

## 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 :

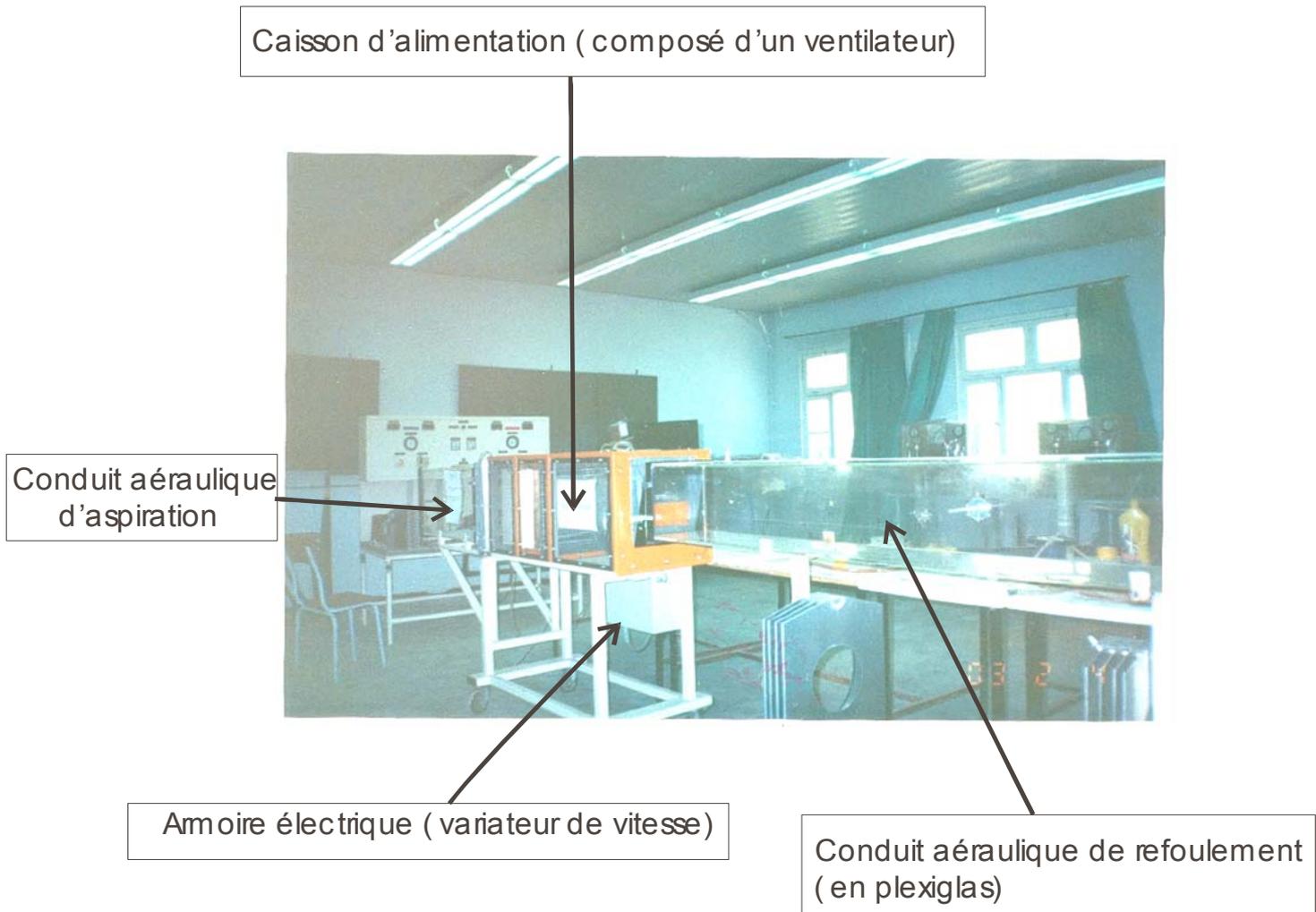
Pour réaliser notre expérience, nous avons utilisé un matériel approprié pour ce genre de simulation qui traite le comportement de l'air vis à vis des obstacles différents pour notre cas d'étude (types des ensembles de bâtiments collectifs de Biskra)

##### 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 représentants 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)

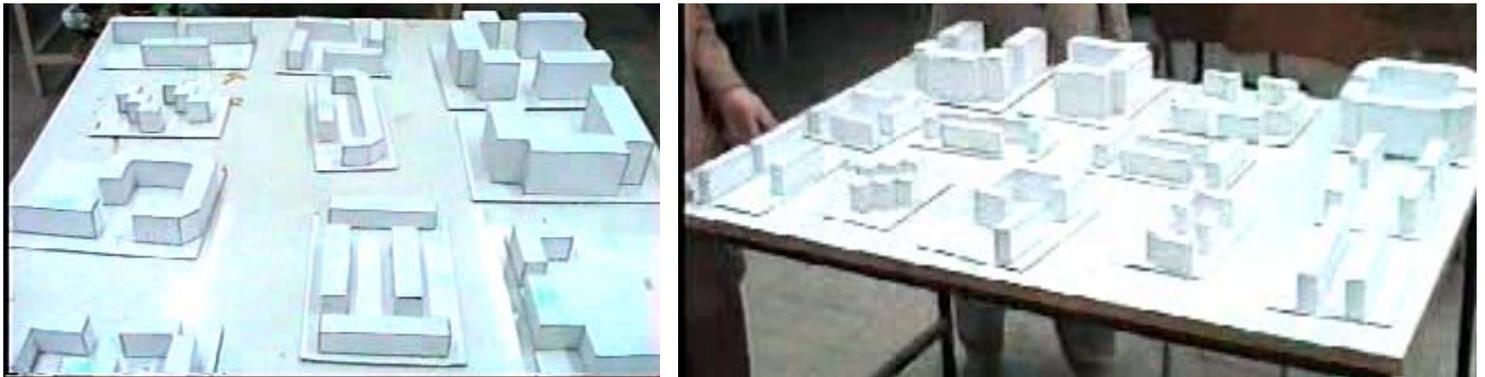


Fig. 3 Différentes vues des maquettes

### 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.

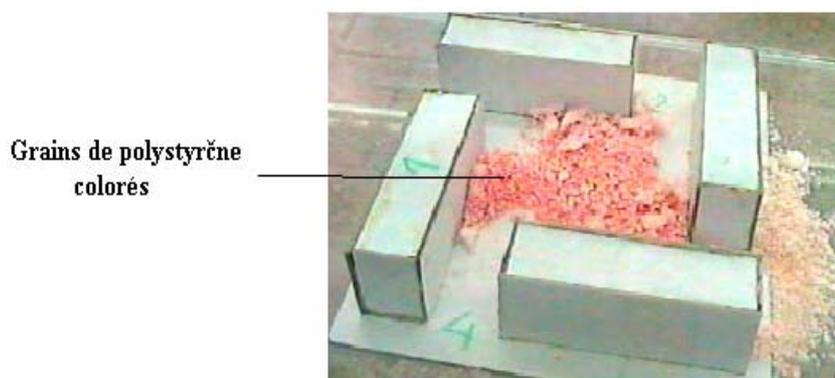


Fig. 4 Le produit utilisé pour visualiser l'écoulement de l'air à l'échelle de la maquette en soufflerie

#### 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.

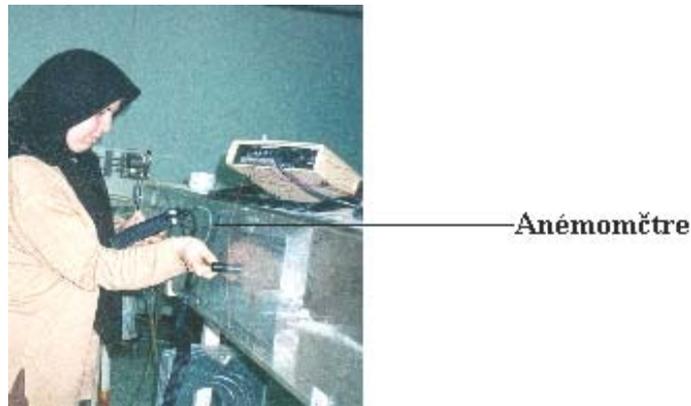


Fig. 5 : Utilisation de l'anémomètre

#### 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.



Mésurer 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*



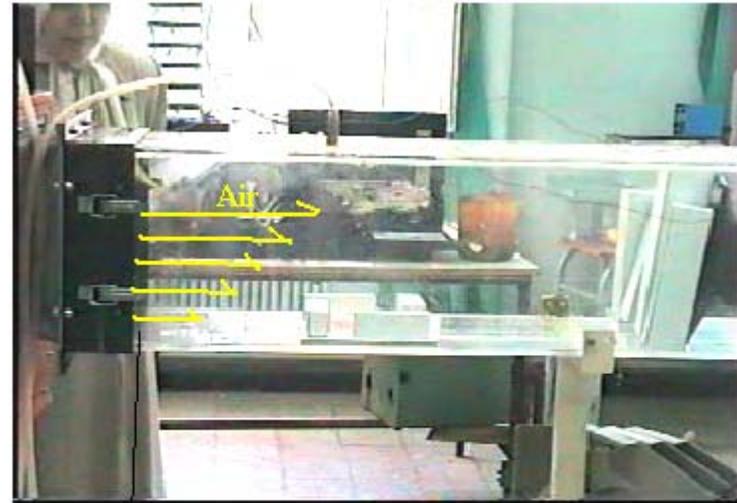
Préparation de la maquette en déposant un produit qui visualisera l'écoulement de l'air (Grains de Polystérene colorés

*Etape 2*



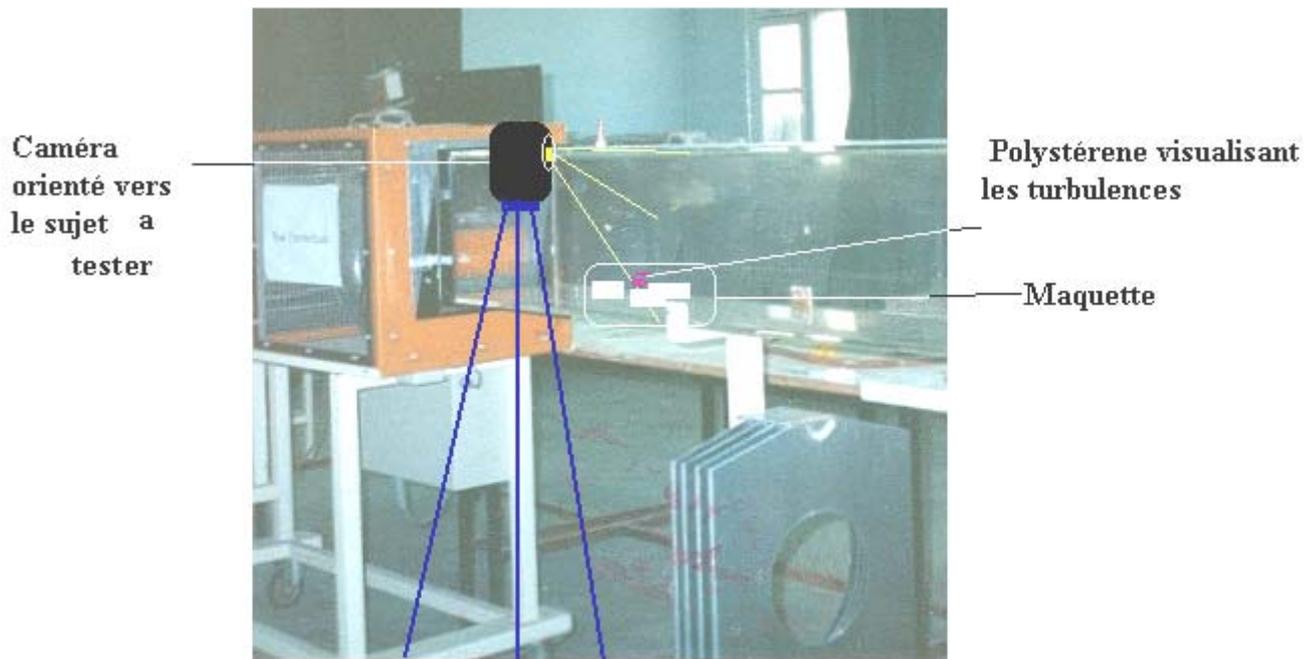
Placement de la  
maquette a  
l'intérieur du canal  
vitré

*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	
OBSERVATIO N	• « + » 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

