

DIMENSIONNEMENT AU VENT :
CHOISIR SA RUGOSITE DANS L'EUROCODE 1

Introduction

Dans l'Eurocode I, pour déterminer la vitesse du vent de référence, il est nécessaire d'évaluer la rugosité autour du site de construction. Cette étape est délicate, sujette à interprétation, notamment lorsque la rugosité n'est pas uniforme autour de la construction. L'exemple typique est celui d'une ville en bord de mer, comme Les Sables d'Olonne. Choisissons également une hauteur modeste, 20m, au-dessus de la Cale des Chantiers.



Quelle rugosité choisir parmi les rugosités entourant le projet : centre-ville, zone industrielle, ou mer ?

Eurocode NF EN 1991-1-4

L'application *stricto sensu* de l'Eurocode, par définition sécuritaire, préconise pour cette hauteur de 20 mètres au-dessus du sol, une exploration à l'horizon de 840m ($= 23h^{1.2}$). Dans le secteur sud, la mer représente (sur la photo aérienne) plus de 10% de la surface du secteur angulaire ; il faut donc choisir la rugosité Mer, $z_0 = 5\text{mm}$. Cela amène à une pression dynamique de pointe de 1373 Pa, comme si le bâtiment était sur la plage.

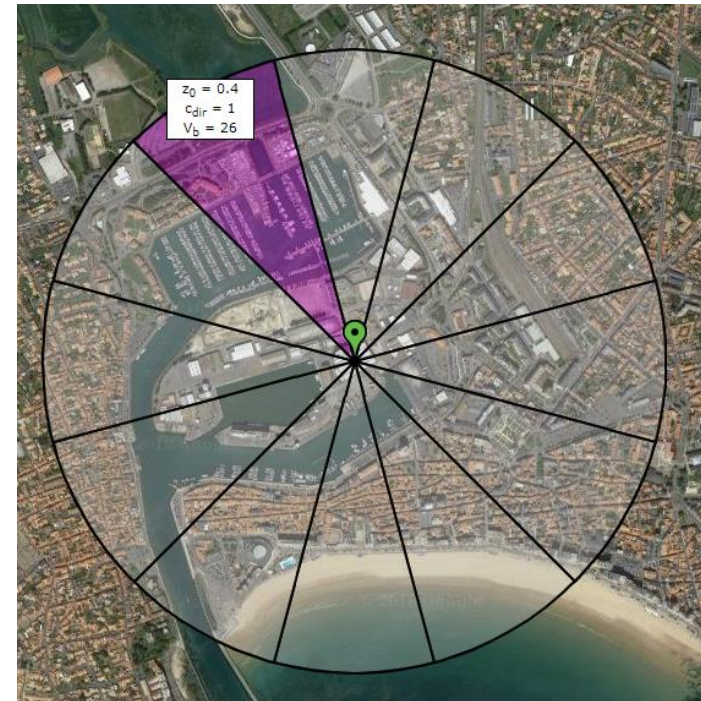


Application en ligne

Le site <http://ec1.meteodyn.com> propose une assistance pour déterminer la rugosité, en particulier lors des changements de rugosités. Elle se base sur l'analyse de la carte d'occupation des sols donnée par le projet Corine Land Cover (CLC2006 V13). A chaque code d'occupation est attribuée une longueur de rugosité, sur une échelle basée sur celle de l'Eurocode 1 NF EN 1991-1-4 (2005) et NF EN 1991-1-4 / NA (2008) (allant de 1mm à 1m). La distance d'exploration autour du point est la distance de la clause 4.3.2 (2) de l'Annexe Nationale (formule 4.11-NA).

Pour 360 directions de vent autour du point, un profil de rugosité est établi (fonction $z_0(d)$ avec d =distance au point considéré). La valeur moyenne arithmétique de cette rugosité est extraite pour chaque direction. Pour chaque secteur de 30° , seul le premier décile de ces z_0 moyens est conservé, ce qui correspond à la clause 4.3.2 de l'Eurocode, figure 4.1. Le secteur le plus pénalisant, retenu au final, est celui où la pression dynamique de pointe est la plus importante (ce qui inclue la turbulence et le coefficient de direction). Ce n'est pas systématiquement celui où la rugosité est la plus faible.

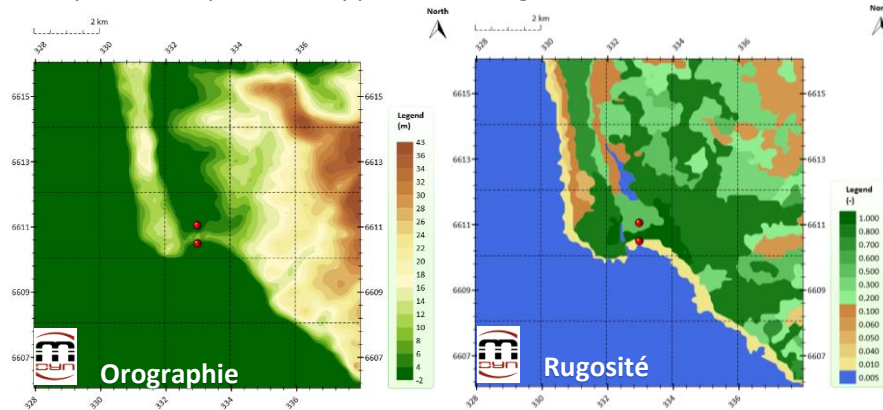
Appliquée au cas des Sables, on obtient une rugosité de $z_0 = 40$ cm, soit une pression dynamique de 819 Pa. L'écart est très important !



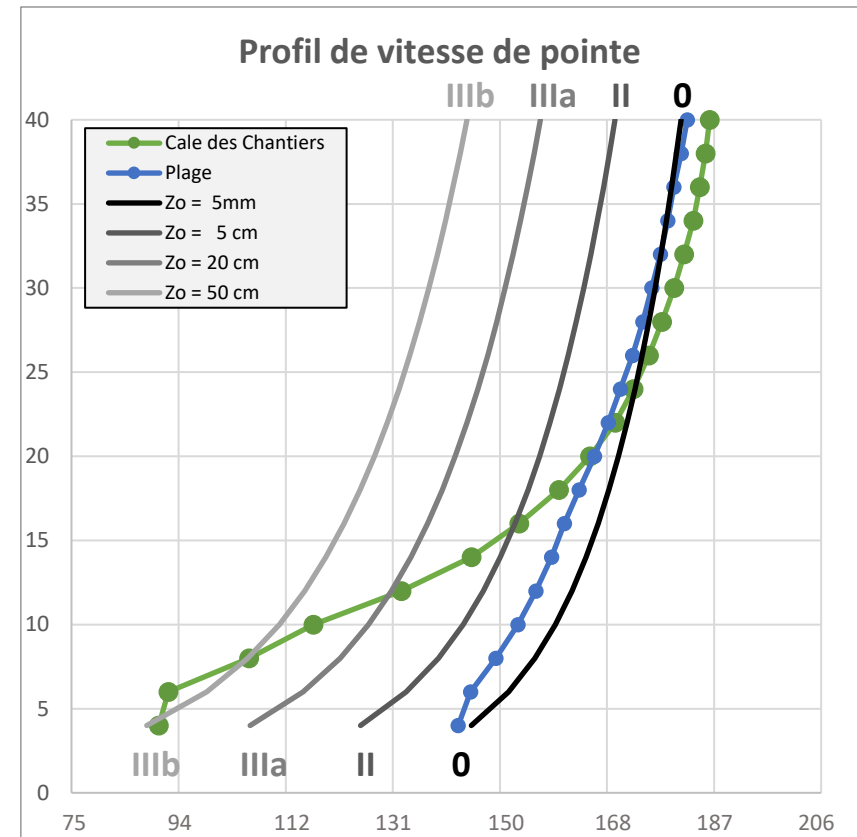
On peut remarquer que cette méthode donne des résultats identiques pour un changement de rugosité $0 > IV$ et $IV > 0$. En effet, la moyenne radiale ne prend pas en considération la distance à l'objet. Autrement dit, que le vent circule d'abord sur la mer, puis sur la terre, donne le même résultat que s'il circule d'abord sur la terre, puis sur la mer.

Calcul de mécanique des fluides

Une approche encore plus détaillée consiste à simuler la couche limite atmosphérique sur le site en question. Le logiciel **TopoWind** propose une solution de calcul de Mécanique des Fluides Numériques spécialisée dans les problèmes d'ingénierie du vent. Cette solution est tout à fait conforme à la clause 1.5 (2) de l'Annexe Nationale, et est donc valide pour tout bureau de contrôle qui se baserait sur ses recommandations. Cette solution intègre tous les effets de rugosité et d'orographie. Les données d'entrée sont issues des bases de données SRTM03 et Corine Land Cover (avec la même table de correspondance que dans l'application en ligne).



En faisant un calcul pour 36 directions de vent, puis en retenant la direction donnant la plus forte vitesse, on obtient le profil de vitesse suivant :



On constate qu'au-dessus de 20m, le vent est légèrement accéléré (du fait de la rugosité et de l'orographie).

Par contre en dessous de 20m, le vent est nettement freiné. Si l'on s'intéresse à l'ensemble du profil jusqu'à 20m, le profil calculé numériquement correspond en moyenne à une rugosité de 19cm. Par contre, si on s'intéresse uniquement à la hauteur du toit du bâtiment, la vitesse est celle qu'on aurait avec une rugosité de 14mm.

Conclusion

En résumé, selon la méthode adoptée, la pression dynamique de référence peut être très variable :

	Eurocode	Application en ligne	Calcul numérique sur toute la hauteur	Calcul numérique en toiture
Zo équivalent	5 mm	40 cm	19 cm	14 mm
Pression dynamique	1373 Pa	819 Pa	962 Pa	1295 Pa

On voit sur cet exemple que la complexité du changement de rugosité ne peut être approchée dans toute sa finesse que par le calcul numérique. On constate également sans surprise que la stricte application de l'Eurocode est sécuritaire (elle surdimensionne les structures) tandis que l'application en ligne se montre trop optimiste dans ce cas.