et la situation de la zone calme	85
Figure 24	- Tracé des ruelles et le vent.....	86
Figure 25	- Un exemple au quartier latin.....	86
Figure 26	- Etude sur 100 habitations du marais de monts orientation par rapport au vent	87
Figure 27	- Longueur de la zone protégée par rapport à la forme et géométrie du bâtiment	88
Figure 28	- Effet de la forme et disposition des bâtiments sur l'écoulement de l'air.....	89
Figure 29	- Dessin représentant l'écoulement de l'air en plan de masse	

lors de l'arrangement des bâtiments	90
Figure 30 - La porosité urbaine régit le niveau de ventilation urbaine.....	91
Figure 31 - Turbulence d'air d'un bâtiment élevé.....	92
Figure 32 - Le vent et obstacle ou bâtiment bas ≤ 15	92
Figure 33 - Vent et obstacles hauts.....	93
Figure 34 - Vent et obstacles combinés.....	93
Figure 35 - Le vent par-dessus d'une cour ou patio d'une construction.....	94
Figure 36 - Implantation de végétation pour réduire le débit du vent.....	94
Figure 37 - Effet de coin.....	95
Figure 38 - Effet de tourbillon amont.....	95
Figure 39 - Effet de sillage et de rouleau aval.....	96
Figure 40 - Effet de trou ou de passage sous immeubles.....	97
Figure 41 - Effet de barre.....	97
Figure 42 - Effet de liaison des zones de pression différentes entre immeubles.....	98
Figure 43 - Effet Wise.....	99
Figure 44 - Effet de venturi.....	99
Figure 45 - Effet de canalisation.....	100
Figure 46, 47 - Effet de maille ou de cour.....	101
Figure 48 - Effet agora.....	102

Chapitre V

Figure 1 - Schémas de Vitruve concernant la disposition des constructions par rapport à la rose des vents.....	104
Figure 2 - Les demeures troglodytiques.....	105
Figure 3 - Les tentes noires.....	105
Figure 4 - La yourte.....	106
Figure 5 - Le malgaf (le capteur d'air).....	106
Figure 6 - Tissus urbains anciens (plan de Mossoul).....	107
Figure 7, 8 - Plan et façade du quartier El M'cid.....	108
Figure 9 - Rue de Straspourg.....	111
Figure 10 - Le dispositif expérimental.....	112
Figure 11 - Schéma de la répartition des capteurs.....	113
Figure 12 - Vent horizontal dans la rue.....	114
Figure 13 - Vortex moyen.....	114
Figure 14 - Vues de la soufflerie au CSTB de Nantes.....	115
Figure 15 - Maquettes à 1/1500 e pour étude des effets topographiques.....	116
Figure 16 - Visualisation par plan laser de la diffusion des effluents dans un quartier intégrant des immeubles de grande hauteur à Toulon.....	118
Figure 17 - Quartier du Sanitat – plan des hauteurs.....	119
Figure 18 - Visualisation par enduit.....	120
Figure 19 - Simulation du vent de type banlieue à l'échelle du 1/200 et 1/400.....	120
Figure 20 - Fréquences de dépassement du seuil de 3 m/s.....	121
Figure 21 - La rose des vents de Beijing.....	123
Figure 22 - Les trois conceptions du jardin de Vanke Doushi.....	124
Figure 23 - La distribution de la vitesse du vent à une hauteur de 1.5 m au-dessus de la terre des bâtiments pour l'arrangement I avec un vent du Nord.....	124
Figure 24 - La distribution de la vitesse du vent ...pour l'arrangement II avec un vent du Nord.....	126
Figure 25 - La distribution de la vitesse du vent ...pour l'arrangement III	

avec un vent du Nord. (7.6 m/s).....	127
Figure 26 - La simulation par le N3S.....	128
Figure 27 - Champs des vecteurs de vitesse/ exposition au vent sur la place.....	130
Figure 28 - Incidence du projet sur les conditions de vent.....	131

La deuxième partie

Chapitre I

Figure 1 - Zones nouvelles de Biskra et limite de l'aire d'étude.....	138
Figure 2 - Type de logement et équipements de la zone.....	139
Figure 3 - Ensemble des bâtiments collectifs des 726 logts.....	141
Figure 4 - Périmètre de ZHUN Est.....	142
Figure 5 - Logements collectifs des 500 logts.....	144
Figure 6 - Logement collectif des 500 logts MDN.....	144
Figure 7 - Cité El Amel (1000 logts).....	145
Figure A, B – Situation et topographie des sites de l'aire d'étude.....	148, 149
Figure C, D – Formes urbaines.....	150, 151
Figure E, F – Orientation de la trame urbaine.....	152, 153
Figure G - Utilisation de l'espace urbain aux alentours des bâtiments.....	154
Figure 8 - Les différents niveaux des bâtiments	155
Figure H , I, J,K -Différentes formes ou configuration des bâtiments.....	156, 157, 158, 159
Figure L, M - Profils urbains ou porosité urbaine des bâtiments collectifs.....	160, 161
Figure N - Les variantes de dispositions des bâtiments.....	164
Figure O, P – Les modes de regroupement des bâtiments collectifs	165, 166
Figure 9 - Mesure de la vitesse du vent par un anémomètre placé à une hauteur de 10 m et à 2 m en site dégagé à la station météorologique du Biskra.....	170

La troisième partie

Chapitre I

Figure 1 - Banc thermo-fluide.....	174
Figure 2 - La composition du Banc thermo-fluide.....	175
Figure 3 - Différentes vues des maquettes.....	176
Figure 4 - Le produit utilisé pour visualiser l'écoulement de l'air à l'échelle de la maquette en soufflerie.....	176
Figure 5 - Utilisation de l'anémomètre.....	177
Figures - Etape 1, 2, 3, 4, 5 ; Les étapes de l'expérimentation	178, 179, 180
Figures des résultats de l'expérience de chaque type.	de 184 à 207

Annexes :

Annexe I

Figure 1 - Zone climatique d'hiver en Algérie.....	232
Figure 2 - Zone climatique d'été en Algérie.....	233
Figure 3- a - Roses mensuelles des vents de Biskra.....	235
Figure 3- b - Rose annuelle du vent de Biskra.....	236

Annexe II

Figure 4 : Les variations de la vitesse du vent avec la hauteur sur trois sites239

Annexe III

Figure 5 - Conseils pratiques pour l'effet de sous immeubles.....240
 Figure 6 - Conseils pratiques pour l'effet de coin.....240
 Figure 7 - Conseils pratiques pour l'effet de sillage.....241
 Figure 8 - Conseils pratiques pour l'effet rouleau tourbillonnaire241
 Figure 9 - Conseils pratiques pour l'effet de barre.....242
 Figure 10 - Conseils pratiques pour l'effet de venturi.....242
 Figure 11 - Conseils pratiques pour l'effet de liaison de zones de pression
 différentes.....243
 Figure 12 - Conseils pratiques pour l'effet de canalisation.....243
 Figure 13 - Conseils pratiques pour l'effet de maille.....244
 Figure 14 - Conseils pratiques pour l'effet de pyramide.....244

Annexe IV

Figure 15 - Soufflerie atmosphérique du département de génie mécanique
 de Batna.....245
 Figure 16 – Banc thermo-fluide du département de génie mécanique de Batna.....246
 Figures de 17 à 21 : les composantes du banc thermo-fluide.....de 247-250

Annexe V

1- Extrait de quelques séquences filmées et enregistrées de l'expérience pour chaque
 type.....251
 2- Complément en schémas des résultats de l'expérience.....278

TABLE DES TABLEAUX

La première partie

Chapitre II

Tableau 1 – Nombre de palmeraies à Biskra durant des périodes différentes.....	46
Tableau 2 – Effets de la ville sur les variables climatologiques	51
Tableau 3 – Les différences entre les facteurs climatiques à l’intérieur et l’extérieur du quartier 726 logts à Biskra.....	56

La deuxième partie

Tableau 1 – Distribution en surfaces.....	140
Tableau 2 – Types d’habitat de la ZHUN- Ouest.....	140
Tableau 3 – Les logements collectifs programmés et réalisés dans le ZHUN-Ouest.....	140
Tableau 4 – Révision des surfaces par rapport à la 2 ème phase de la ZHUN-Ouest.....	141
Tableau 5 – Equivalence des superficies.....	143
Tableau 6 – La distribution des surfaces.....	143
Tableau 7 – Programme de logement et types d’habitats.....	143

Annexes

Annexe I

Tableau 1 – Données climatiques de Biskra (1996).....	234
Tableau 2 – Phénomènes climatiques causés par le vent.....	234
Tableau 3 – Moyennes mensuelles des vitesses du vent moyen.....	234
Tableau 4 – Fréquences par classe du vent max.....	234

Annexe II

Tableau 1 – Echelle de Beaufort et effets de la force du vent sur l’homme.....	237
Tableau 2 – Tolérances possibles du vent dans les zones réservées aux piétons.....	237
Tableau 3 – Fréquences acceptables pour un confort mécanique ne dépassant pas 6m/s.....	238
Tableau 4 – Différents types de rugosité caractérisant la nature des écoulements et les taux des turbulences.....	238
Tableau 5 – Rugosité du site (α), hauteur de la couche limite (Z_0), la hauteur d’un bâtiment typique (h_b) pour trois types de site.....	238
Tableau 6 – Pourcentage de la vitesse du vent à 10 m, site dégagé (valeur météorologique).....	238
Tableau 7 – Longueur de l’ombre du vent d’un bâtiment, par rapport à la hauteur, largeur de la forme du bâtiment.....	239

ANNEXE – I -

1- Les zones climatiques d'hivers :

Trois grandes zones climatiques d'hivers H1, H2 et H3 sont déterminées selon l'influence de l'altitude. (Fig. 1) sur les trois grandes zones s'obtiennent les sous-zones suivantes :

H1a : Littoral – mer	Altitude < 500 m.
H1b : Arrière littoral –montagne.....	Altitude >500 m.
H2a : Atlas tellien- montagne.....	1000m < Altitude < 1500m.
H2b : Atlas saharien-montagne.....	Altitude > 1550 m.
H3a : Pré Sahara.....	500 m < Altitude < 1000m
H3b: Sahara.....	200m < Altitude < 500m..
H3c : Hoggar.....	Altitude > 500 m.

Chaque zone a les caractéristiques suivantes :

- La zone **H1a** a des hivers doux avec des amplitudes faibles alors que la zone **H1b** a des hivers plus froids et plus longs
- La zone **H2a** est caractérisée par les hivers froids et un écart de température diurne important.
- La zone **H2b** a des hivers encore plus froids que la zone a.
- La zone **H3a** est remarquable par des hivers très froids.

La nuit par rapport au jour. Les écarts de températures entre le jour et a nuit sont importants.

- La zone **H3b** a des hivers moins froids que La zone H3a avec des écarts de température diurne
- La zone **H3c** des hivers froids analogues à la zone H3a mais qui persistent même durant la journée.

2 -Les zones climatiques d'été :

Cinq zones déterminent les zones climatiques d'été :

- La zone **E1** subit l'influence de la mer.
- La zone **E2** subit l'influence de l'altitude.
- Les zones **E3, E4 et E5** subissent l'influence de la latitude.

Chaque zone a les caractéristiques suivantes :

- La zone **E1** a des étés chauds et humides, l'écart de température diurne est faible.
- La zone **E2** a des étés plus chauds et moins humides avec des écarts de température diurne importants.
- La zone **E3** a des étés très chauds et secs mais moins pénibles qu'en zone E4.
- La zone **E4** a des étés secs mais plus chauds et plus secs qu'en zone E3.
- La zone E5 a des été chauds et secs et extrêmement pénibles par rapport au zones E3 et E4. C'est la zone la plus chaude en Algérie.
- L'amplitude thermique est importante pour les zones E3, E4 et E5 (*Ministère de l'habitat ,1993*).

Fig 1 : Les zones climatiques d'hiver. (Source : M. H)

Fig 2 : Les zones climatiques d'été. (Source : M. H)

Tableau 1- Données climatiques de la ville de Biskra.

BISKRA (O.N.M.1996)*		LATIT 34.48 N				LONGIT. 5.44 E				ALTIT. 81 m			
MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
Température Moyenne : en (°c) et dixièmes	21.5	24.5	28.5	33.6	35.9	44.5	45.2	44.9	44.4	33.5	29.0	22.10	35.05
Précipitation moyenne (mm)	0.4	15	1.2	46.1	9.6	12.4	0.0	1.1	2.1	3.4	0.2	1.4	93.0
Humidité relative Moyenne : en (%)	58	57	38	36	37	29	24	29	37	42	45	50	39.27
Vent Moyen : en m/s et dixièmes	4.9	4.3	5.1	7.2	6.4	5.1	4.3	4.3	5.7	4.8	4.5	4.4	5.15

(Annuaire Annuelle statistique, DPAT, 1998, p 1-3)

Tableau 2- Phénomènes climatiques causés par le vent à Biskra.

PHENOMENES	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUEL
CHASSE SABLE	2.7	2.3	5.0	6.5	7.7	6.3	4.3	4.4	2.3	3.0	2.0	3.1	49.6
TEMPETE DE SABLE	0.1	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9

(Source : O.N.M , Station de Biskra ,1975-1984)

Tableau 3-Moyenne mensuelles des vitesses du vent moyen (m/s)

MOIS	HEURES SYNOPTIQUES T-U								MOY
	0 H	3 H	6 H	9 H	12 H	15 H	18 H	21 H	
JAN	3.1	3.3	3.5	3.9	4.7	4.8	3.1	2.8	3.6
FEV	3.4	3.6	3.7	4.5	5.1	4.8	3.3	3.1	3.9
MAR	4.0	4.0	4.0	4.9	5.1	5.3	4.2	4.0	4.4
AVR	3.8	3.8	3.8	5.1	5.1	5.0	4.6	4.0	4.4
MAI	4.3	4.5	4.6	5.8	5.3	5.4	5.0	4.3	4.9
JUI	4.1	3.9	3.5	5.0	4.6	4.6	4.2	3.8	4.2
JUI	3.5	3.2	3.0	4.1	3.7	3.8	3.5	3.1	3.5
AOU	3.3	3.5	3.2	4.5	3.8	3.7	3.1	2.9	3.5
SEPT	2.9	3.0	3.0	4.2	3.5	3.4	2.9	2.6	3.2
OCT	2.8	2.9	2.9	4.0	4.0	3.9	2.7	2.6	3.2
NOV	2.7	2.9	3.2	3.8	4.2	4.0	2.7	2.6	3.2
DEC	3.0	3.1	3.1	3.4	4.3	4.3	2.8	2.5	3.3
ANNUEL	3.4	3.5	3.5	4.4	4.4	4.4	3.5	2.7	3.8

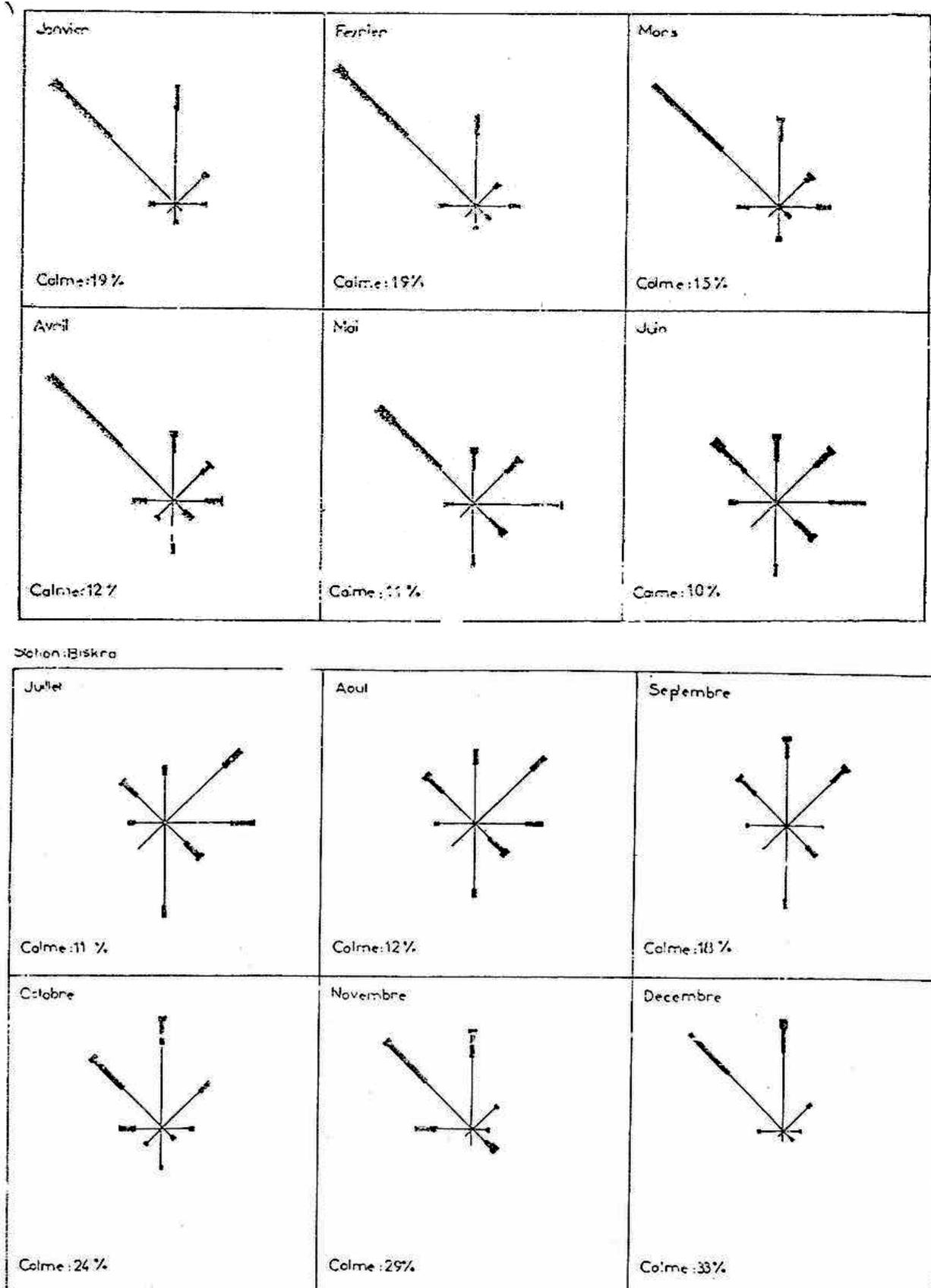
(Source : O.N.M , Station de Biskra ,1975-1984)

Tableau 4-Fréquence par classes du vent max.

CLASSES	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUEL
1.0 - 5.00	63	45	38	16	7	15	25	29	57	80	97	90	562
6.0 - 10.0	127	115	104	121	132	130	182	158	156	136	97	113	1571
11.0 - 15.0	64	73	111	103	96	101	86	78	67	68	69	52	968
16.0 - 20.0	30	38	44	50	46	39	14	32	14	15	21	36	379
21.0 - 25.0	3	6	9	6	16	11	3	8	2	5	5	8	82
26.0 - 30.0	2	2	3	3	4	0	0	3	0	2	1	2	22
31.0 - 35.0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	2	0	0	6
>= 36.0	0	1	1	0	2	0	0	2	0	0	0	1	7
NOBS	289	280	310	299	304	299	310	310	296	308	290	303	3598
MOY	9.4	10.4	11.4	11.6	12.3	11.6	9.7	10.5	8.8	8.9	8.7	9.4	10.2

(Source : O.N.M , Station de Biskra ,1975-1984)

Fig. 3- a. Roses des vents mensuelles (Source : O.N.M , Station de Biskra , 1975-1984)



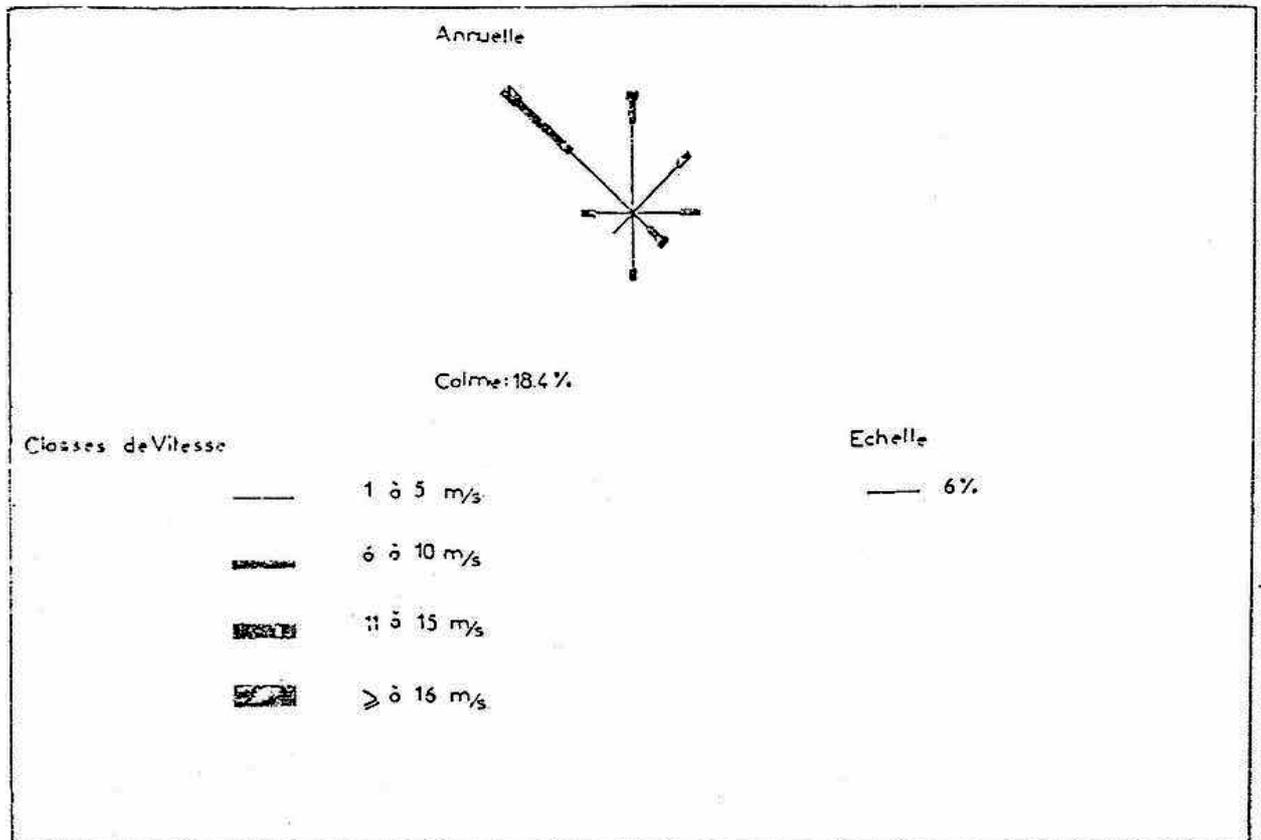


Fig.3- b : Rose annuelle du vent.

ANNEXE - II - :

I- Les échelles descriptives du vent – confort :

- Tableau 1 : Echelle de beaufort et effets de la force du vent sur l'homme

Force Beaufort	Vitesse d'air (m/s) à 2 m du sol	Effets du vent	<i>Basées sur le tableau descriptif de l'échelle Beaufort, les plages de vitesses d'air en m/s permettent de qualifier les phénomènes visibles sur l'environnement naturel et construit. Document repris et complété par Davenport, Gandemer, Page et Penwarden</i>
0 et 1	0 à 1,3	Calme, pas de vent sensible	
2	1,3 à 2,7	Le vent est ressenti sur le visage les feuilles bruissent.	
3	2,7 à 4,5	Les cheveux sont agités, Les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement permanents, Le vent déroule de petits drapeaux.	
4	<u>4,5 à 6,7</u>	Les cheveux sont décoiffés, La poussière et les papiers sont soulevés du sol Les petites branches s'agitent	
5	6,7 à 8,9	La force du vent est ressentie sur le corps, La neige commence à s'envoler, Les petits arbres commencent à osciller.	
6	8,9 à 11,2	Il est difficile de marcher droit, Les parapluies sont difficiles à utiliser, Le vent soulève la neige au dessus des têtes, Les grosses branches se mettent en mouvement, Le vent siffle dans les fils téléphoniques.	
7	<u>11,2 à 13,9</u>	Il est difficile de marcher contre le vent, Les arbres sont totalement en mouvement.	
8	13,9 à 17	Tempête, La marche est entravée, Les branchent se cassent	
9	<u>Supérieure à 17</u>	Forte tempête Risque de perdre l'équilibre Marche dangereuse	

Tableau 2-Tolérances possibles du vent dans les zones réservées aux piétons :

Unités : chiffres Beaufort

Activité	Zones applicables	Les conditions seront :			
		<i>agréables</i>	<i>désagréables</i>	<i>pénibles</i>	<i>dangereuses</i>
Marche rapide	Trottoirs	4	5	6-7	8
Marche	Entrée	3	4	5	8
Promenade, position assise- courte période	Centres d'achats, mails	2	3	4	8
Position assise –longue période	Terrasses de restaurants, kiosques à musique	1-2	2-3	3-4	8
		au plus			
		-	une fois par semaine	une fois par mois	une fois par année

-Tableau 3 - Fréquences acceptables pour un confort mécanique ne dépassant pas 6m/s :

Activités	(% du temps)
Station immobile prolongée Terrasse de café, Théâtre de plein air, piscine...	5
Station immobile courte Jardin public, aires de jeux, Rue commerçante, galerie...	10
Marche normale Promenade pédestre, Passage piétonnier, Entrée d'immeuble	15
Marche rapide Parc auto, Trottoir des avenues, Belvédères...	25
<i>Extrait d'intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti, J.Gandemer et A. Guyot. Documentation française</i>	

II-Les échelles descriptives du : Vent – Rugosité**-Tableau 4 -Différents types de rugosité caractérisant la nature des écoulements et le taux des turbulences :**

type de rugosité	nature du sol	influence en altitude	Vitesse moyenne au niveau du sol	Turbulence au niveau du sol
faible	mer, rase campagne	250-300m	importante	faible <20%
moyenne	forêt, banlieue	300-350m	moyenne	moyenne env. 25%
forte	ville, centre-ville	350m et +	faible	élevée >25%
source CSTB				

-Tableau 5. Rugosité du site (α), Hauteur de la couche limite (z_0), la hauteur d'un bâtiment typique (h_b) pour trois types de sites. (source ; *Tropical building design recommendations for climatic design in 40 tropical climates.*)

	Centre urbain Tours	Campagne Maisons	Site dégagé
α	0.36	0.25	0.11
z_0	500	400	250
h_b	> 10	2 - 5	-

-Tableau 6 : Pourcentage de la vitesse du vent à 10 m, site dégagé (valeur météorologique) (source ; *Tropical building design recommendations for climatic design in 40 tropical climates.*)

Hauteur (h en m)	Centre urbain Tours	Campagne Maisons	Site dégagé
1.5	-	-	0.67
5.0	-	0.60	0.85
7.0	0.25	0.70	0.95
10.0	0.35	0.75	1.00
20.0	0.55	0.90	1.10
30.0	0.65	1.00	1.20
40.0	0.75	1.10	1.25

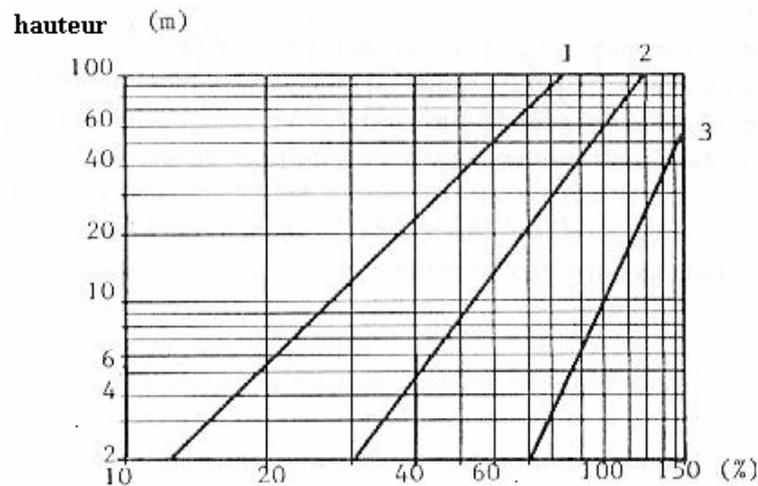


Figure 4

Les variations de la vitesse du vent avec la hauteur comparées a la valeur météorologique sur ;
 1- Centre d'une grande ville
 2- Régions boisées, villages, banlieues, campagne
 3- Régions plates et dégagées , régions cotières plates

III- L'échelle descriptive de la géométrie du bâtiment – Le vent

-Tableau 7 : Longueur de l'ombre du vent d'un bâtiment, par rapport à la hauteur, largeur de la forme du bâtiment (*)

Forme du bâtiment Largeur (w)	Hauteur (H)	Pente du toit	Longueur de l'ombre du vent ($\times H$) Longueur du bâtiment					Direction du vent
			2A	4A	8A	16A	24A	
A	A	0°	2½	3¾	5¼	8	8¼	
2A	A	0°	2	2¾	3¾	6	7	
3A	A	0°	2¼	3¼	4½	5¾	5½	
A	2A	0°	5¼	8¼	11¾	16¼	18	
A	3A	0°	6¾	11½	16½	18¾	20¾	
2A	2A	45°	2¾	5¼	9¼	13¼	15	
2A	1.6A	30°	3	4	6¾	10	13	
2A	1.5A	15°	3	5¼	8¼	11½	14½	
2A	1.5A	15°	2½	4½	6½	11	13¾	

* Source : R,H,Evans, Naturel air flow around building ; recherche reporté 59, Texas, Engineering Experiment Station, Texas 1957

ANNEXE – III -

Conseils pratiques pour chaque effet type :**1 – Effet de sous immeubles : Fig. 5**

- Orienter des immeubles sous une parallèle au vent
- Agrémenter le bas des immeubles avec la végétation
- Assurer plus de pertes de charges en introduisant des obstacles dans les volumes de liaison
- Eviter les pilotis de forme pleine
- Augmenter la porosité du bâtiment en divisant le flux au bas de volume.

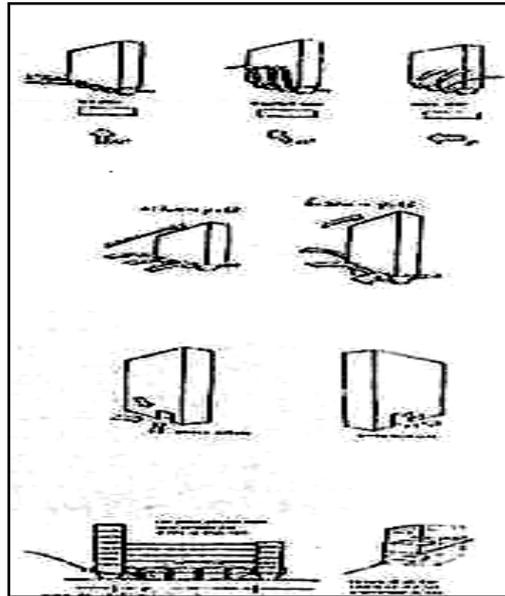
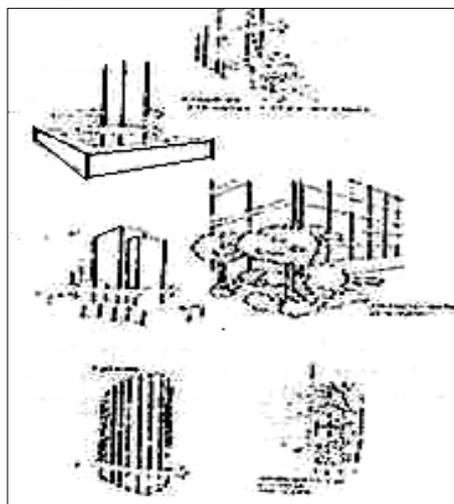


Fig 5. Effet de sous immeubles

2- Effet de coin : Fig 6

- Créer des volumes poreux proches des angles.
- Prévoir un décroissement progressif des hauteurs.
- Aménager les coins avec de la végétation.
- En créant des arrondis, on fait diminuer la gradient horizontal des vitesses moyennes.
- Prévoir un volume ceinture au bas du bâtiment.

Fig.6



3- Effet de sillage : Fig 7

- La végétation atténue l'effet sillage
- Densifier l'environnement pour briser l'effet de sillage
- Orientation les constructions suivant leur plus faible maître couple face au vent.

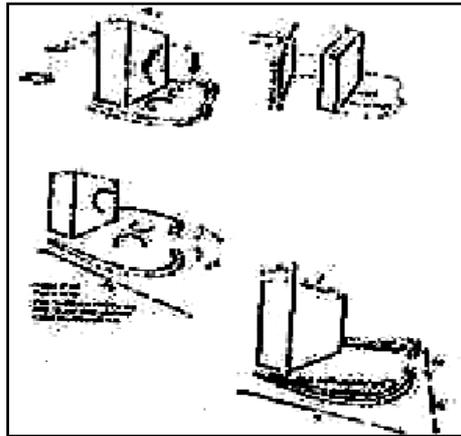


Fig 7

4- Effet rouleau tourbillonnaire au pied des immeubles. : Fig. 8

- Création d'auvent déflecteurs
- Densification de l'environnement proche
- Eviter les liaisons critiques et couvrir la zone exposée
- Densification de l'environnement.

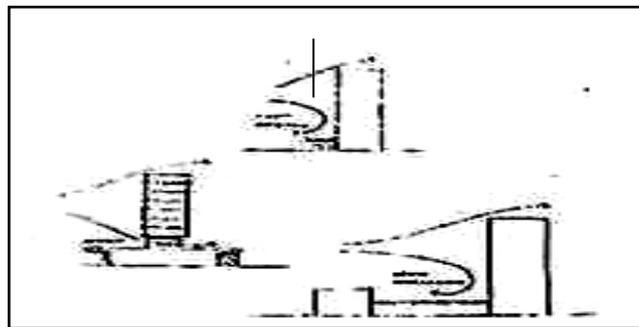


Fig 8

5- Effet de barre : Fig.9

- Créer d'aspérités baies : $f > 2h$.

Absence de vrille \Rightarrow comportement global de la forme.

- Juxtaposition du bâtiment tel :

Esp $> 2h$: absence d'effet de barre.

- Création de bâtiments de longueur : $L > 8h$

- Lorsque l'espacement = $2h$: pas de barre $\Rightarrow h < \text{esp}$ ou $h > 2h$ est recommandé.

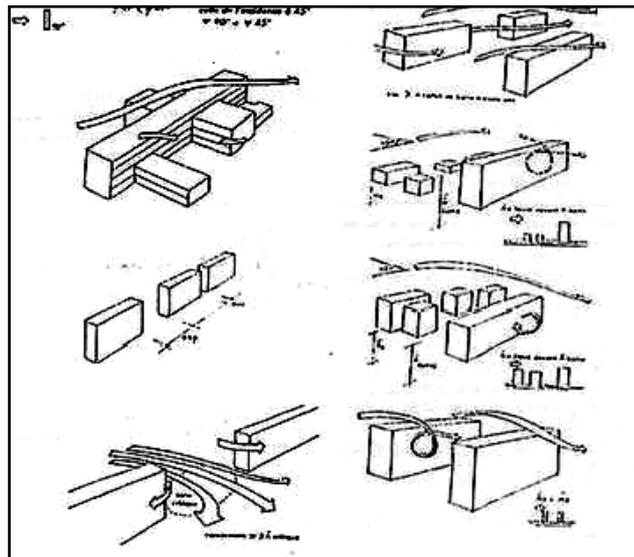


Fig. 9

6- Effet de venturi : Fig. 10

- Prévoir des bras poreux, espacement entre les bâtiments du bras $> h$
- Dévier la bissectrice de l'ouverture du collecteur de la trajectoire des vents dominants.
- Construire le moins haut possible ($h < 15m$)
- Réduction la longueur des bras : $L1 + L2 < 100m$
- Densification de l'environnement
- Continuer au-delà de l'étranglement l'un des bras
- Eviter d'associer un divergent à la suite d'un collecteur.
- Abandon de l'ouverture critique.

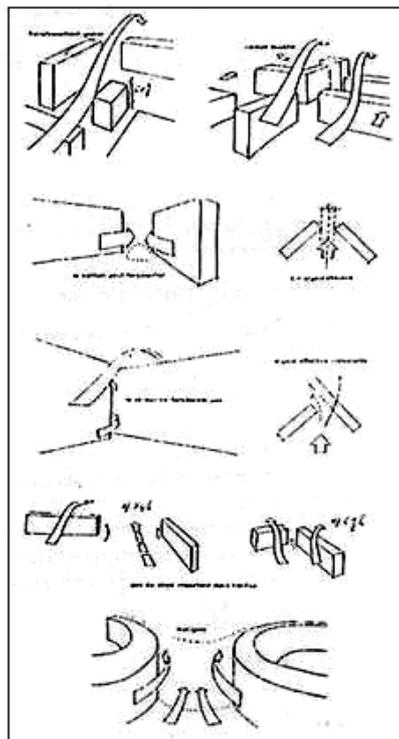


Fig. 10

7- Effet de liaison de zones de pression différente : Fig. 11

- Construire des bâtiments bas : ≤ 15 m
- Création de larges couloirs de liaisons $d > h$
- Espacer les tours, $d > 2C$ ou les accoler $d < C/4$
- Eliminer les aires de vent non communes : $a < h$
- Entraver l'écoulement dans les couloirs
- Découper le bâtiment au vent en tronçons espacés d'au moins h

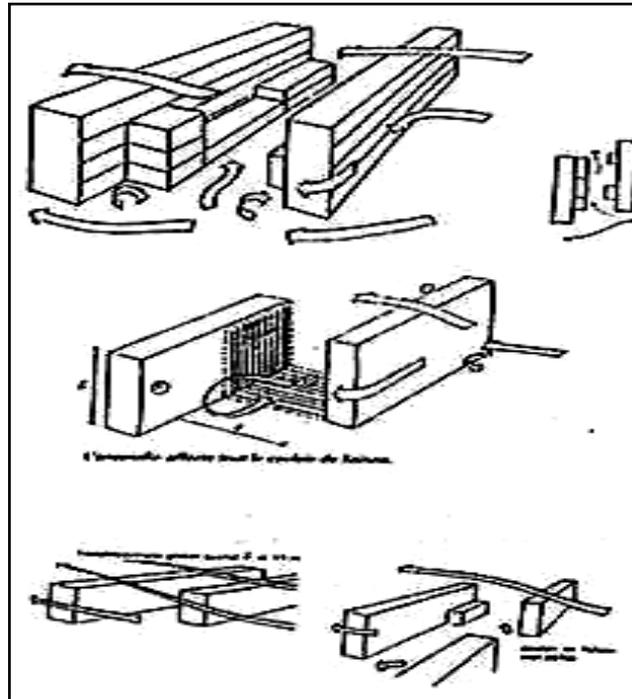


Fig. 11

8- Effet de canalisation : Fig. 12

- Favoriser les décrochements pour avoir des pertes de charge
- Prévoir une largeur $> 2h$
- Proposer des rues à incidence entre 45° et 90°
- Assurer la porosité du couloir en créant des volumes définissant mal les liaisons entre bâtiments

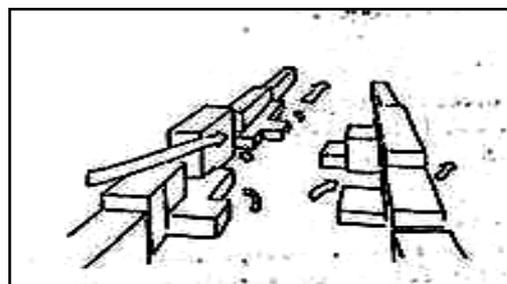


Fig.12

9- Effet de maille : Fig.13

- Une maille bien augmente le confort si sa dimension transversale est de l'ordre de 50 à 60 m
- L'effet de protection des mailles est plus net :
 - $S/h^2 < 30$
 - Ouverture Min. < 0.25 périmètre.
- Ouverture remplie de constructions de hauteur = hauteur voisine

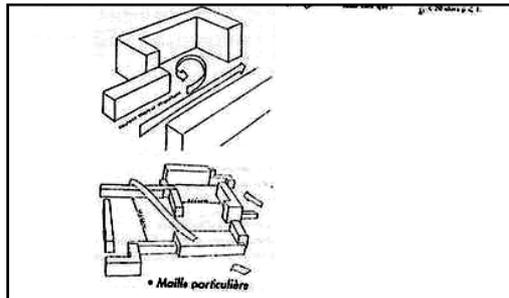


Fig.13

10- Effet de pyramide : Fig.14

- Etager le plus possible les niveaux.
- Créer des décroissements progressifs et terminer à des niveaux très bas.
- Densifier l'environnement au niveau des coins globaux.
- Traiter avec soin les balcons (déflecteurs)

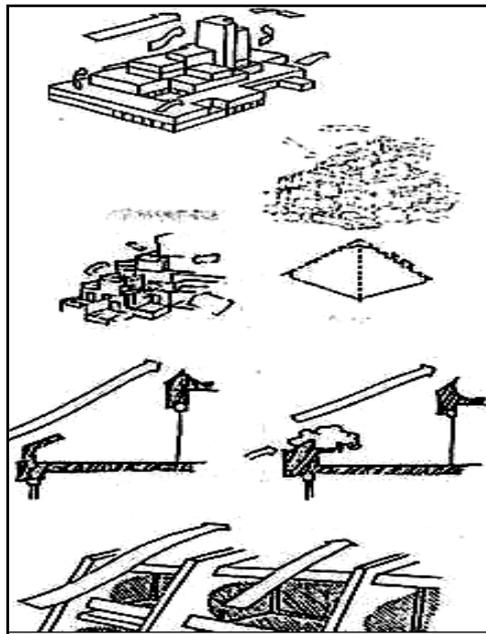


Fig. 14

ANNEXE - IV -

I - Soufflerie atmosphérique : (*existante au hall de technologie du département de génie mécanique de l'université de Batna mais -non utilisée à cause d'une panne électrique*) :



Fig. 15 (Source : l'auteur)

II- Banc Thermo-fluide :

Fig.16 (Source : l'auteur)

Le banc d'essai ou le banc thermo-fluide que nous avons utilisé est constitué des parties suivantes :

- Deux conduits aérauliques de forme rectangulaires.
- Un registre à volets.
- Un filtre à air
- Une batterie de chauffage
- Deux grilles d'homogénéisation de l'écoulement d'air
- Un ventilateur centrifuge
- Un moteur électrique
- Un manomètre différentiel.
- Un thermostat
- Deux thermomètres à cadran.
- Tubes de pression statique.
- Une armoire électrique.

1- Conduits aérauliques :

Le banc de ventilation possède deux conduits aéraulique, construits de plaque transparente en Plexiglas.

Les jonctions entre les conduits et le caisson d'alimentation , sont réalisé par l'intermédiaire manchons coulissants.

2- Conduit d'aspiration :

- Section quadratique $a_1 = 0.4 \text{ m}$
- Longueur du conduit $L_1 = 0.8 \text{ m}$
- Epaisseur d'une plaque $e_1 = 0.008 \text{ m}$

3- Conduit de refoulement :

- Section quadratique $a_2 = 0.28 \text{ m}$
- Longueur du conduit $L_2 = 2.4 \text{ m}$
- Epaisseur d'une plaque $e_2 = 0.008 \text{ m}$

4- Le registre à volets:

Ce registre permet la variation de la pression ainsi que le débit d'air dans le réseau aéraulique en jouant sur la position des volets.

Le registre et du type à volets opposés dont leur nombre est de quatre ; l'entraînement de ces volets et réalisé par une manivelle liée au volet par l'intermédiaire d'engrenage.

(*) *Manuel descriptif de l'appareil , Source : département mécanique ,Université Batna , 2003*

Fig. 17. Les deux positions extrêmes de registre à volet

5- Filtre à air :

C'est un moyen qui assure la rétention des impuretés liquides et solides contenus dans l'air aspiré. La rétention des impuretés est réalisée par un enchevêtrement de fibres synthétiques (élément filtrant).

6- Batterie de chauffage :

C'est une batterie de chauffage électrique à trois étages, alimentée par un courant électrique triphasé, les éléments de chauffage sont des résistances en fils nus; d'un alliage de Nickel et de Chrome.

7- Les grilles :

Ces grilles sont en nombre de deux, l'une se trouve avant la batterie de chauffage et l'autre après. Leurs rôles est d'homogénéiser l'écoulement de l'air entrant dans la batterie de chauffage.

Fig.18 , Les grilles

8- Le ventilateur :

C'est un ventilateur centrifuge à double ouïe ; la roue du ventilateur est fixée sur le rotor du moteur par un moyen soudé sur la roue elle-même, l'enveloppe (volute) du ventilateur en tôle galvanisée est d'épaisseur de 3 mm

Fig. 19. Le ventilateur

9- Le moteur asynchrone:

C'est un moteur électrique asynchrone monophasé à attaque directe, le démarrage de celui-ci s'effectue à 40 % de sa tension d'alimentation.

On trouve sur la plaque de signalisation les indications suivantes :

- ♦ La puissance nominale 0.43 KW;
- ♦ La vitesse nominale 1130 tr/ min ;
- ♦ L'intensité du courant 2 A;
- ♦ La tension d'alimentation 220 V.
- ♦ Type: DRAE 200 –44 S Ar.Nr: CIO-2000.000.

10-Le Manomètre différentiel :

C'est un manomètre de type à tube incliné, il permet de mesurer la différence de pression statique. Ce manomètre possède deux positions, l'une en haut permet de mesurer du pression allant jusqu'à 500 pascals, et l'autre en bas permet de mesurer du pression allant jusqu'à 250 pascals.

Ce manomètre n'est pas utilisé lors des essais (absence du liquide de mesure), pour résoudre ce problème nous avons installé un tube en U à l'intérieur du quel nous avons introduit une certaine quantité d'eau dont la masse volumétrique. La mesure de la différence de pression s'obtient en relevant la différence du niveau d'eau entre l'entrée et sortie.

Fig. 20. Manomètre et thermostat différentiel

11-Thermostat différentiel :

C'est un organe de régulation thermique, permettant le maintien constant d'une température voulue, en plus il permet la protection des éléments sensibles aux températures élevées.

12-Thermomètres à cadran :

Le banc de ventilation possède deux thermomètres à cadran l'un fixé sur le conduit d'aspiration et l'autre sur le conduit de refoulement, leurs rôles est de mesurer la température de l'air traversant le banc entre l'entrée et la sortie.

13-Tubes flexibles :

Ce sont des tubes de diamètre de 8 mm et de longueurs différentes, ces tubes assurent la liaison entre le manomètre (tube en U) et deux ventouses, l'une placée sur le conduit d'aspiration, et l'autre sur le conduit de refoulement.

14- L'Armoire électrique :

Cette armoire comporte les organes électriques suivants :

- Une auto transformatrice monophasée qui sert comme variateur de vitesse.
- Quatre relais plus un relais thermique pour protéger le moteur électrique.
- Un sectionneur triphasé et trois fusibles de dix ampères.
- Trois interrupteurs avec indicateur lumineux
- Un réseau de fils électrique.

Fig. 21. Armoire électrique

Annexe V

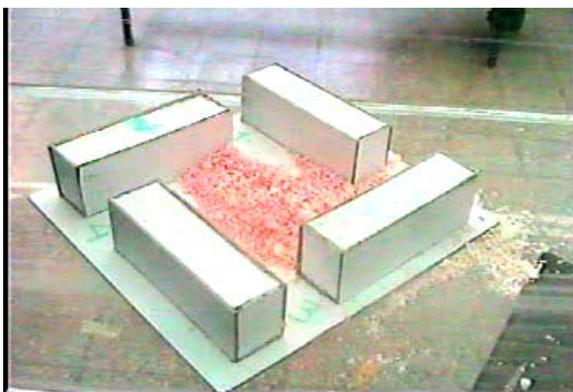
TYPE - A -



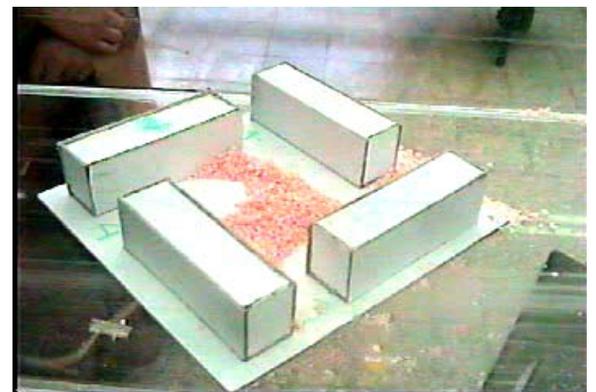
1



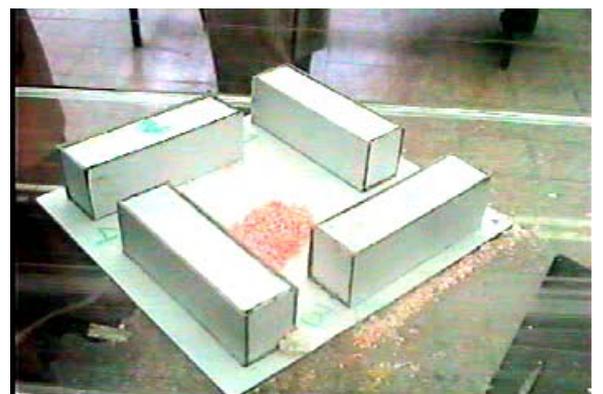
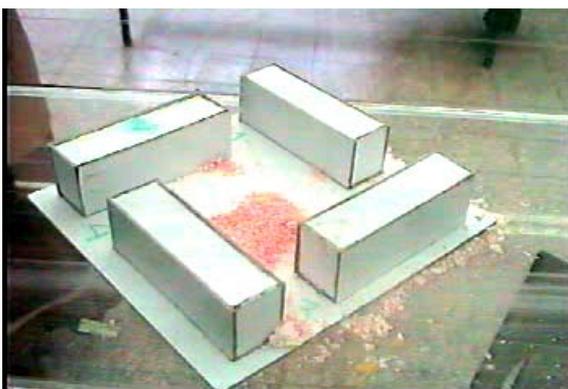
3

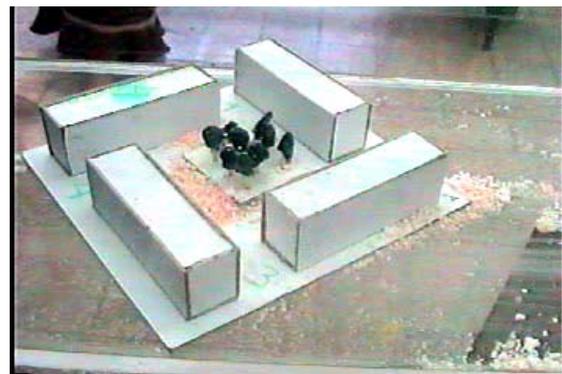
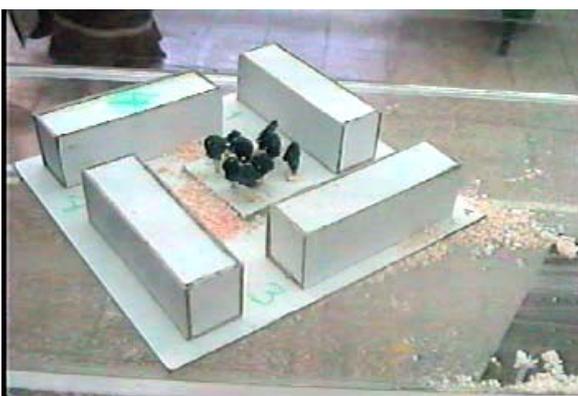
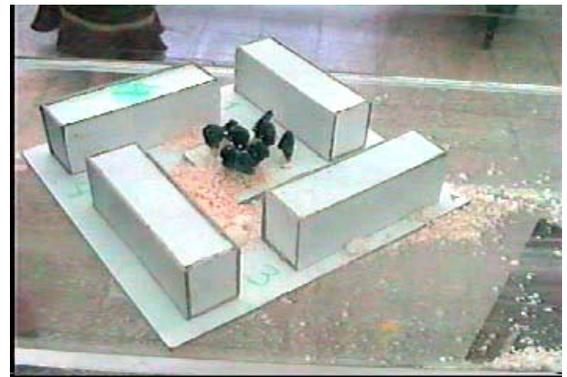
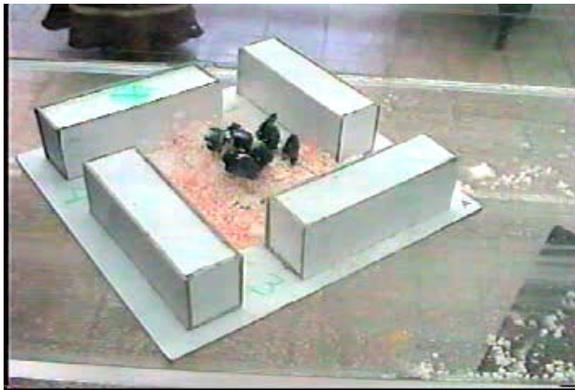


5

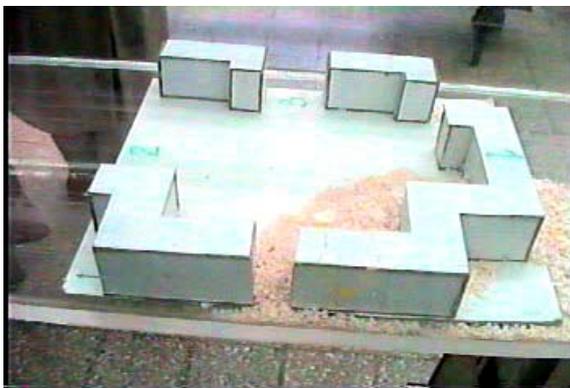
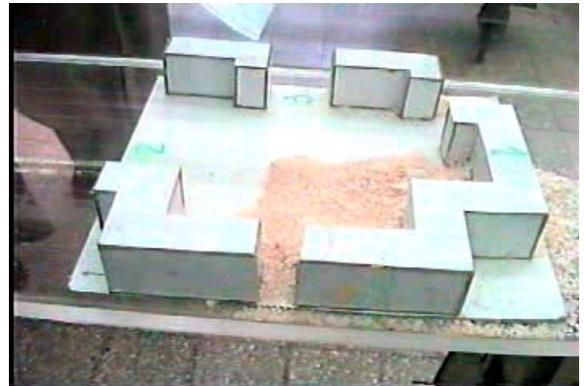


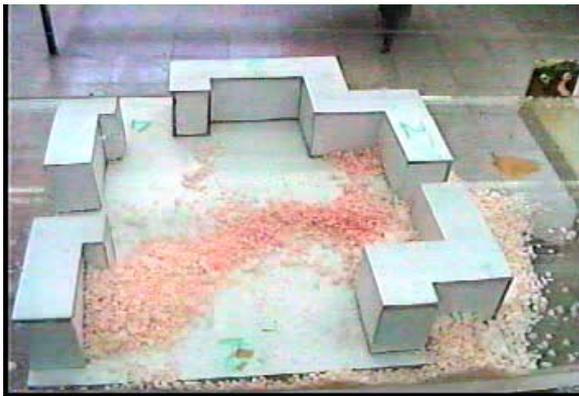
6





TYPE – B –

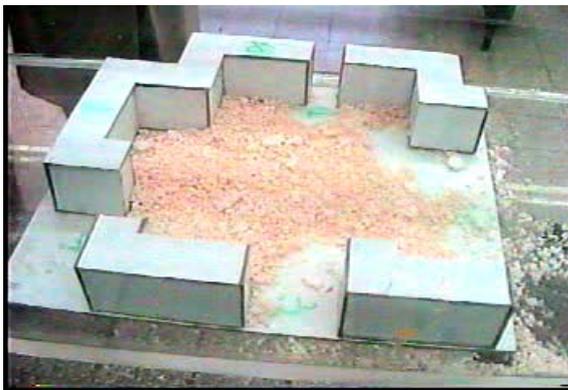




9



10



11



12



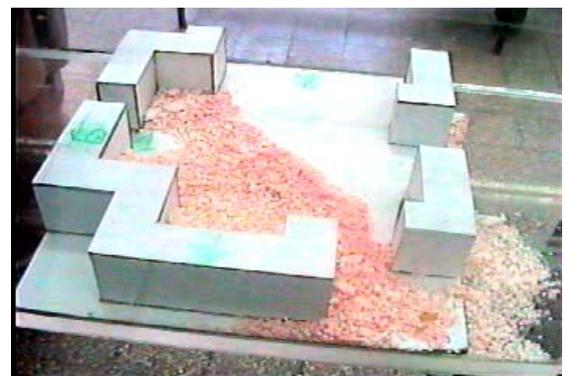
13



14



15



16



17



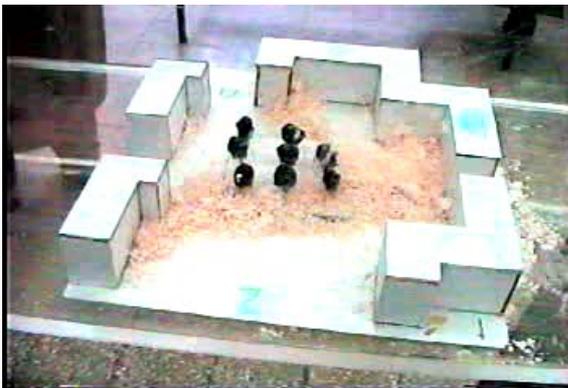
18



19



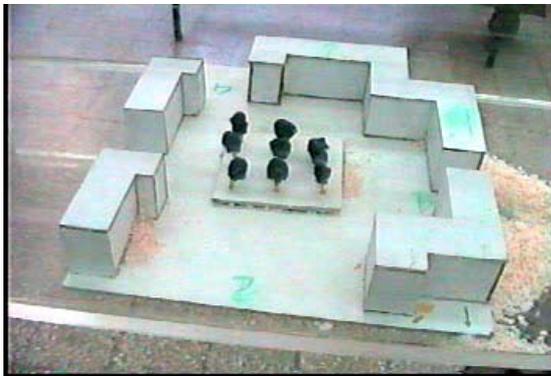
20



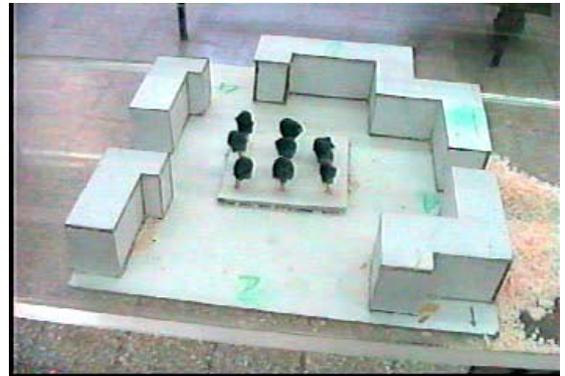
21



22



25

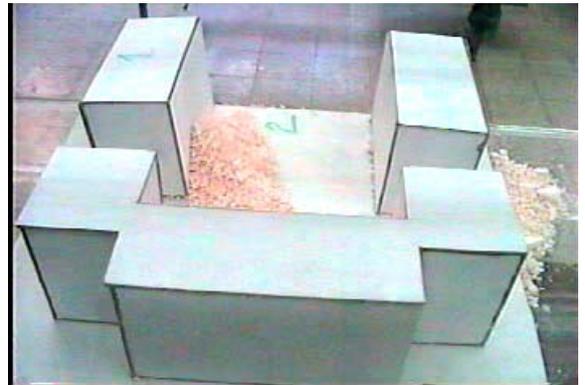


26

TYPE - C -



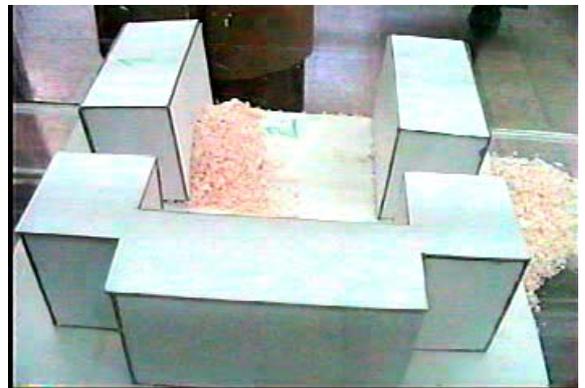
1



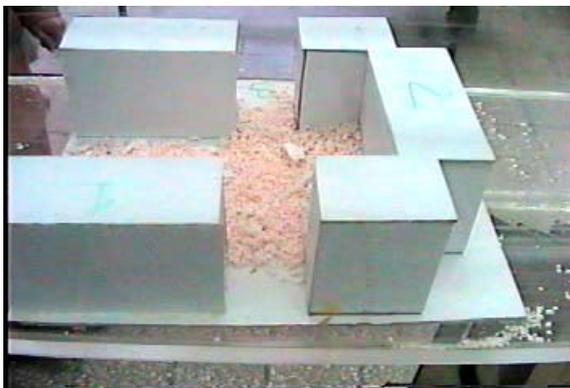
2



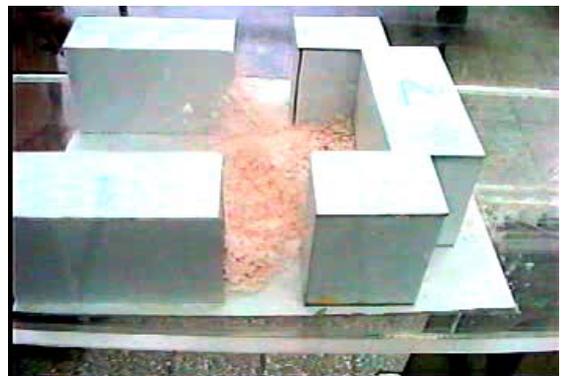
3



4

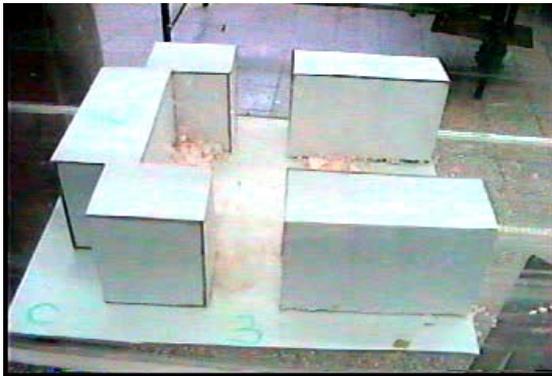


5

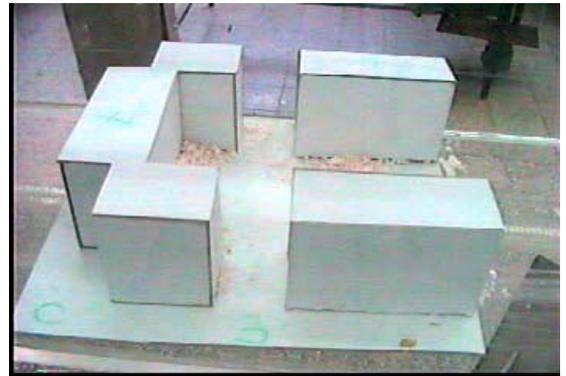


6

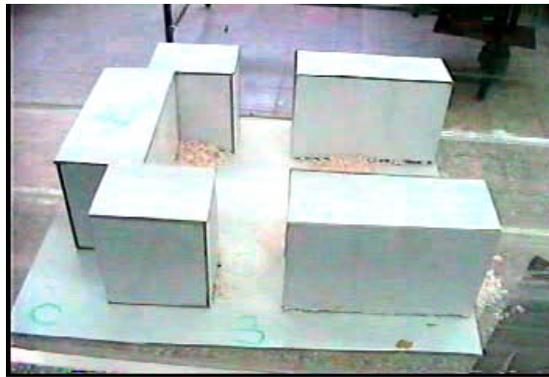




9

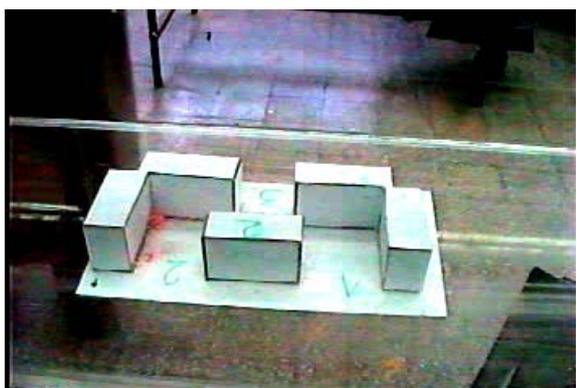
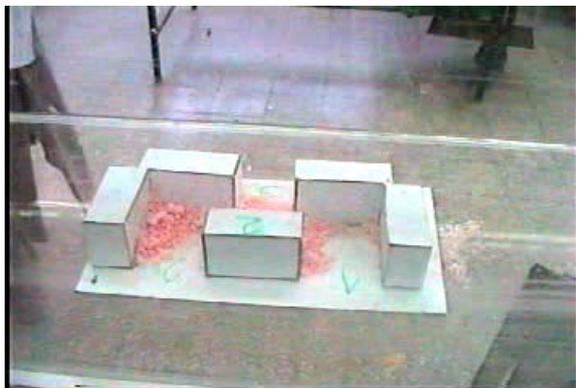
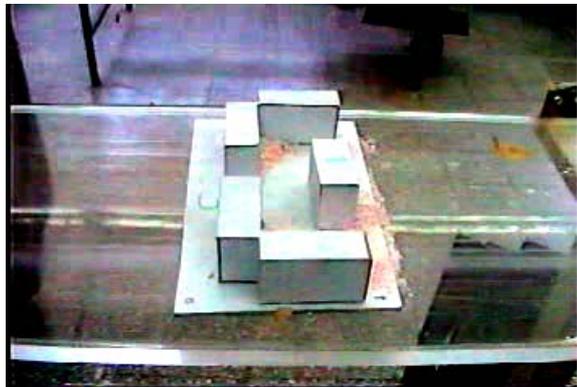
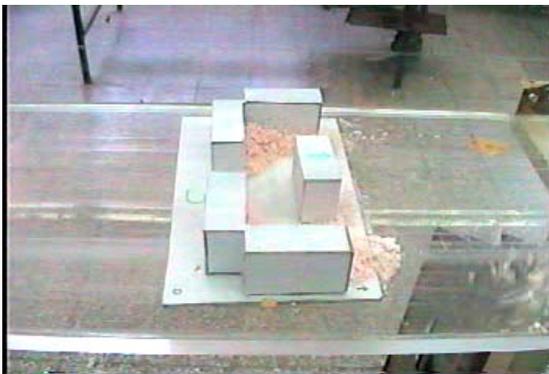
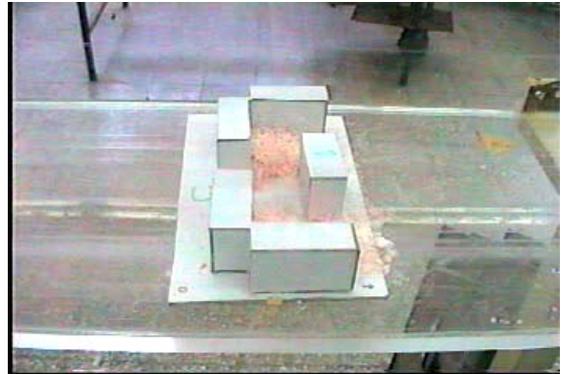
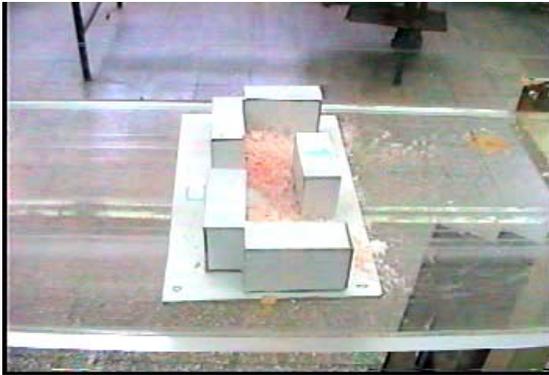


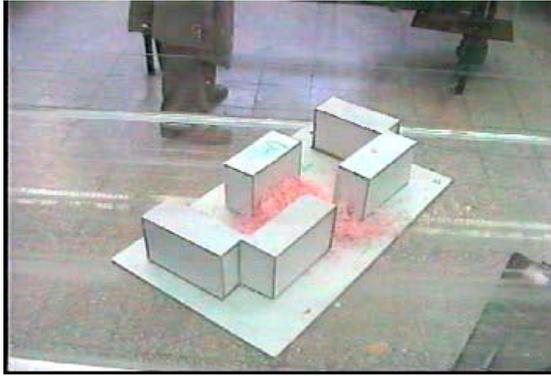
10



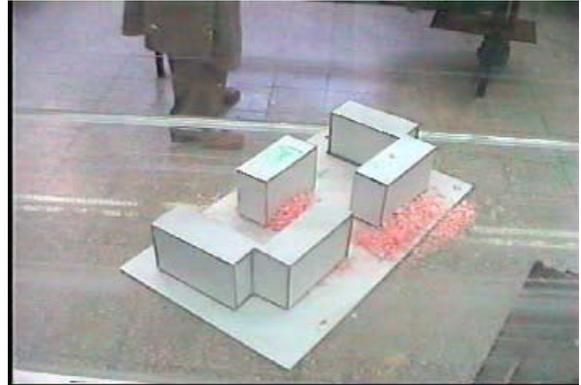
11

TYPE -D-

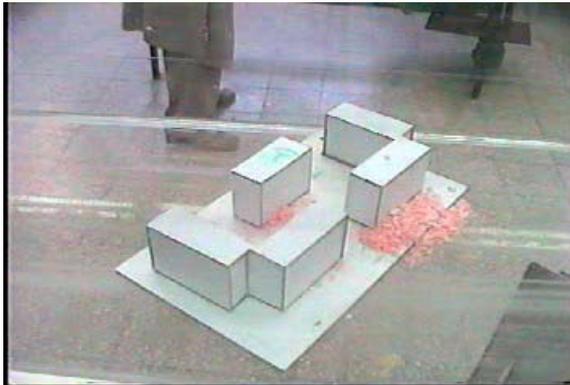




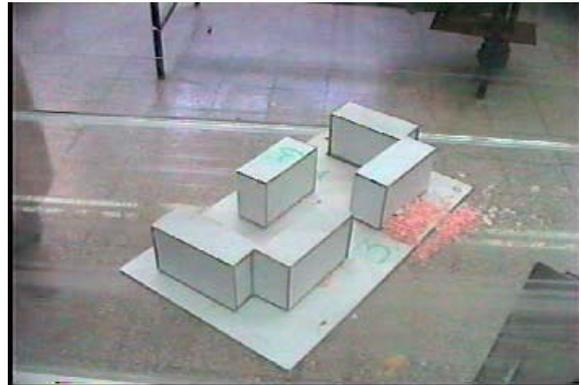
9



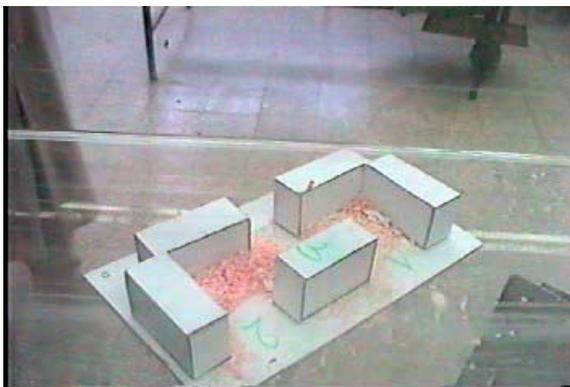
10



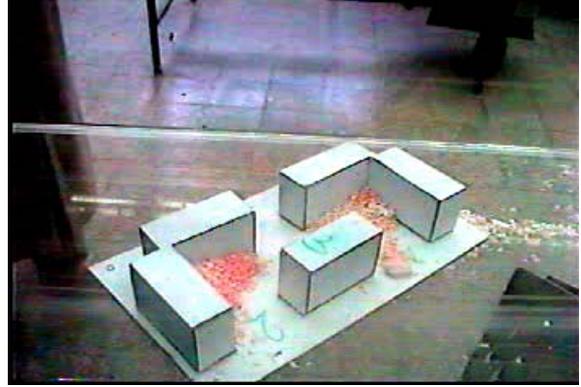
11



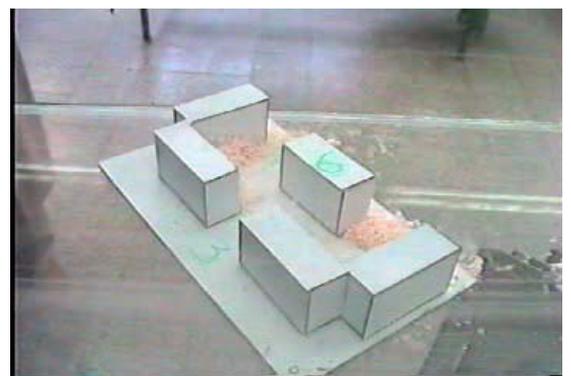
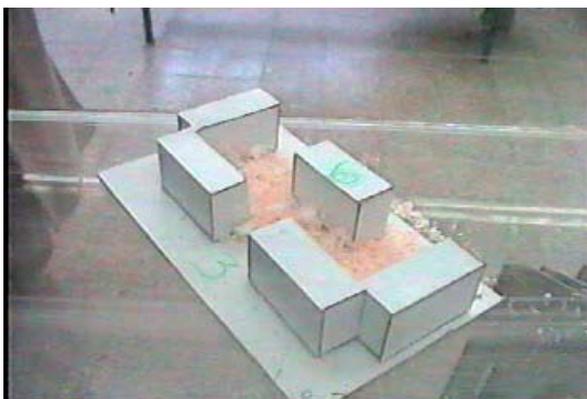
12

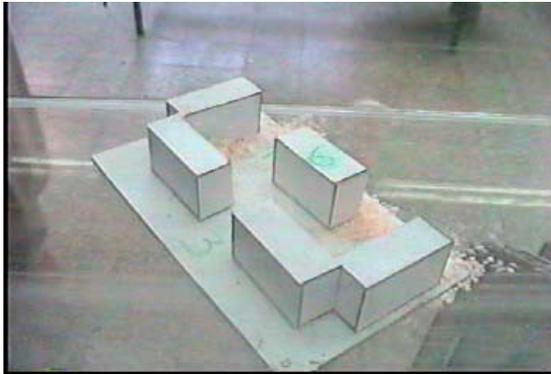


13

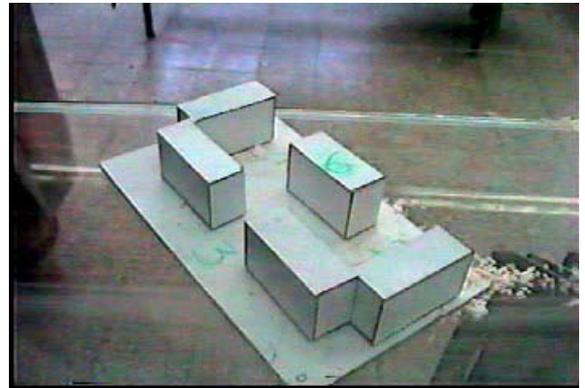


14

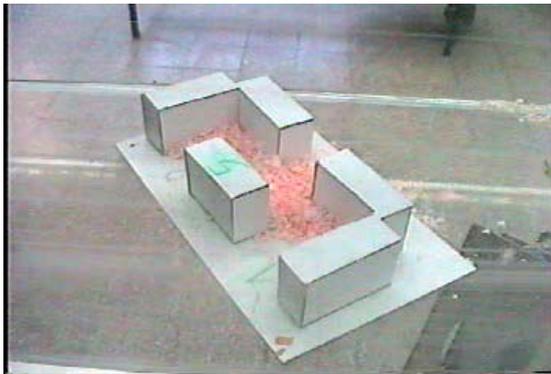




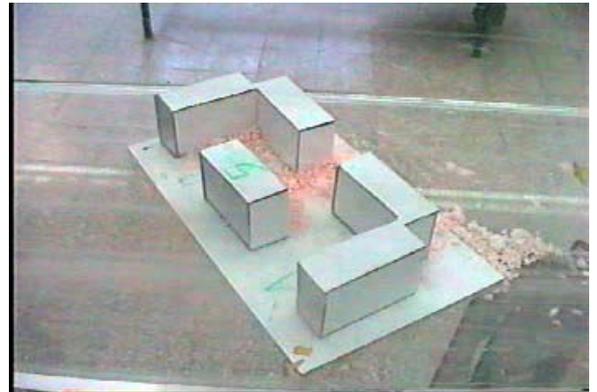
17



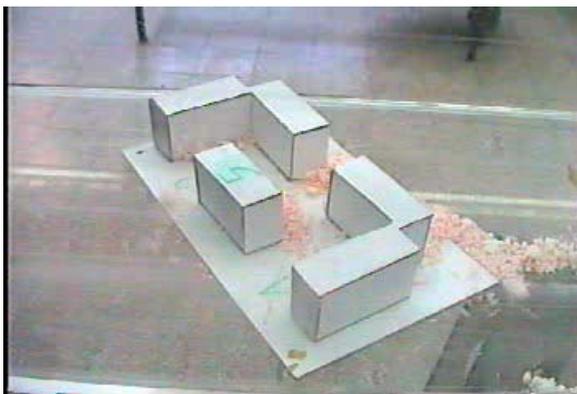
18



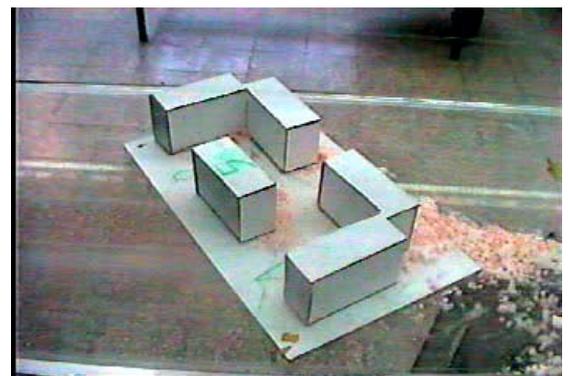
19



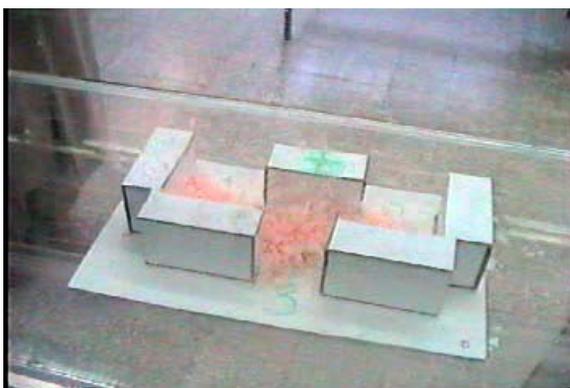
20

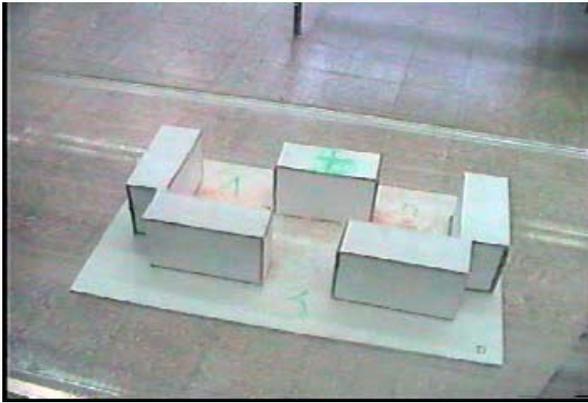


21

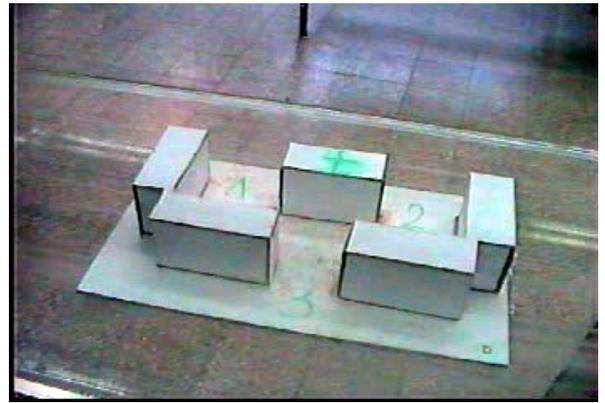


22





25

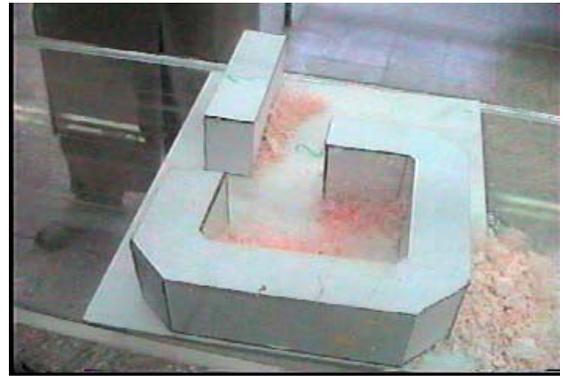


26

TYPE - E -



1



2



3



4



5



6





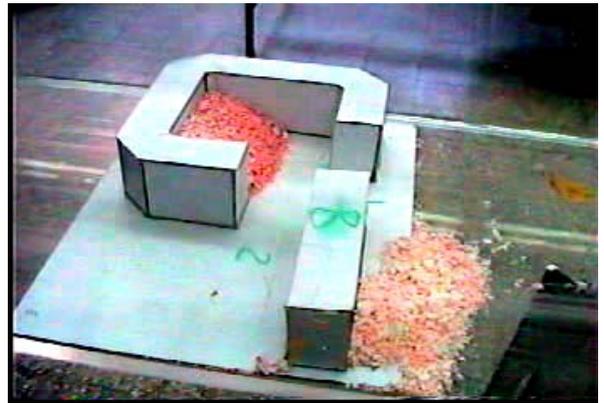
9



10



11



12

TYPE - F -



1



2



3



4

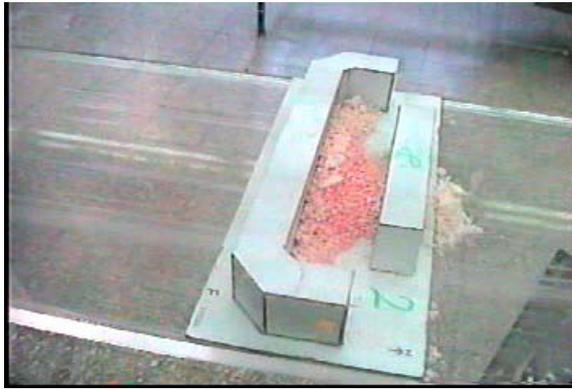


5



6





9



10

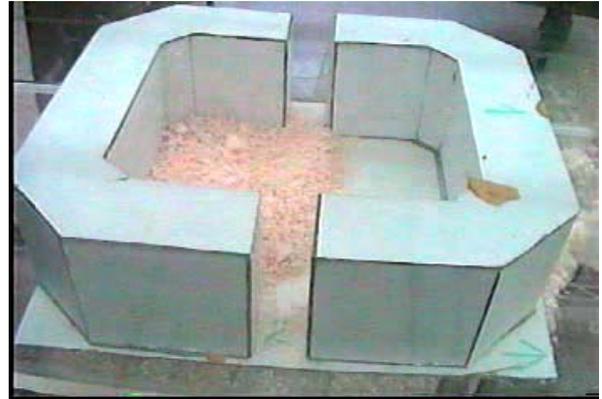


11

TYPE - G -



1



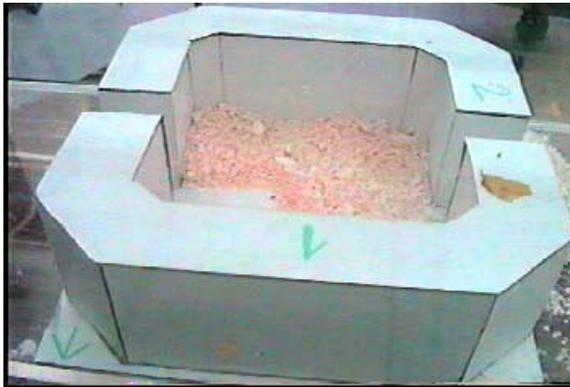
2



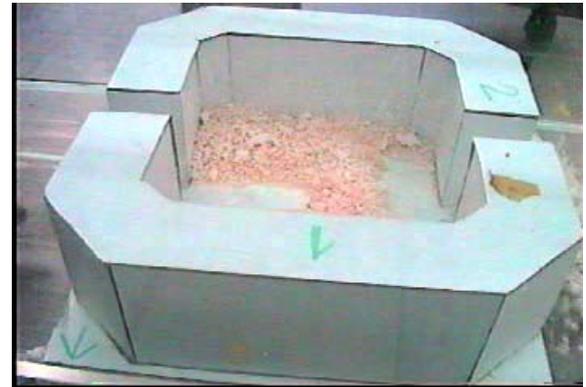
3



4



5



6



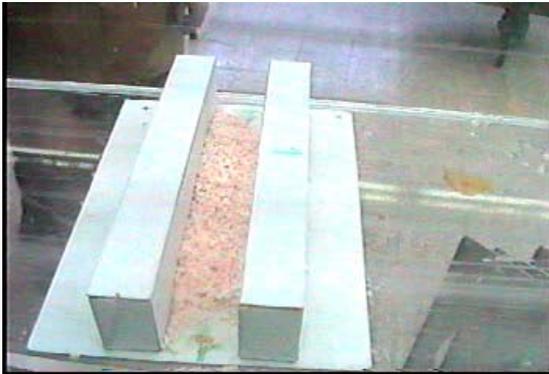


8



9

TYPE - H -



1



2



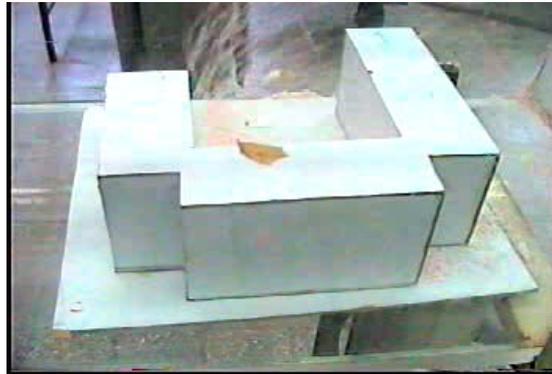
3



4



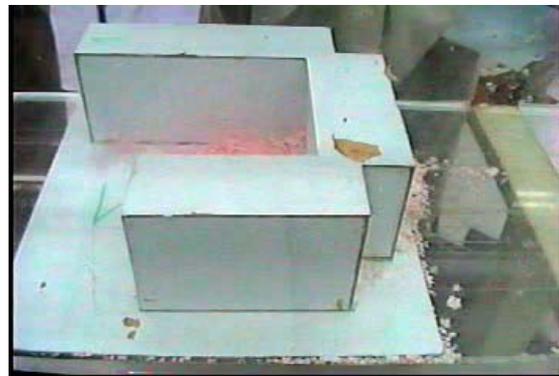
TYPE - I -



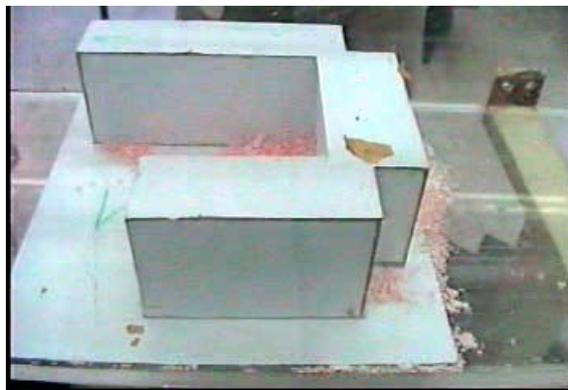
1



2



3



4



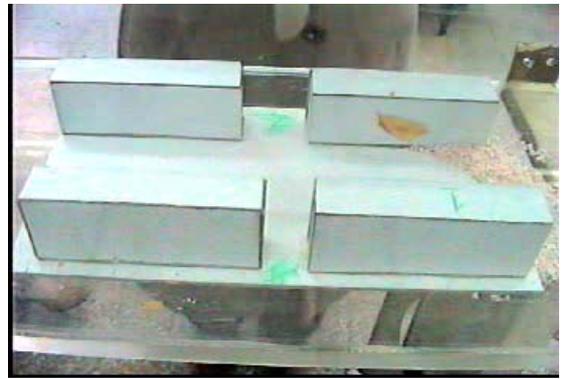
TYPE – J –



1



2



4

TYPE - K -



1



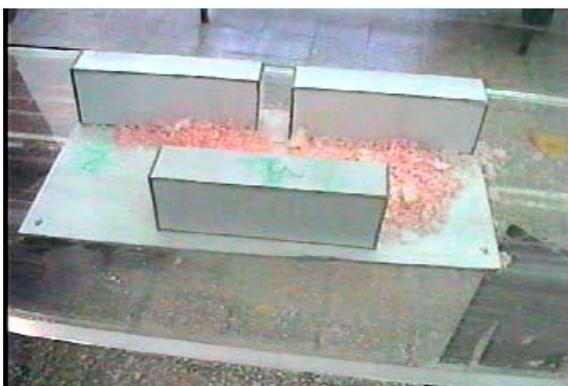
2



4

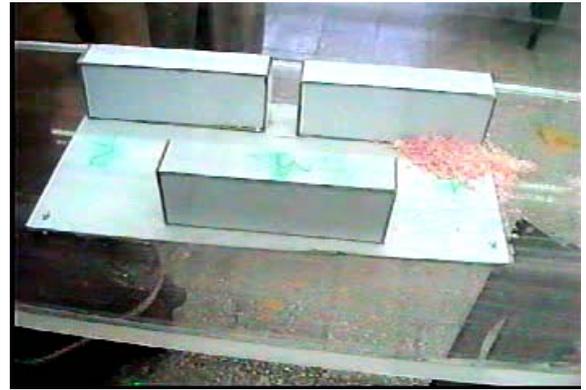


5





8

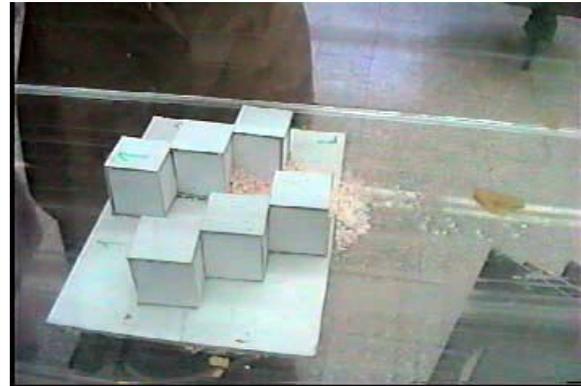


9

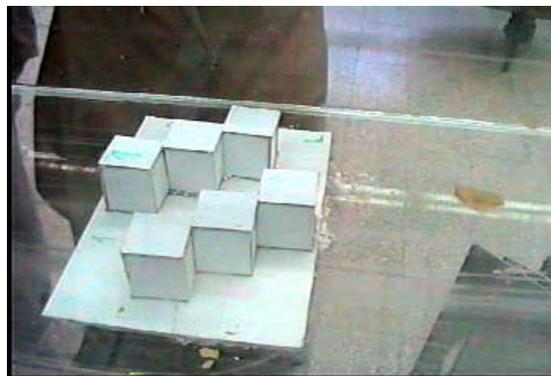
TYPE - L -



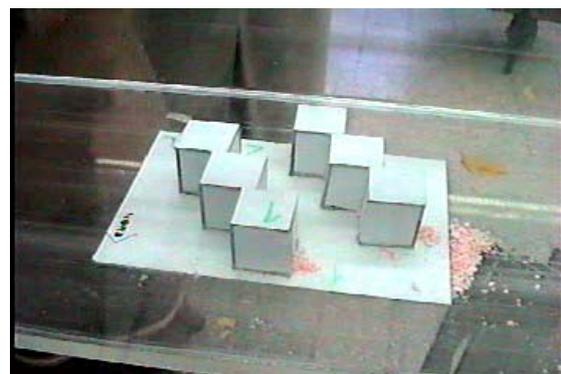
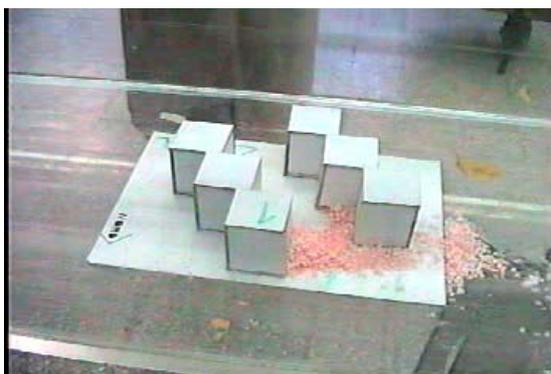
1

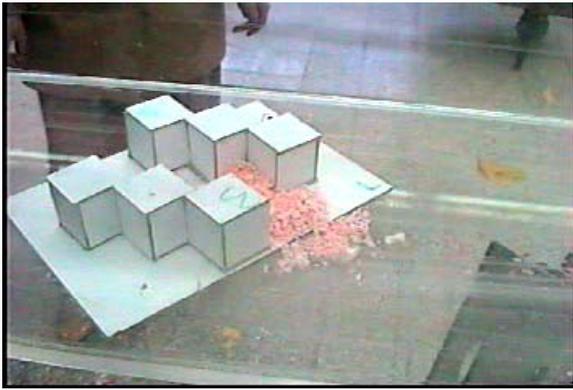


2

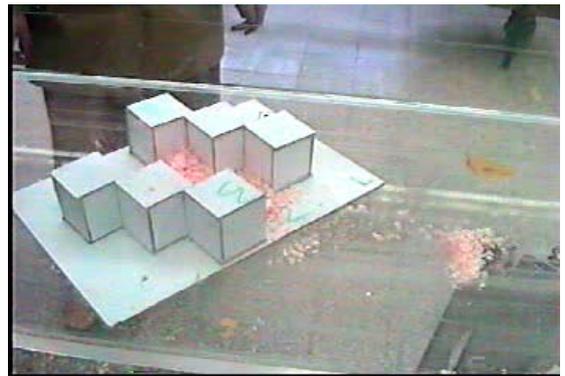


3

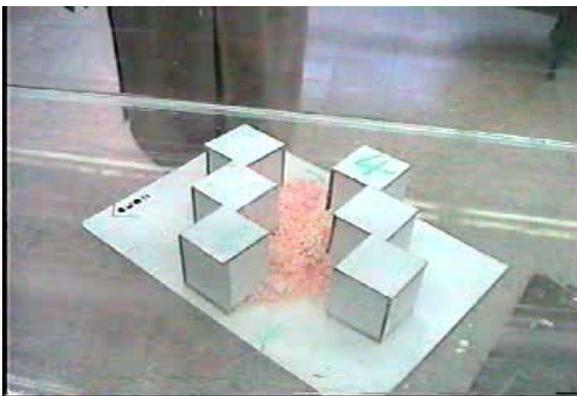




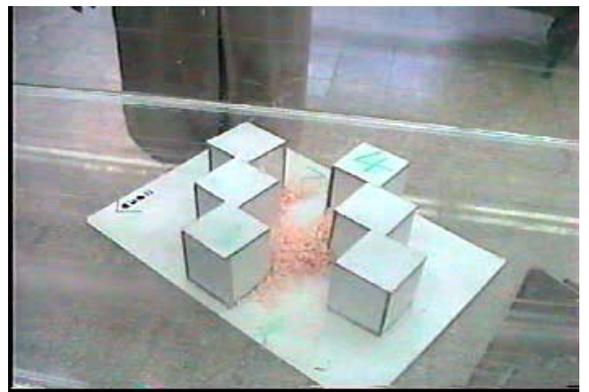
8



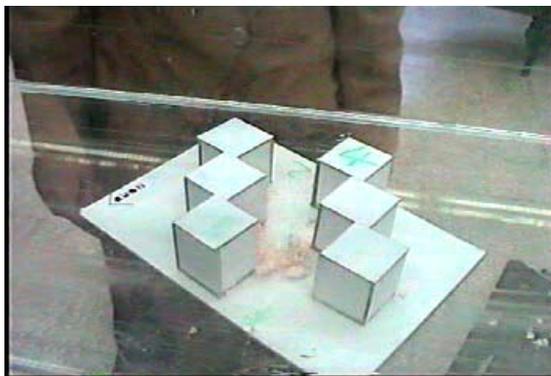
9



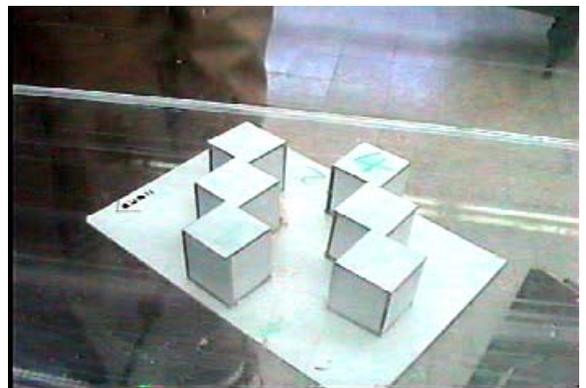
10



11



12



13

TYPE - M -



1



2



3

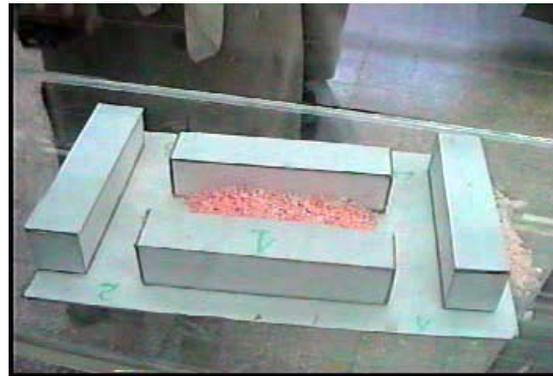


4



5

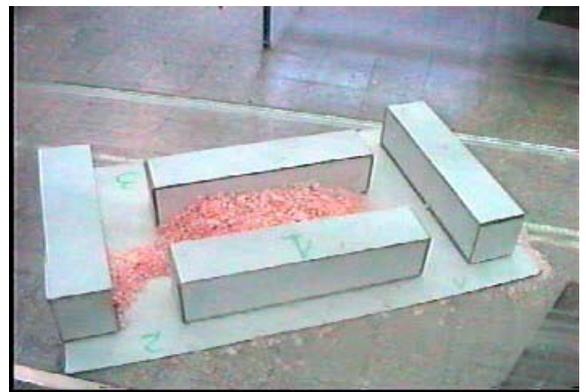




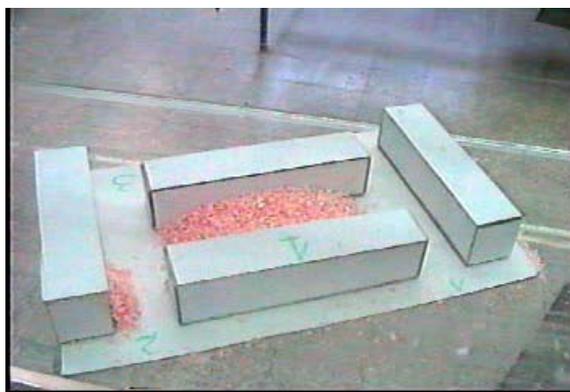
8



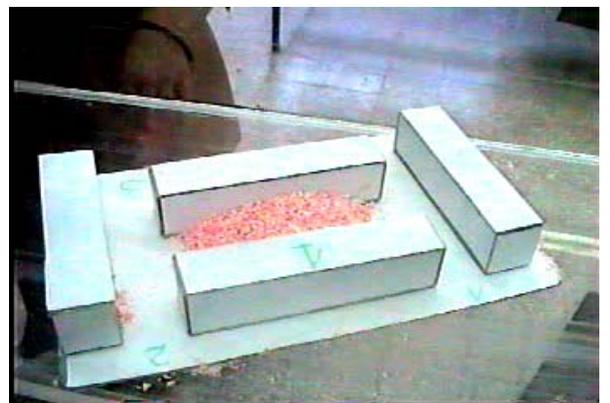
9



10

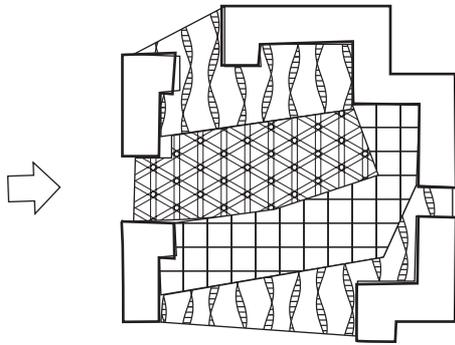


11



12

Type - B -



2-Orientation Ouest
Fig. 5-6-7-8-9-10



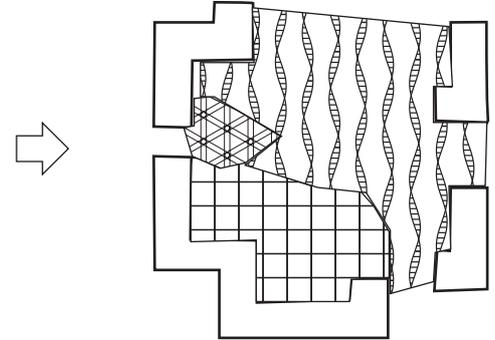
Zone de gêne et d'inconfort.



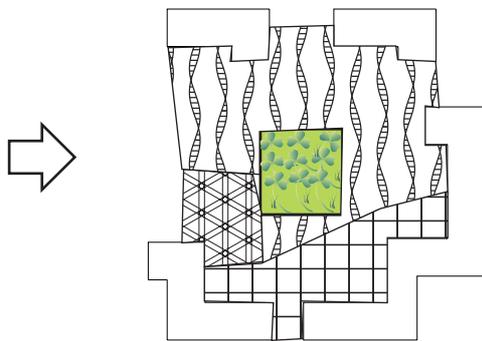
Zone intermédiaire ou bien ventilée.



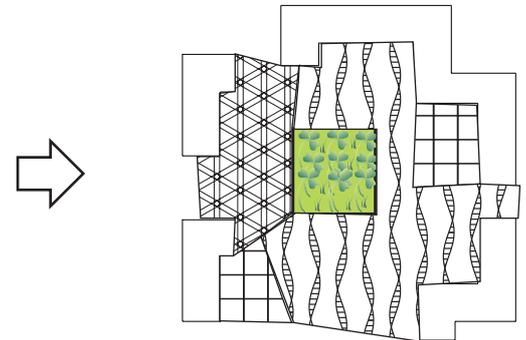
Zone protégée (Zone d'accumulation).



4-Orientation Est
Fig. 15-16-17-18



5-Orientation Nord avec végétation
Fig. 19-20



6-Orientation Ouest avec végétation
Fig. 21-22-23-24-25-26

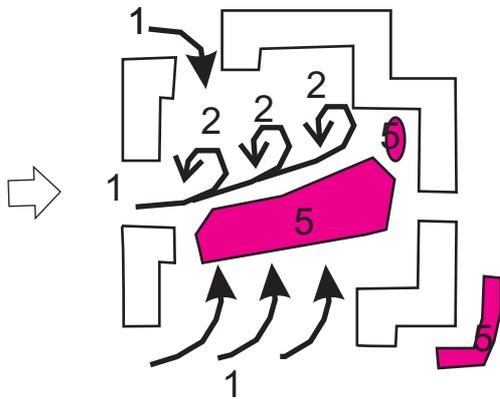
Orientation 2 : Répartition des zones entre zone de gêne, ventilée et d'accumulation.

Orientation 4 : La zone protégée est située derrière le bâtiment en « U ». La zone de gêne est négligeable. La zone bien ventilée est très considérable

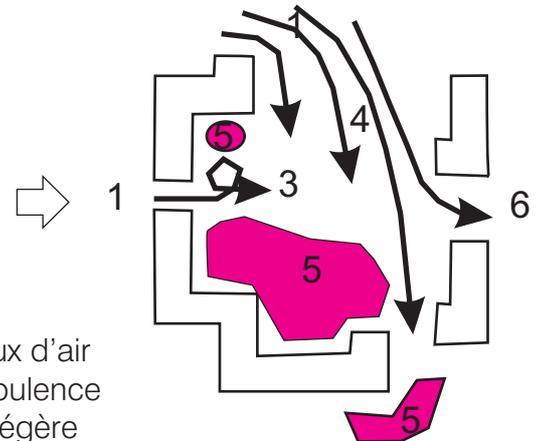
Variation 5 : La végétation au centre n'a fait que générer des zones de gênes et à réduire la zone d'accumulation par rapport à celle de l'orientation « 1 ».

Variation 6 : La végétation n'a fait que repousser la zone de gêne aux pieds du bâtiment. La zone d'accumulation est dispersée et négligeable. La zone ventilée est plus importante.

Type - B -



2-Orientation Ouest
Fig. 5-6-7-8-9-10

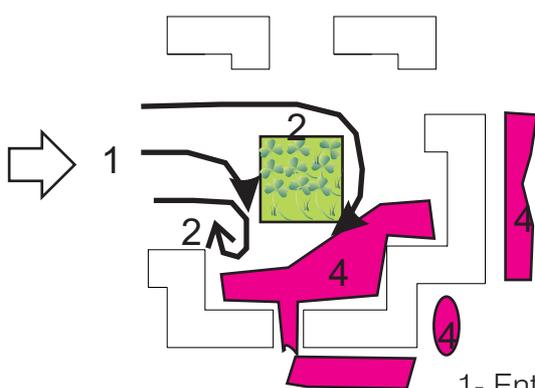


4-Orientation Est
Fig. 15-16-17-18

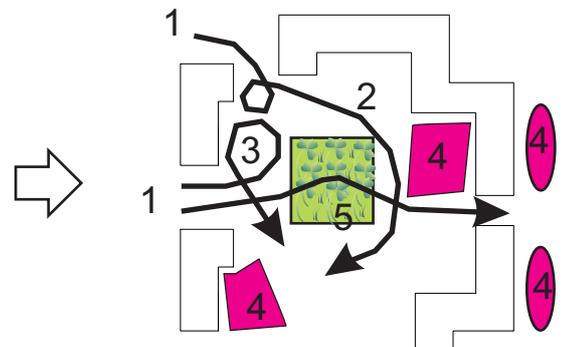
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Suite de turbulence
- 3- Turbulence légère
- 4- Flux d'air droit
- 5- Zone calme
- 6- Sortie du flux d'air.

Orientation 2 : Le vent perpendiculaire aux bâtiments de la composition, une ouverture laisse pénétrer le vent. Une suite de turbulences se succède.

Orientation 4 : Le vent est perpendiculaire à la composition. Le flux d'air pénètre à travers une petite ouverture, le grand bâtiment en forme d'un « U » est contre vent, ce qui crée une zone calme plus importante que l'orientation « 1 » et « 2 » et moins que la « 3 » parce que coté latérale très ouvert au vent qui laisse une partie de l'espace extérieur exposé.



5-Orientation Nord avec végétation
Fig. 19-20



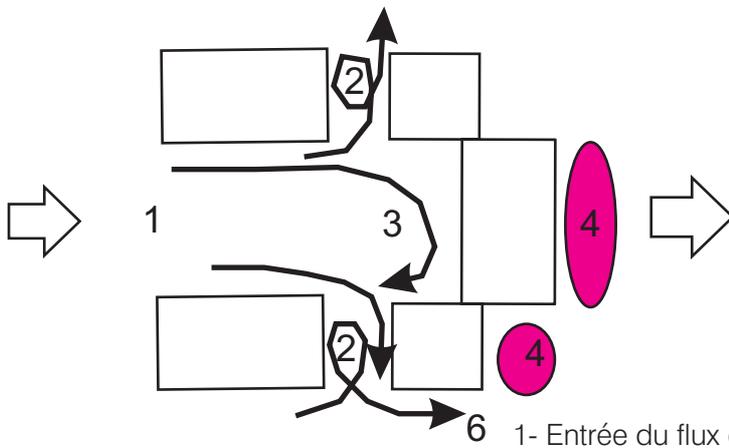
6-Orientation Ouest avec végétation
Fig. 21-22-23-24-25-26

- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air dévié par le groupe d'arbres
- 3- Turbulence créée par le groupe d'arbres
- 4- Zone calme
- 5- Flux d'air droit circulant par-dessus le groupe d'arbres

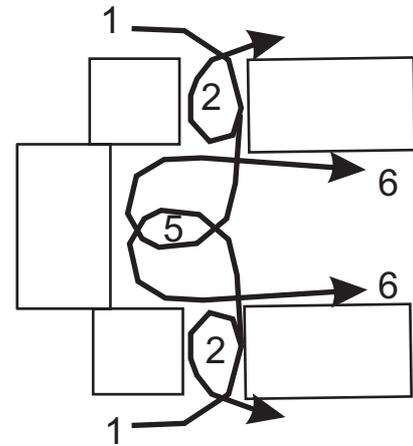
Variation 5 : C'est la même orientation « 1 » mais avec le placement de la végétation au centre. L'effet d'exposition au flux d'air est diminué. La zone calme est plus grande que l'orientation « 1 ».

Variation 6 : C'est comme l'orientation « 2 » mais avec la végétation. Celle-ci a accentué les turbulences.

Type - C -



2- Orientation Est -Ouest
fig. 5-6-7-8

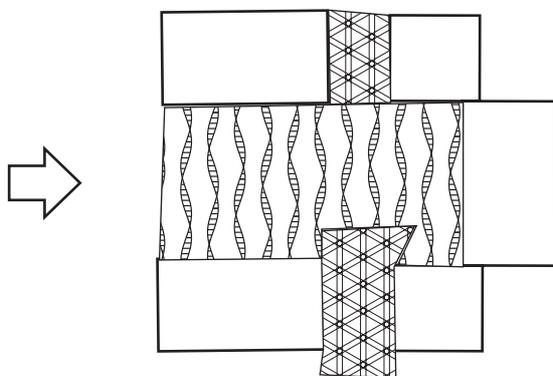


3- Orientation Ouest -Est
fig. 9-10-11

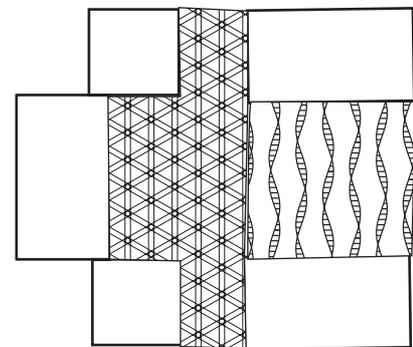
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Turbulence
- 3- Flux d'air parallèle au bâtiment
- 4- Zone calme
- 5- Superposition de deux flux d'air créant une grande turbulence.
- 6- Sortie du flux d'air.

Orientation 2 : La composition urbaine à cette orientation est exposée à un flux d'air direct et droit qui rend l'espace extérieur très exposé -effet d'agora-

Orientation 3 : Le bâtiment en « U » de la composition est contre vent. Le vent pénètre à travers les ouvertures latérales se qui provoque des grandes turbulences.



2- Orientation Est -Ouest
fig. 5-6-7-8



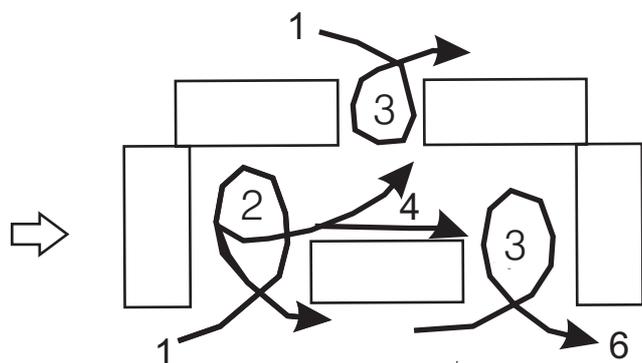
3- Orientation Ouest -Est
fig. 9-10-11

- Zone de gêne et d'inconfort.
- Zone intermédiaire ou bien ventilée.
- Zone protégée (Zone d'accumulation).

Orientation 2 : La zone bien ventilée est très importante ainsi que la zone de gêne limitée aux ouvertures latérales.

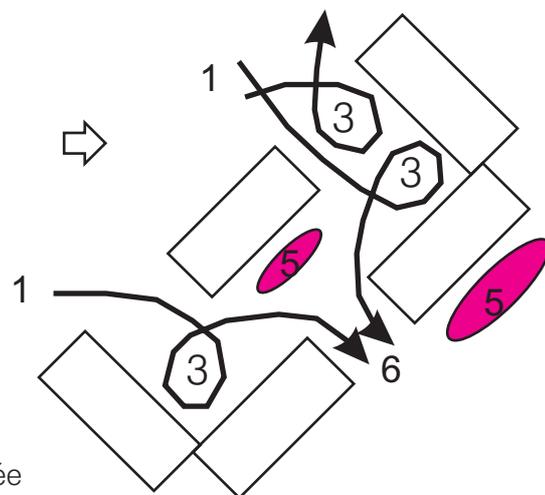
Orientation 3 : La zone de gêne est très importante.

Type -D-



2-Orientation Ouest-Est
Fig 5-6-7-8

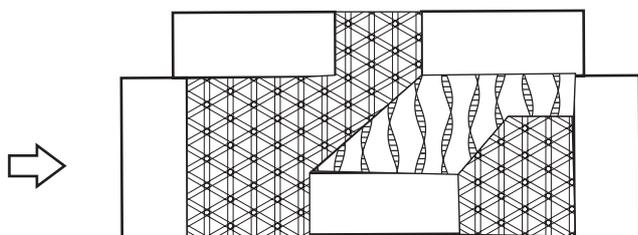
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Turbulence combinée
- 3- Turbulence
- 4- Flux d'air parallèle au bâtiment
- 6- Sortie du flux d'air.



3-Orientation N.E-S.O
Fig 9-10-11-12

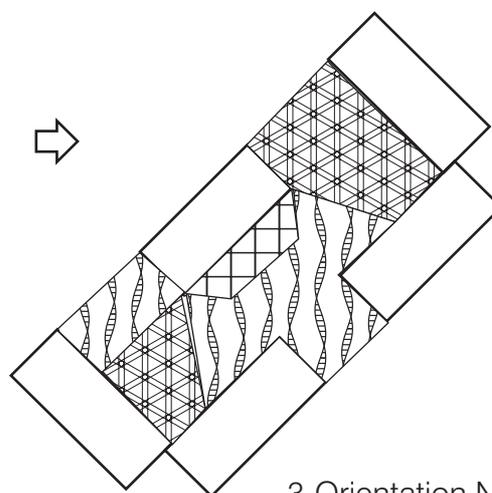
Orientation 2 : Le vent perpendiculaire à la composition rencontre le bâtiment en forme de « L » comme obstacle. Il pénètre qu'à travers les ouvertures latérales. Des turbulences combinées se créent. Il n'y a pas de zones calmes.

Orientation 3 : Le flux d'air fait un angle de 45° par rapport à la composition. Celle-ci est ouverte au vent par les ouvertures. Des grandes turbulences se créent et pas de zones calmes



2-Orientation Ouest-Est
Fig 5-6-7-8

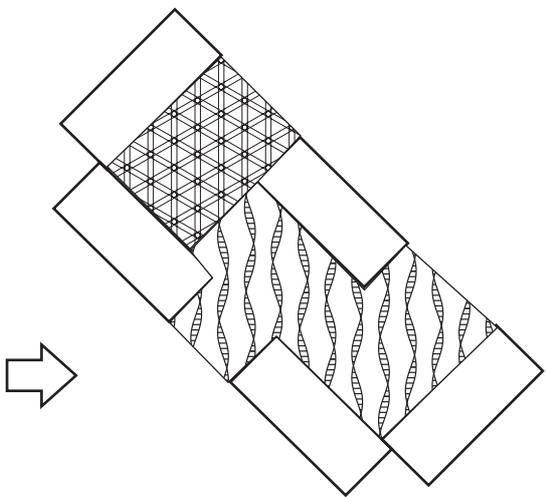
- Zone de gêne et d'inconfort.
- Zone intermédiaire ou bien ventilée.
- Zone protégée (Zone d'accumulation).



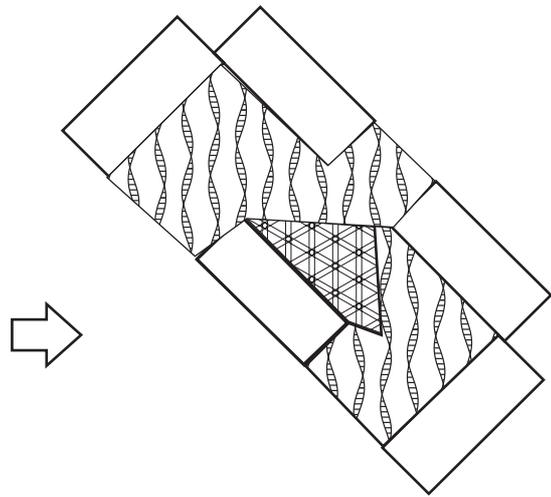
3-Orientation N.E-S.O
Fig 9-10-11-12

Orientation 2 : Zone de gêne est très considérable.

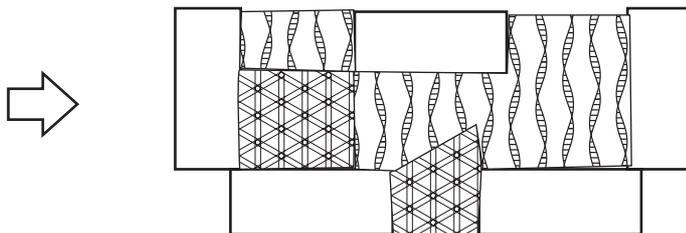
Orientation 3 : Les zones de gênes sont importantes. La zone protégée est négligeable derrière le bâtiment.



5-Orientation S.E -N.O
Fig 15-16-17-18



6-Orientation N.O - S.E
Fig 19-20-21-22



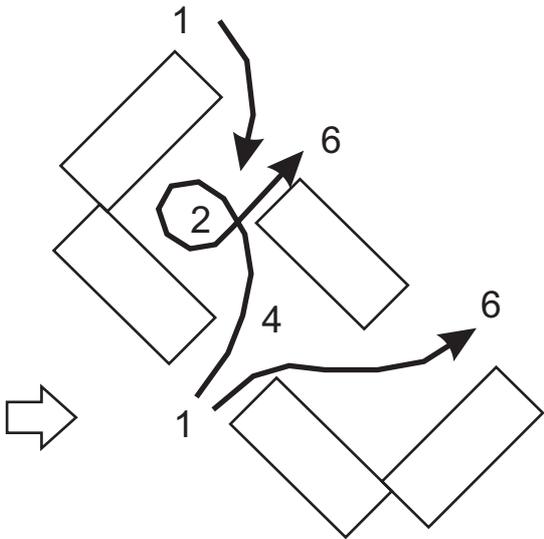
7-Orientation Est-Ouest
Fig 23-24-25-26

-  Zone de gêne et d'inconfort.
-  Zone intermédiaire ou bien ventilée.
-  Zone protégée (Zone d'accumulation).

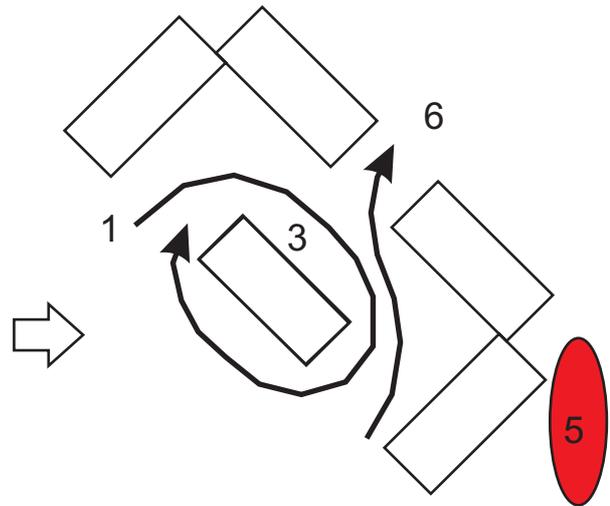
Orientation 5 : Les zones ventilées et de gênes sont considérables.

Orientation 6 : La zone bien ventilée est très importante. La zone de gêne est négligeable.

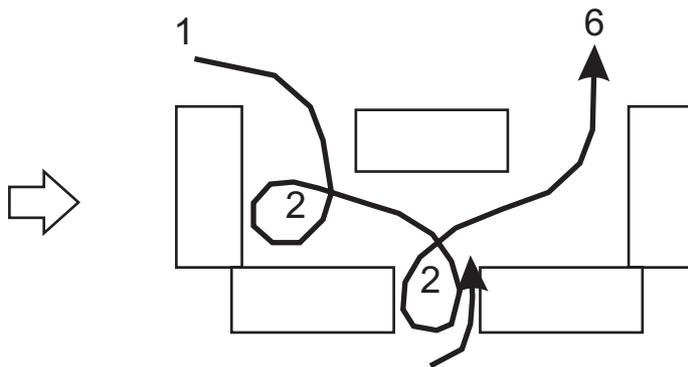
Orientation 7 : La zone de gêne est répartie à l'extrémité et entre bâtiments. La zone intermédiaire est très considérable.



5-Orientation S.E -N.O
Fig 15-16-17-18



6-Orientation N.O - S.E
Fig 19-20-21-22



7-Orientation Est-Ouest
Fig 23-24-25-26

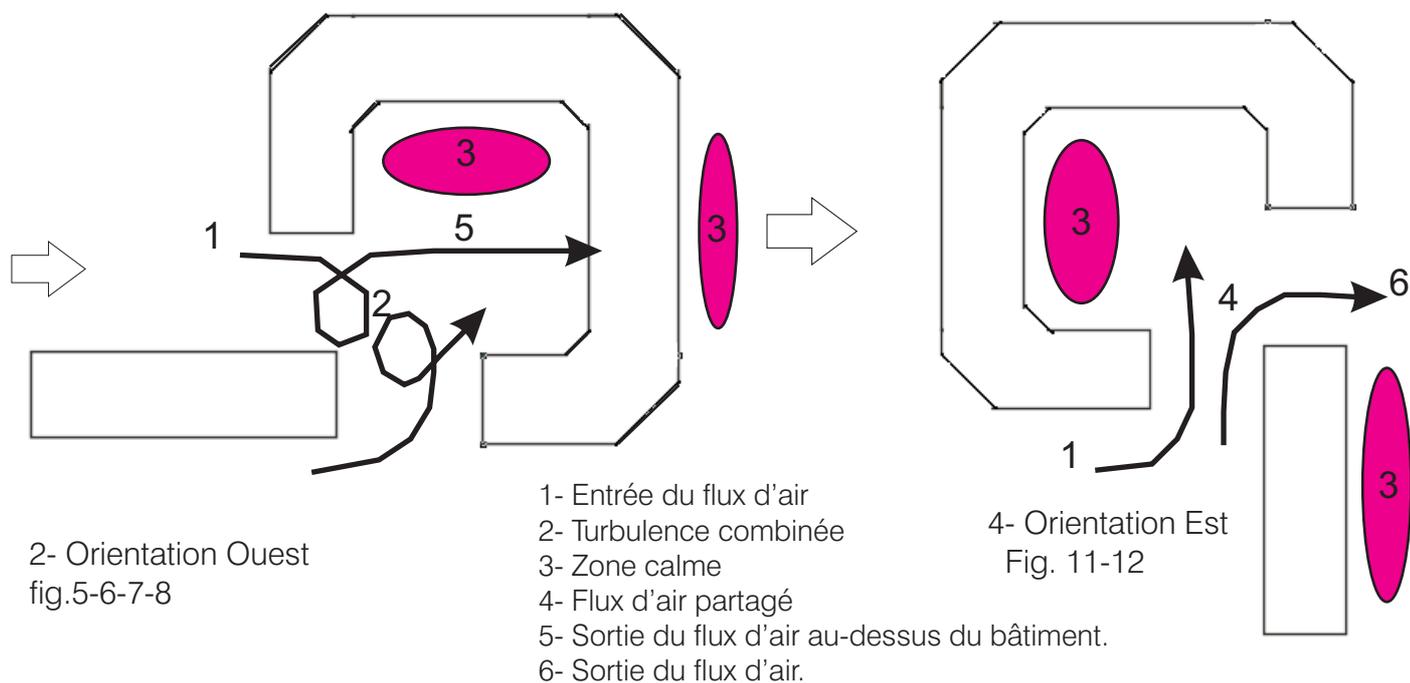
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Turbulence
- 3- Large turbulence
- 4- Flux d'air partagé
- 5- Zone calme
- 6- Sortie du flux d'air.

Orientation 5 : le bâtiment en forme de L est exposé à un flux d'air faisant avec lui un angle de 45°. Le flux pénètre à partir des deux cotés du bâtiment et produit une grande turbulence.

Orientation 6 : Une large turbulence se crée autour du bâtiment en forme de barre, exposé à un flux d'air faisant un angle de 45°. La composition est très exposée. Il n'y a pas de zones calmes

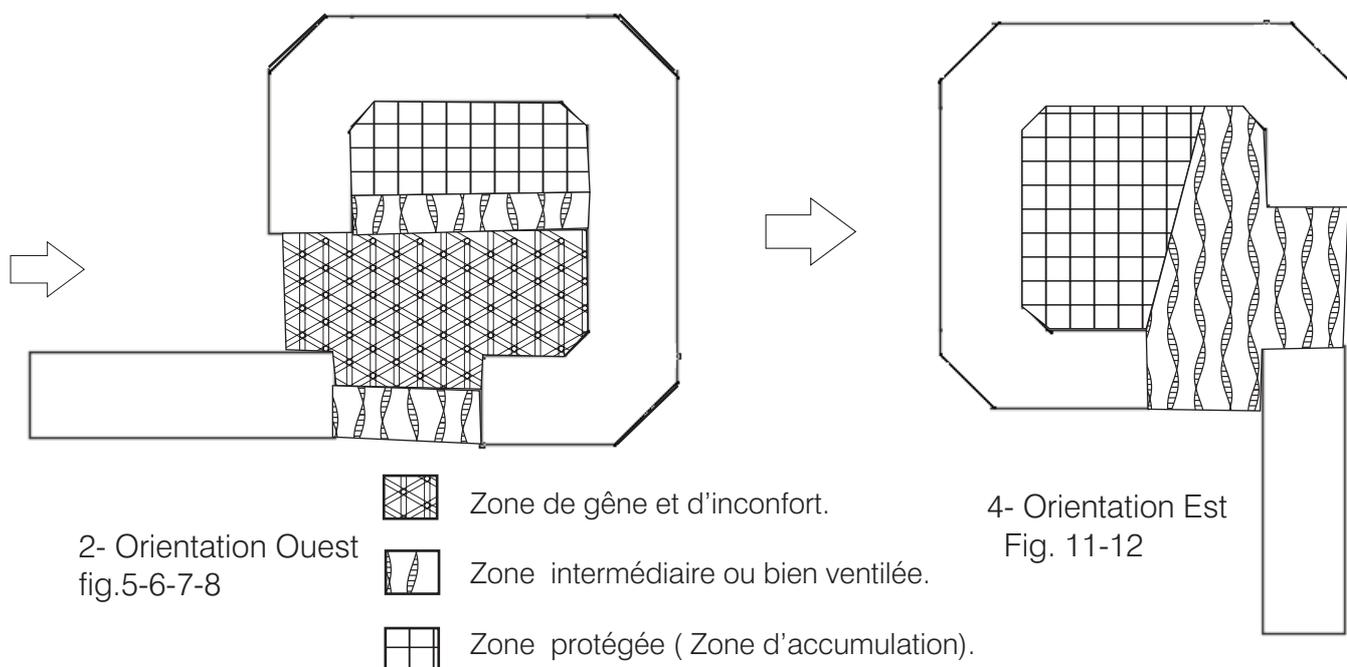
Orientation 7 : Le flux d'air est perpendiculaire à la composition. Il pénètre à travers les ouvertures latérales, des turbulences se créent et pas de zones calmes.

Type -E-



Orientation 2 : Le flux d'air parallèle au bâtiment en forme d'une barre qui le guide jusqu'à la cour urbaine. Des turbulences se produisent à son entrée.

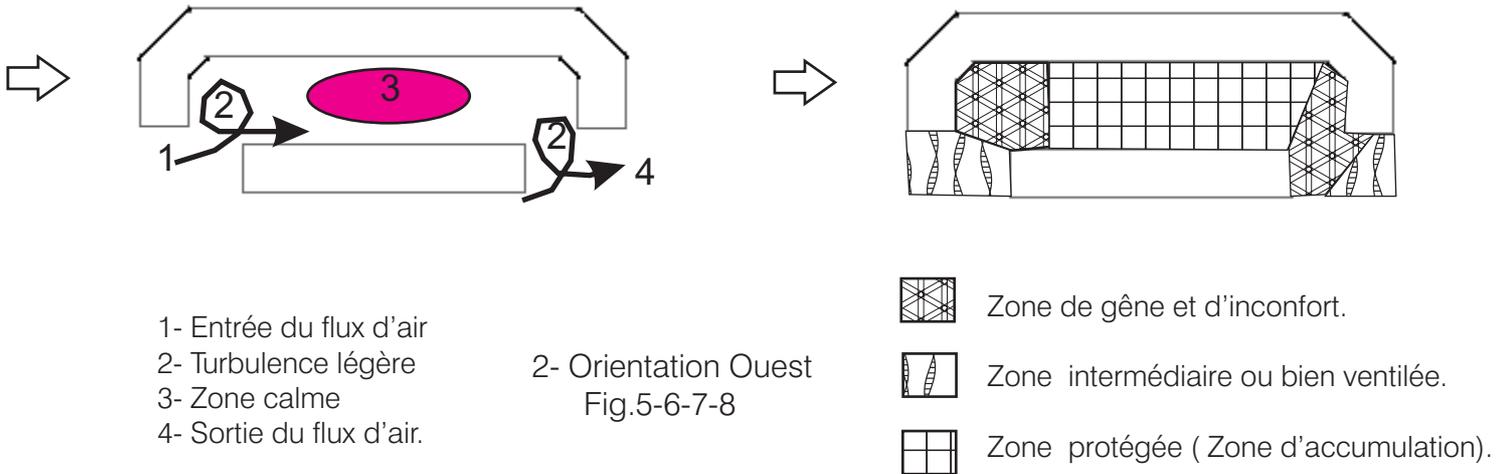
Orientation 4 : Le bâtiment en forme d'un alvéole est contre le vent. La zone calme est considérable. La cour urbaine est protégée contre le vent.



Orientation 2 : La zone de gêne est très considérable. La zone protégée est refoulée au pied de l'immeuble.

Orientation 4 : La zone protégée est très importante.

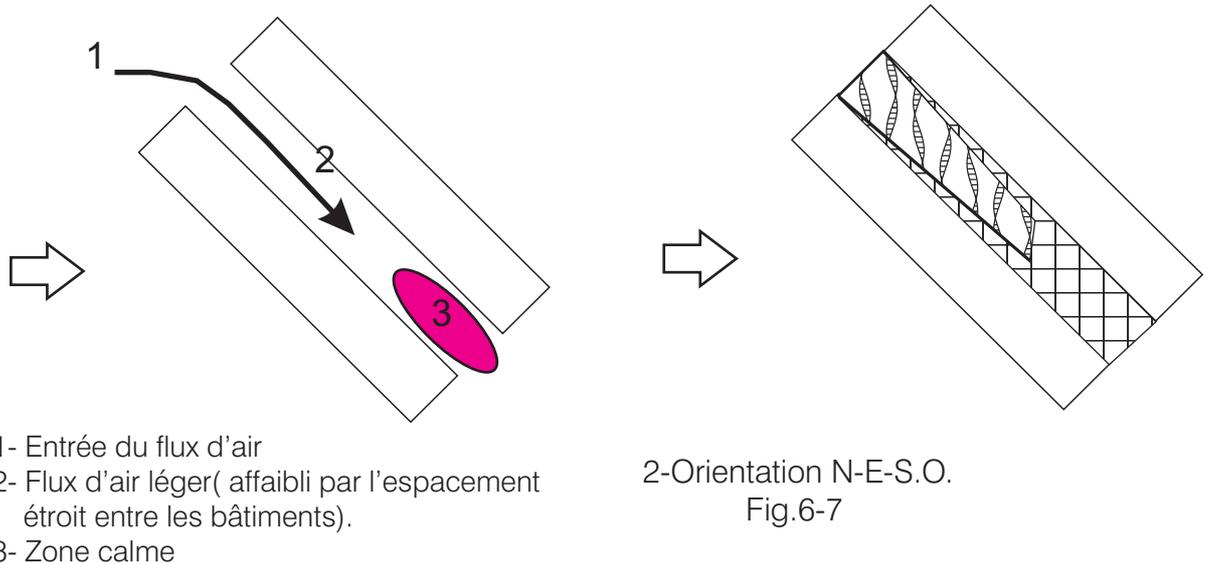
Type - F-



Le flux d'air est parallèle à la composition urbaine. L'aile du bâtiment en forme d'un « U » fait obstacle au vent et crée des turbulences moins que celle de « 1 »

Et par conséquent :
 La zone de gêne est dispersée limitée aux extrémités du bâtiment.
 La zone protégée est considérable.

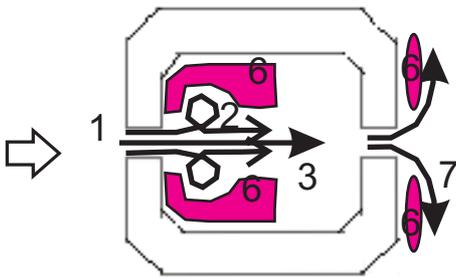
Type - H-



Le flux d'air fait un angle de 45° par rapport à la composition, en traversant l'espace rue, il s'affaibli. Le même phénomène que la « 2 » se produit sauf que la zone calme est amoindrie.

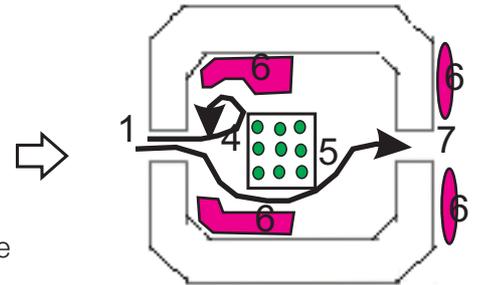
Et par conséquent:
 Il n'y a pas de zone de gêne. La zone ventilée est plus grande que celle de l'orientation « 2 ».
 La zone protégée est considérable.

Type - G-



2- Orientation Ouest
Fig. 5-6-7

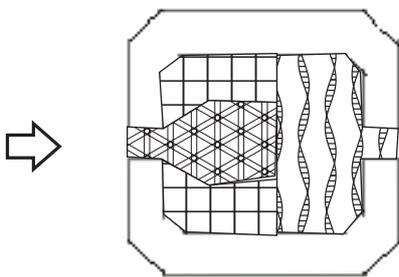
- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Forte turbulence.
- 3- Flux d'air droit vers la sortie
- 4- Légère turbulence.
- 5- Flux d'air dévié par la végétation.
- 6- Zone calme
- 7- Sortie du flux d'air.



3- Orientation Ouest avec
végétation au centre (Fig. 8-9)

Orientation 2 : Les ouvertures sont exposées au vent, qui pénètre directement et crée des turbulences subdivisant ainsi la zone d'accumulation aux deux cotés.

Orientation 3 : Même orientation que « 2 » avec intégration de la végétation pour atténuer le flux direct de l'air. Le flux ainsi dévié par la végétation qui crée une légère turbulence et des zones calmes moins que celles de la « 2 ».



2- Orientation Ouest
Fig. 5-6-7



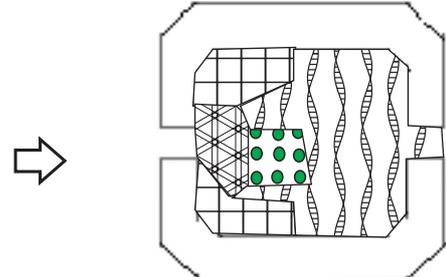
Zone de gêne et d'inconfort.



Zone intermédiaire ou bien ventilée.



Zone protégée (Zone d'accumulation).



3- Orientation Ouest avec
végétation au centre (Fig. 8-9)

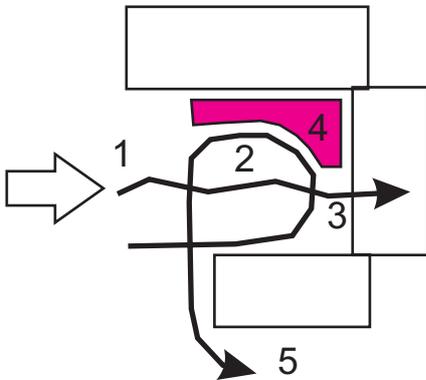
Orientation 2 : La zone de gêne est considérable. La zone protégée est répartie aux coins des bâtiments contre vent.

Orientation 3 : La zone de gêne est refoulée à l'entrée du flux d'air par la végétation. La zone protégée est répartie aux pieds des immeubles mais plus moins que celle de l'orientation « 2 ».

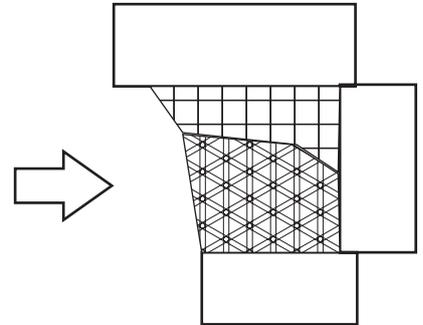
Type - I-

2-Orientation Ouest

Fig. 2-3-4



- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Grande turbulence.
- 3- Flux d'air droit vers la sortie par-dessus le bâtiment
- 4- Zone calme.
- 5- Sortie du flux d'air.

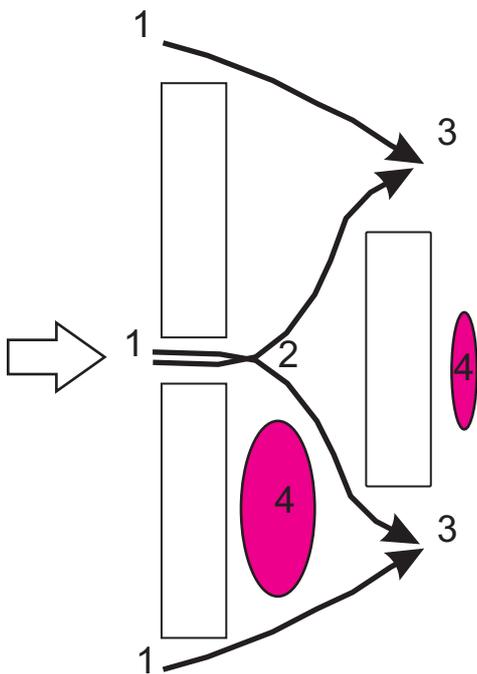


 Zone de gêne et d'inconfort.

 Zone protégée (Zone d'accumulation).

L'espace extérieur de la composition est exposé directement au vent. Une grande turbulence se crée. Ensuite, le flux d'air s'évacue par-dessus le bâtiment.

Par conséquent, la zone de gêne est considérable. La zone d'accumulation est plus grande que celle de l'orientation « 1 »



Type - K-

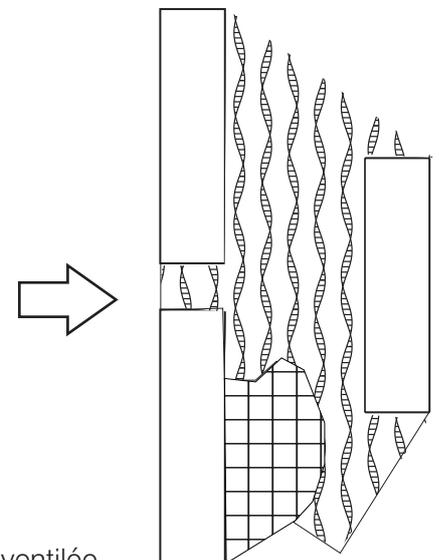
2- Orientation Sud

Fig. 5

- 1- Entrée du flux d'air
- 2- Flux d'air partagé
- 3- Sortie du flux d'air.
- 4- Zone calme.

 Zone intermédiaire ou bien ventilée.

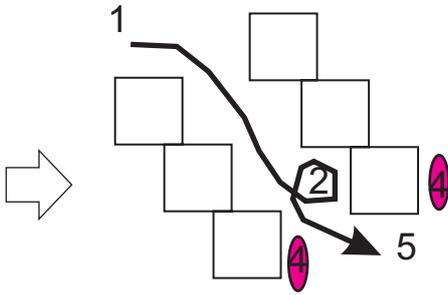
 Zone protégée (Zone d'accumulation).



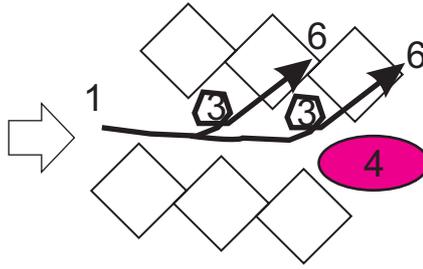
Le flux d'air rencontre les deux bâtiments en forme de barre et pénètre dans l'espace-rue par l'ouverture frontale. Un effet de sillage se constitue derrière les bâtiments sans turbulences, ensuite se répartie pour sortir de part et d'autre du bâtiment. Une zone calme se produit derrière.

Et par conséquent , la zone ventilée est très considérable. La zone protégée est moyenne, localisée derrière le bâtiment

Type - L-

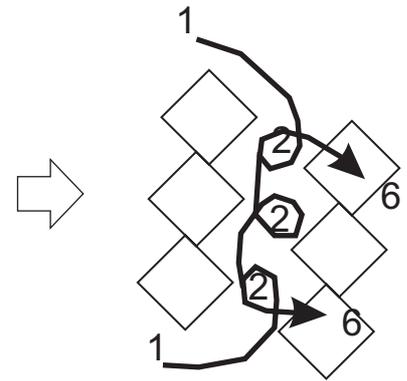


2-Orientation Est
Fig. 4-5-6-7



1- Entrée du flux d'air
2- Forte turbulence.
3- Légère turbulence.
4- Zone calme.
5- Sortie du flux d'air.
6- Sortie du flux d'air par-dessus le bâtiment

3-Orientation N.E
Fig. 8-9

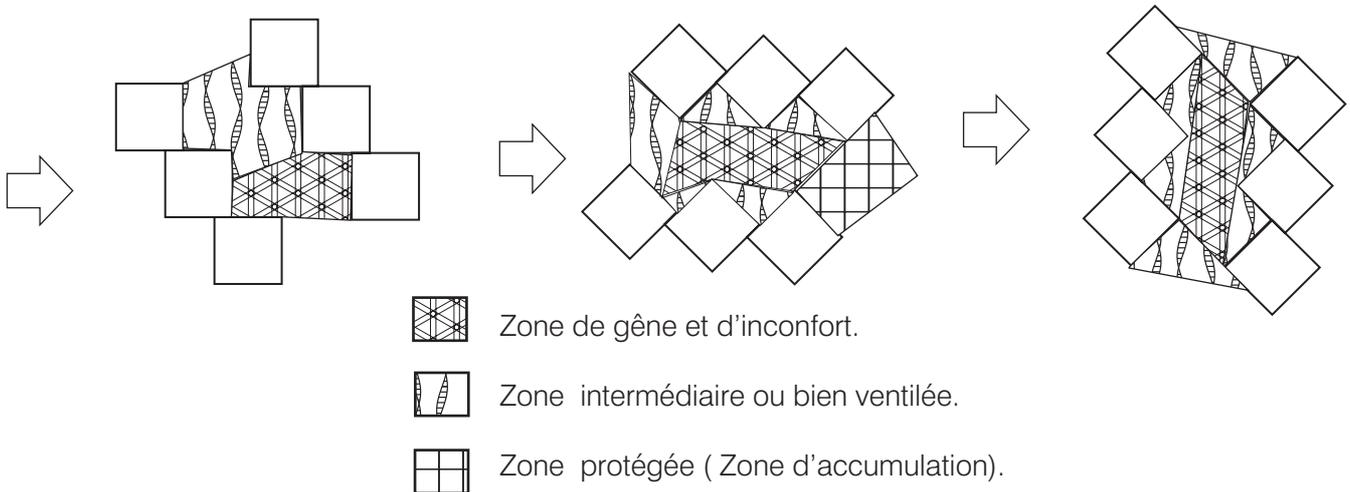


4-Orientation S.O
Fig. 10-11-12-13

Orientation 2 : La composition est contre vent. Le flux d'air pénètre par l'ouverture latérale. Une forte turbulence se produit.

Orientation 3 : Le flux d'air est parallèle au couloir-rue de la composition. Des turbulences légères se produisent successivement et le flux d'air ressort par-dessus le bâtiment laissant une zone calme moyenne.

Orientation 4 : Cette orientation et la position des ouvertures latérales ont favorisé l'introduction du flux d'air, malgré que le bâtiment est contre vent. Un grand flux tourbillonnaire caractérise l'écoulement de l'air tout au long de l'espace rue ensuite, il ressort par-dessus le bâtiment.



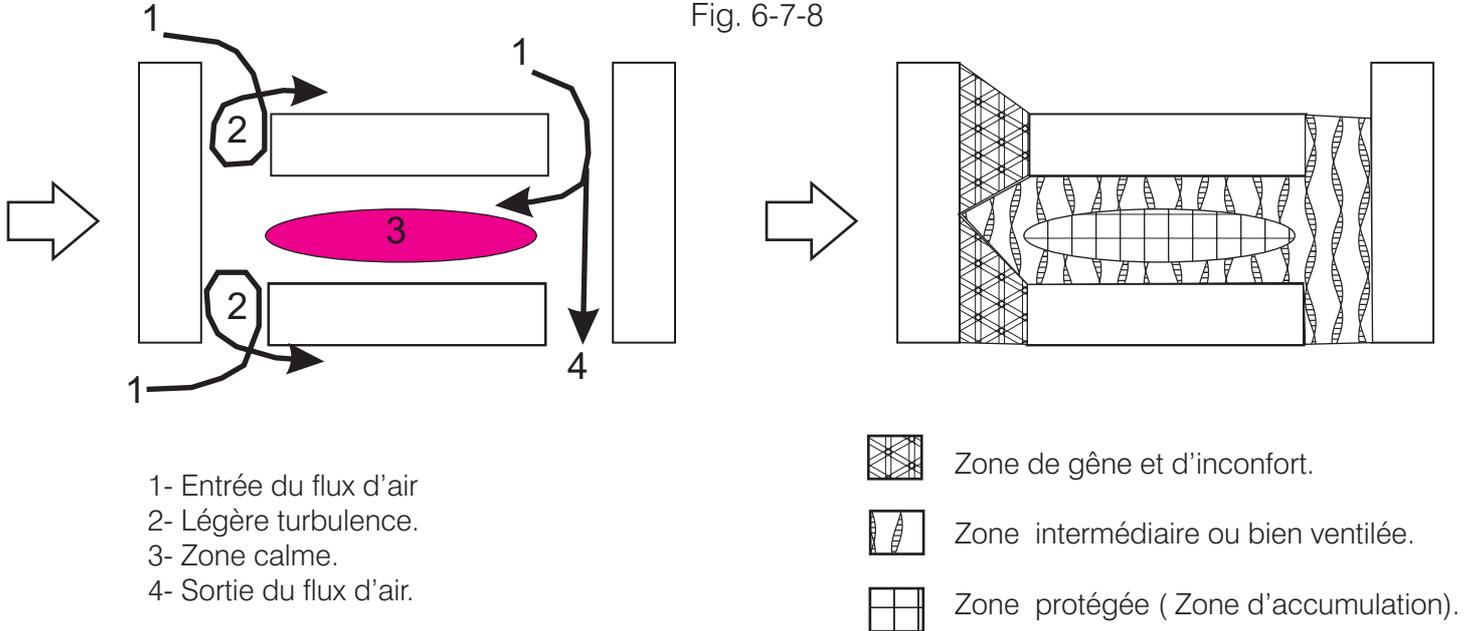
Orientation 2 : La zone ventilée est très importante. La zone de gêne est considérable, située à l'entrée du flux d'air.

Orientation 3 : La zone de gêne est considérable, située au milieu du couloir urbain. La zone d'accumulation est importante refoulée au fond du couloir.

Orientation 4 : La zone de gêne est très considérable.

Type - M-

2-Orientation Ouest
Fig. 6-7-8



Le flux d'air est perpendiculaire à la composition disposée transversalement. La composition est fermée contre vent ne laisse pas pénétrer le flux d'air que par les ouvertures latérales. Ce qui crée des turbulences à l'entrée de l'espace-rue sans circuler dans celui-ci, et une grande zone calme se produit.

Et par conséquent, La zone de gêne est importante limitée à l'entrée des deux ouvertures latérales du flux. La zone ventilée est très importante. La zone protégée est moyenne, située au milieu de l'espace-rue.