

Jérémy Bernard

*Université de Göteborg (Suède)
LOCIE – Université Savoie Mont-Blanc*

URock

*URock: une librairie Python pour
le calcul simplifié du vent en milieu urbain*

Bourse Marie Skłodowska-Curie



UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

- rapide
- simple d'utilisation
- relativement précis
- code libre (Python ou C)
- destiné au confort thermique extérieur et à la thermique du bâtiment



UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

- rapide
- simple d'utilisation
- relativement précis
- code libre (Python ou C)
- destiné au confort thermique extérieur et à la thermique du bâtiment

Possibilités

Modèles physiques



UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

~~- rapide~~

~~- simple d'utilisation~~

- relativement précis

- code libre (Python ou C)

- destiné au confort thermique extérieur et à la thermique du bâtiment

Possibilités

Modèles physiques



UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

~~- rapide~~

~~- simple d'utilisation~~

- relativement précis

- code libre (Python ou C)

- destiné au confort thermique extérieur et à la thermique du bâtiment

Possibilités

Modèles physiques

Modèles statistiques



UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

~~rapide~~

~~simple d'utilisation~~

~~relativement précis~~

- code libre (Python ou C)

- destiné au confort thermique extérieur ~~et à la thermique du bâtiment~~

Possibilités

Modèles physiques

Modèles statistiques



UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

- ~~rapide~~
- ~~simple d'utilisation~~
- ~~relativement précis~~
- code libre (Python ou C)
- destiné au confort thermique extérieur ~~et à la thermique du bâtiment~~

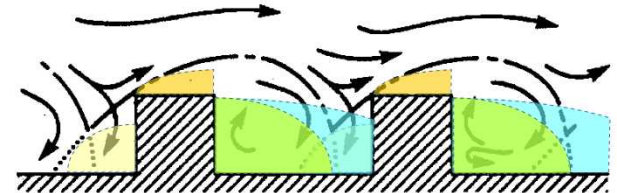
Possibilités

Modèles physiques

« Diagnostic models »

1. Initialisation
2. Conservation du débit

Modèles statistiques





UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

- ~~rapide~~
- ~~simple d'utilisation~~
- ~~relativement précis~~
- ~~code libre (Python ou C)~~
- destiné au confort thermique extérieur ~~et à la thermique du bâtiment~~

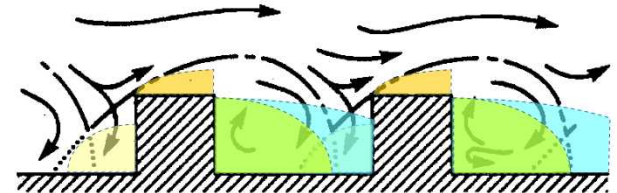
Possibilités

Modèles physiques

« Diagnostic models »

1. Initialisation
2. Conservation du débit

Modèles statistiques





UMEP – spatialisation du vent : quels besoins ?

- ~~rapide~~
- ~~simple d'utilisation~~
- ~~relativement précis~~
- ~~code libre (Python ou C)~~
- destiné au confort thermique extérieur ~~et à la thermique du bâtiment~~

Possibilités

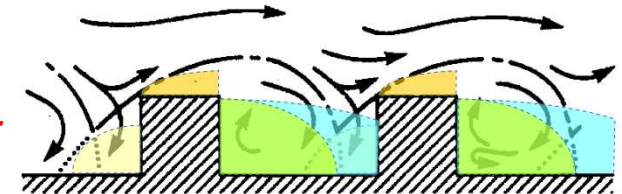
Modèles physiques

« Diagnostic models »

1. Initialisation

2. Conservation du débit

Modèles statistiques



Solution adoptée

« Diagnostic models » : Recoder le logiciel QUIC-URB en code libre → URock

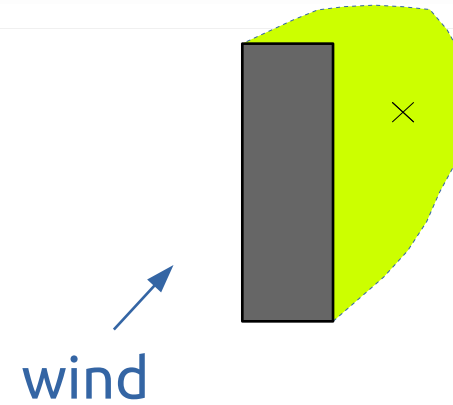


1. Initialisation

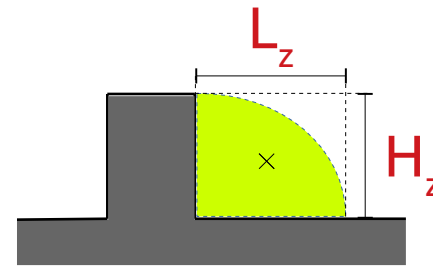
Pour chaque zone :

{
→ $H_z, L_z = ?$
→

Top view



Sectional view

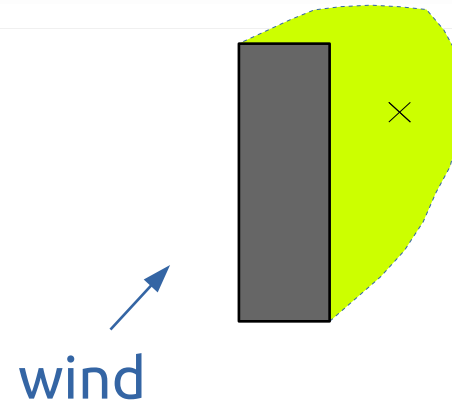


1. Initialisation

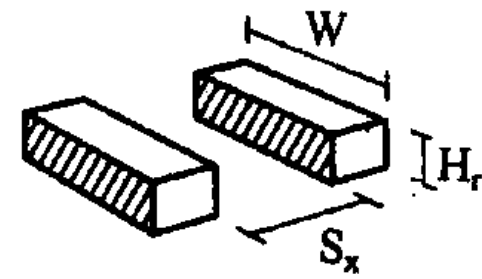
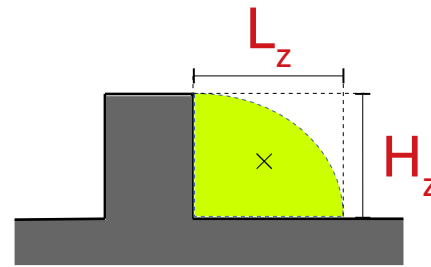
Pour chaque zone :

$$\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow H_z, L_z = f(W, H_r, S_x) \\ \rightarrow \end{array} \right.$$

Top view



Sectional view

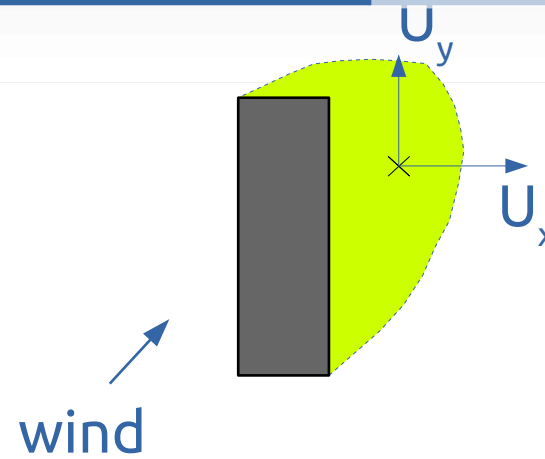


1. Initialisation

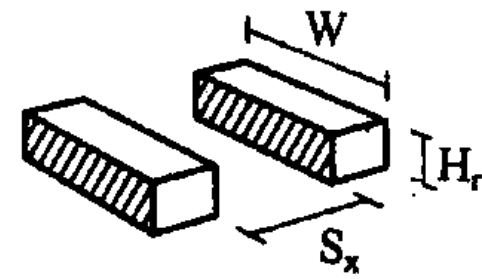
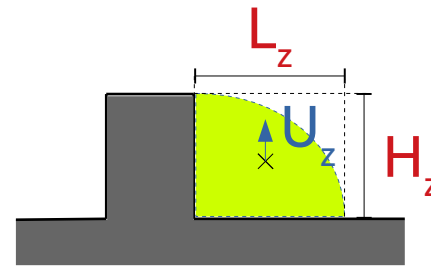
Pour chaque zone :

$$\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow H_z, L_z = f(W, H_r, S_x) \\ \rightarrow U_x, U_y, U_z = ? \end{array} \right.$$

Top view



Sectional view



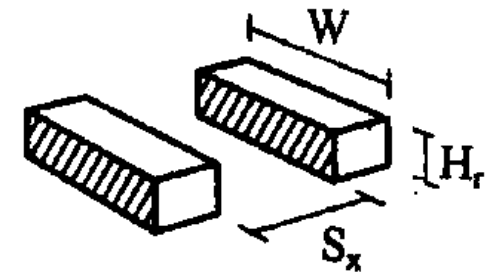
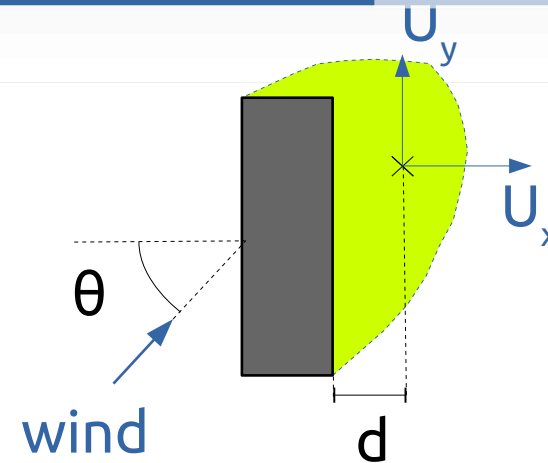


1. Initialisation

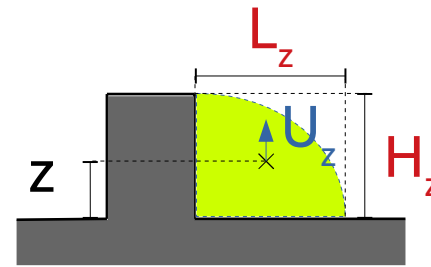
Pour chaque zone :

$$\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow H_z, L_z = f(W, H_r, S_x) \\ \rightarrow U_x, U_y, U_z = f(d, z, \theta) \end{array} \right.$$

Top view



Sectional view



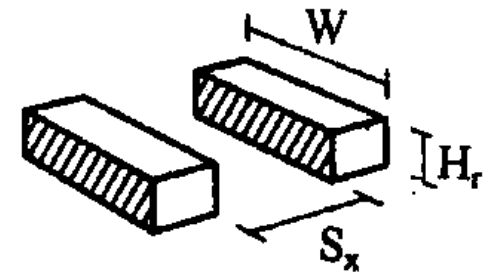
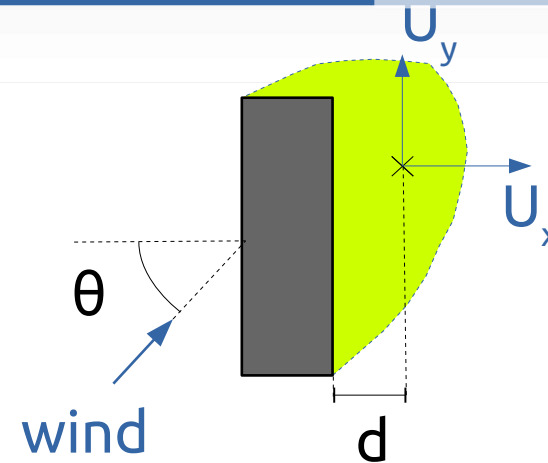


1. Initialisation

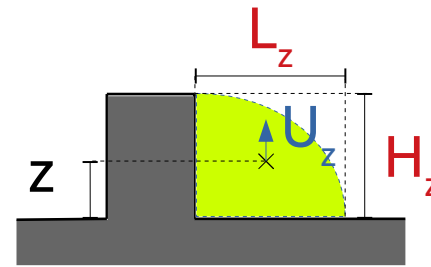
Pour chaque zone :

$$\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow H_z, L_z = f(W, H_r, S_x) \\ \rightarrow U_x, U_y, U_z = f(d, z, \theta) \end{array} \right.$$

Top view



Sectional view



2. Conservation du débit

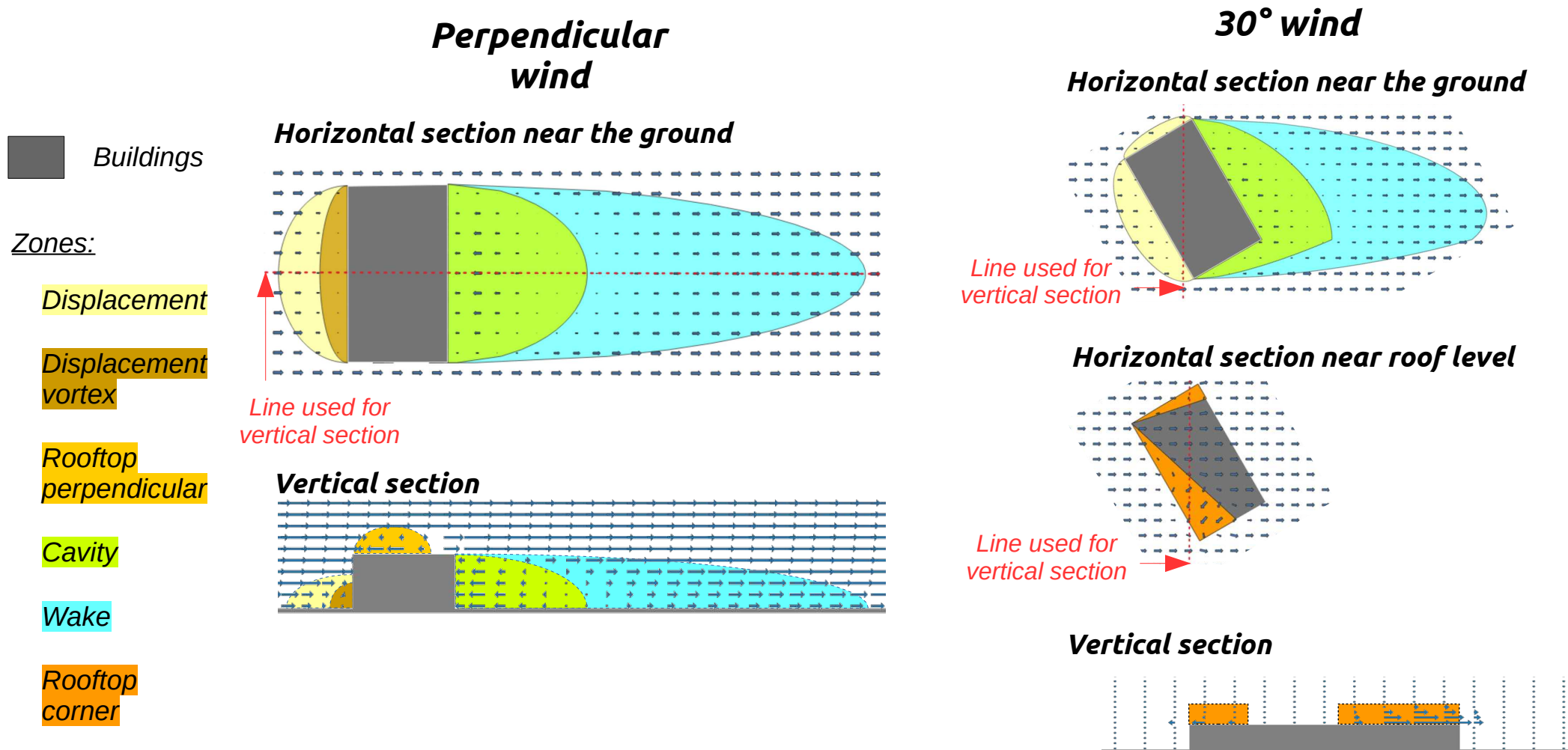
Résolution de la conservation de la masse en minimisant les modifications du champs de vitesse initialisé

→ calcul du champ 3D de λ minimisant l'équation suivante :

$$E(u, v, w, \lambda) = \int_V \left[\alpha_1^2 (u - u^o)^2 + \alpha_1^2 (v - v^o)^2 + \alpha_2^2 (w - w^o)^2 + \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right] dx dy dz$$



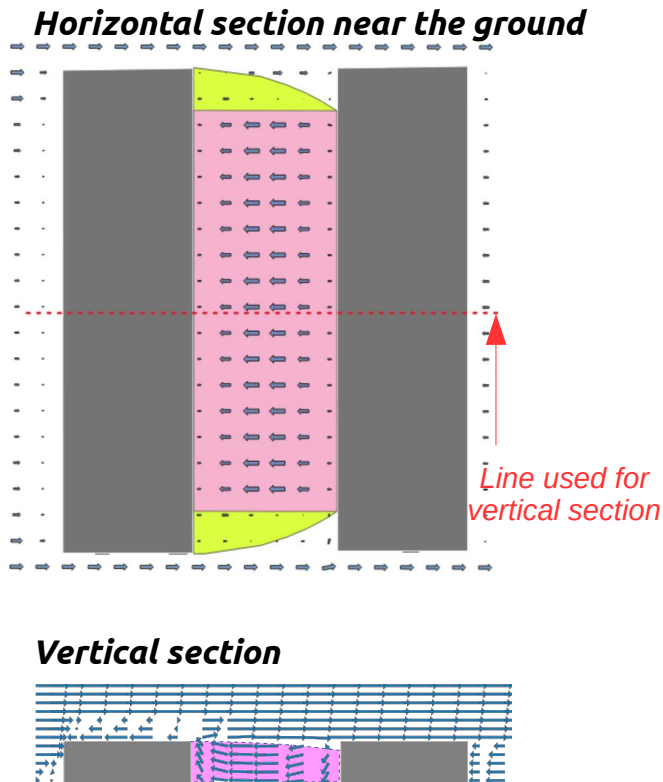
Les différentes zones initialisées (1/2)



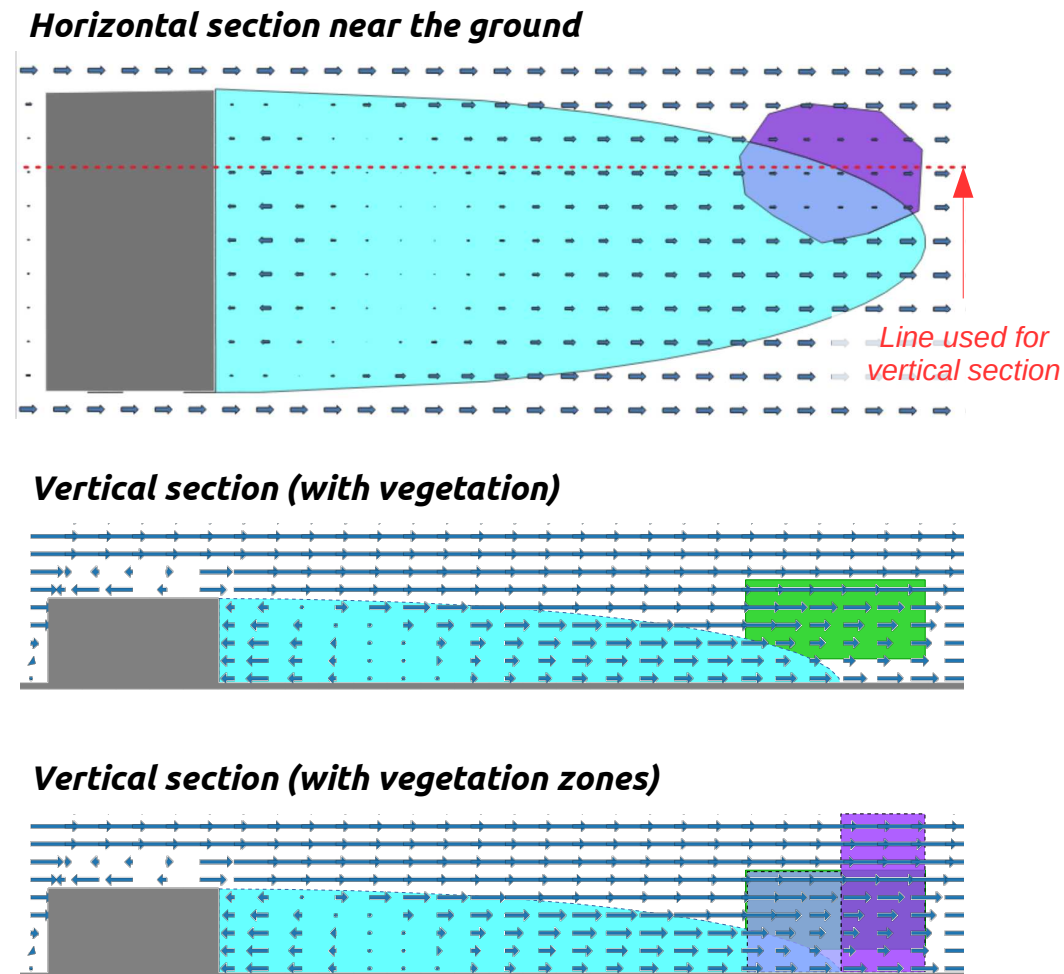
(a)



Les différentes zones initialisées (2/2)



(b)



(c)



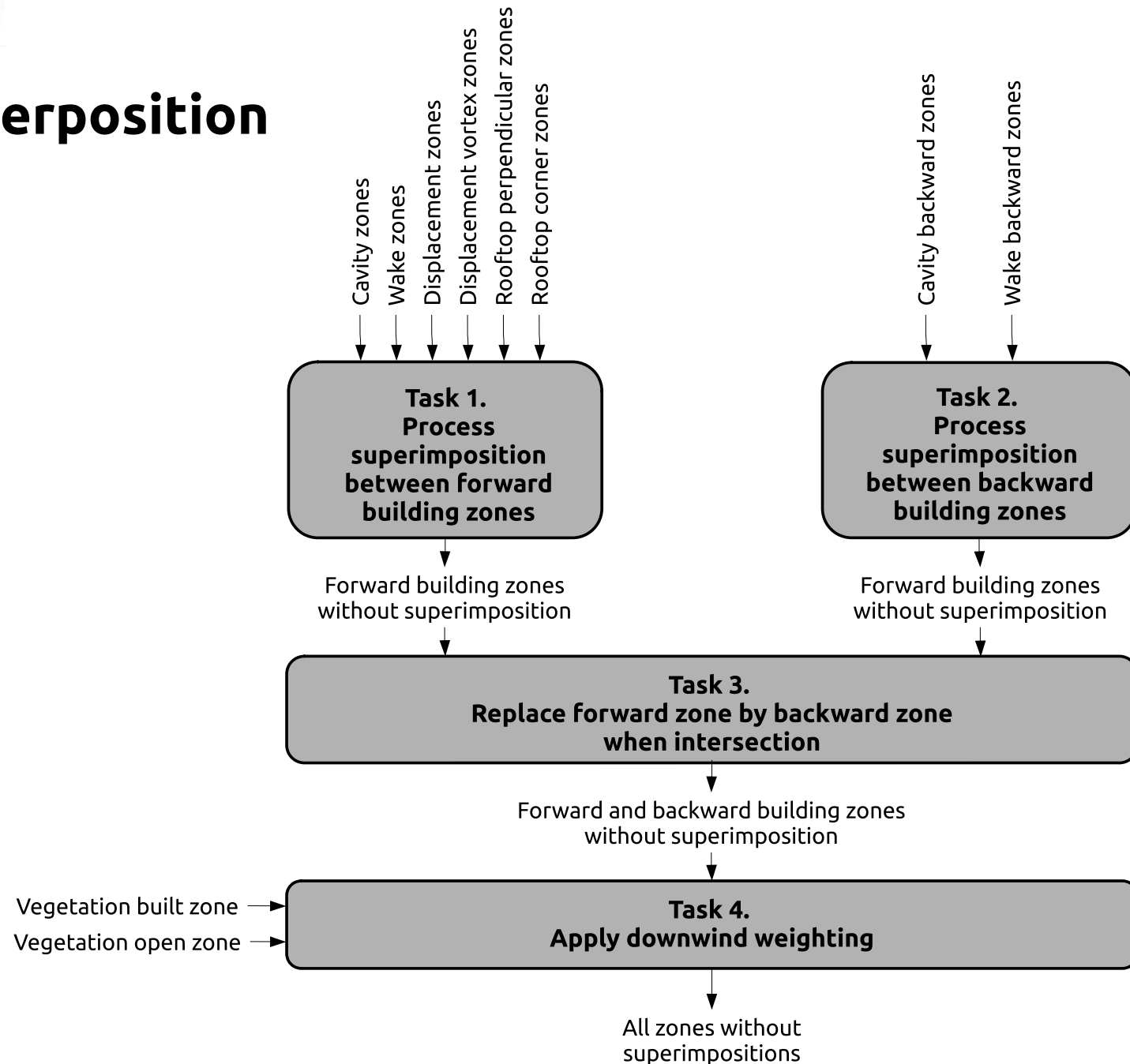
Interactions entre zones

| Name | Conditions | Röckle zones interaction | Result of zones interaction |
|------------------------|--|--------------------------|--|
| Cavity-rooftop | <ul style="list-style-type: none"> Cavity zone intersects downwind stacked block <ul style="list-style-type: none"> $H_{UB} > H_{DB}$ | | <p>Rooftop zones are removed</p> |
| Cavity-upwind facade | <ul style="list-style-type: none"> Upwind facade of downwind stacked block entirely included within a cavity zone | | <p>Backward zones are created and replace other zones</p> |
| Cavity-downwind facade | <ul style="list-style-type: none"> Downwind facade of downwind stacked block entirely included within a cavity zone | | <p>All downwind zones of the downwind building are removed</p> |





Gestion de la superposition de zones



Contexte



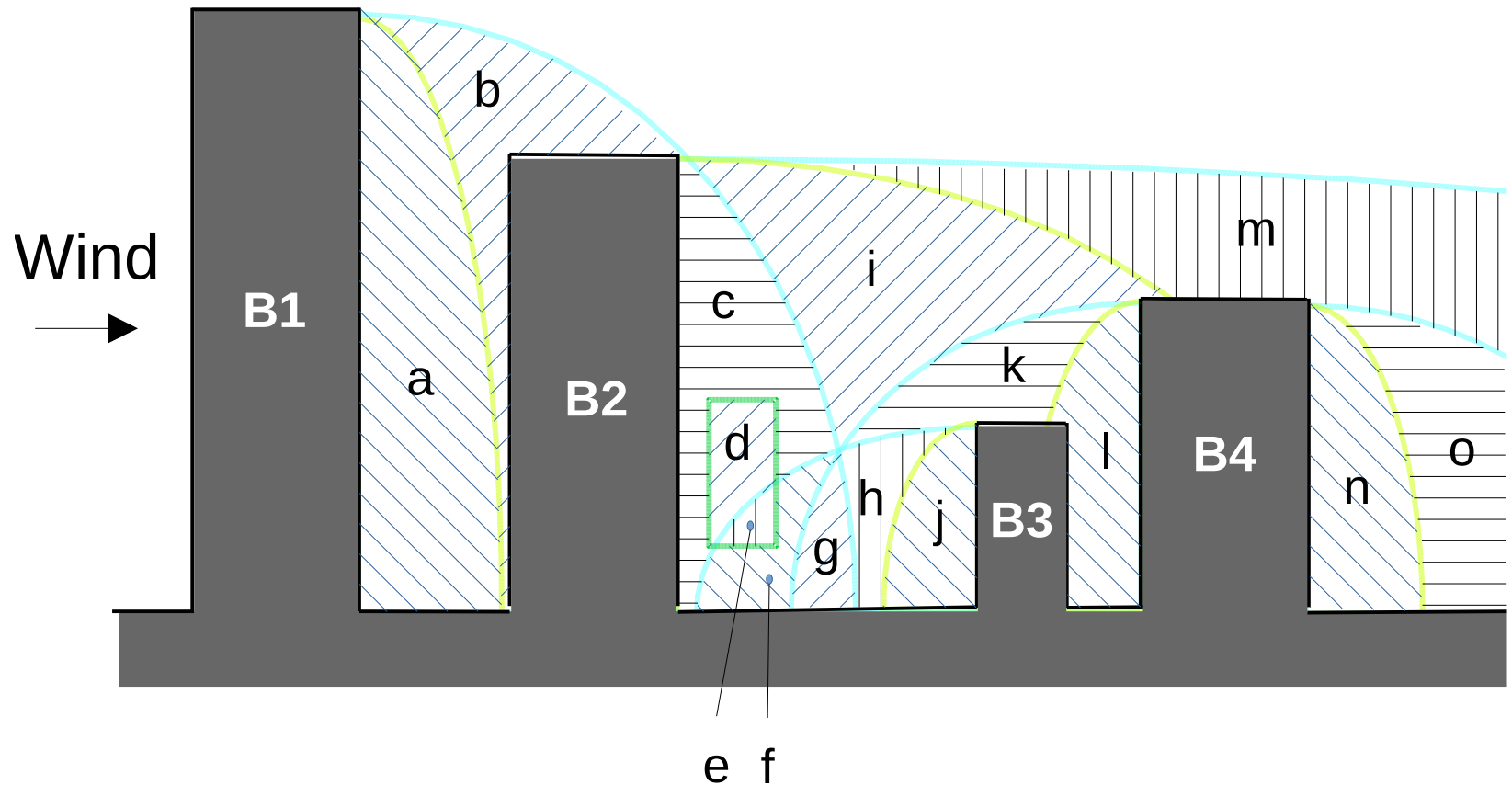
Méthode



Résultats



Résultante de la gestion de superpositions



a. B1 cavity

b. B1 wake

c. B2 cavity weighted by B1 wake

d. B2 cavity weighted by B1 wake and vegetation

e. B3 backward wake weighted by B1 wake and vegetation

f. B3 backward wake weighted by B1 wake

g. B3 backward wake weighted by B4 backward wake and B1 wake

Contexte



Méthode

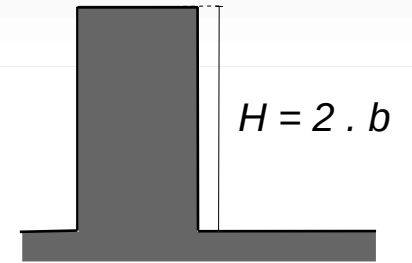


Résultats

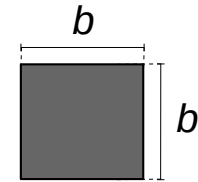


Bâtiment seul – base carrée

Vue en coupe



Vue de dessus



Contexte



Méthode

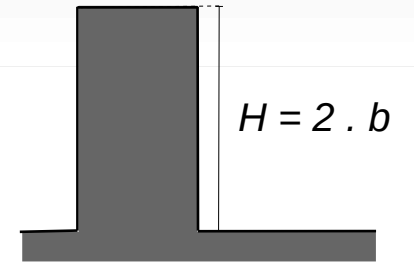


Résultats

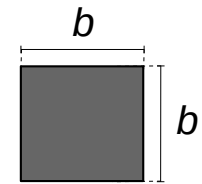


Bâtiment seul – base carrée

Vue en coupe

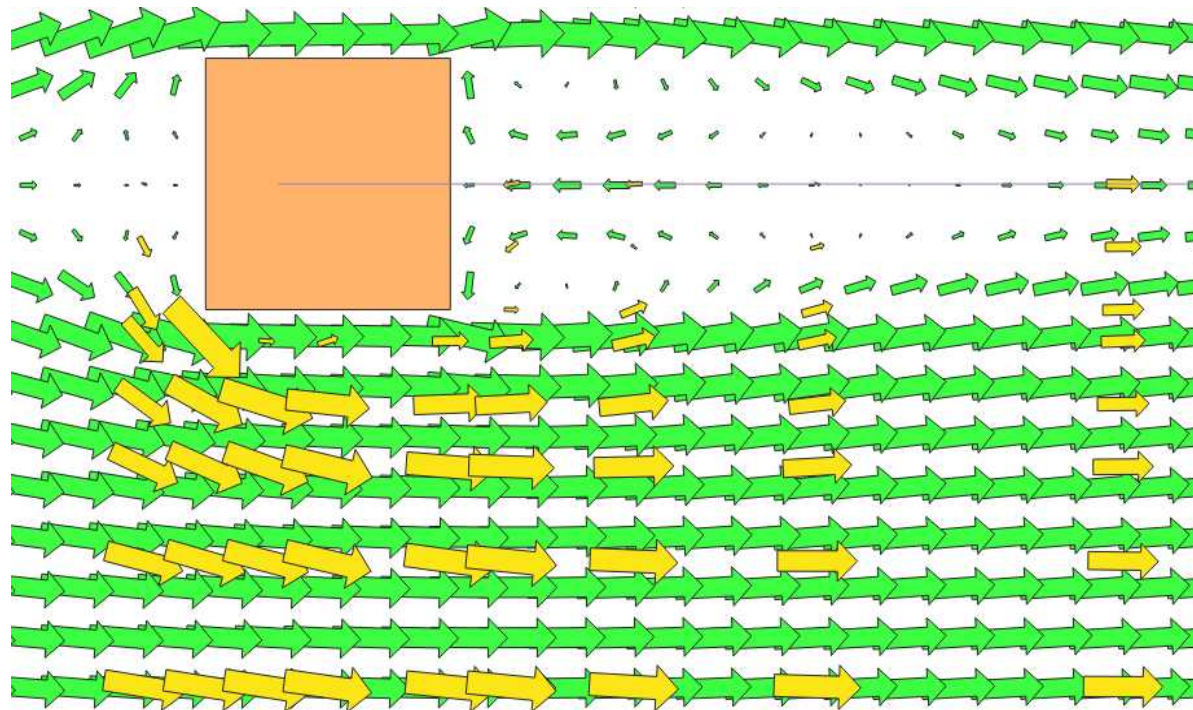


Vue de dessus



 Soufflerie

 URock



Contexte



Méthode

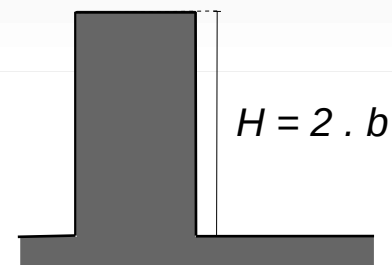


Résultats

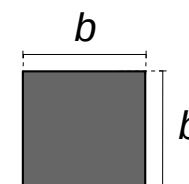


Bâtiment seul – base carrée

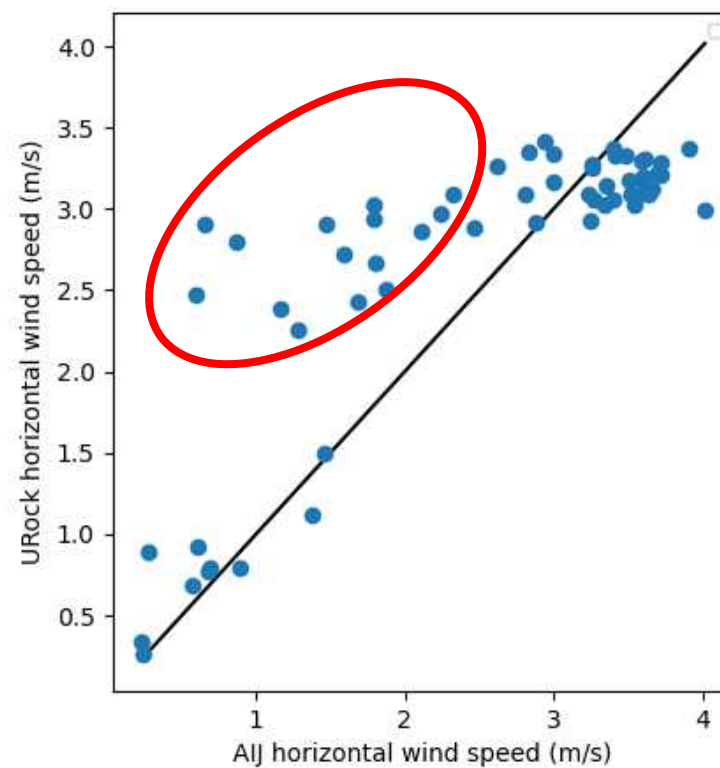
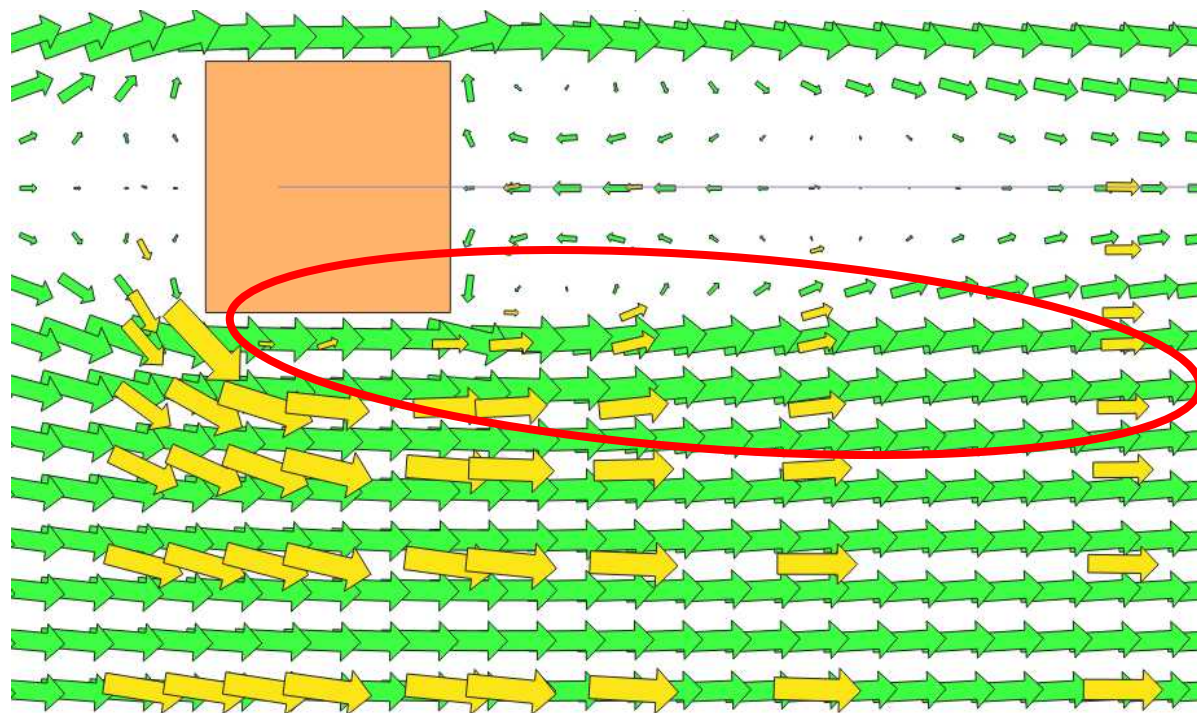
Vue en coupe



Vue de dessus



→ Soufflerie → URock



Contexte



Méthode

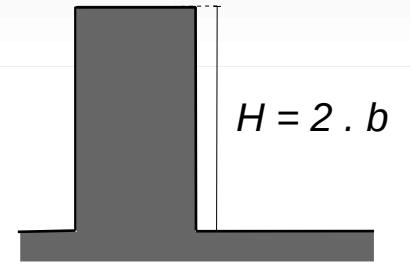


Résultats

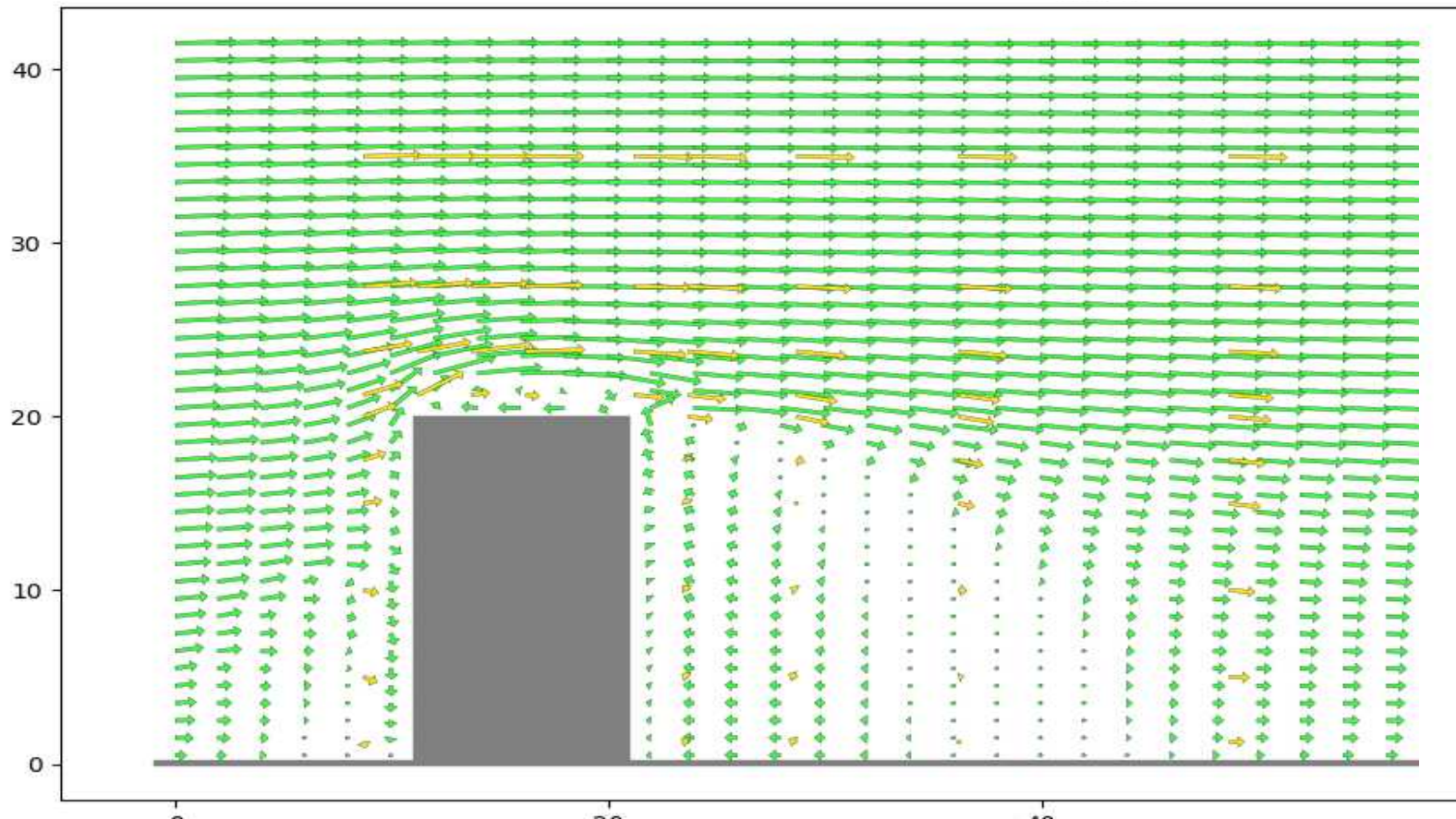
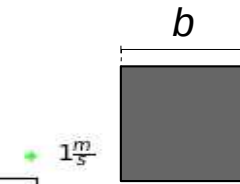


Bâtiment seul – base carrée

Vue en coupe



Vue de dessus



 *Soufflerie*

 *URock*

Contexte



Méthode

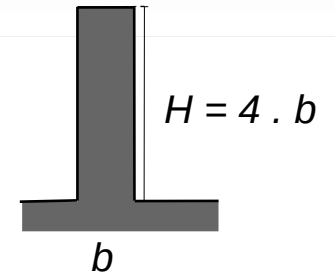


Résultats

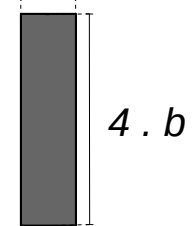


Bâtiment seul – base rectangulaire

Vue en coupe



Vue de dessus



Contexte



Méthode

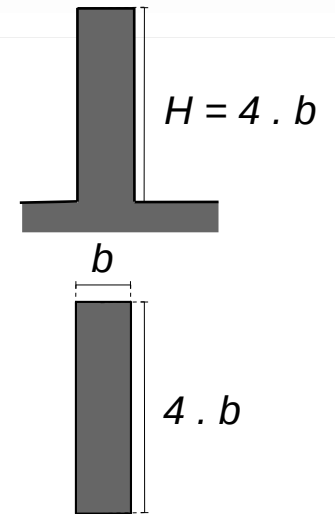


Résultats

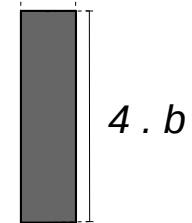


Bâtiment seul – base rectangulaire

Vue en coupe

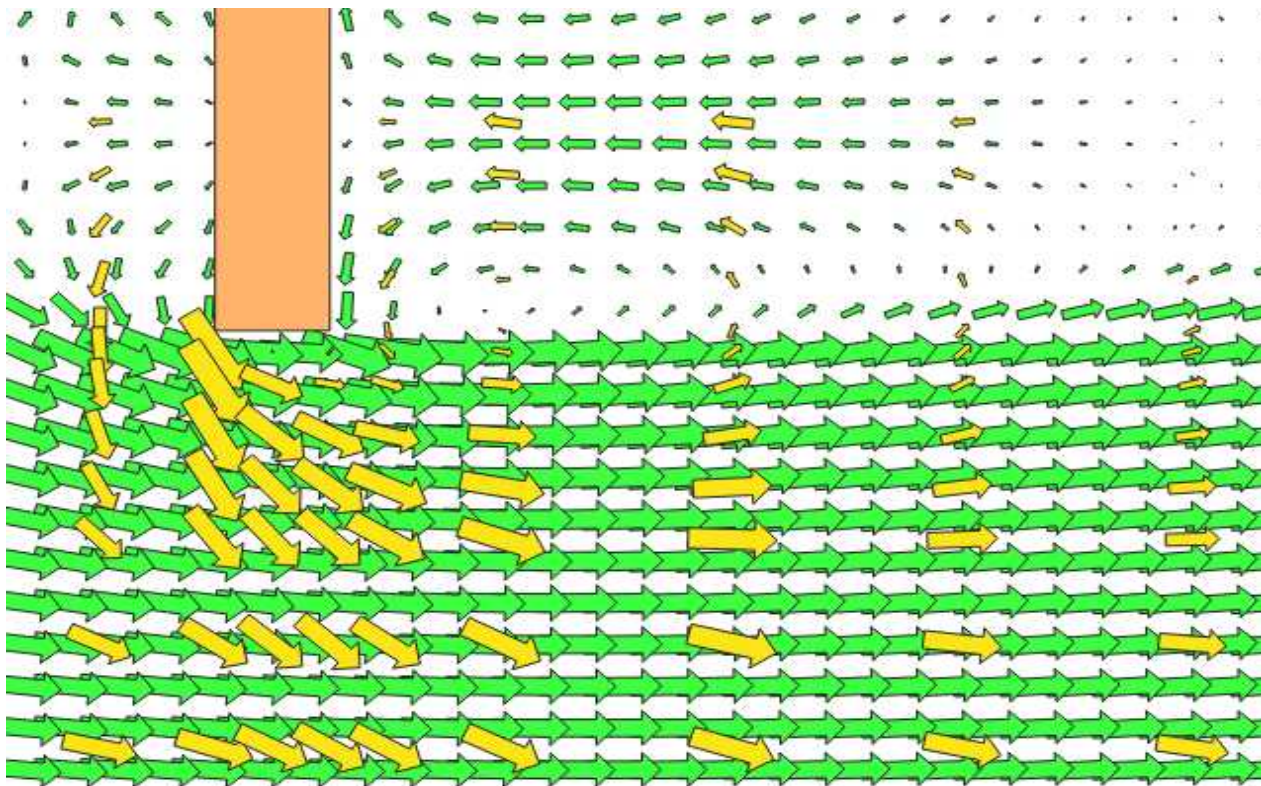


Vue de dessus



→ Soufflerie

→ URock



Contexte



Méthode

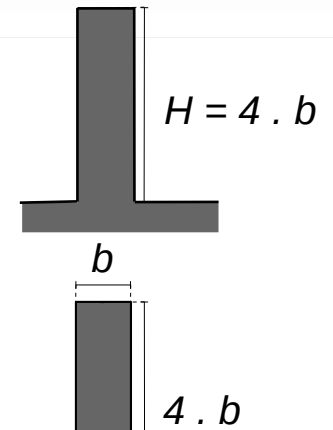


Résultats



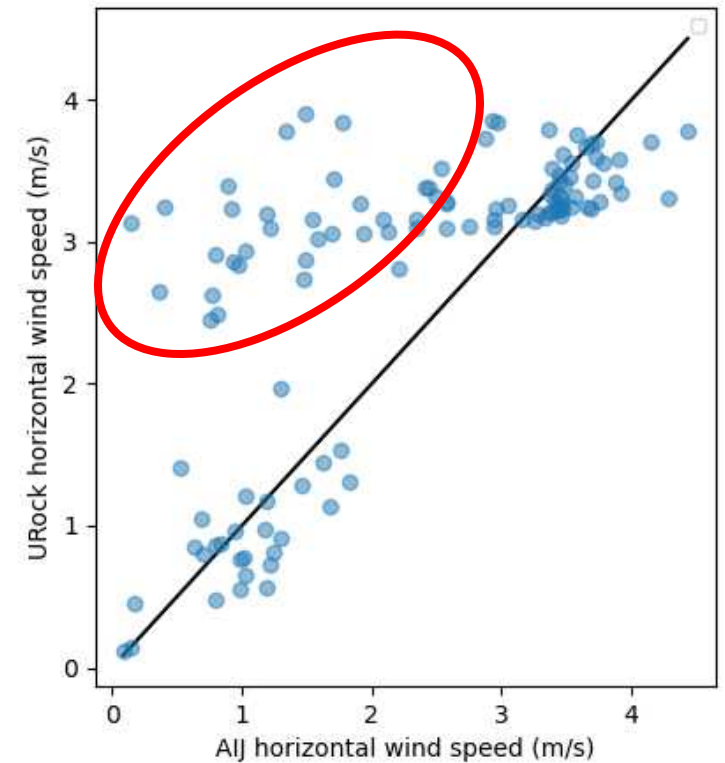
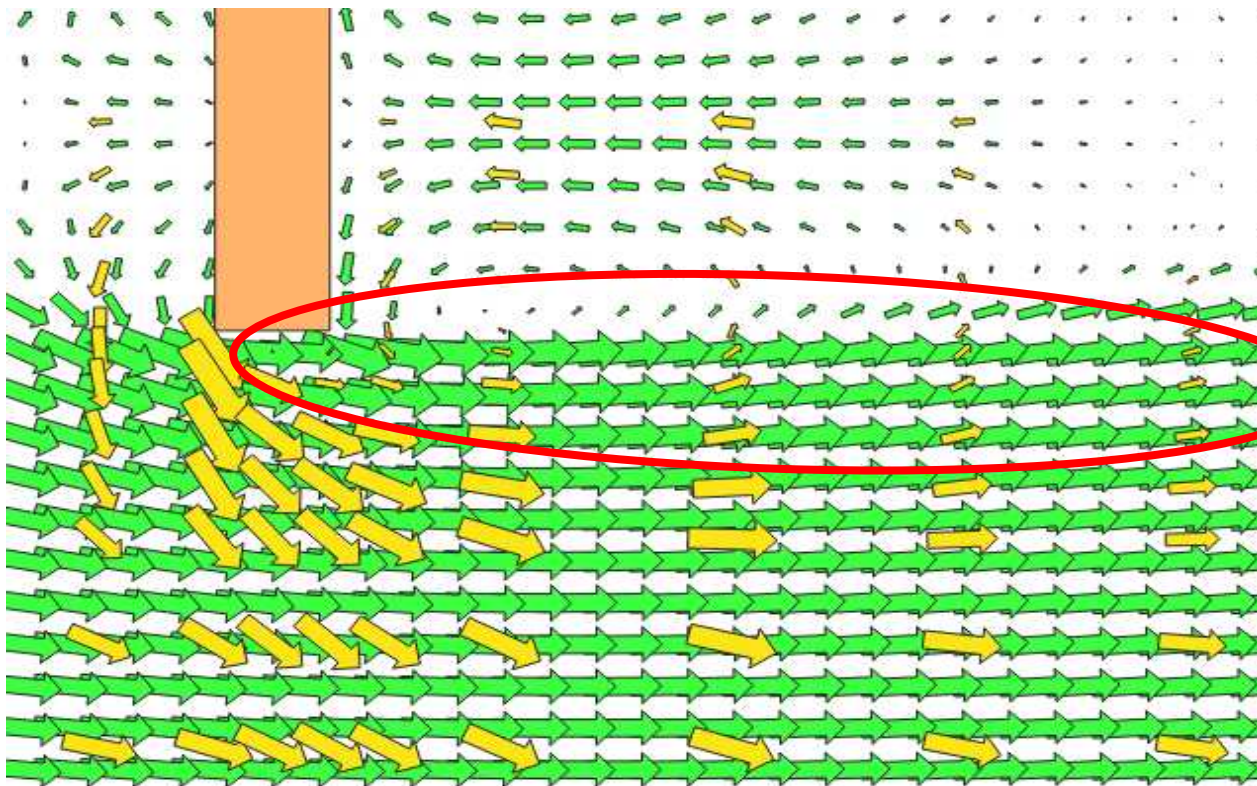
Bâtiment seul – base rectangulaire

Vue en coupe



Vue de dessus

→ Soufflerie → URock



Contexte



Méthode

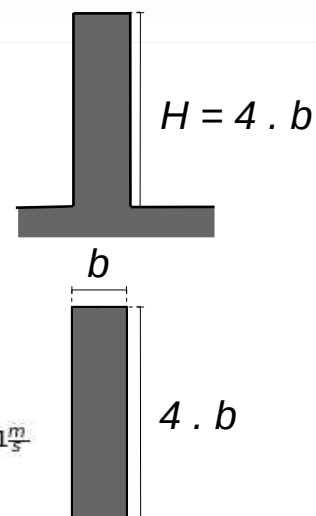


Résultats

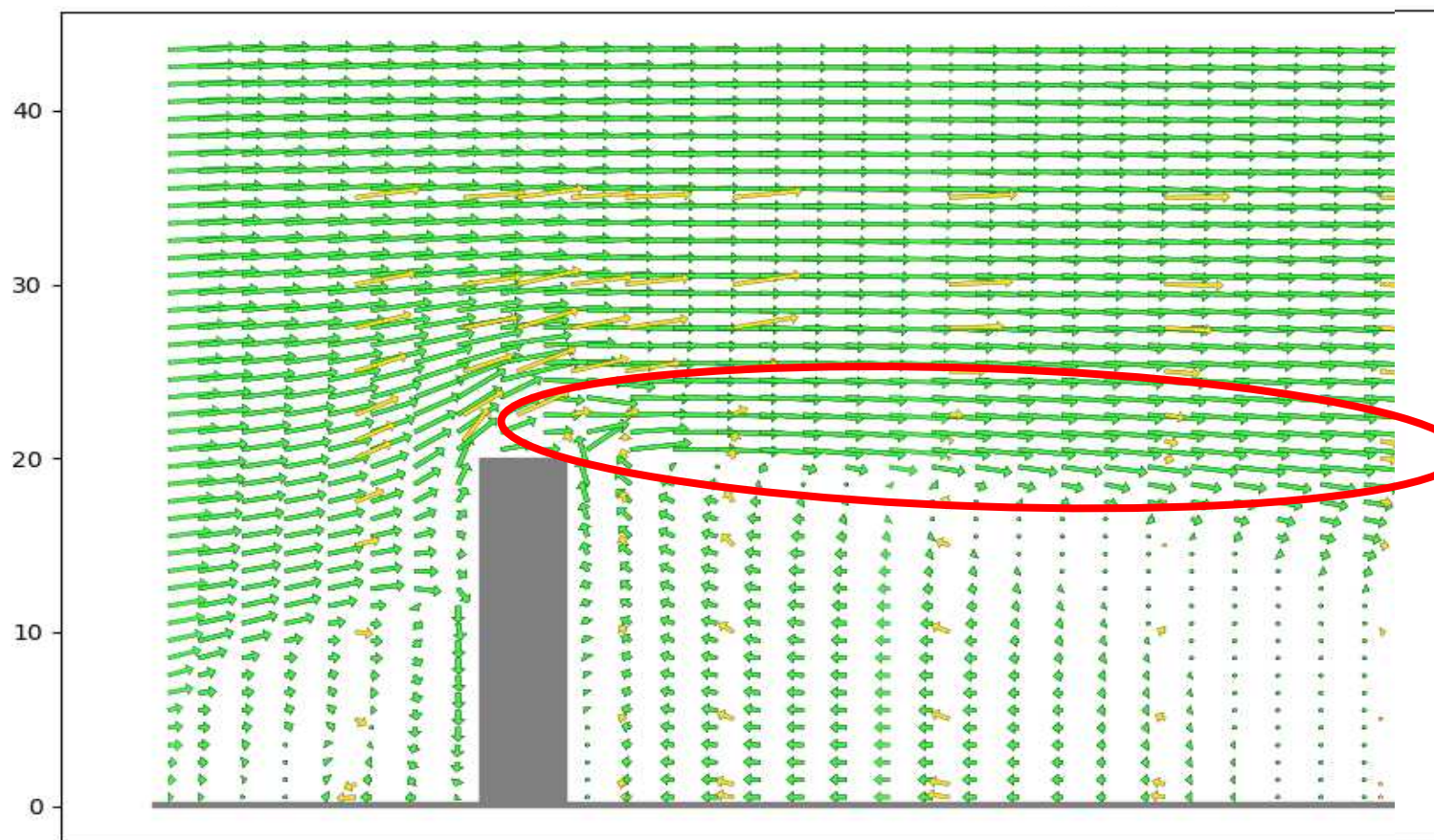


Bâtiment seul – base rectangulaire

Vue en coupe



Vue de dessus



 *Soufflerie*

 *URock*

Contexte



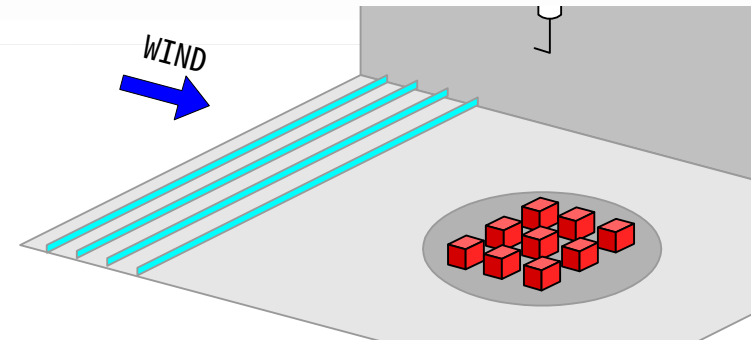
Méthode



Résultats



Rangées de cubes



Contexte



Méthode

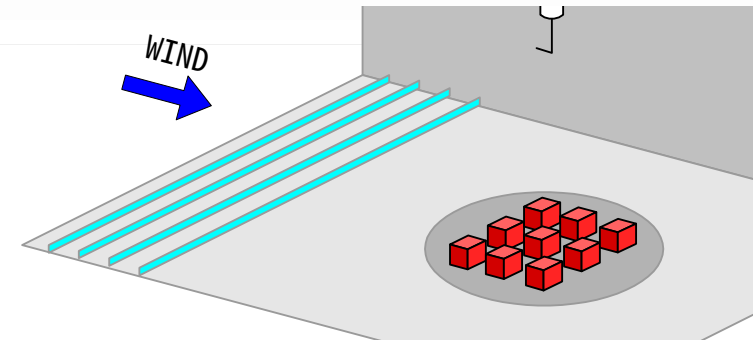
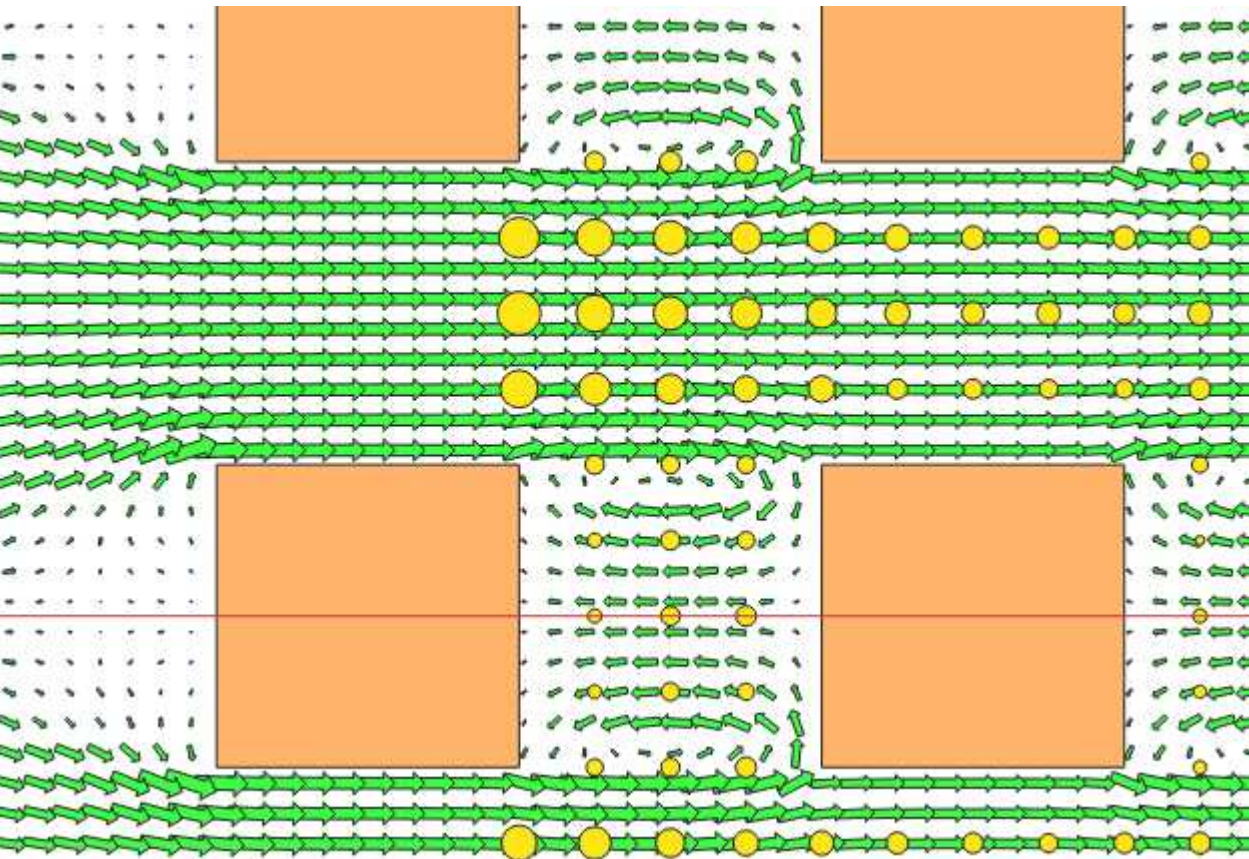


Résultats



Rangées de cubes

● Soufflerie → URock



Contexte



Méthode

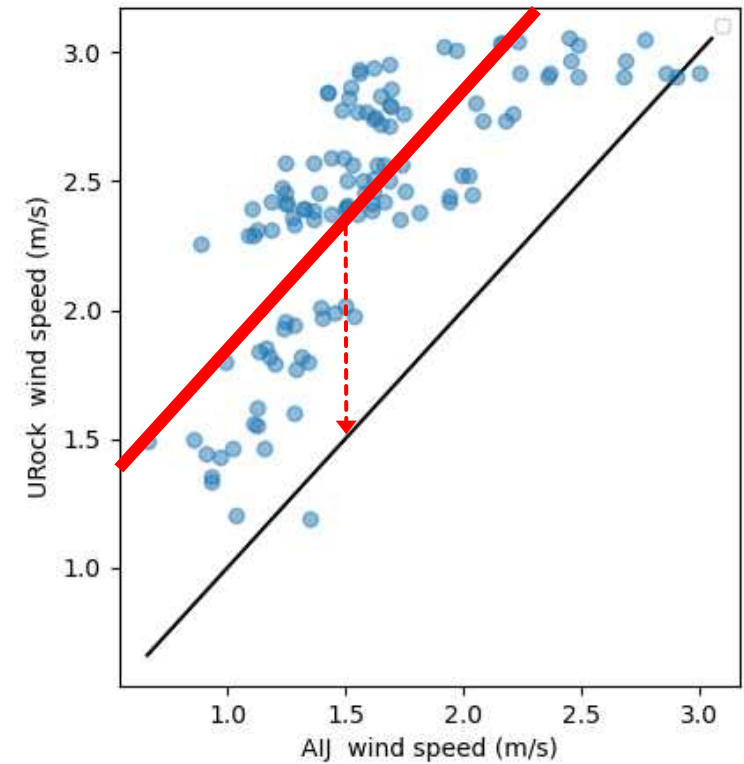
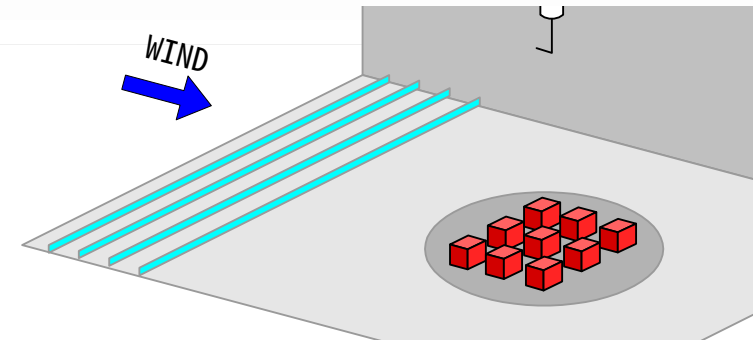
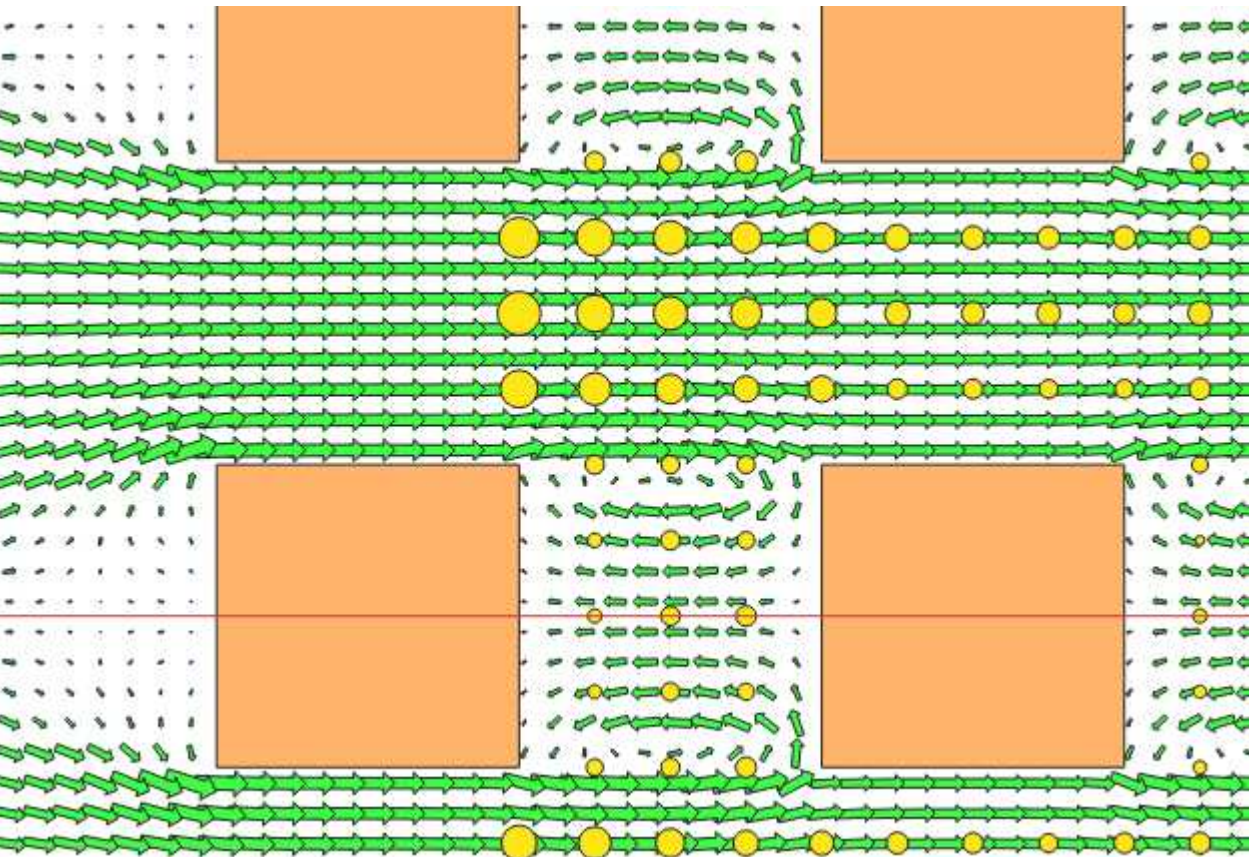


Résultats



Rangées de cubes

● Soufflerie → URock



Contexte



Méthode

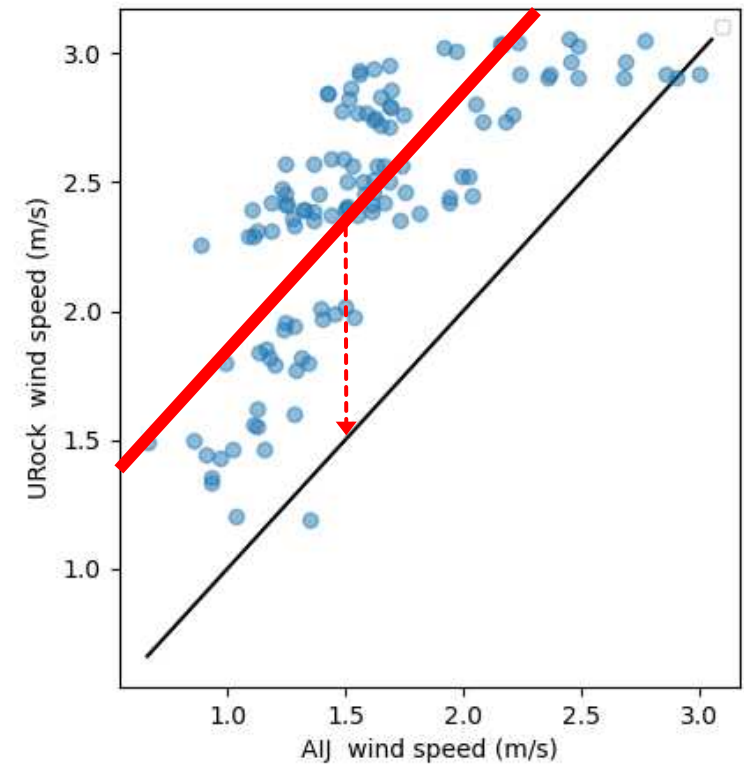
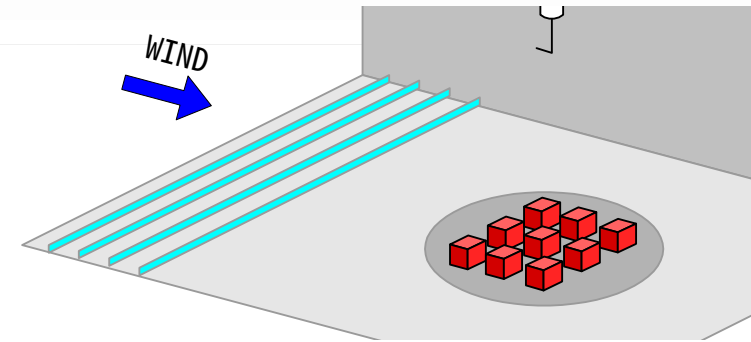
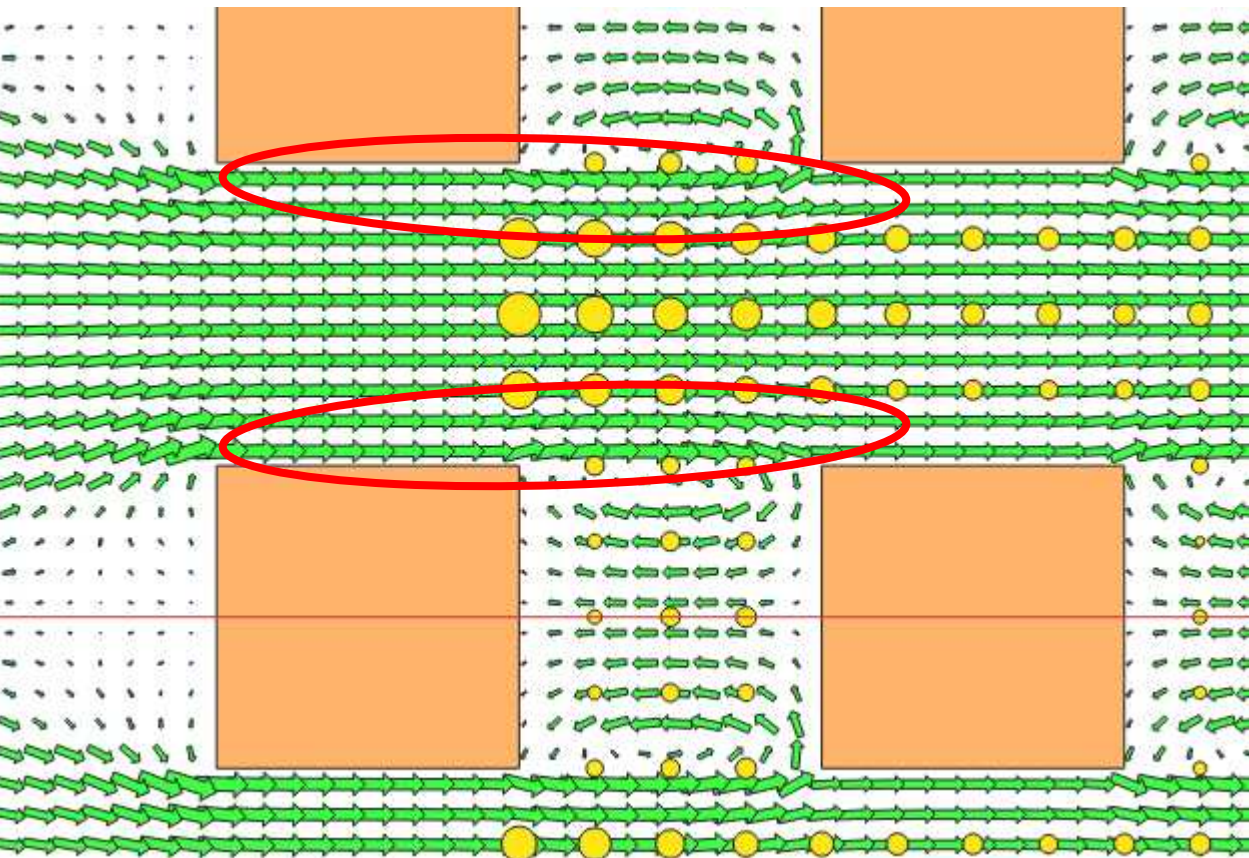


Résultats



Rangées de cubes

● Soufflerie → URock



Avancement du projet

Pour plus d'informations

Article scientifique à paraître...

Code et documentation accessible sur GitHub :

- Code : https://github.com/j3r3m1/urock_processing
- Documentation :
https://github.com/j3r3m1/UMEP-Docs/blob/urock_processing/docs/source/processor/Wind%20model%20URock.rst

Avancement du projet

Pour plus d'informations

Article scientifique à paraître...

Code et documentation accessible sur GitHub :

- Code : https://github.com/j3r3m1/urock_processing
- Documentation :
https://github.com/j3r3m1/UMEP-Docs/blob/urock_processing/docs/source/processor/Wind%20model%20URock.rst

Les prochaines étapes

Intégration du (des) plugin(s) URock dans UMEP

Ajout / modification de zones (à partir de mesures en soufflerie)

Solveur de coefficient de pression

Prise en compte du relief