

EXPERIMENTATIONS AERODYNAMIQUES

Projet de Fin d'Etudes

École Nationale Supérieure d'Architecture de Normandie & Aerodynamique Eiffel - Juillet 2013

Pierric Flandrin

Architecture, environnement et expérimentations constructives

Enseignants : Stéphane Berthier, Laurent Mouly & Margherita Ferrucci

Photographie de la maquette installée dans la veine



Photographie avec en arrière plan le collecteur



Coupe de fonctionnement de la soufflerie Eiffel : principe d'aspiration



AERODYNAMIQUE EIFFEL

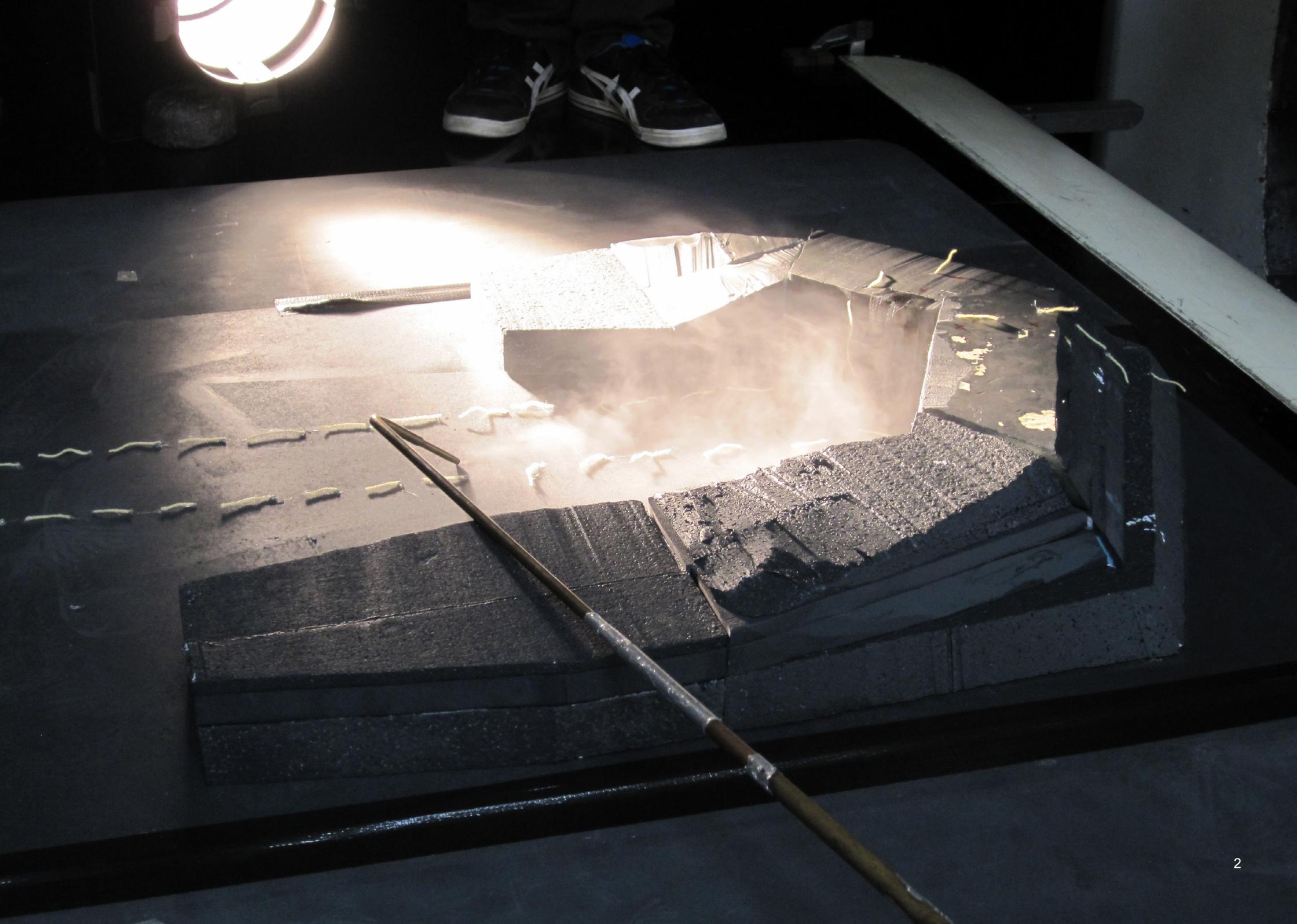
LA SOUFFLERIE EIFFEL : OUTIL INDUSTRIEL D'AUJOURD'HUI
ET MONUMENT HISTORIQUE

La soufflerie est construite par Gustave Eiffel en 1911, désireux de poursuivre ses expérimentations, où il continuera ses recherches jusqu'à sa mort en 1923 à l'âge de 91 ans. Construite en bois et entoilé comme les ailes d'avion du siècle dernier, la soufflerie Eiffel est en réalité un aspirateur qui comprend d'amont en aval :

- Un collecteur de 4 m de diamètre à l'entrée et 2 m de diamètre dans la chambre d'expérience
- Une veine non guidée de 2 m diamètre et 2,37 m de long
- Un diffuseur de 2 m de diamètre à la sortie de la chambre d'expérience et 4 m de diamètre au ventilateur
- Un ventilateur 23 pales de diamètre 4 m (7 tonnes)

La soufflerie génère un flux d'air de 0 m/s à 30 m/s (environ 100 km/h) avec un taux de turbulence entre 1 et 2%.

Moyennant quelques modifications dans le collecteur d'entrée, il est possible de simuler la couche limite atmosphérique turbulente et de reproduire le vent naturel.



RELEVÉ DES VITESSES

Vitesse de l'air : 0,8 m/s

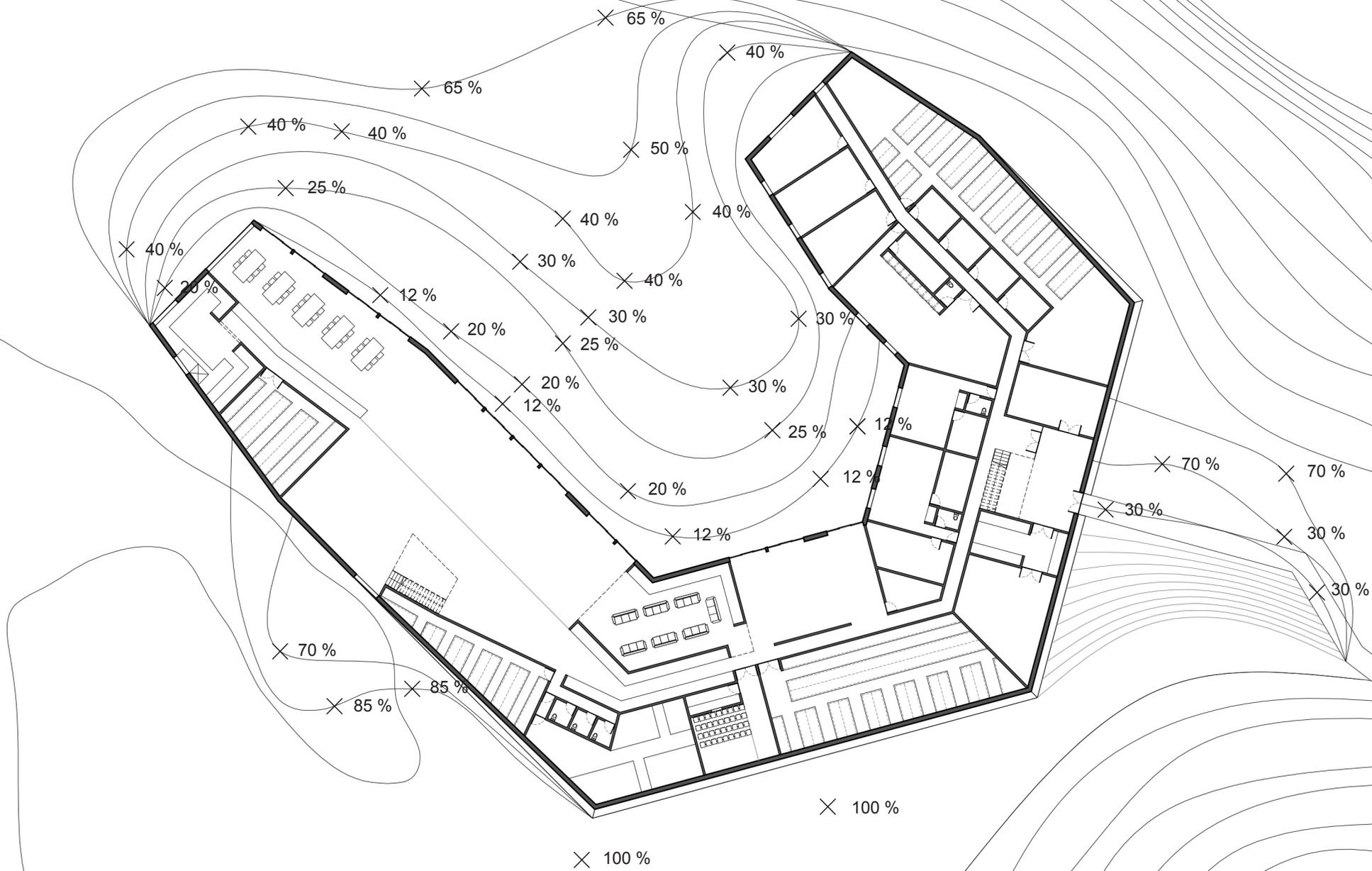


REPARTITION PROGRAMMATIQUE

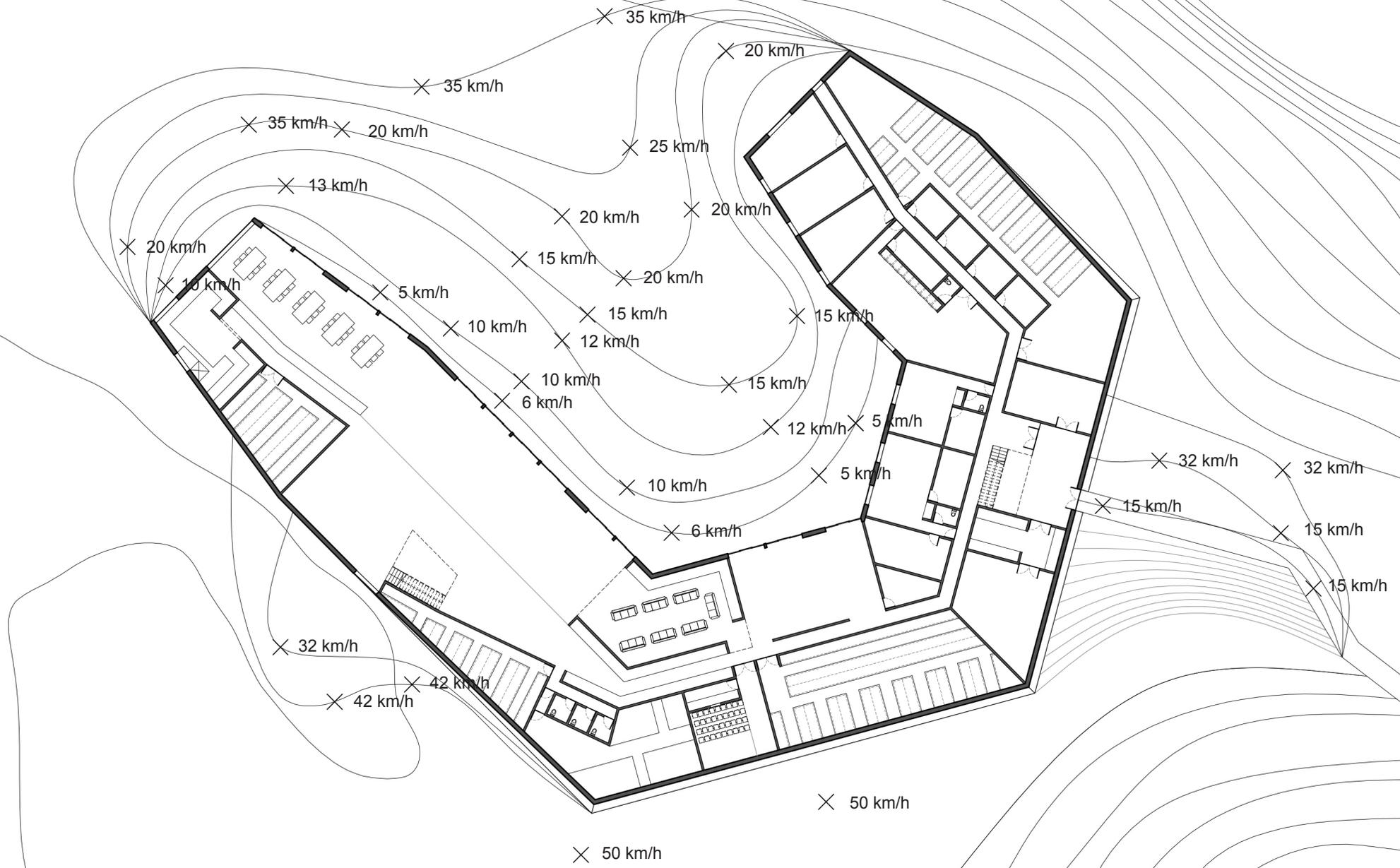


EXPOSITION AUX VENTS

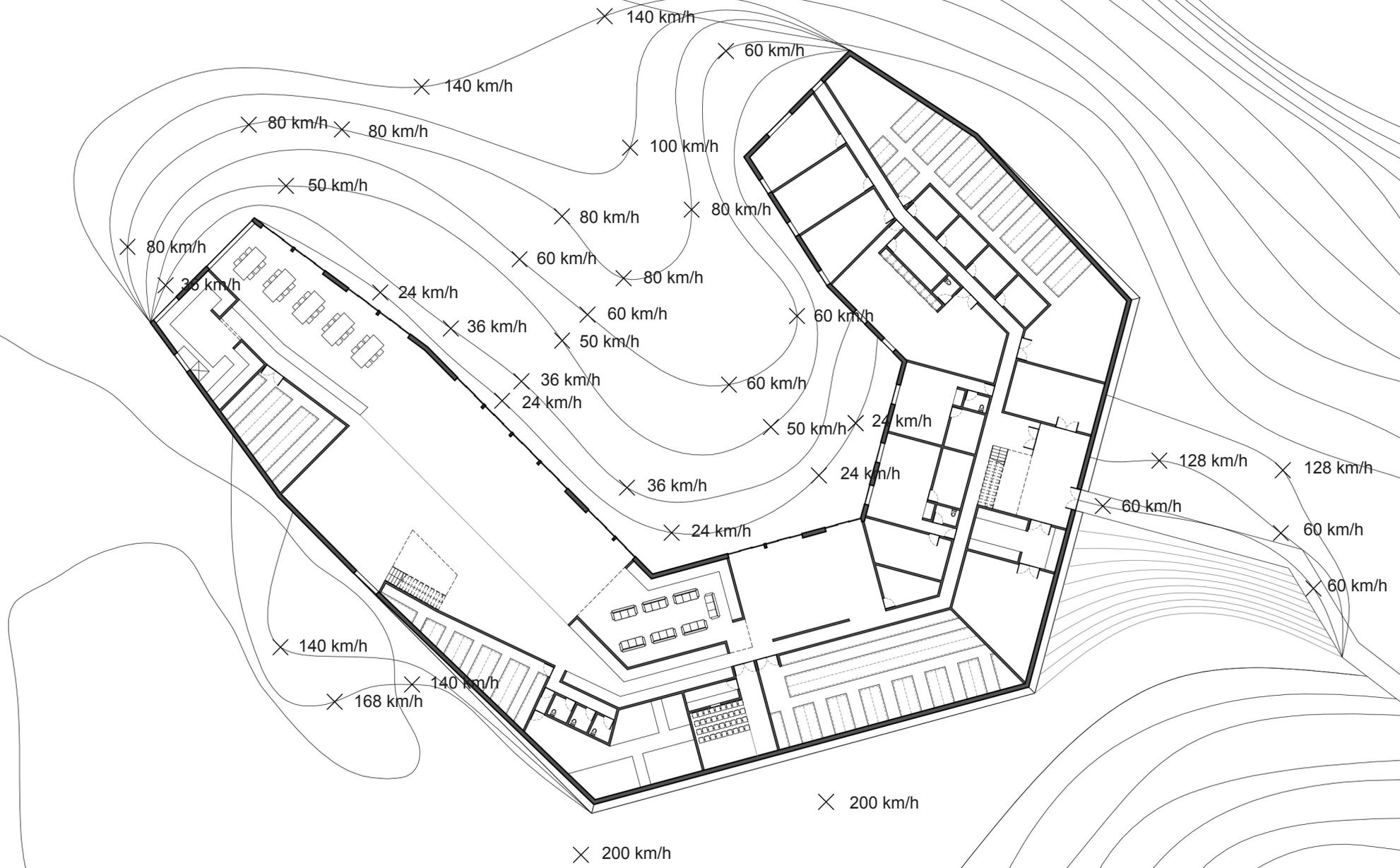
$(V_{\text{sur site}} / V_{\text{du vent}}) \%$



HYPOTHESE VENT VITESSE MOYENNE
VENT : 50 km/H

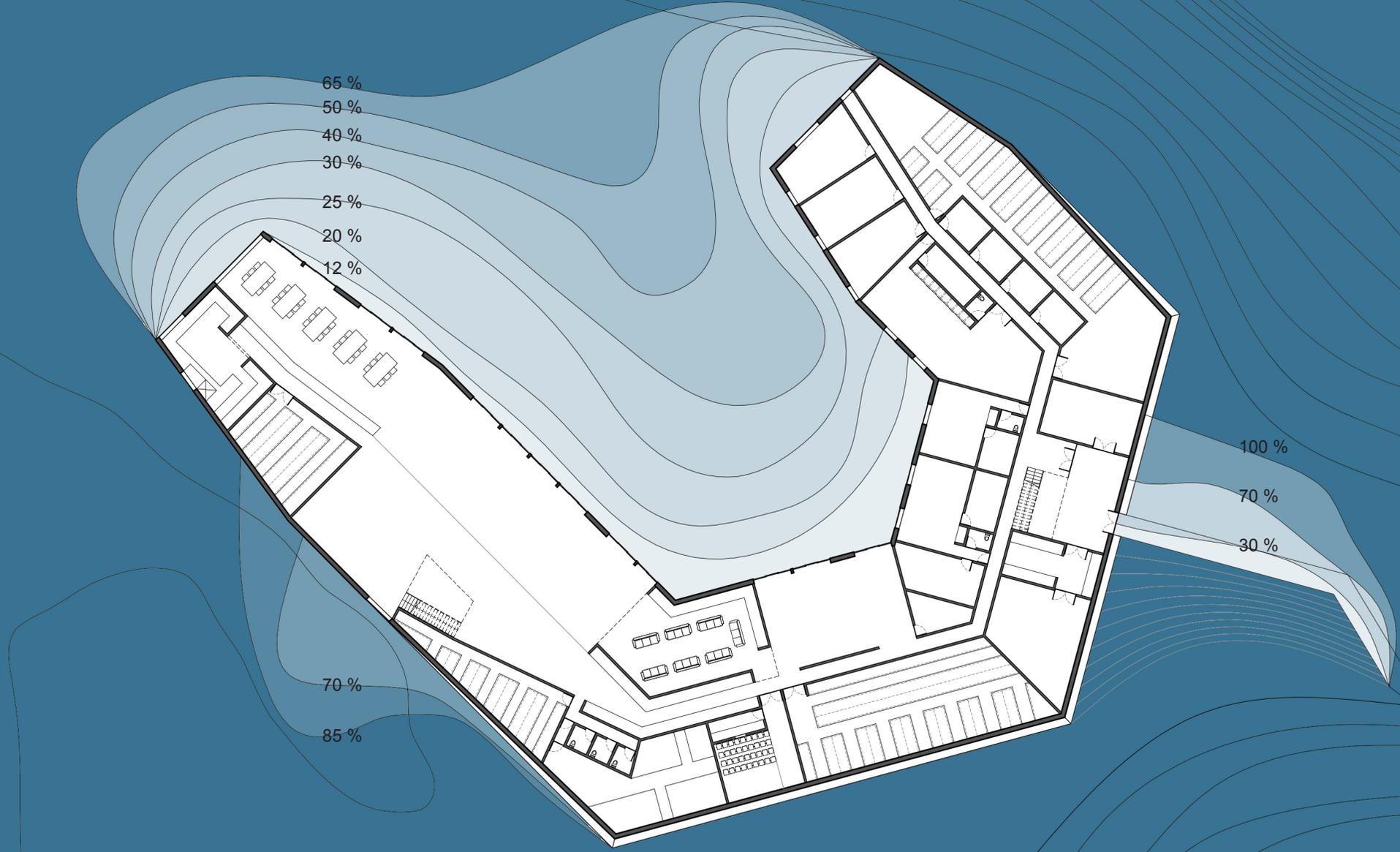


HYPOTHESE VENT VITESSE EXTREMUM
VENT : 200 km/H

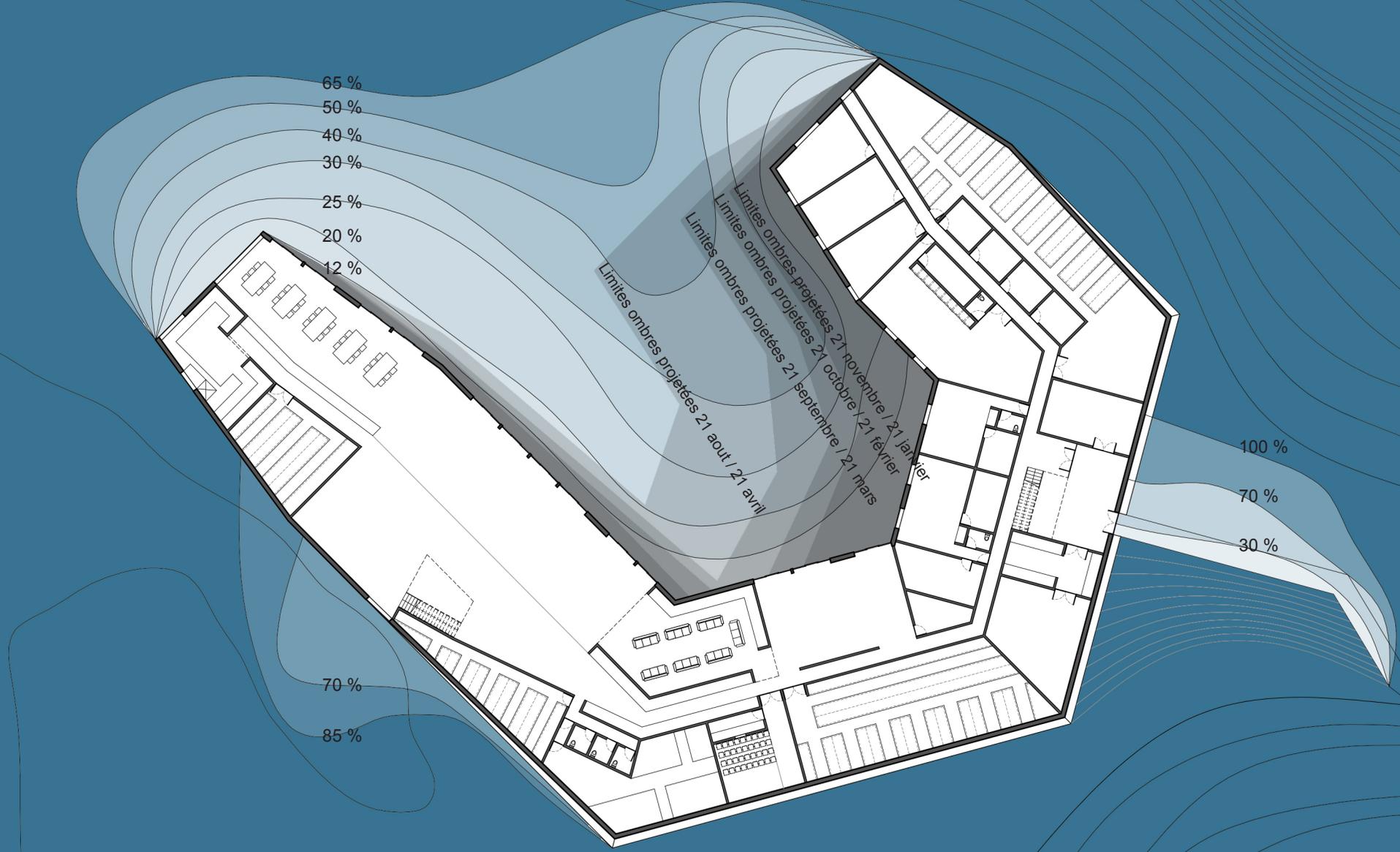


EXPOSITION AUX VENTS

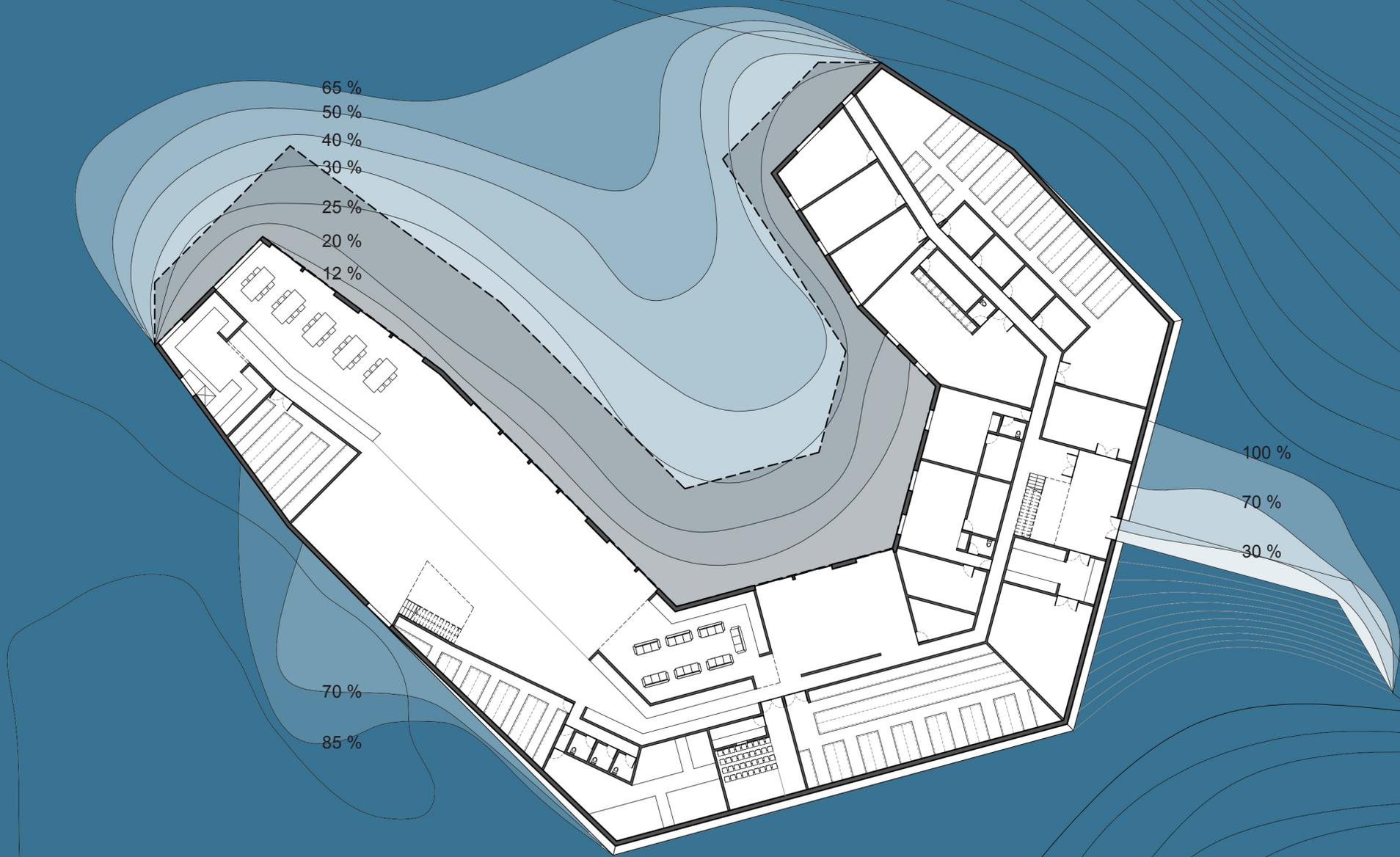
$(V_{\text{sur site}} / V_{\text{du vent}}) \%$



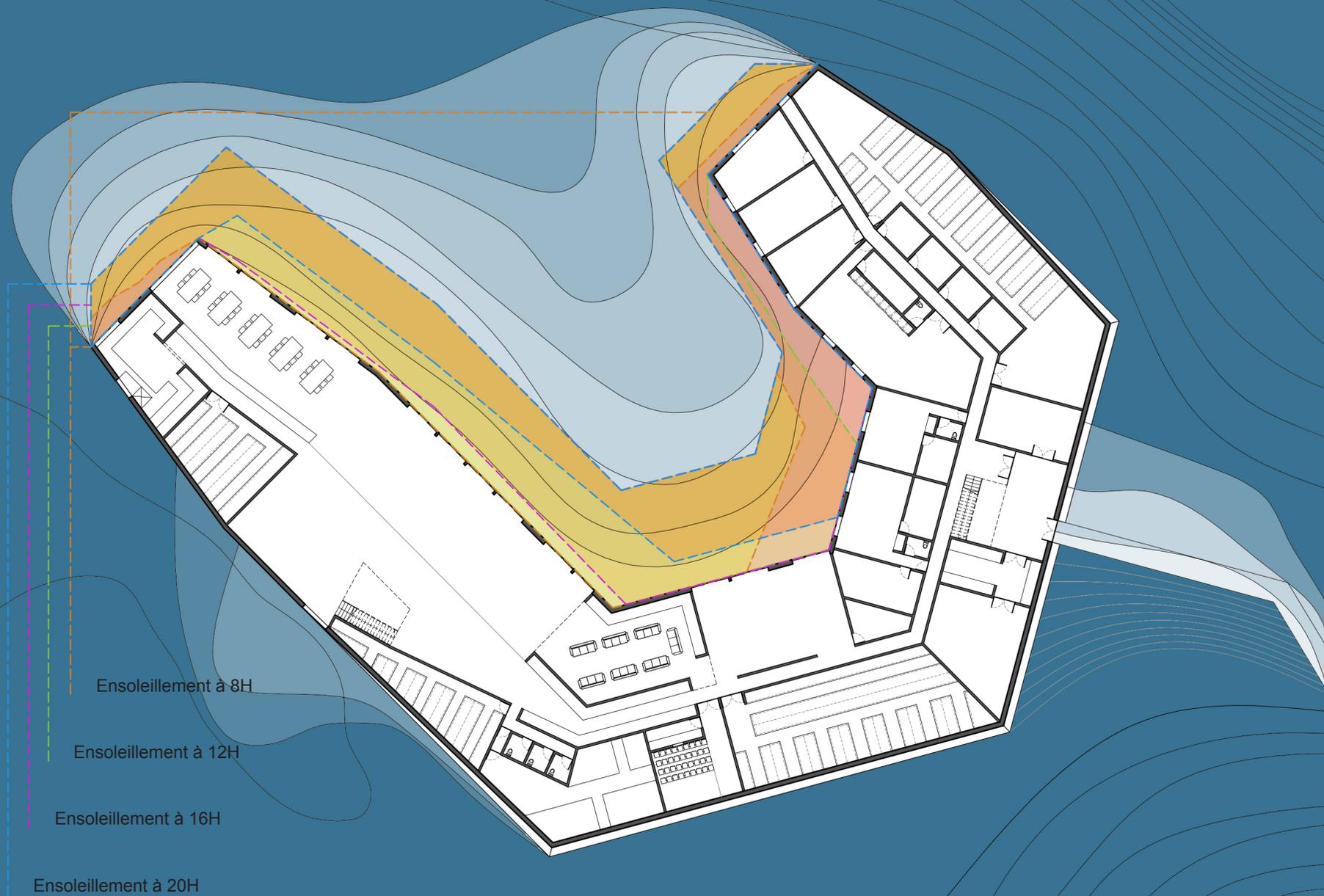
EXPOSITION A LA LUMIERE



DELIMITATION D'UN ESPACE EXTERIEUR QUALITE DE LUMIERE ET DE PROTECTION AU VENT



DELIMITATION D'UN ESPACE EXTERIEUR
ENSOLEILLEMENT AU COURS D'UNE JOURNEE (21 NOVEMBRE - 21 JANVIER)



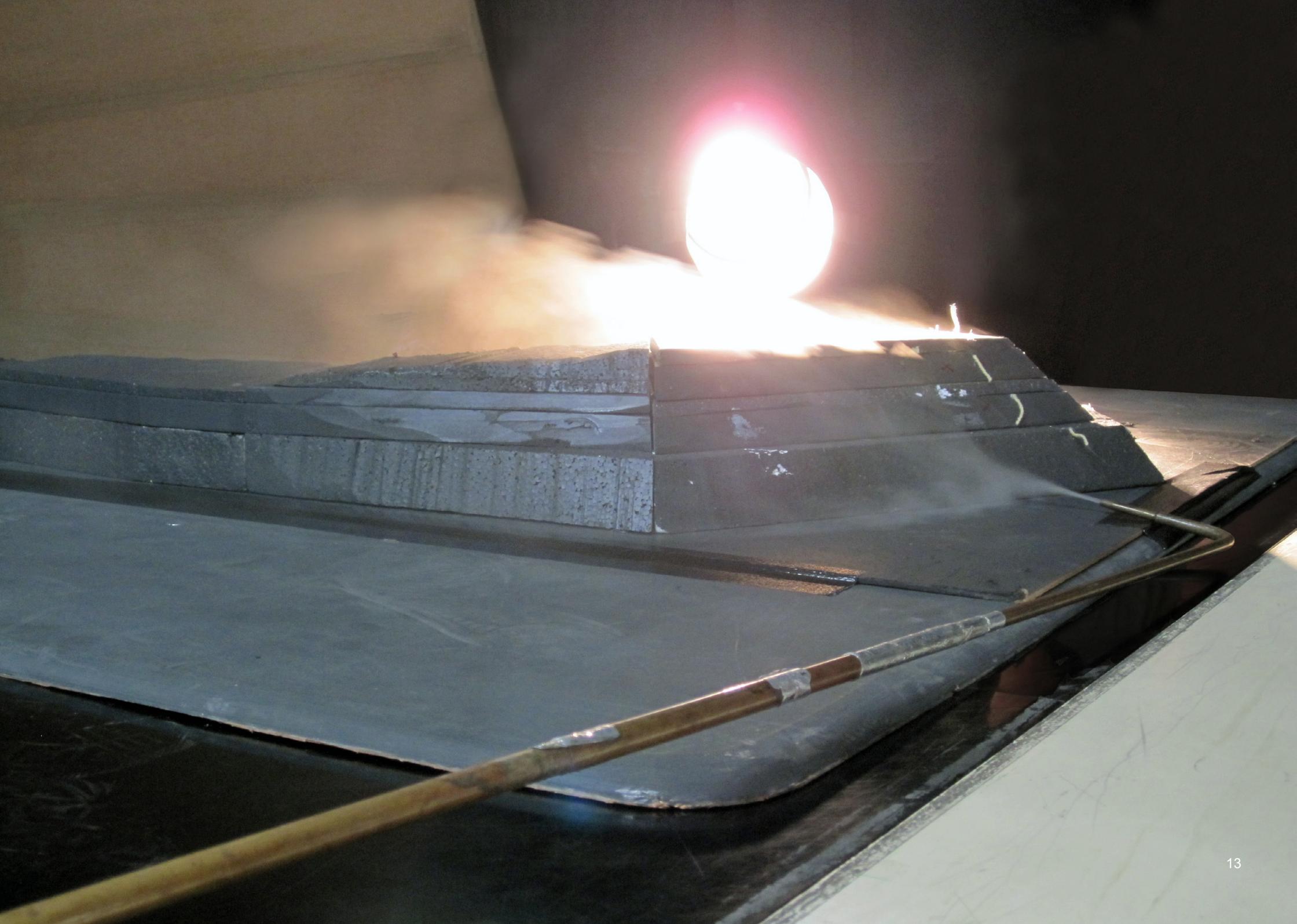
Ensoleillement à 8H

Ensoleillement à 12H

Ensoleillement à 16H

Ensoleillement à 20H

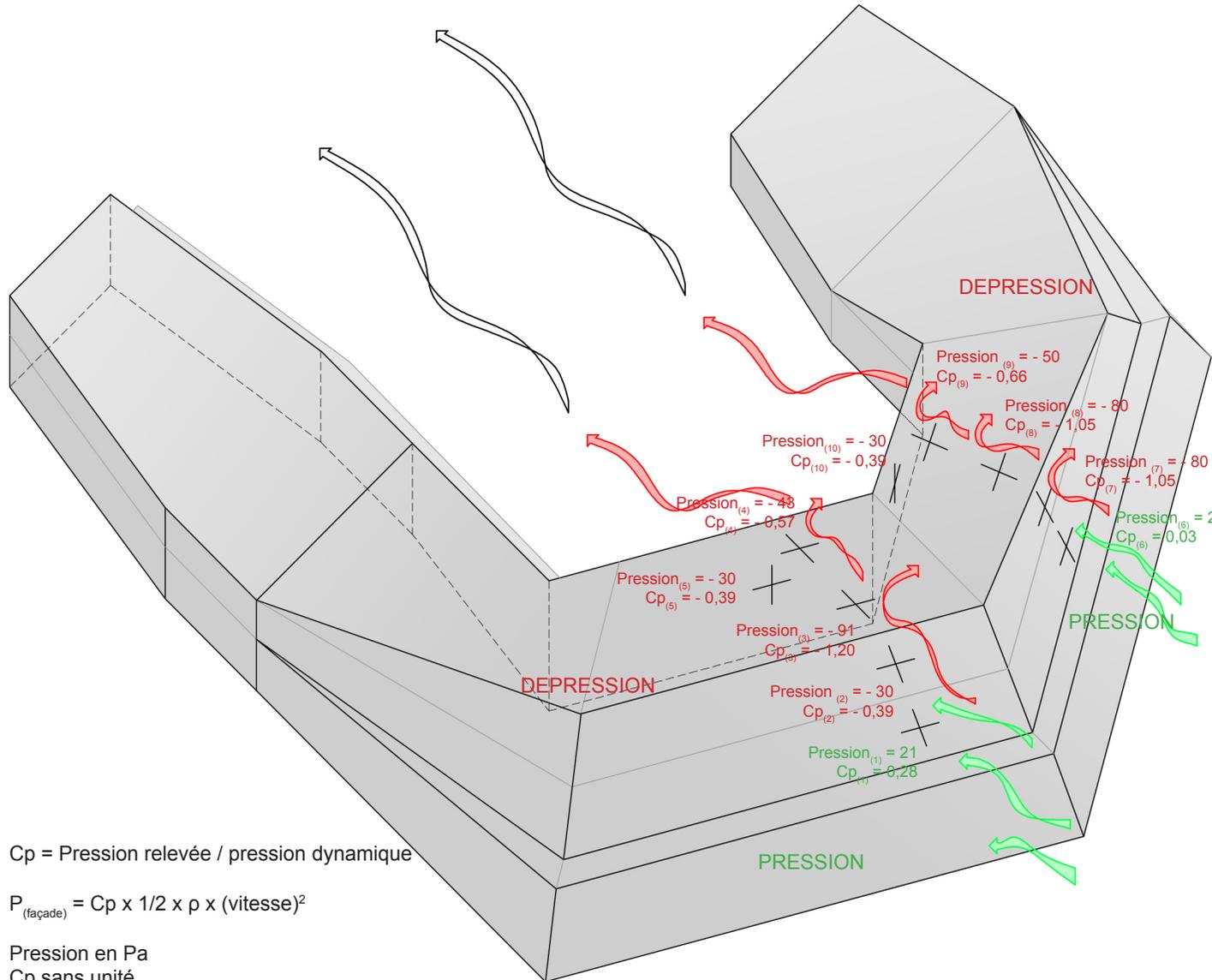




VISUALISATION DES VENTS TOURVILLIONNAIRES



RELEVÉ DES PRESSIONS EN FAÇADE



Pression relevée (en Pa) Cp Coefficient de pression

Pression dynamique : 67 Pa

| Point | Pression relevée (en Pa) | Cp Coefficient de pression |
|-------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | 21 | 0,28 |
| 2 | -30 | -0,39 |
| 3 | -91 | -1,20 |
| 4 | -43 | -0,57 |
| 5 | -30 | -0,39 |
| 6 | 2 | 0,03 |
| 7 | -80 | -1,05 |
| 8 | -80 | -1,05 |
| 9 | -50 | -0,66 |
| 10 | -30 | -0,39 |

Hypothèse vent 50km/h

$\rho : 1,341 \text{ kg/m}^3$

Hypothèse vent 200km/h

$\rho : 1,341 \text{ kg/m}^3$

| Point | Pression relevée (en Pa) - 50km/h | Pression relevée (en Pa) - 200km/h |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| P ₍₁₎ | 34,46 | 551,99 |
| P ₍₂₎ | -49,23 | -788,56 |
| P ₍₃₎ | -149,32 | -2391,96 |
| P ₍₄₎ | -70,56 | -1130,27 |
| P ₍₅₎ | -49,23 | -788,56 |
| P ₍₆₎ | 3,28 | 52,57 |
| P ₍₇₎ | -131,27 | -2102,83 |
| P ₍₈₎ | -131,27 | -2102,83 |
| P ₍₉₎ | -82,05 | -1314,27 |
| P ₍₁₀₎ | -49,23 | -788,56 |

$C_p = \text{Pression relevée} / \text{pression dynamique}$

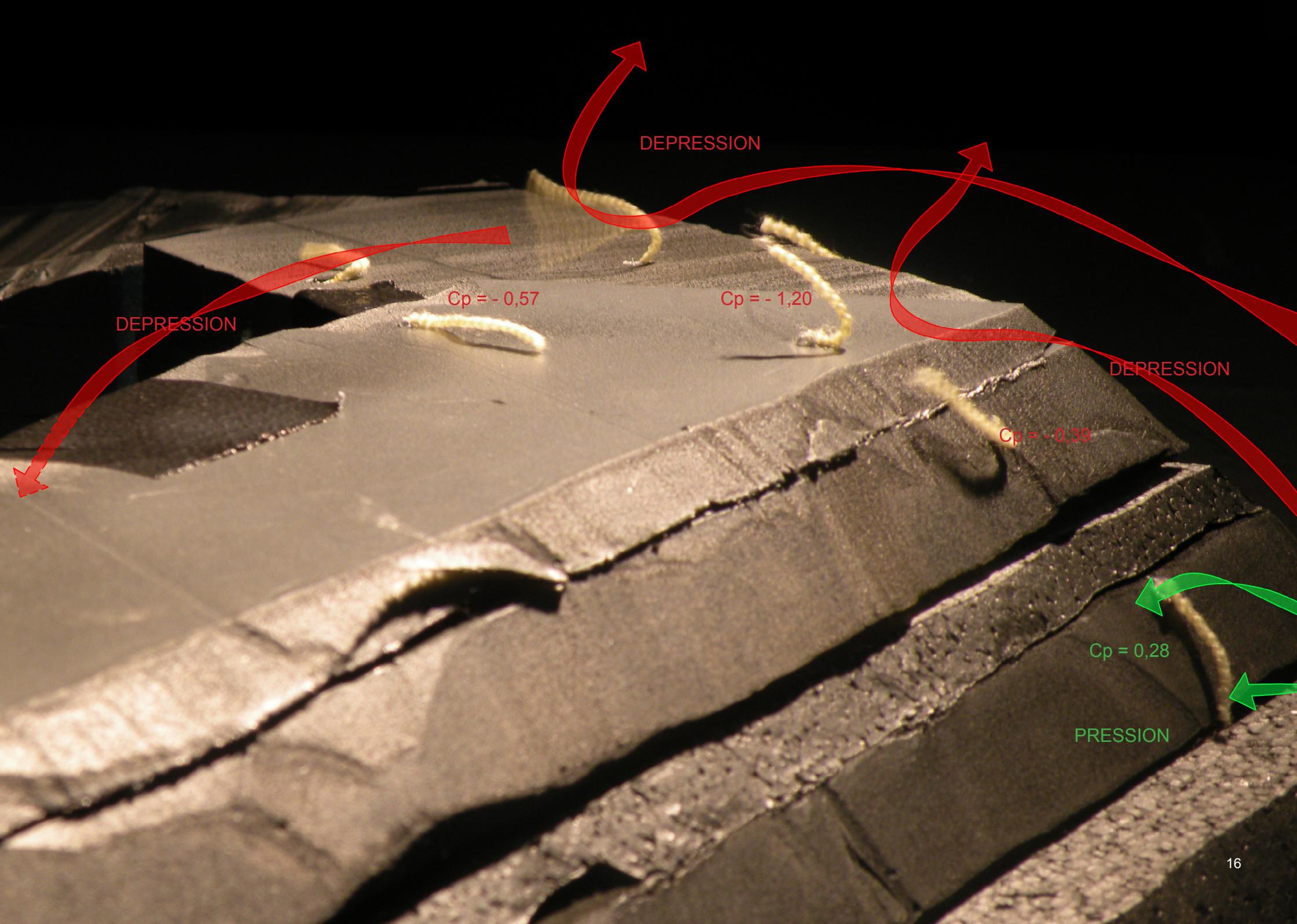
$$P_{(\text{façade})} = C_p \times 1/2 \times \rho \times (\text{vitesse})^2$$

Pression en Pa

Cp sans unité

ρ masse volumique de l'air en kg/m^3

Vitesse de l'air en m/s



DEPRESSION

DEPRESSION

$C_p = -0,57$

$C_p = -1,20$

DEPRESSION

$C_p = -0,39$

$C_p = 0,28$

PRESSION

