



SIMULATION SPATIALE DU CONFORT AÉRAULIQUE : INFLUENCE DE LA ROSE DES VENTS



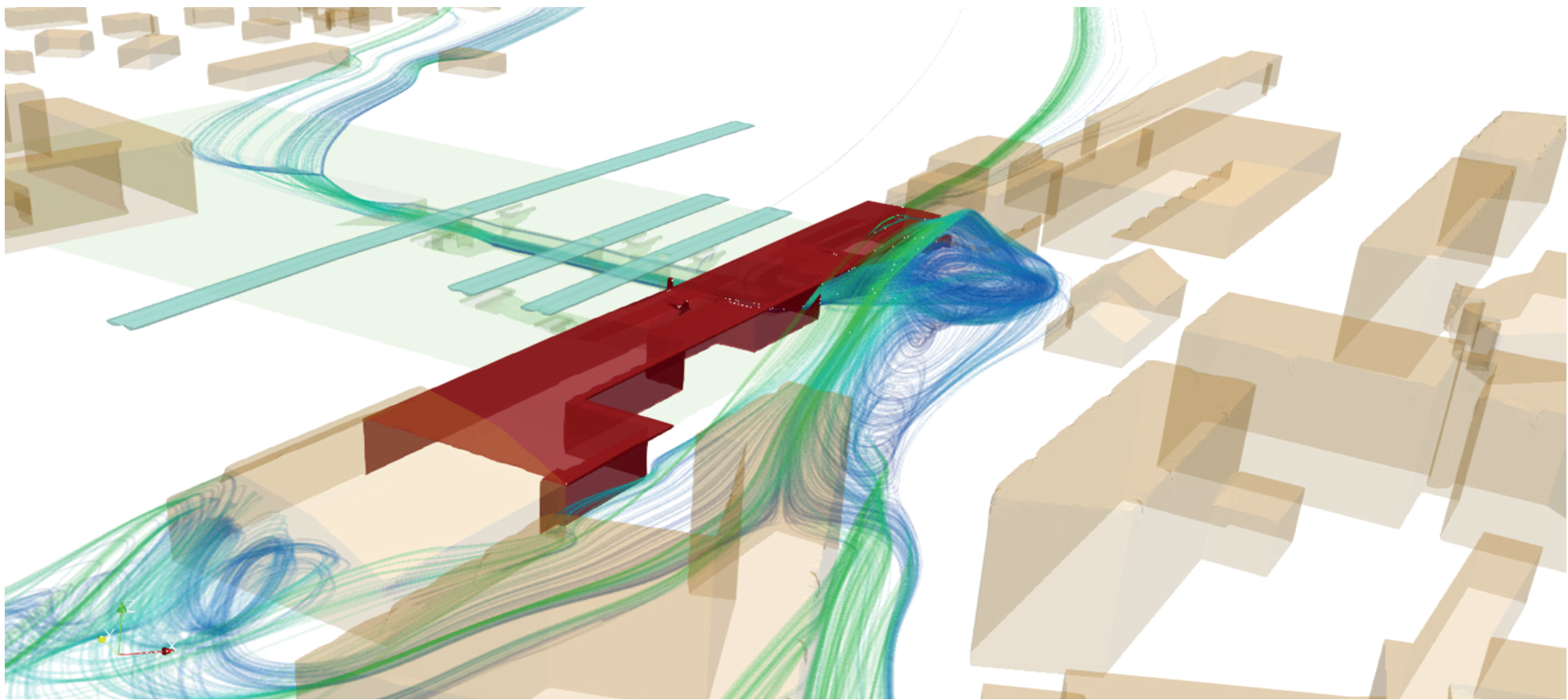
Alexis SAUVAGEON
alexis.sauvageon@arep.fr

Mateusz BOGDAN
mateusz.bogdan@arep.fr

AREP
16 avenue d'Ivry – 75013 Paris FRANCE

Introduction

La sensation de confort au vent d'individus présent dans un environnement ouvert est une notion difficile à définir qui reste peu étudiée [Delpech (2005)]. La détermination d'un indice de confort au vent s'appuie sur les variations des vitesses locales des vents en présence du bâti et sur les niveaux de turbulences. Il est donc nécessaire de procéder à des simulations numériques pour évaluer l'impact des éléments bâtis pour chaque direction de vent incident considérée. Ce travail présente, au travers d'un exemple illustré, l'influence qu'aura le choix du nombre de directions de vents incidents sur l'indice de confort au vent.



↑ Écoulements d'air autour d'une gare en France métropolitaine

Indicateur de confort au vent

Turbulences

Le vent est un phénomène turbulent. La vitesse du vent peut donc se décomposer comme la somme d'une valeur moyenne $\bar{u}$ et d'une fluctuation turbulente u' .

$$u = \bar{u} + u'$$

On caractérise la turbulence par son intensité :

$$I = \frac{\sigma_u}{\bar{u}}$$

L'intensité de turbulence est généralement prise égale à 20% [Basse (2017)].

Groupeement de nuisance

Le groupeement de nuisance (Ψ) est la grandeur qui permettra de quantifier l'influence de l'environnement sur les flux d'air.

Si la présence de la construction accélère les vitesses d'air, le groupeement de nuisance Ψ sera supérieur à 1, et inversement si le bâti protège du vent, Ψ sera inférieur à 1.

$$\Psi = \frac{\bar{u}}{\bar{u}_{ref}} \frac{(1 + I)}{(1 + I_{ref})}$$

Seuil de gêne

Le seuil de gêne (U^*) correspond, pour une altitude donnée à la vitesse limite au delà de laquelle un individu ressent une sensation d'inconfort. Cette vitesse dépend des effets de site et donc du groupeement de nuisance Ψ .

La vitesse seuil d'inconfort (u_s) est déterminée à partir de l'échelle de Beaufort ; en fonction de l'activité attendue dans la zone étudiée.

$$U^* = \frac{u_s}{\Psi \cdot C_r(Z)}$$

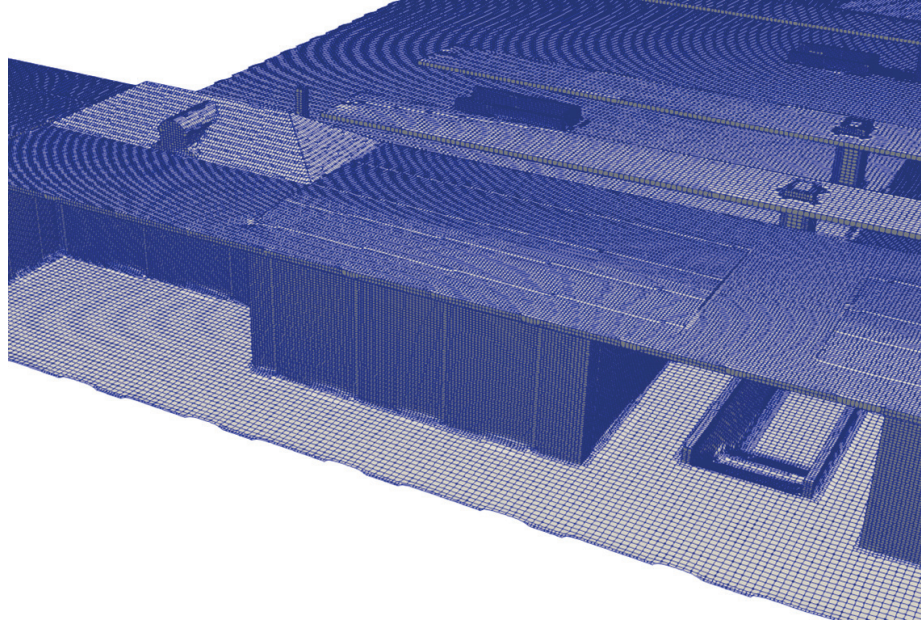
Indicateur de confort

L'indicateur de confort au vent correspond à la prise en compte pour l'ensemble des directions de vent considérées du dépassement de seuil de gêne, avec prise en compte statistique des conditions météorologiques de l'année.

Vitesse de vent			Caractéristiques du vent
Force	En m/s, à z=2m	(km/h)	
2	1.5 – 3	5,4 - 10,8	Les visages ressentent la sensation du vent. Les feuilles bruissent.
3	3 – 4.5	10,8 - 16,2	Les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement permanent. Le vent déploie pleinement les drapeaux. Les cheveux sont dérangés. Les vêtements amples battent au vent.
4	4.5 – 7	16,2 - 25,2	La poussière et les papiers se soulèvent. Les branches s'agitent. Les cheveux sont décoiffés.
5	7 – 9	25,2 - 32,4	Les petits arbres avec des feuilles oscillent. La marche est légèrement perturbée.
6	9 – 11	32,4 - 39,6	Les grosses branches se mettent en mouvement. Le vent siffle dans les fils téléphoniques. Les parapluies sont utilisés avec peine. La marche devient très instable.
7	11 – 14	39,6 - 50,4	Les arbres sont totalement en mouvement. On éprouve de grosses difficultés à marcher contre le vent.
8	14 – 17	50,4 - 61,2	Les branches d'arbres se cassent. D'une façon générale, progression pédestre très difficile et dangereuse.
9	17 – 20	61,2 - 72	Risque d'être violemment projeté à terre sous l'effet des bourrasques.

Hypothèses de modélisation

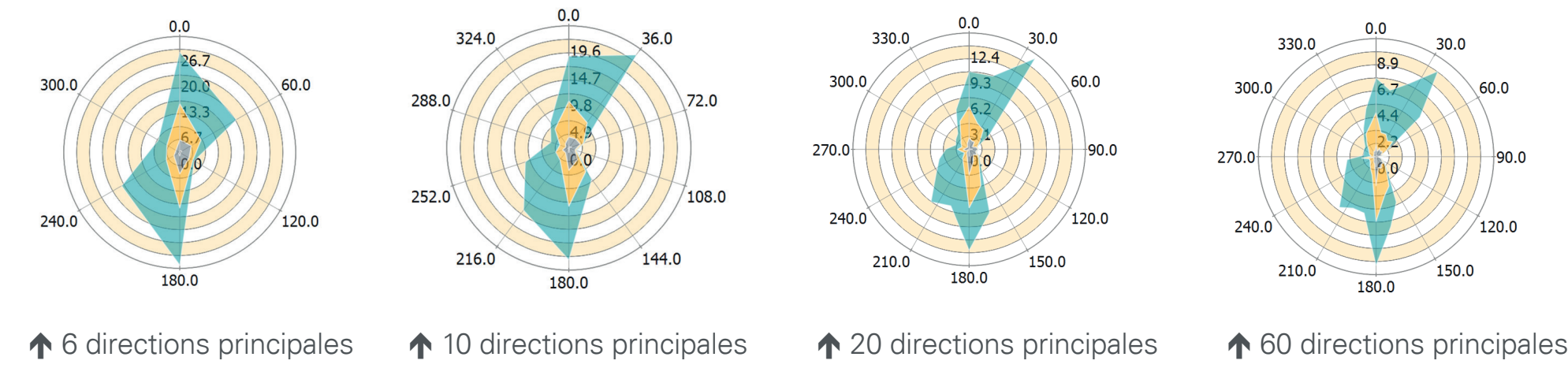
- L'air est considéré comme un fluide incompressible, à 25°C,
- Les effets du tirage thermique ne sont pas pris en compte,
- Résolution en régime permanent (approche stationnaire),
- Modèle de turbulence $k-\omega$ SST,
- Solveur SIMPLE,
- Prise en compte de la couche limite atmosphérique.



↑ Maillage surfacique de la gare

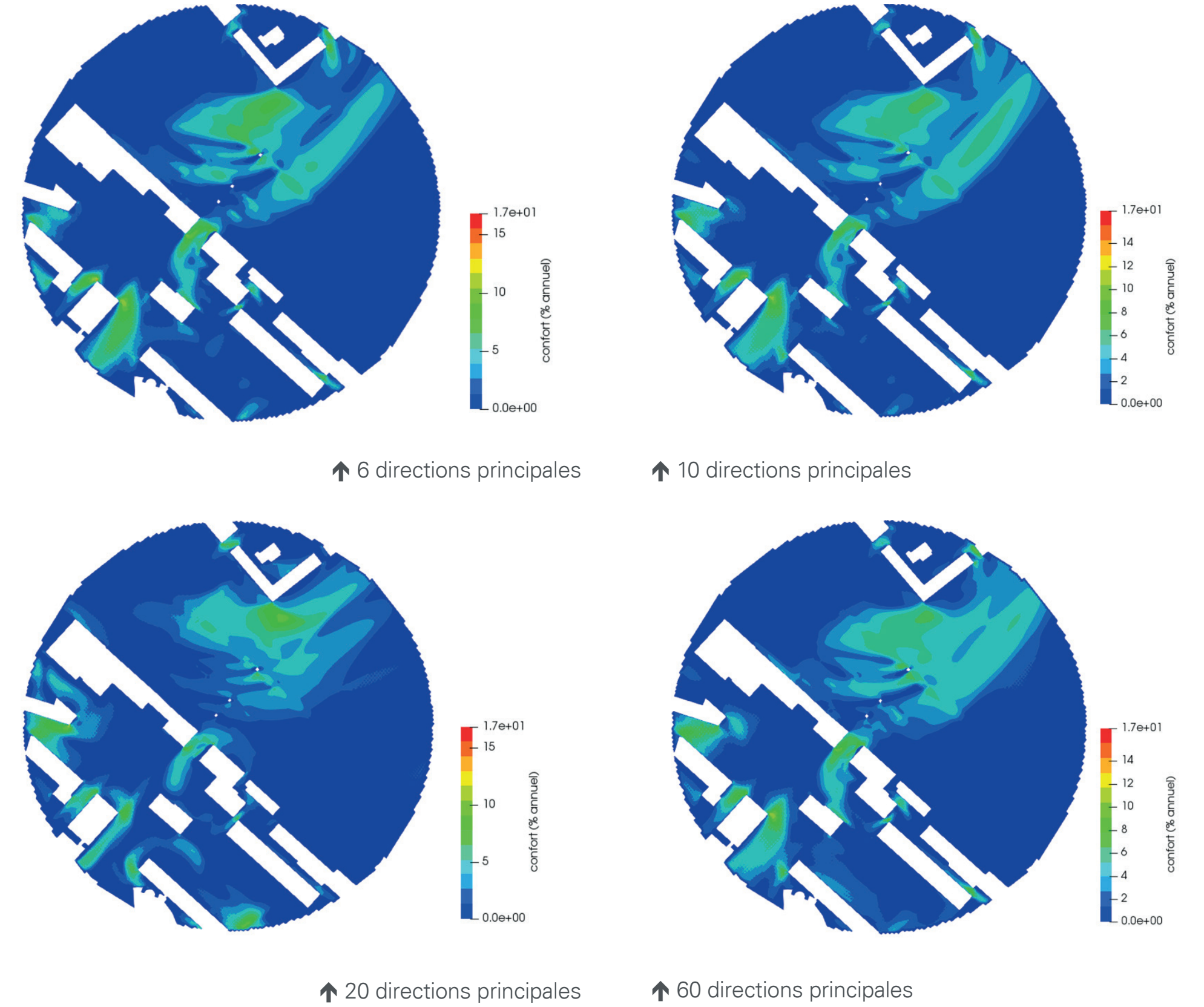
Différentes roses des vents

Plusieurs discrétisations de la rose des vents du site considéré sont étudiées : 5 directions principales, 6, 9, 12, 18, 20, 30, 36 et 60 directions principales.



Cartes de confort selon la rose des vents

Le choix du nombre de directions de vent incident simulées influence considérablement la carte de confort obtenue.



Conclusions et perspectives

On observe que les cartes de confort obtenues avec 10 simulations, 20 simulations et 60 simulations sont semblables. On remarque qu'il en va de même pour les roses des vents respectives. On suppose l'existence d'une corrélation entre les similitudes des roses des vents entre elles et la valeur de l'indicateur de confort. L'optimum de calculs correspond ici à 10 directions de vents simulées.

De futurs travaux chercheront à établir une corrélation entre la précision de l'indicateur de confort et un facteur de forme de la rose des vents. L'influence de la vitesse du vent incident doit également être abordée dans la suite.

Références
[Basse (2017)] Basse, N. T., "Turbulence intensity and the friction factor for smooth-and rough-wall pipe flow," Fluids, 2(2) :30., 2007.
[Delpech (2005)] Delpech, P. "Pedestrian wind comfort assessment criteria : a comparative study," In Proc. 4th European & African Conference on Wind Engineering, Prague, 2005.