

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

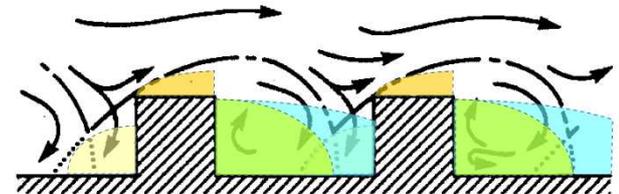
### Modèles physiques

« 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~~

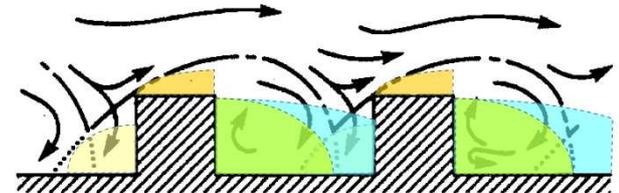
## Possibilités

### 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

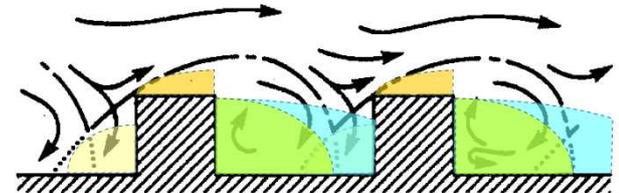
### Modèles physiques

« Diagnostic models »

1. Initialisation

2. Conservation du débit

### Modèles statistiques



## Solution adoptée

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

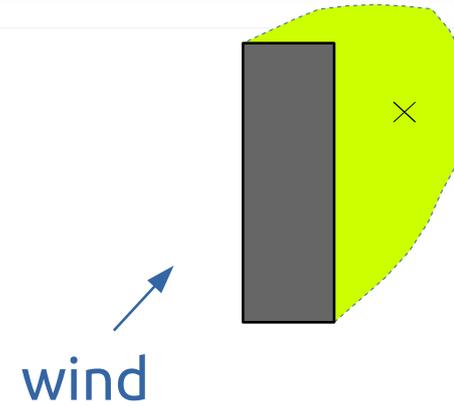


## 1. Initialisation

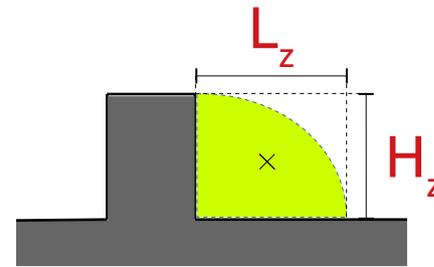
Pour chaque zone :

- $H_z, L_z = ?$
- 

*Top view*



*Sectional view*



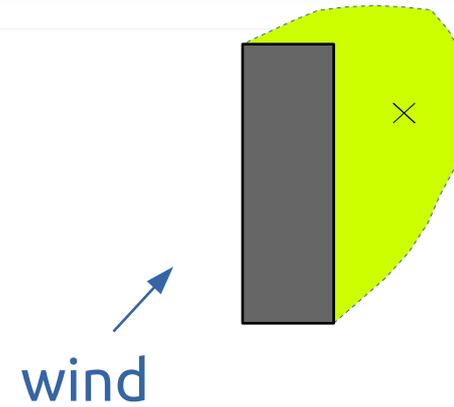


## 1. Initialisation

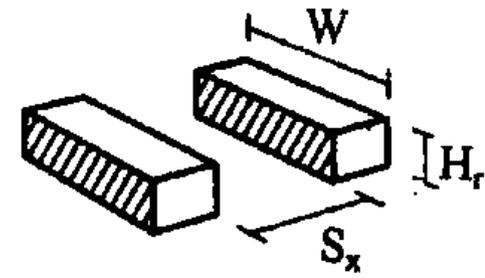
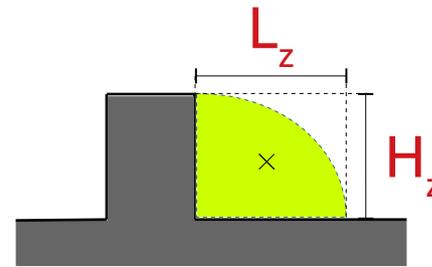
Pour chaque zone :

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

*Top view*



*Sectional view*

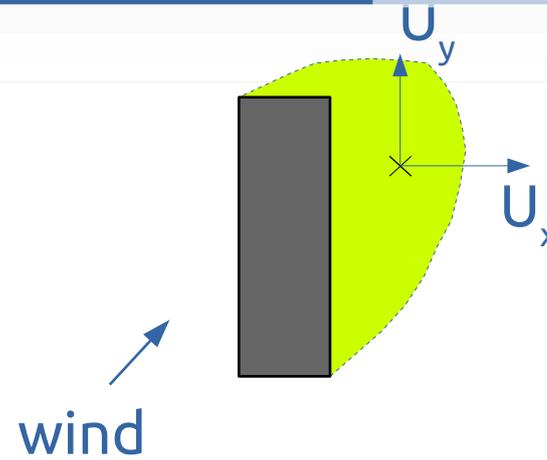


# 1. Initialisation

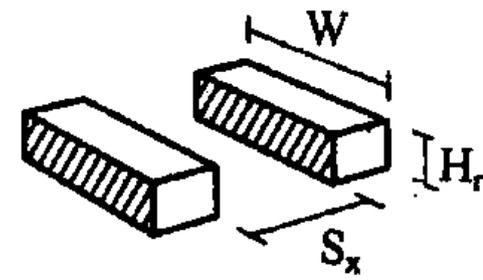
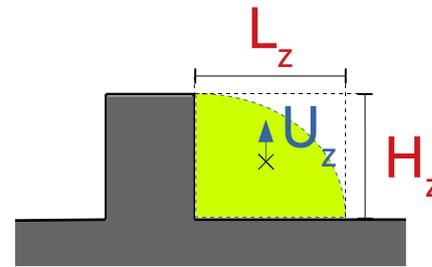
Pour chaque zone :

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

Top view



Sectional view



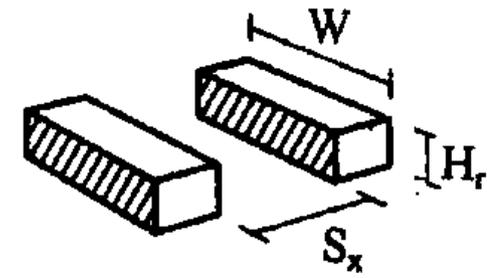
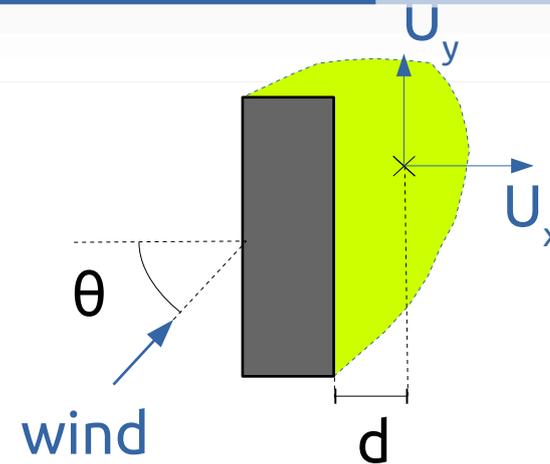


## 1. Initialisation

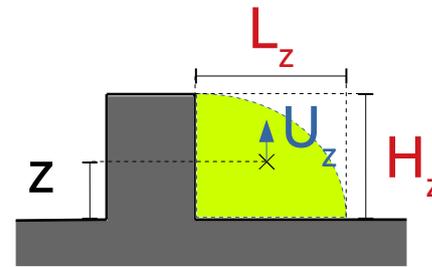
Pour chaque zone :

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

*Top view*



*Sectional view*



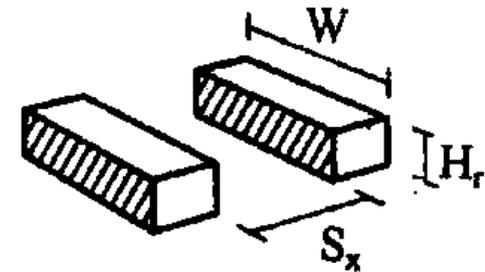
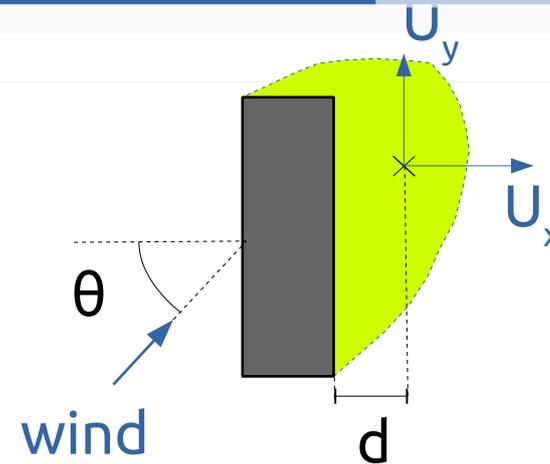


## 1. Initialisation

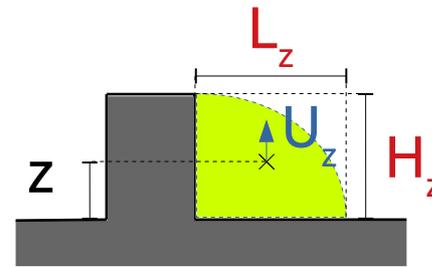
Pour chaque zone :

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

*Top view*



*Sectional view*



## 2. Conservation du débit

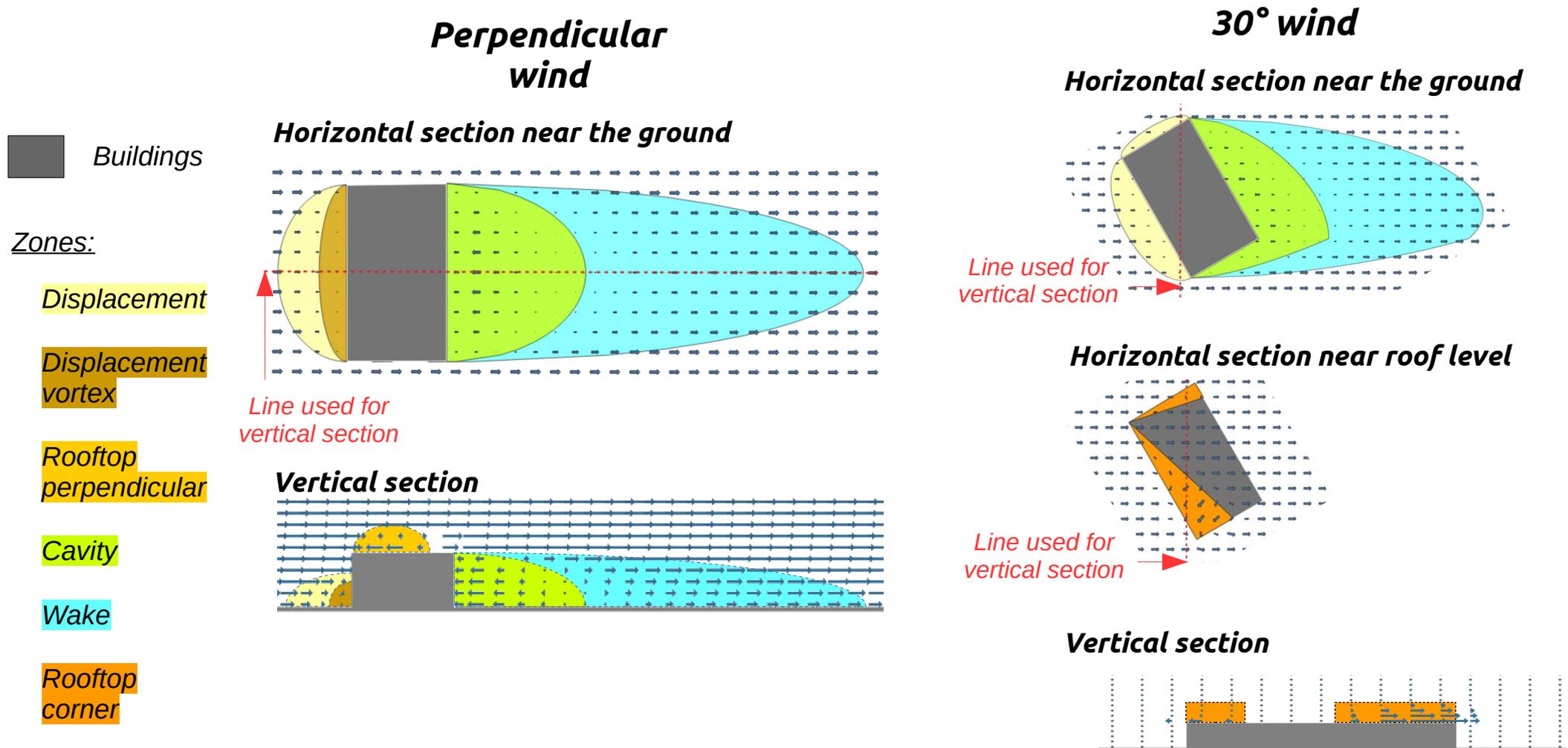
Résolution de la conservation de la masse en minimisant les modifications du champs de vitesse initialisé

→ calcul du champ 3D de  $\lambda$  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)

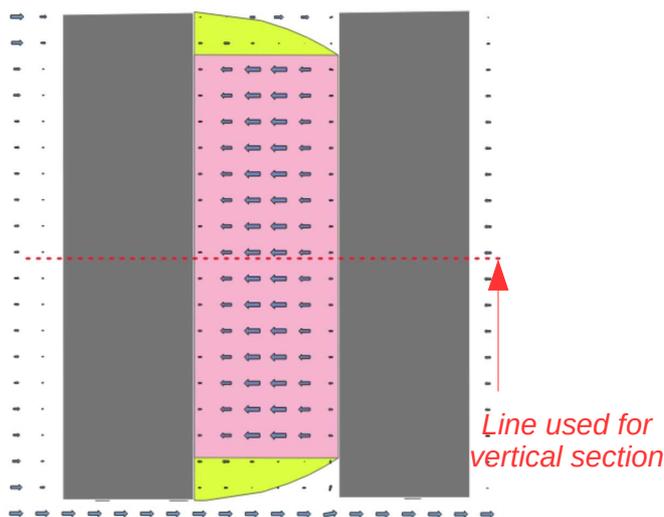


(a)

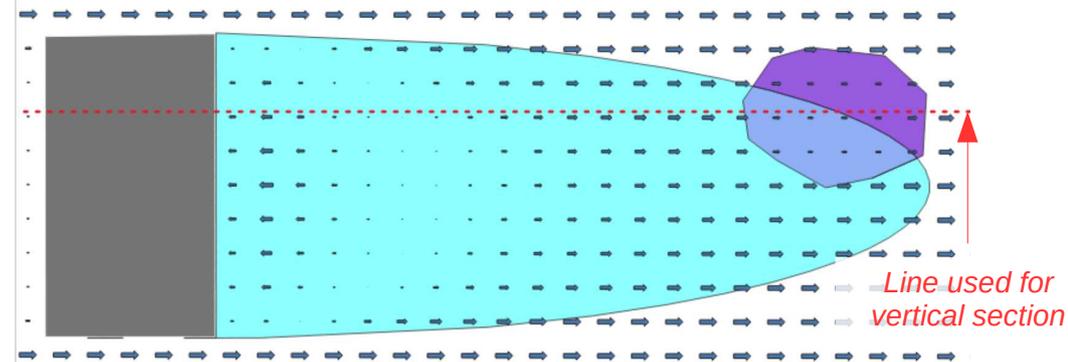


## Les différentes zones initialisées (2/2)

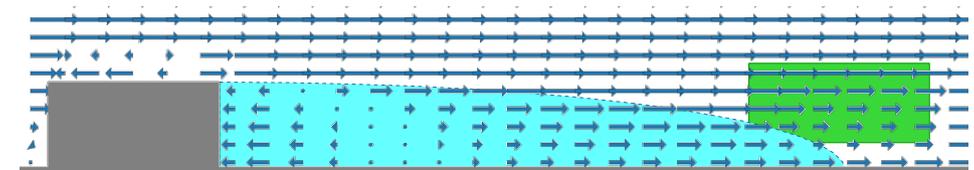
*Horizontal section near the ground*



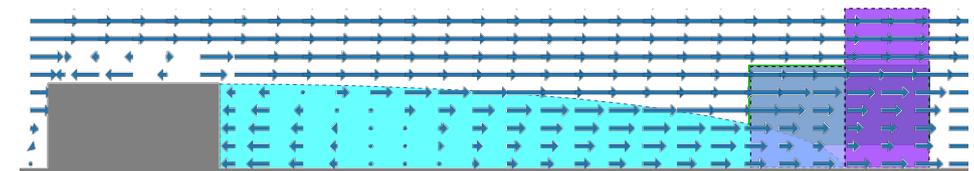
*Horizontal section near the ground*



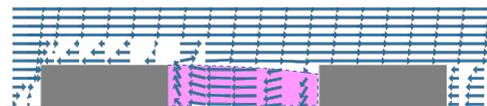
*Vertical section (with vegetation)*



*Vertical section (with vegetation zones)*



*Vertical section*



(b)

(c)

- Vegetation
- Zones:
- Street canyon
- Vegetation built
- Vegetation open



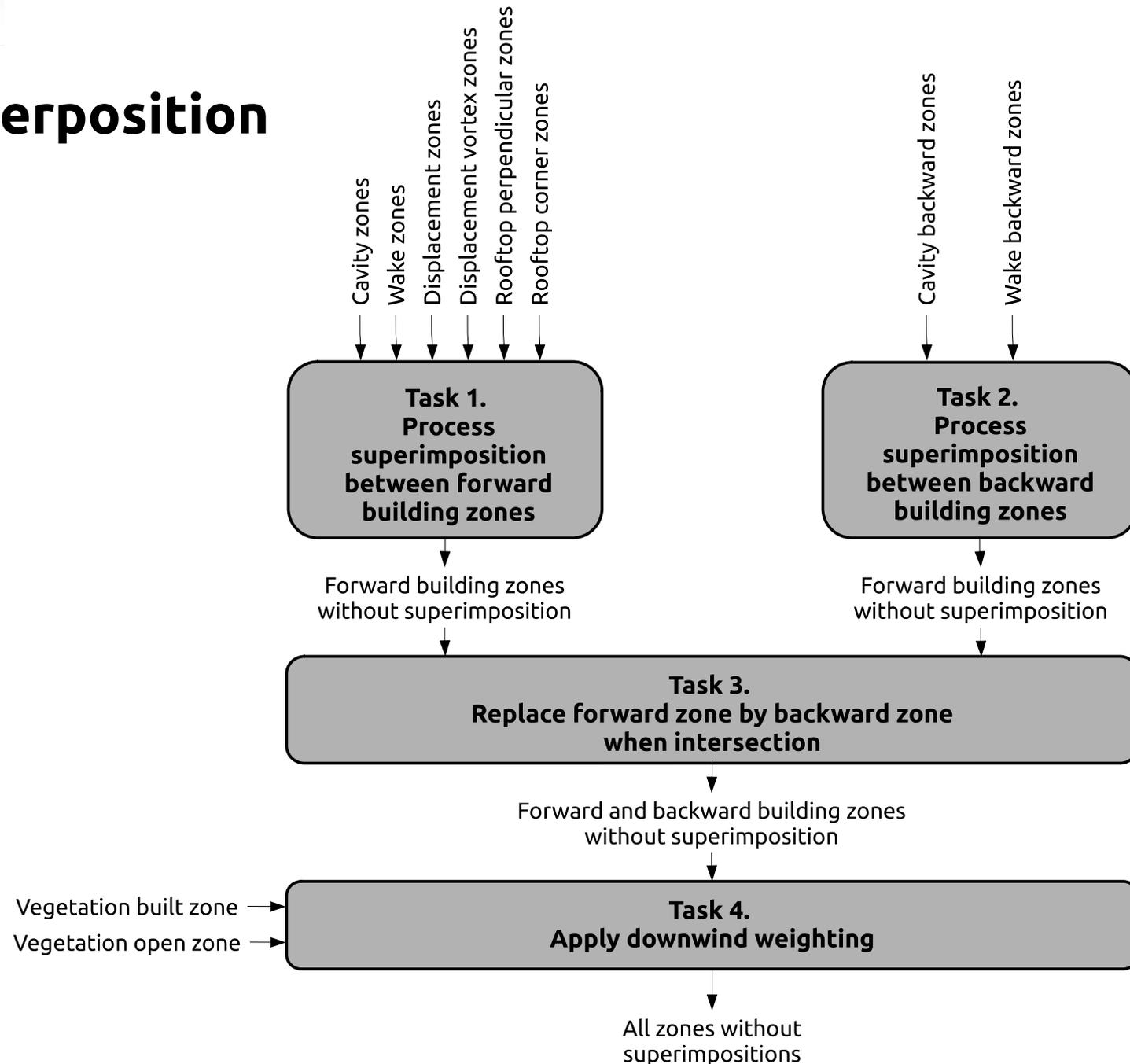
## Interactions entre zones

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





## Gestion de la superposition de zones



Contexte



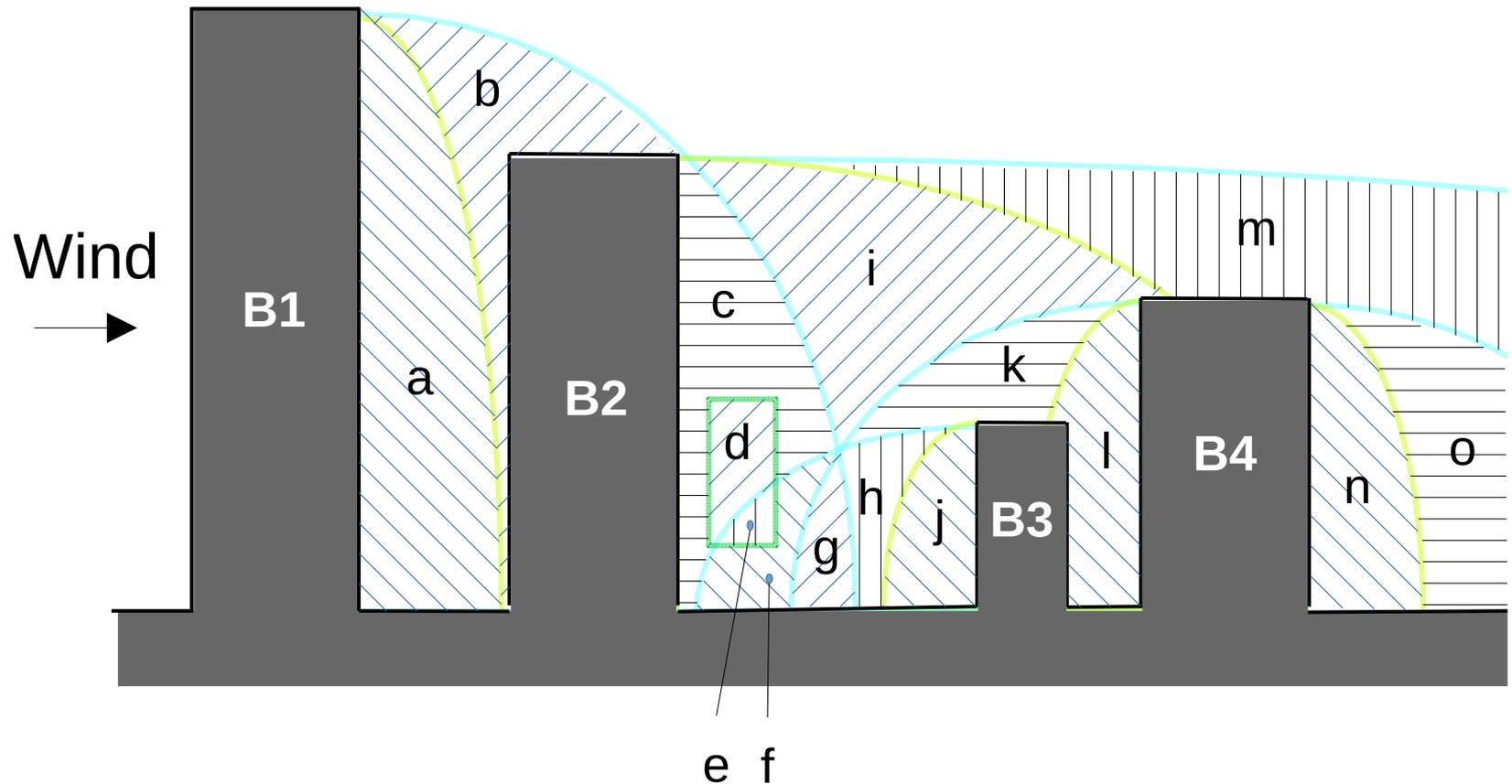
Méthode



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

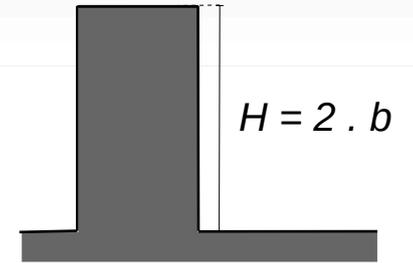


Résultats

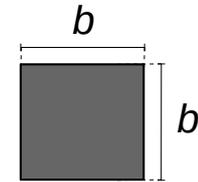


**Bâtiment seul – base carrée**

*Vue en coupe*



*Vue de dessus*



Contexte



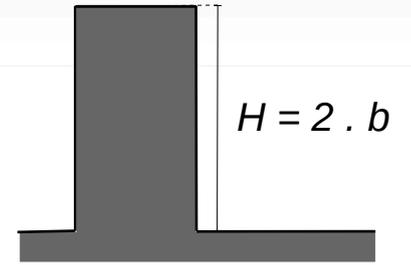
Méthode



Résultats

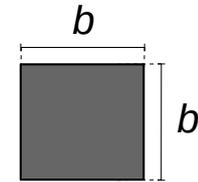


*Vue en coupe*



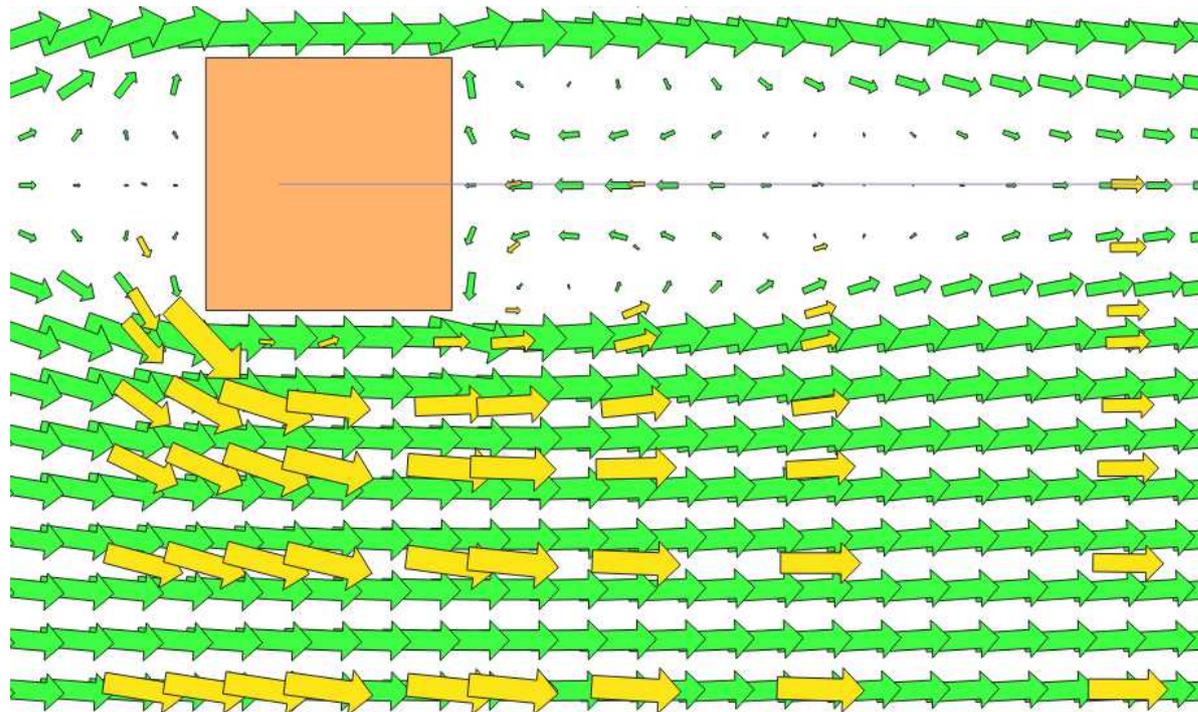
**Bâtiment seul – base carrée**

*Vue de dessus*



 Soufflerie

 URock



Contexte



Méthode

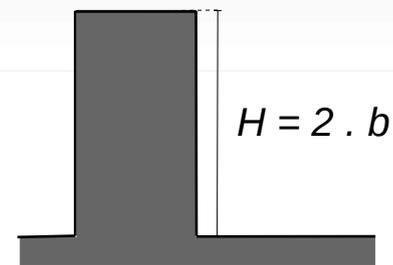


Résultats

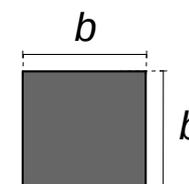


## Bâtiment seul – base carrée

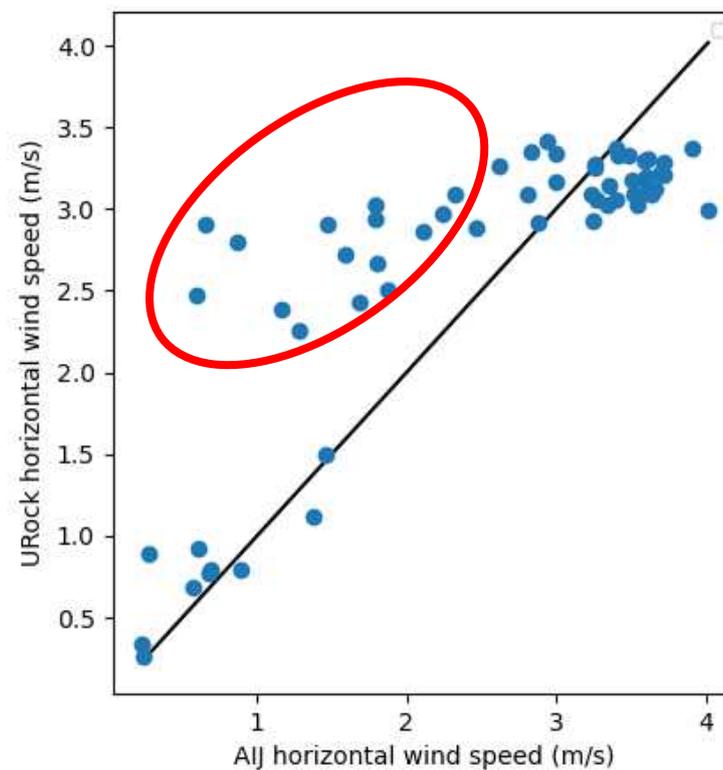
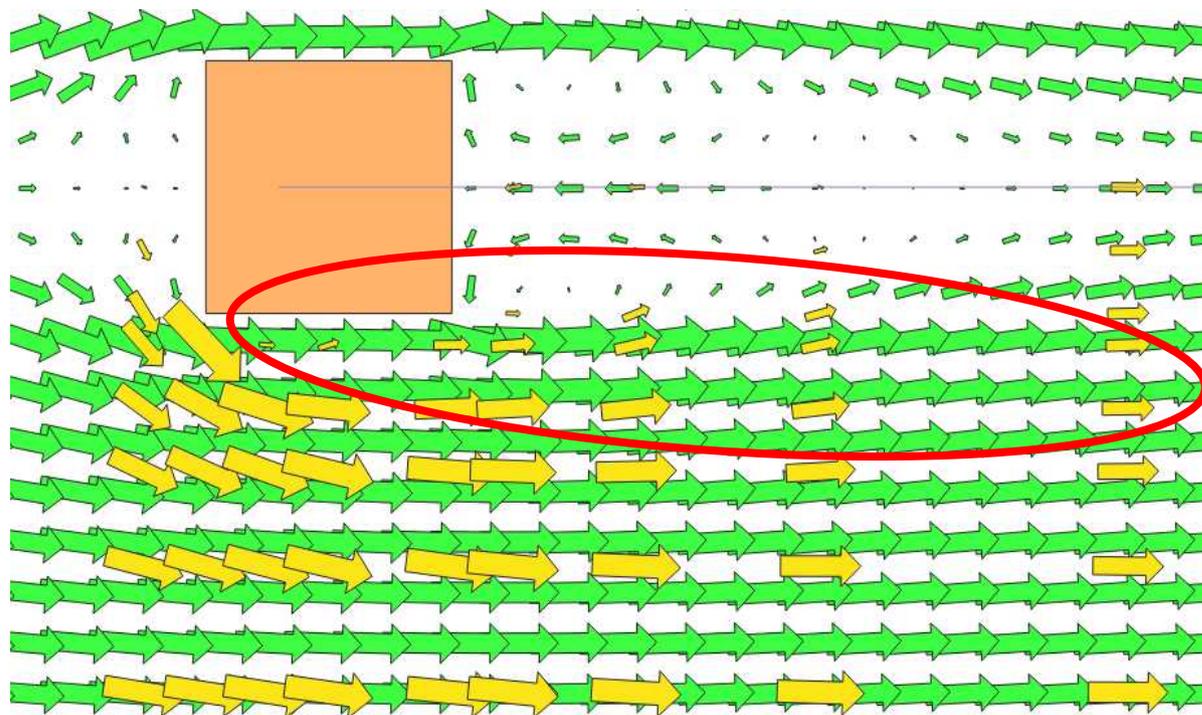
*Vue en coupe*



*Vue de dessus*



→ Soufflerie      → URock



Contexte



Méthode

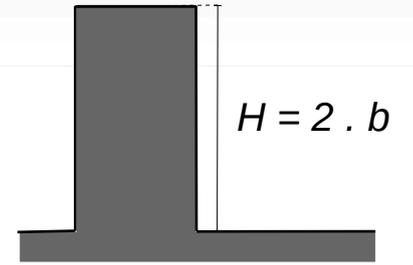


Résultats

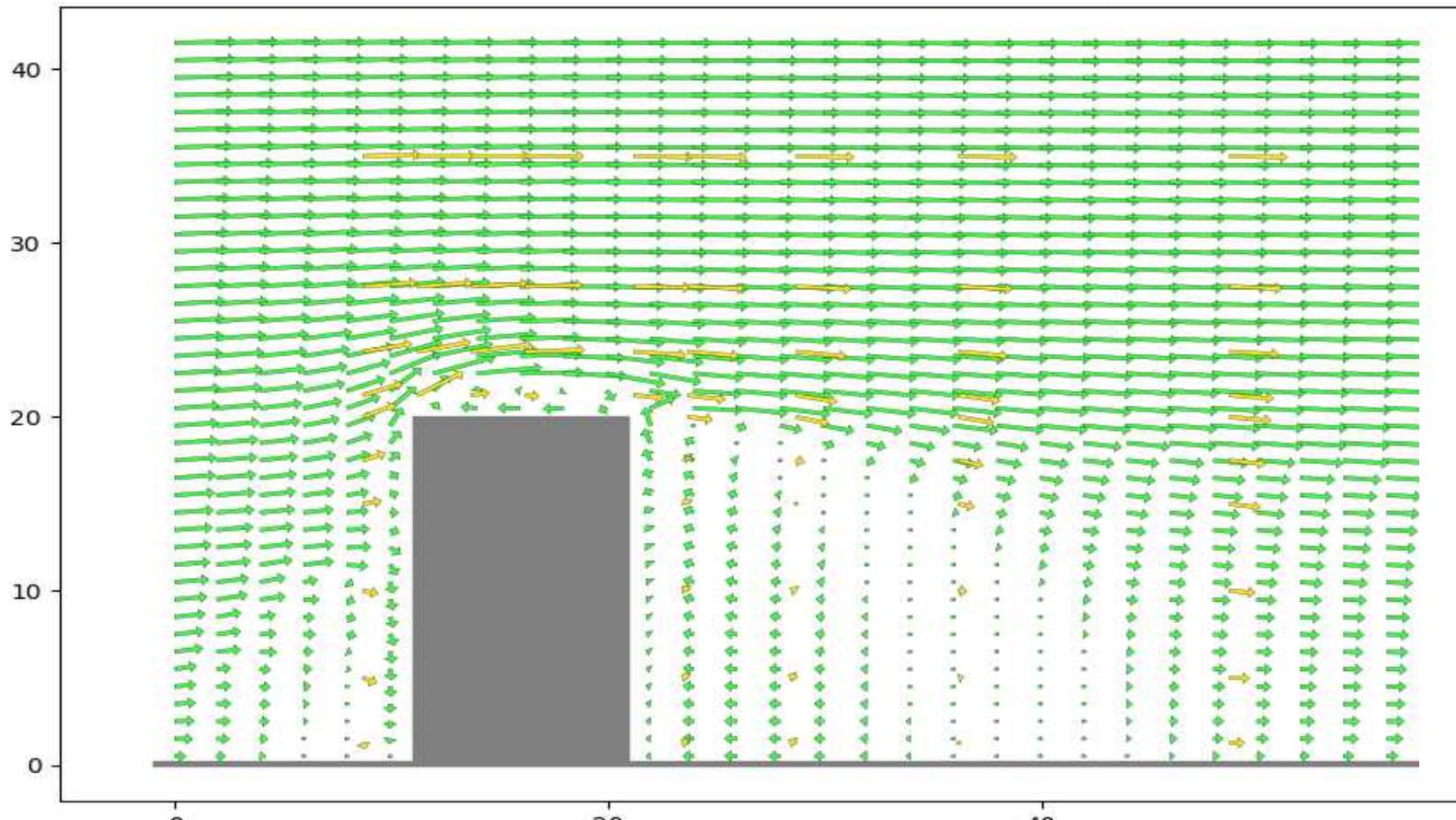
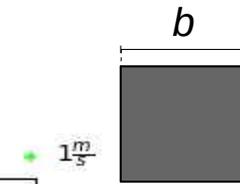


## Bâtiment seul – base carrée

*Vue en coupe*



*Vue de dessus*



 *Soufflerie*

 *URock*

Contexte



Méthode

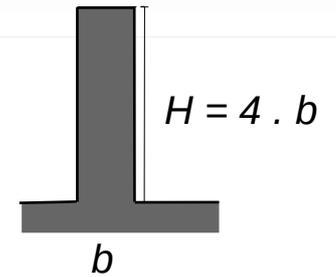


Résultats



## Bâtiment seul – base rectangulaire

*Vue en coupe*



*Vue de dessus*



Contexte



Méthode

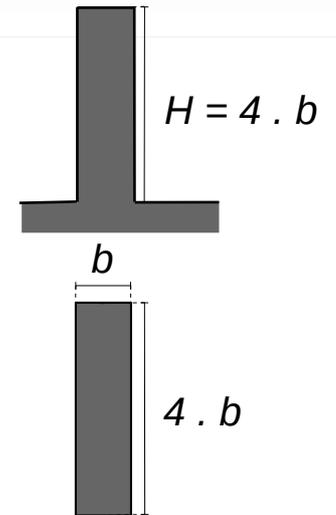


Résultats



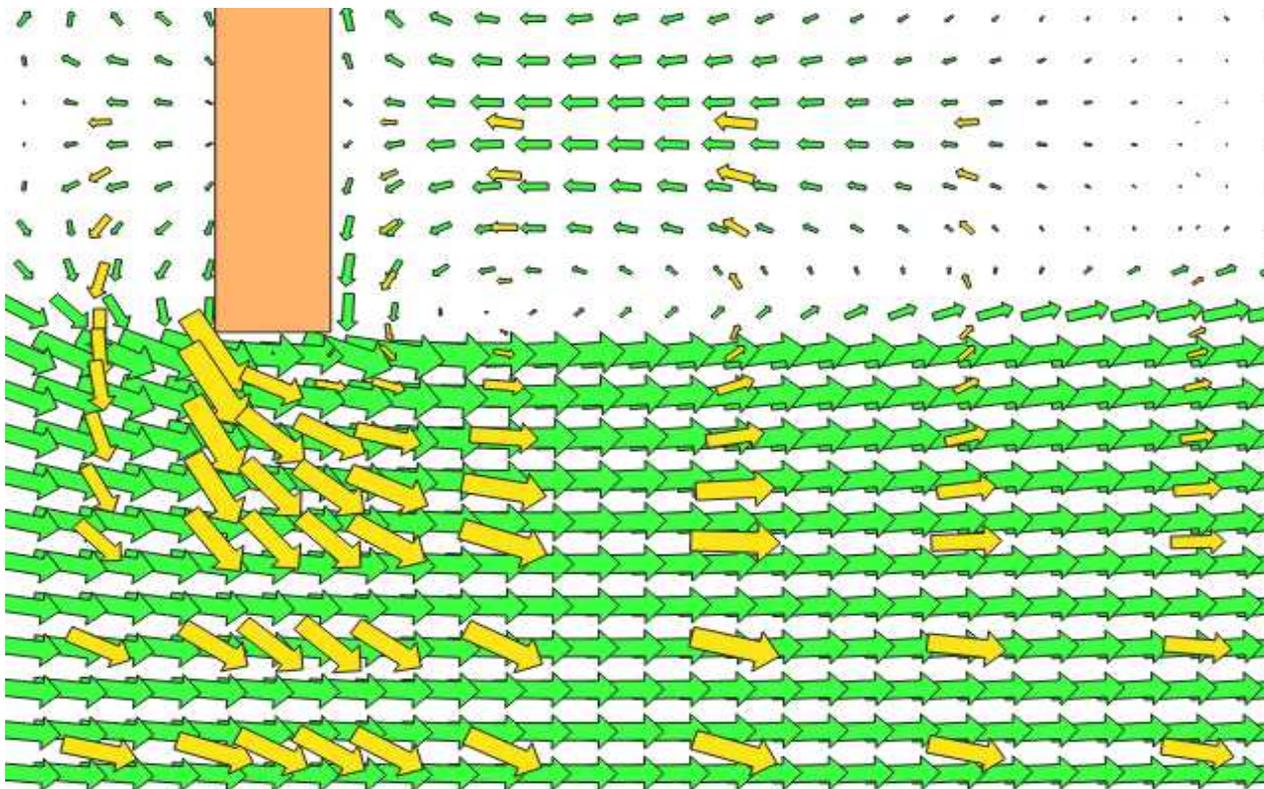
## Bâtiment seul – base rectangulaire

*Vue en coupe*



*Vue de dessus*

→ Soufflerie → URock



Contexte



Méthode

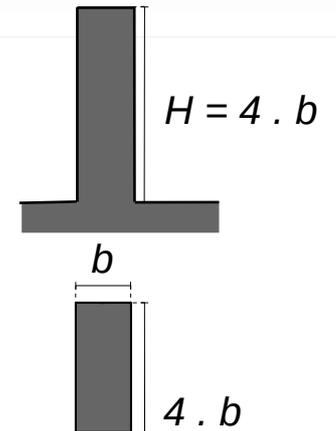


Résultats



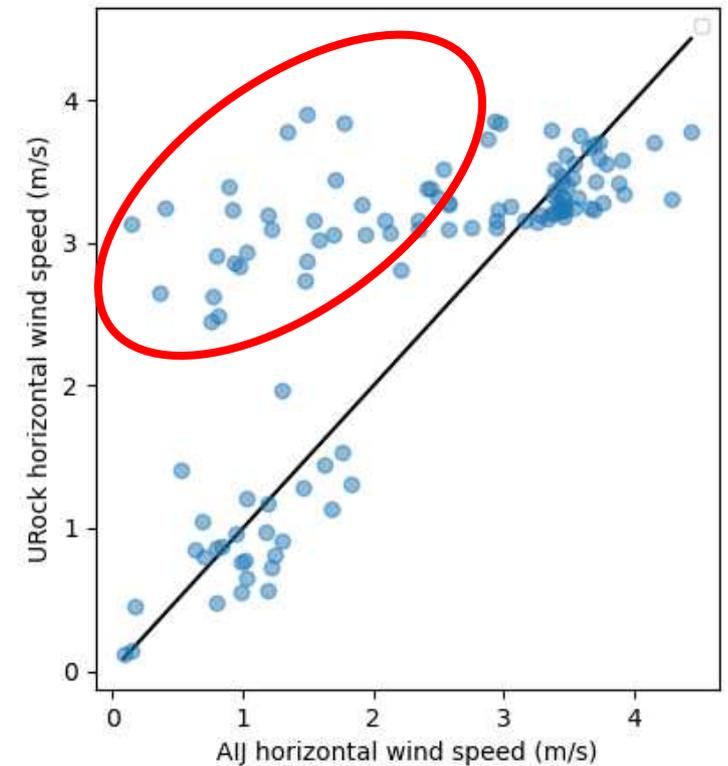
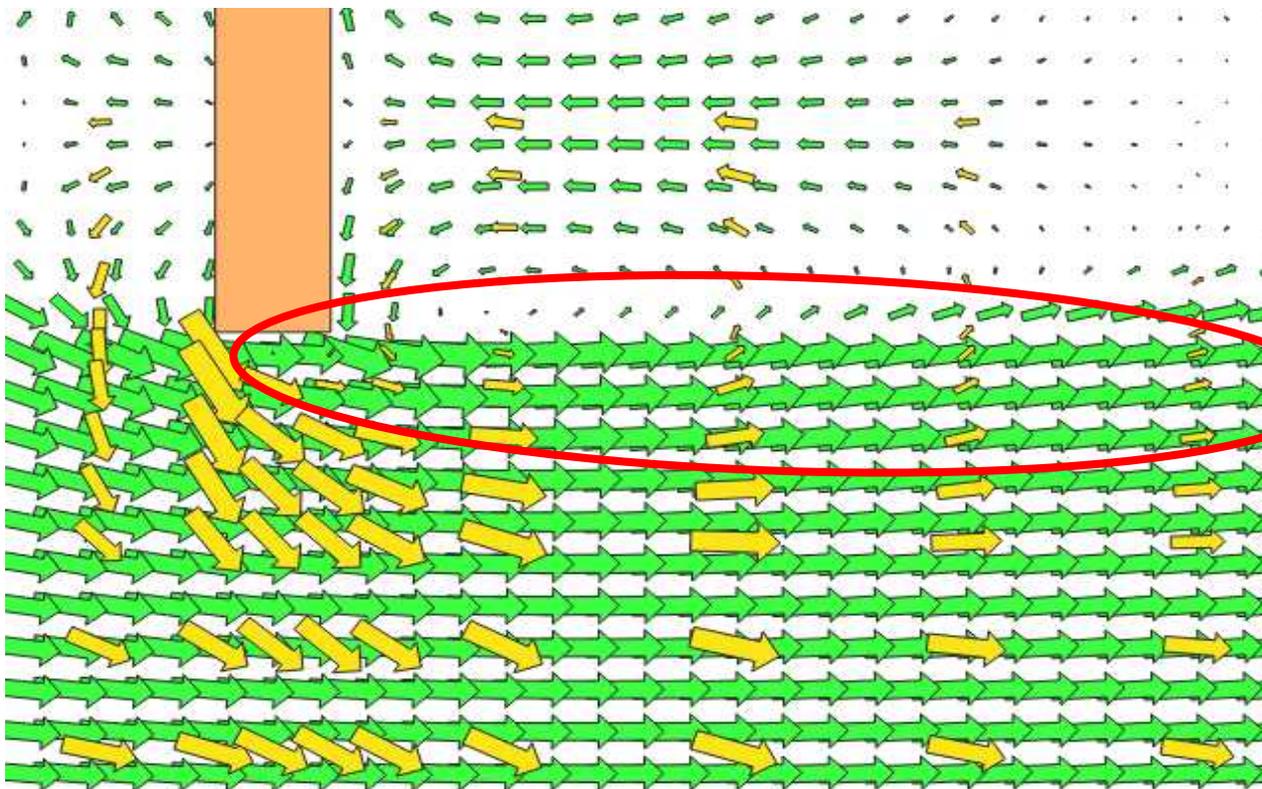
## Bâtiment seul – base rectangulaire

*Vue en coupe*



*Vue de dessus*

→ Soufflerie → URock



Contexte



Méthode

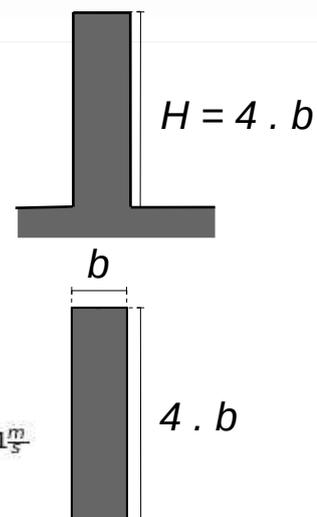


Résultats

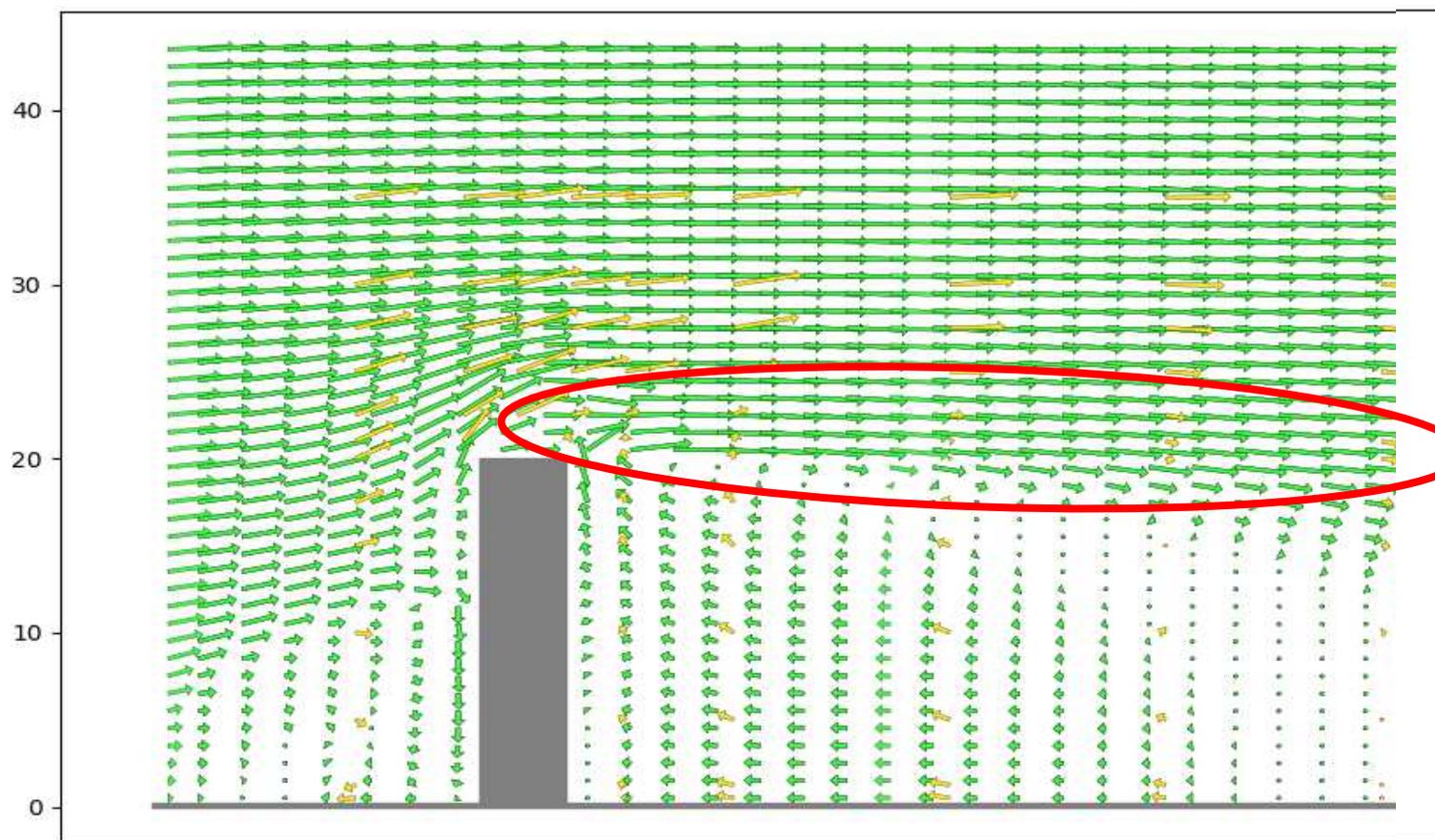


## Bâtiment seul – base rectangulaire

*Vue en coupe*



*Vue de dessus*



 *Soufflerie*

 *URock*

Contexte



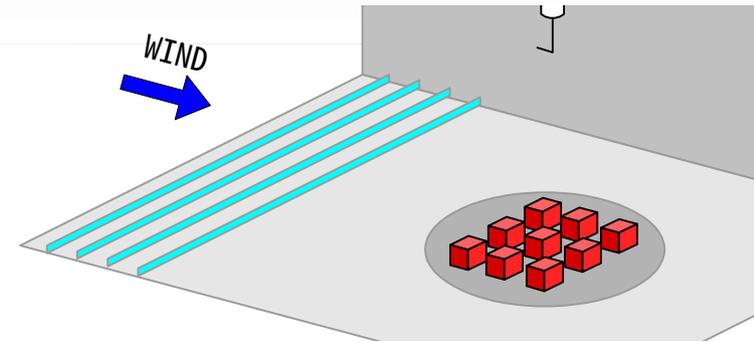
Méthode



Résultats



**Rangées de cubes**



Contexte



Méthode

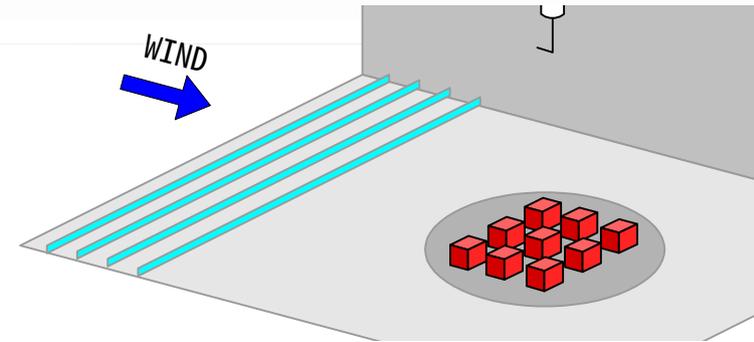
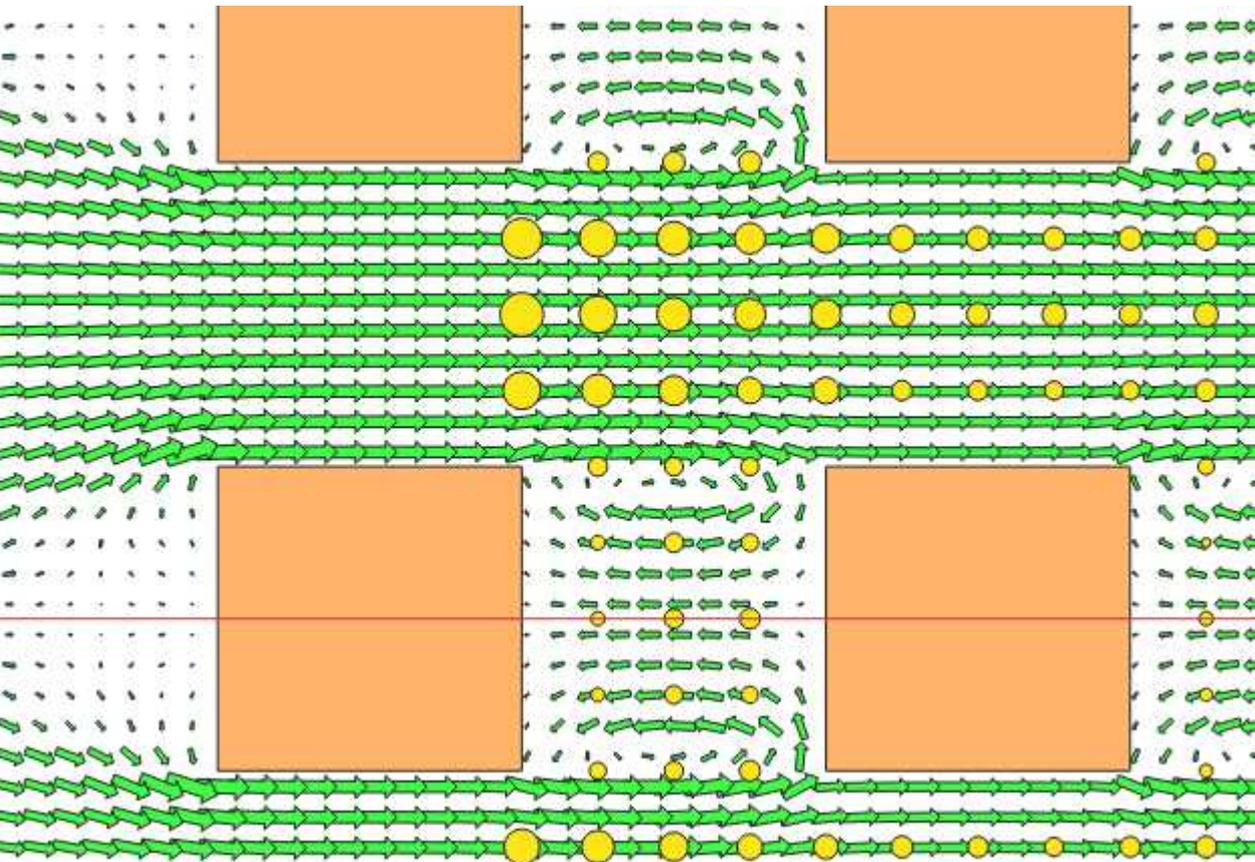


Résultats



## Rangées de cubes

● Soufflerie      → URock



Contexte



Méthode

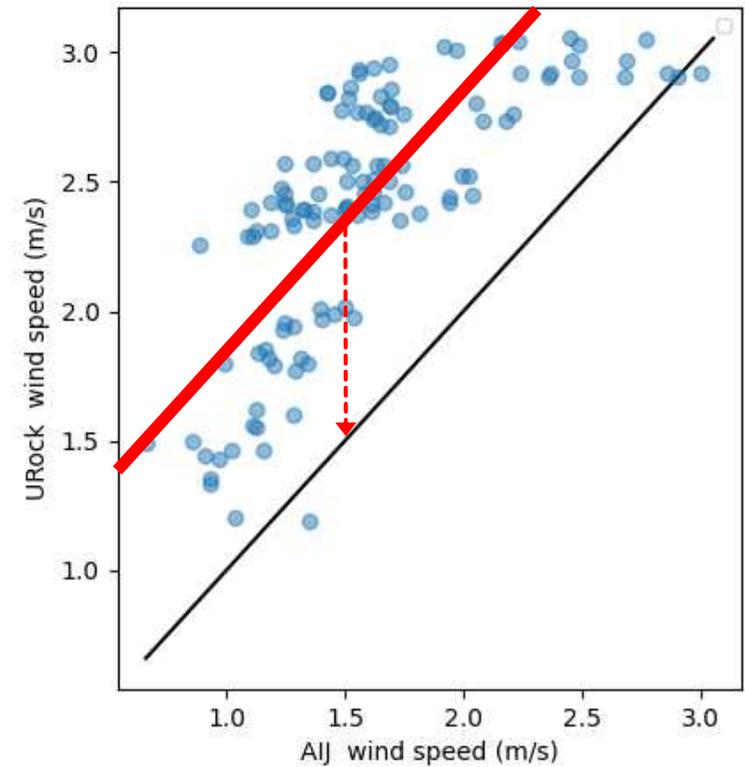
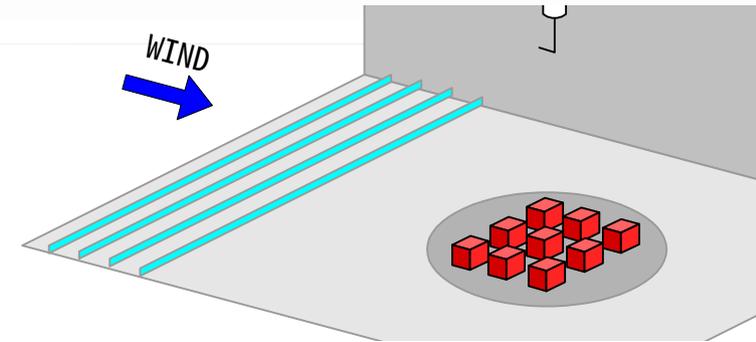
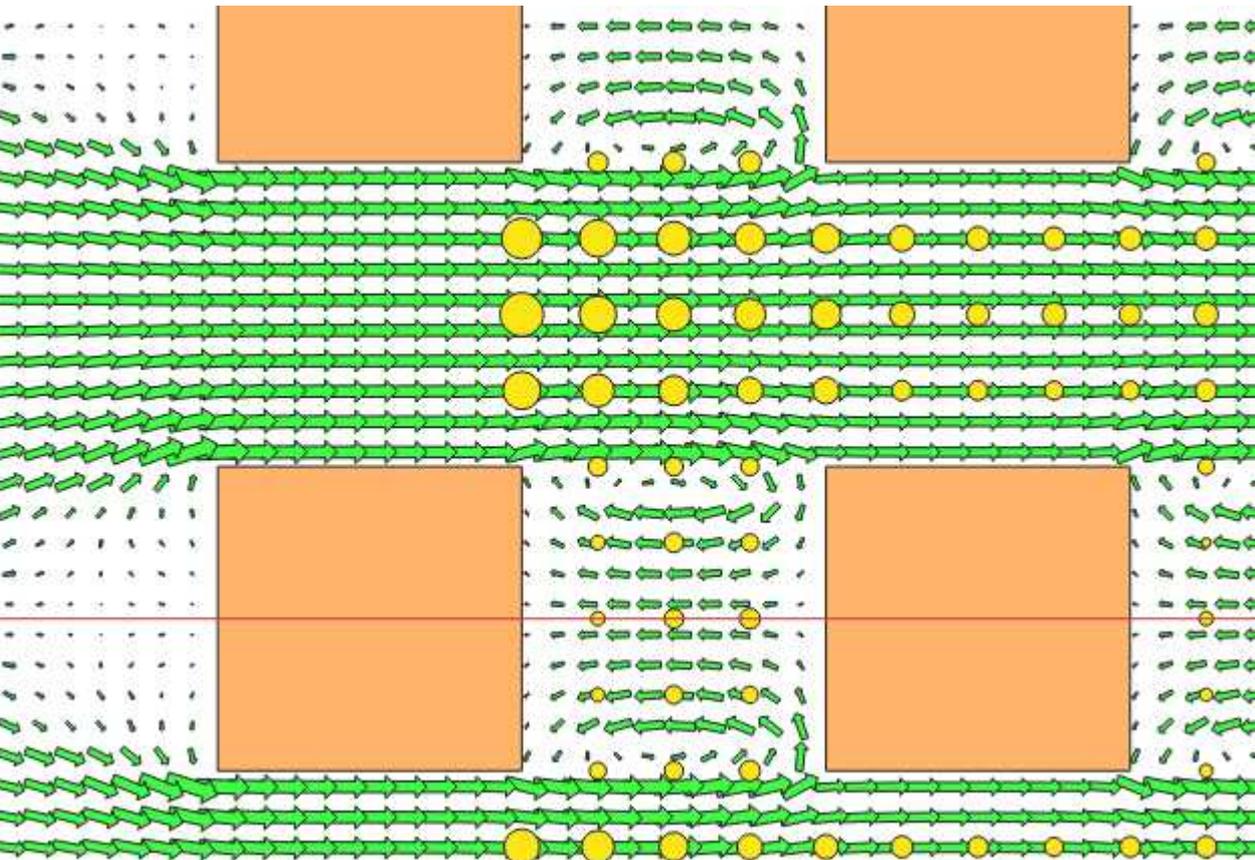


Résultats



## Rangées de cubes

● Soufflerie → URock



Contexte



Méthode

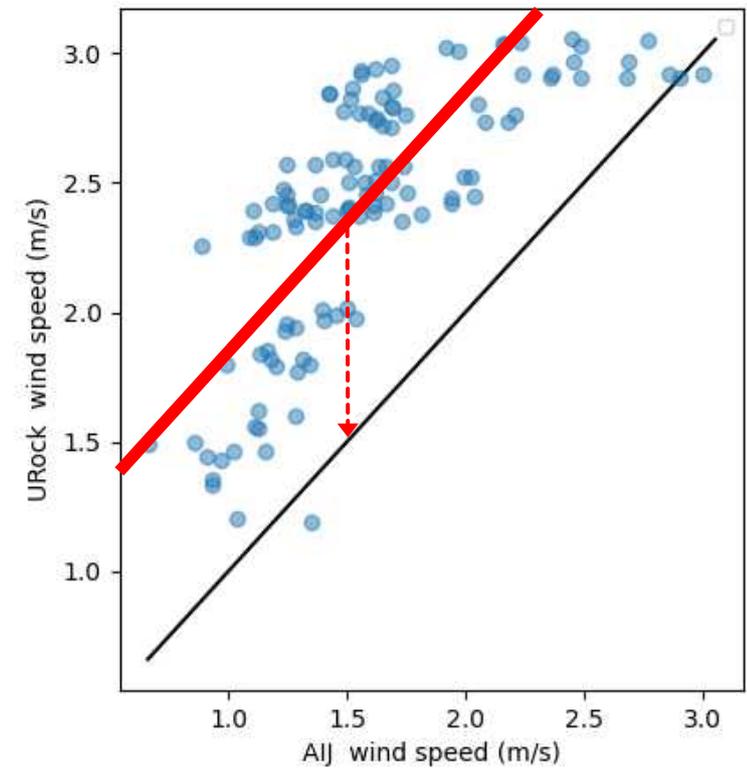
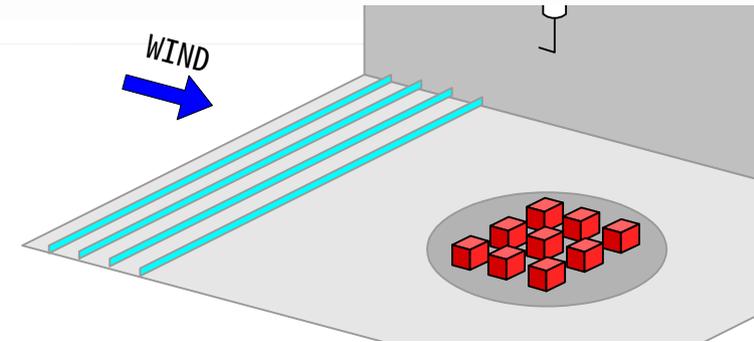
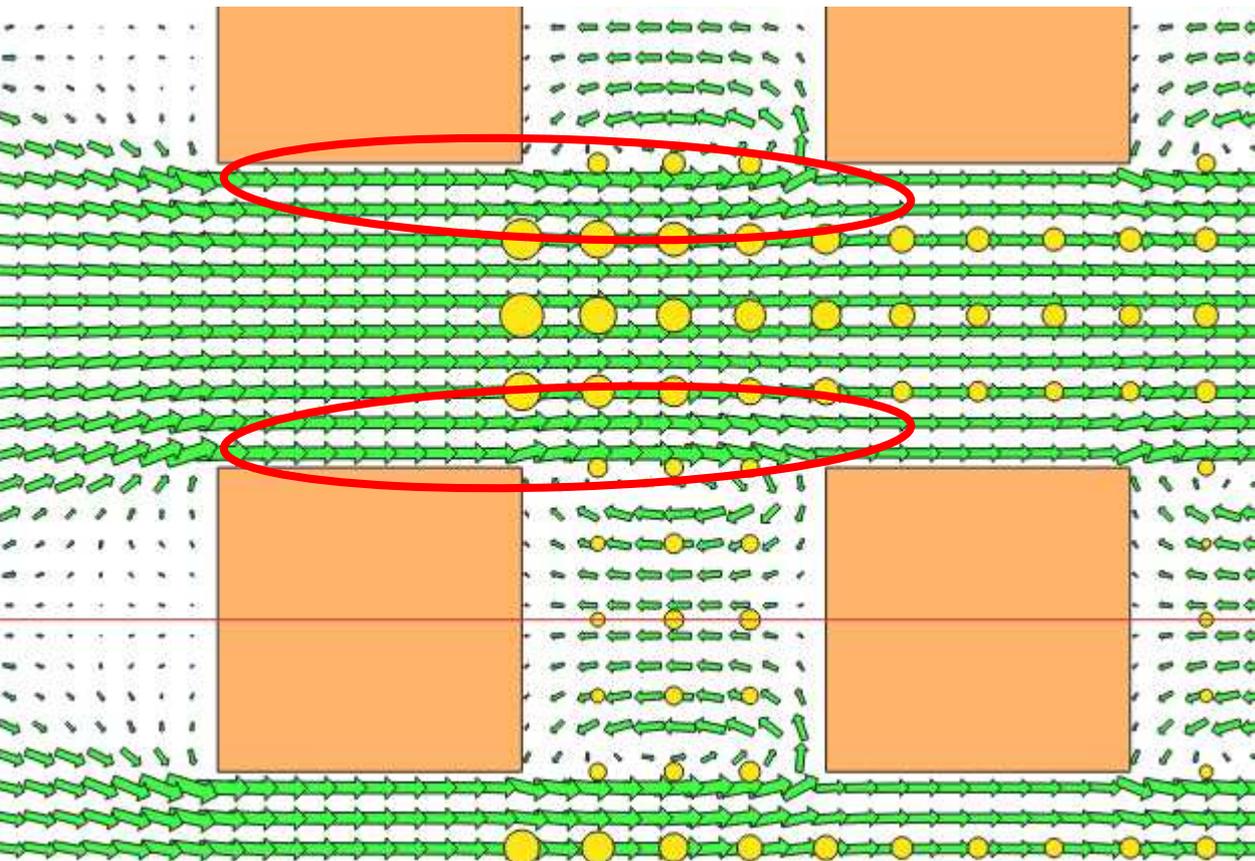


Résultats



## 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](https://github.com/j3r3m1/urock_processing)
- Documentation :  
[https://github.com/j3r3m1/UMEP-Docs/blob/urock\\_processing/docs/source/processor/Wind%20model%20URock.rst](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](https://github.com/j3r3m1/urock_processing)
- Documentation :  
[https://github.com/j3r3m1/UMEP-Docs/blob/urock\\_processing/docs/source/processor/Wind%20model%20URock.rst](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