

Physique du Bâtiment I

Phénoménologie

Chapitre 1	Course solaire Ombre portées
Chapitre 2	L'air humide Diagrammes psychrométriques Chaleur sensible / latente
Chapitre 7	Confort thermique
Chapitre 3	Hydrostatique Hydrodynamique
Chapitre 4	Conduction Convection Rayonnement

Résumé

Tension superficielle

- Force de tension

Présence à l'interface de deux milieux différents

$$F = \sigma d$$

σ [mN/m]
 d [m]

Coefficient de tension superficielle
Périmètre libre

- Surpression dans une goutte d'eau

$$\Delta p = 2\sigma/r$$

r [m]

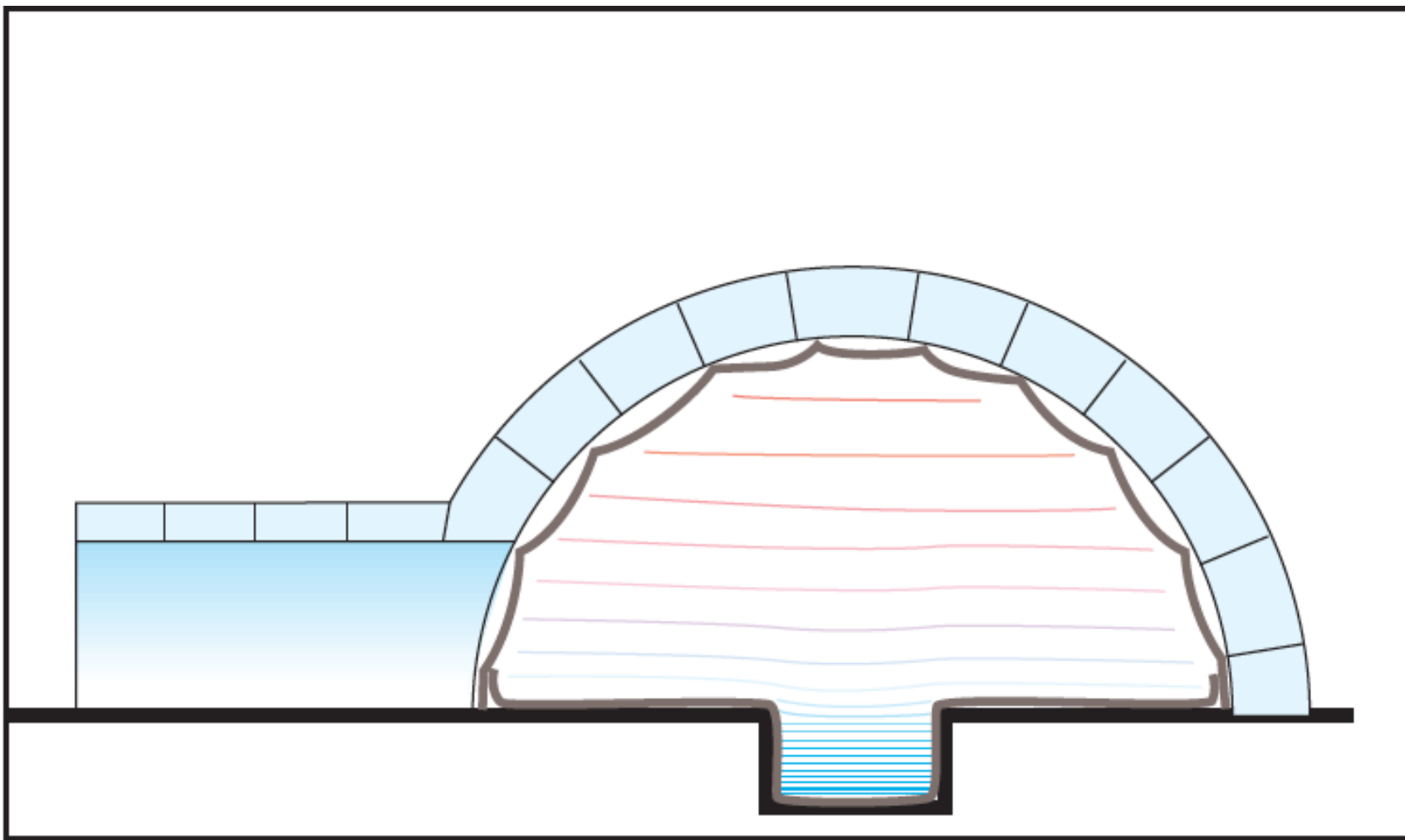
Rayon de la goutte d'eau

- Ascension capillaire

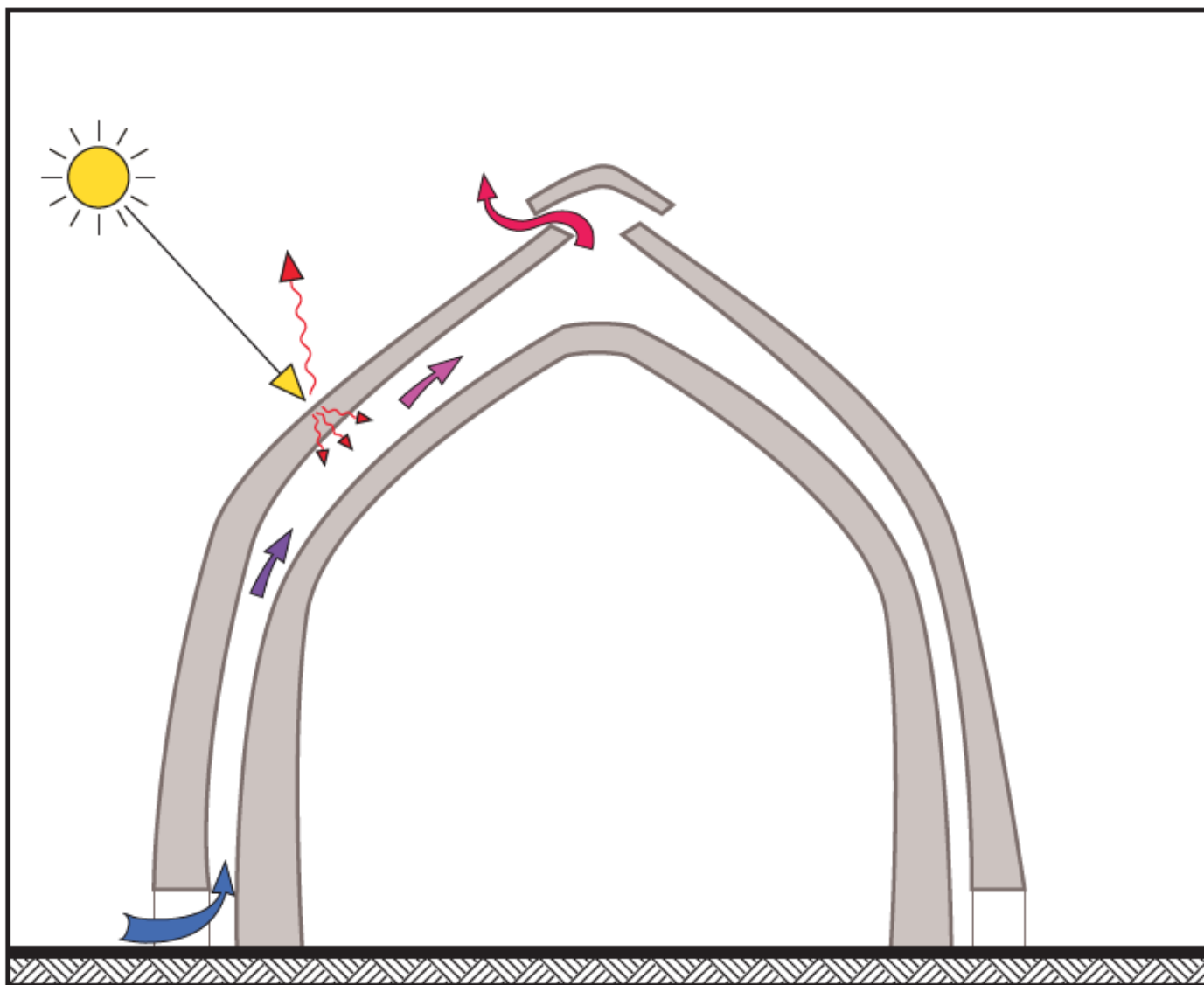
$$\Delta h = 2\sigma/\rho g r \cos\alpha$$

α [rad]

Angle de raccordement



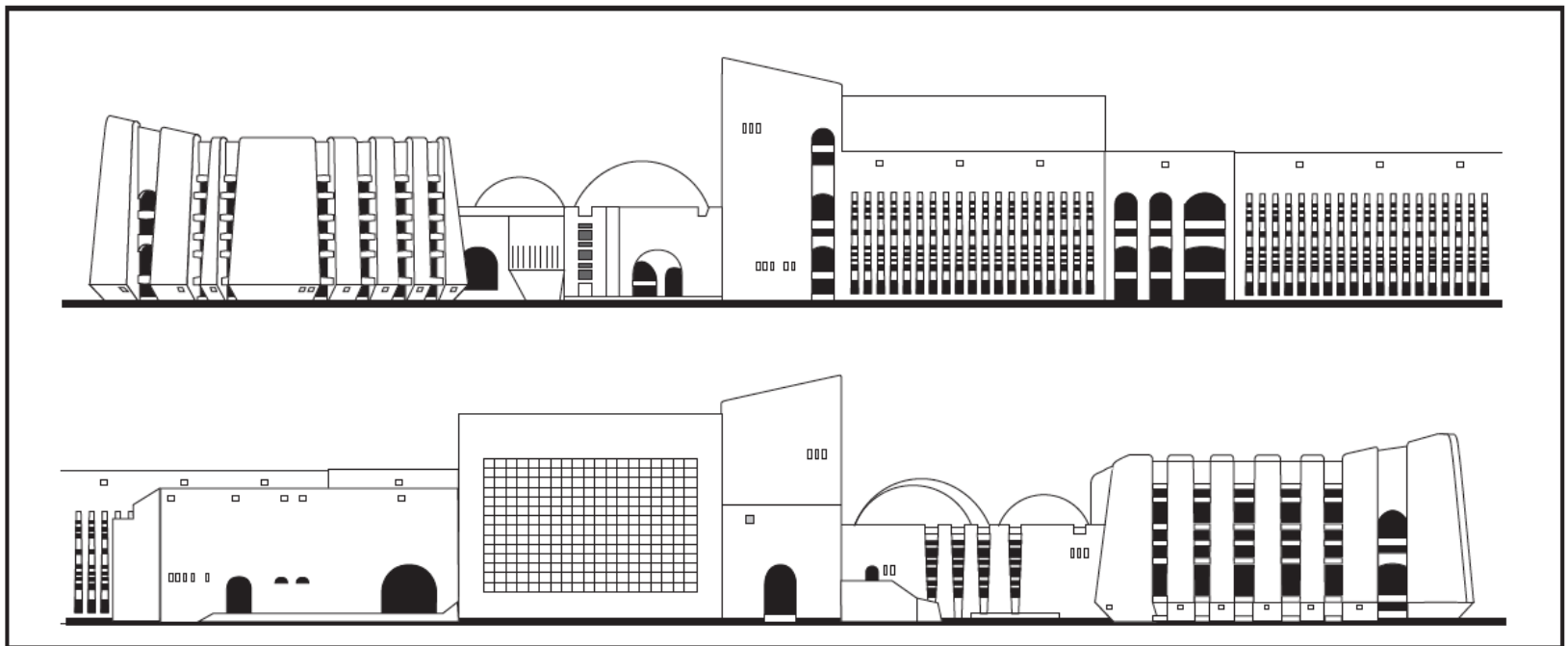
Coupe transversale, igloo, Laponie
(architecture vernaculaire)



Coupe transversale, silo à grains, Mali
(architecture vernaculaire)



Office Nigérien de l'Energie Solaire
Niamey, Niger (Laszlo Mester de Parad, 1978-1981)



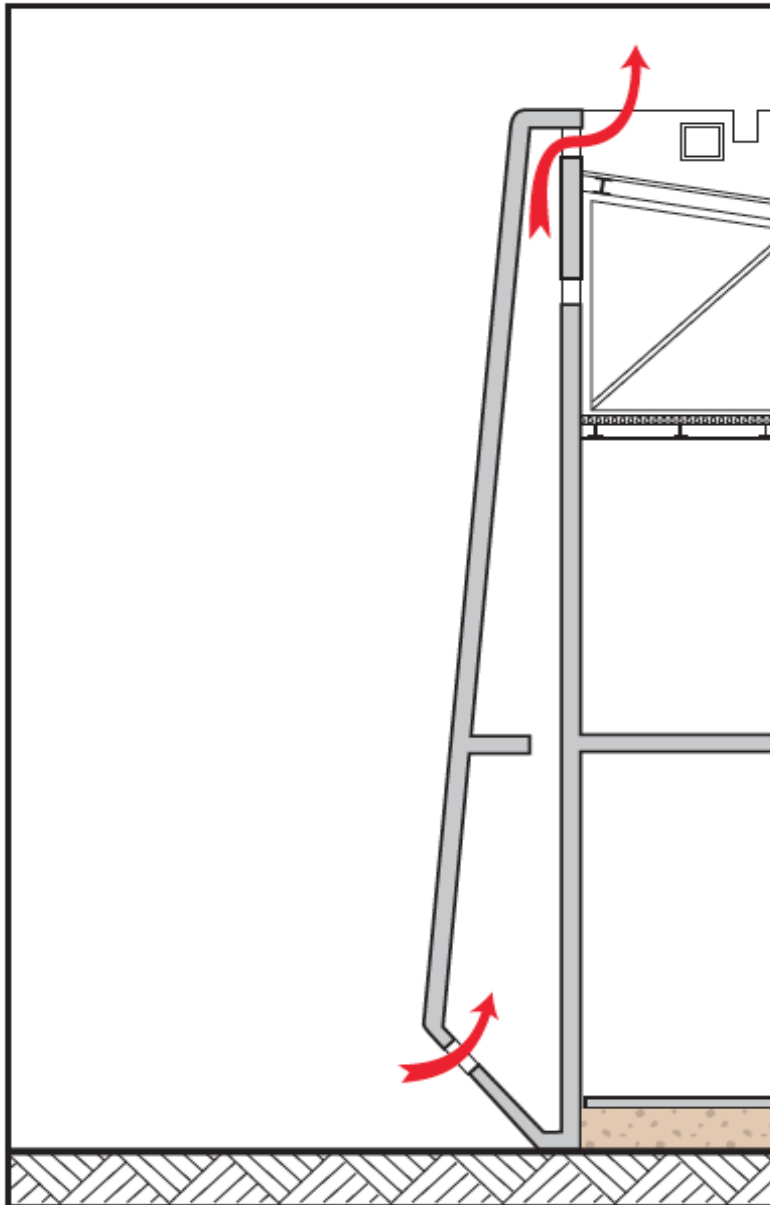
Elévations du bâtiment de logement des chercheurs
Office Nigérien de l'Energie Solaire
Nyamey, Niger (Laszlo Mester de Parad, 1978-1981)





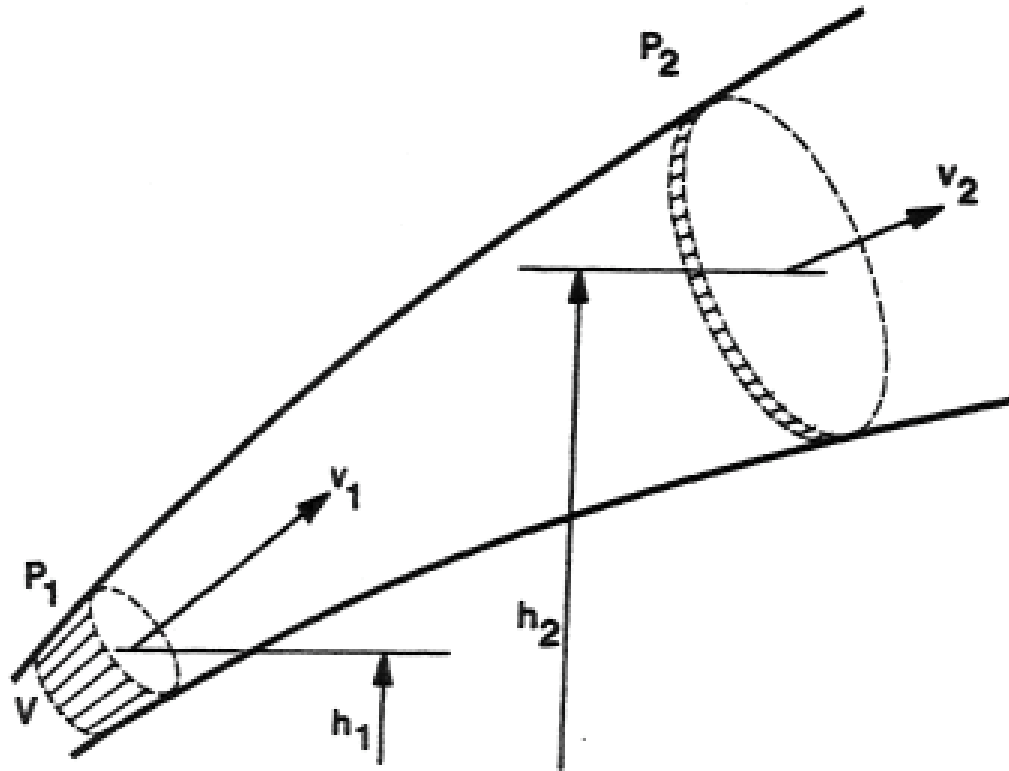


Office Nigérien de l'Energie Solaire
Nyamey, Niger (Laszlo Mester de Parad, 1978-1981)



Effet de cheminée
Office Nigérien de l'Energie Solaire
Nyamey, Niger
(Laszlo Mester de Parad, 1978-1981)

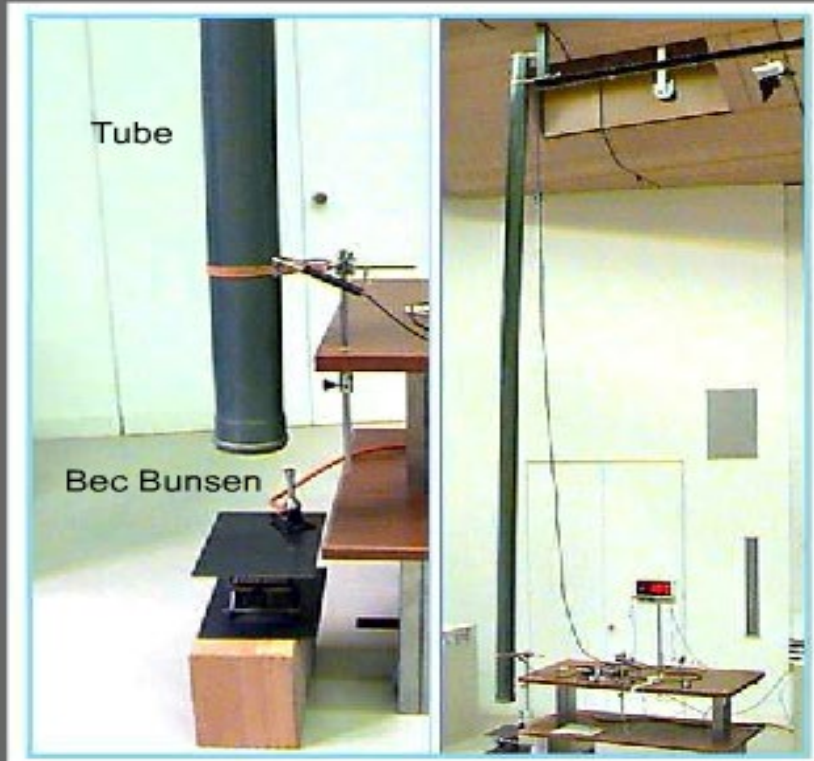
Mécanique des fluides



Ecoulement d'un fluide.

L'élément de volume V , de masse m , se déplace de la hauteur h_1 , à la hauteur h_2 .

Hydrostatique



Description de l'expérience :

Une fois l'expérience installée, la température est mesurée au bas du tube.

Au sommet sont mesurées la température et la vitesse de l'air.

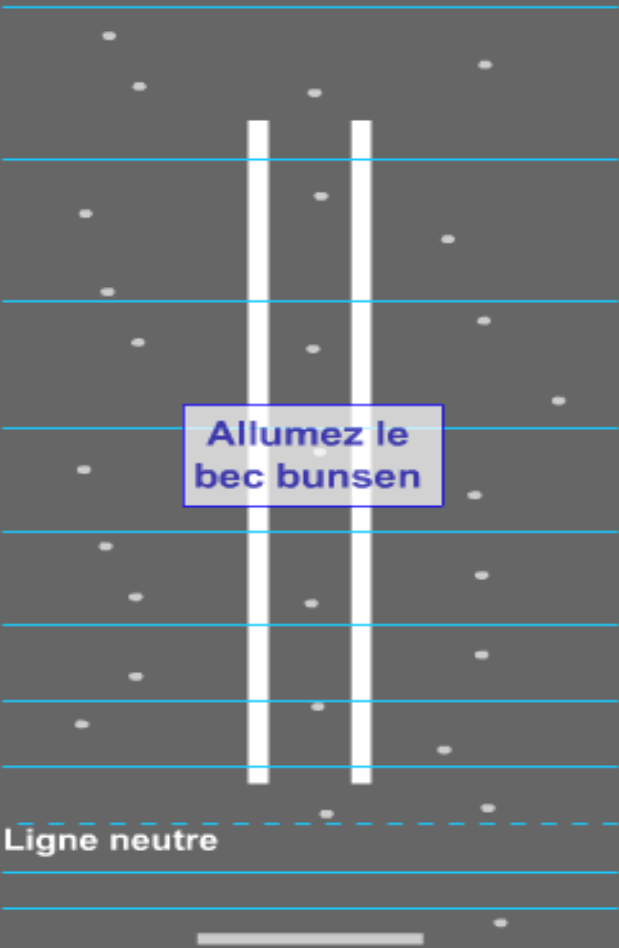
Le bec Bunsen, situé au pied du tube, est allumé ensuite.

On constate que l'augmentation de la température à l'intérieur du tube induit une augmentation de la vitesse de l'air (mesurée au sommet du tube).

Explication

Effet de cheminée (expérimentation)

Hydrostatique



Allumez le bec bunsen

Ligne neutre

Avant de commencer :

(I)
La température de l'air est identique à l'intérieur et à l'extérieur du tube:

$$\theta_i = \theta_e$$

Il en est de même pour la masse volumique de l'air (Loi des gaz parfaits):

$$\rho_i = \rho_e$$

(II)
Il y a une différence de pression d'air en fonction de la hauteur :

$$\Delta p = -\Delta h \cdot g \cdot \rho$$

(Equation de l'hydrostatique)

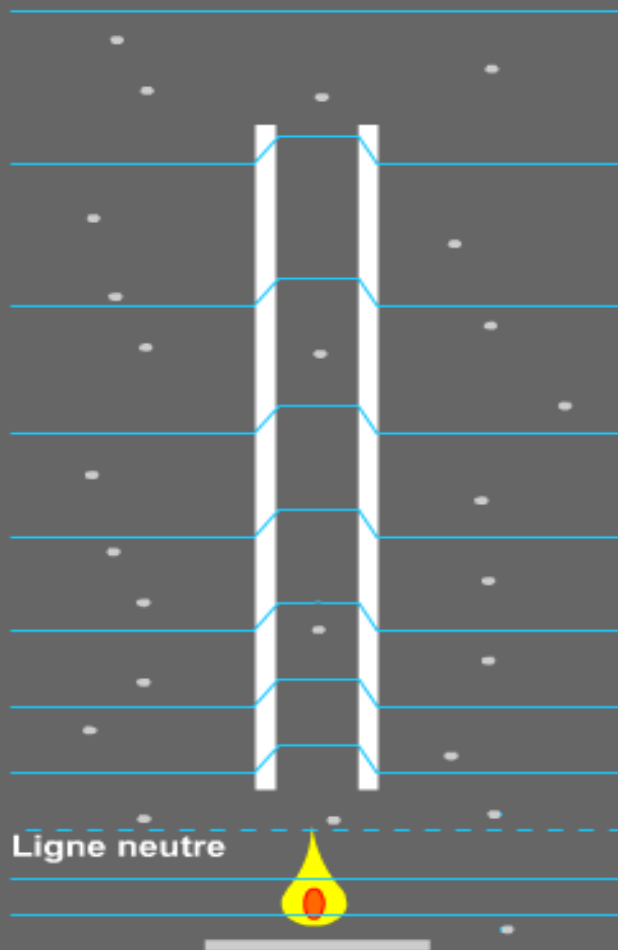
Cette différence de pression est la même à l'intérieur et à l'extérieur du tube :

$$\Delta p_i(h) = \Delta p_e(h)$$

L'air est donc immobile à l'intérieur du tube.

Effet de cheminée (sans flamme)

Hydrostatique



Après réchauffement de l'air à l'intérieur du tube:

(I) $\theta_i > \theta_e \Rightarrow \rho_i < \rho_e$

(Loi des gaz parfaits)

(II)

Il y a une différence de pression d'air en fonction de la hauteur :

$$\Delta p = -\Delta h \cdot g \cdot \rho$$

(Equation de l'hydrostatique)

Car la pression à l'extérieur du tube diminue plus vite que la pression à l'intérieur, lorsque h augmente:

$$p_e(h) = p_e(h=0) - \rho_e g h$$

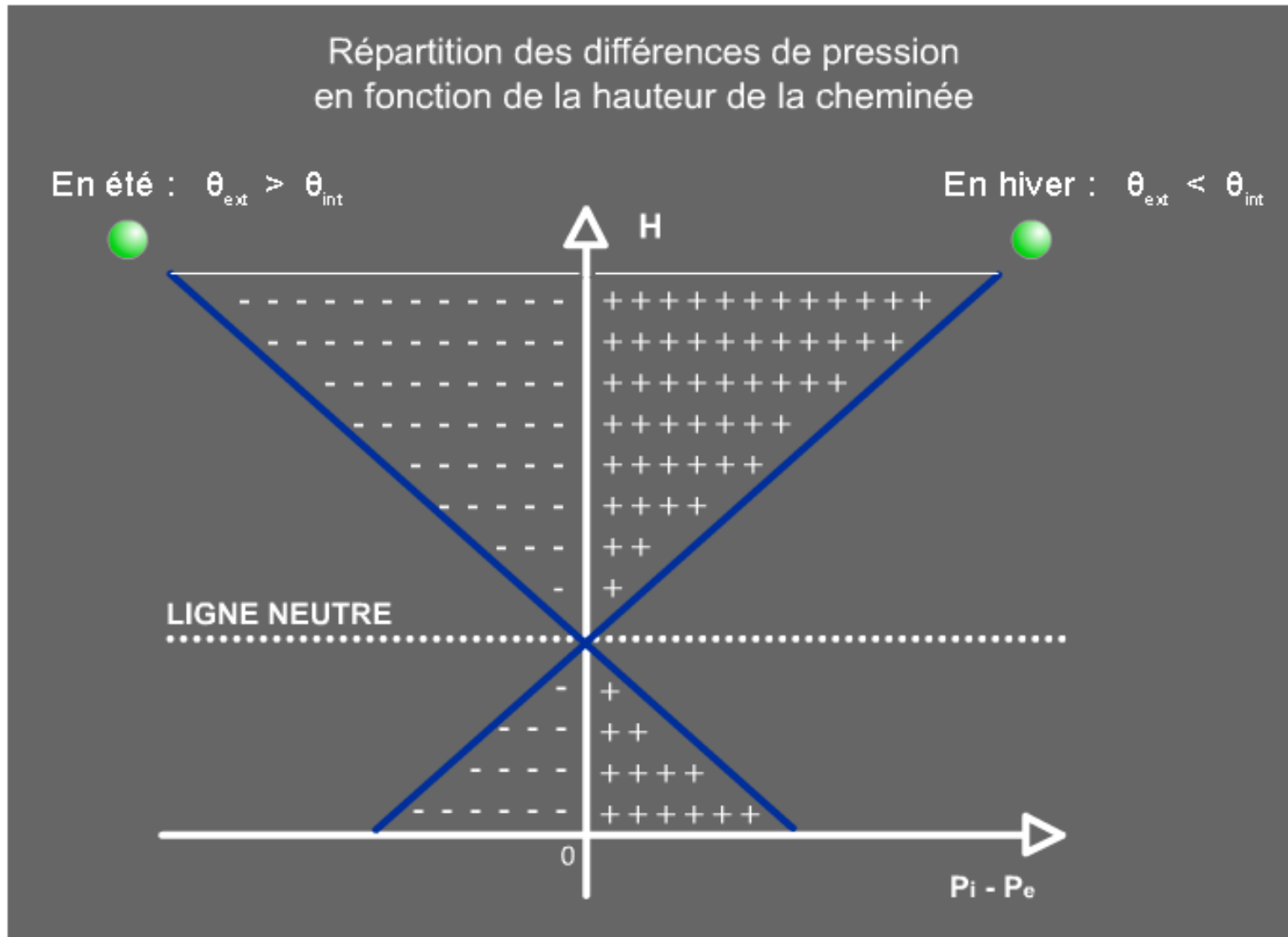
$$p_i(h) = p_i(h=0) - \rho_i g h$$

L'air se met en mouvement à l'intérieur du tube:

La cheminée "tire".

Effet de cheminée (avec flamme)

Hydrostatique



Effet de cheminée (répartition des pressions)



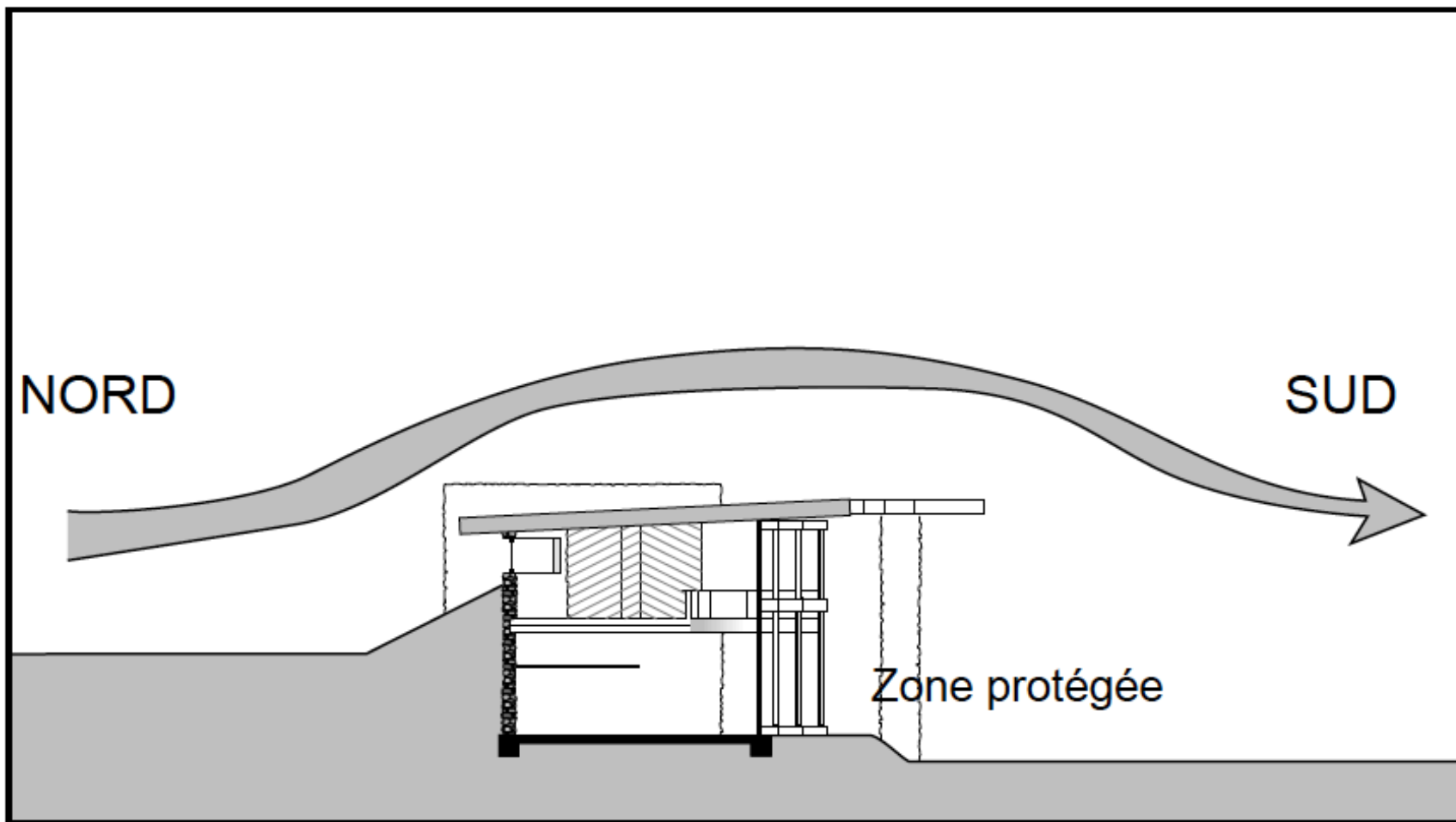
Toiture arrachée par des rafales de vent de plus de 120 km/h
Quiberon, Bretagne (France)



Maison H. Jacobs II, vue de la façade nord
Madison, Wisconsin USA (F.L. Wright, 1948-1949)

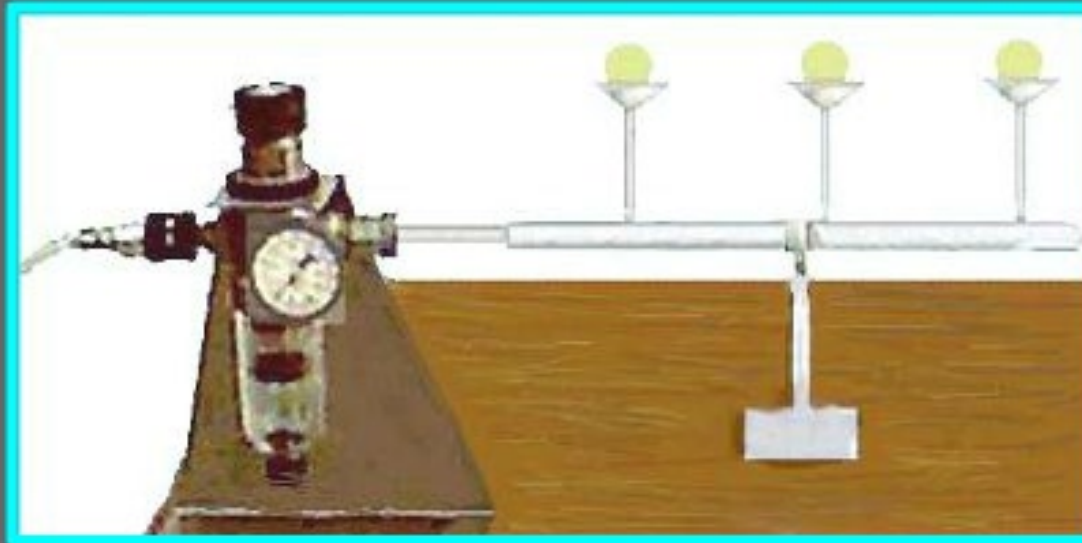


Maison H. Jacobs II, vue de la façade sud
Madison, Wisconsin USA (F.L. Wright, 1948-1949)



Maison H. Jacobs II, coupe transversale
Madison, Wisconsin USA (F.L. Wright, 1948-1949)

Hydrodynamique



Description de l'expérience :

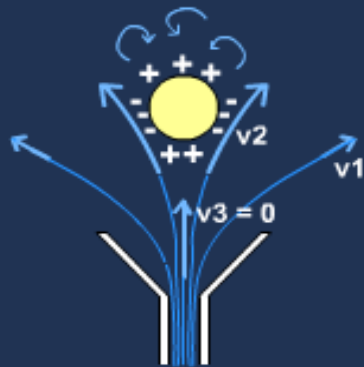
L'air comprimé est ouvert et les balles sont projetées vers le haut.

Si l'on les place de force dans l'entonnoir elles y restent, car elles sont aspirées par effet de dépression.

On peut renverser ce dernier sans que les balles ne tombent.

Balles dans un jet d'air

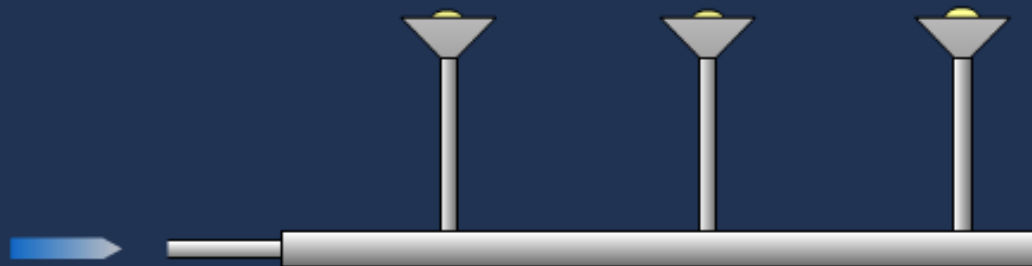
Hydrodynamique



Balle sur un jet d'air :

La **divergence du jet** assure la stabilité latérale ($v_2 > v_1$).

Les **remous** derrière la balle et les **frottements** sur la balle assurent la sustentation.



Remplacez les balles
dans les entonnoirs

Balles dans un jet d'air

Hydrodynamique



Balle sur entonnoir :

$p_1 > p_2$: La force résultante est dirigée vers le bas.
La vibration de la balle est accompagnée d'un sifflement (pincement de l'air à hautes fréquences).

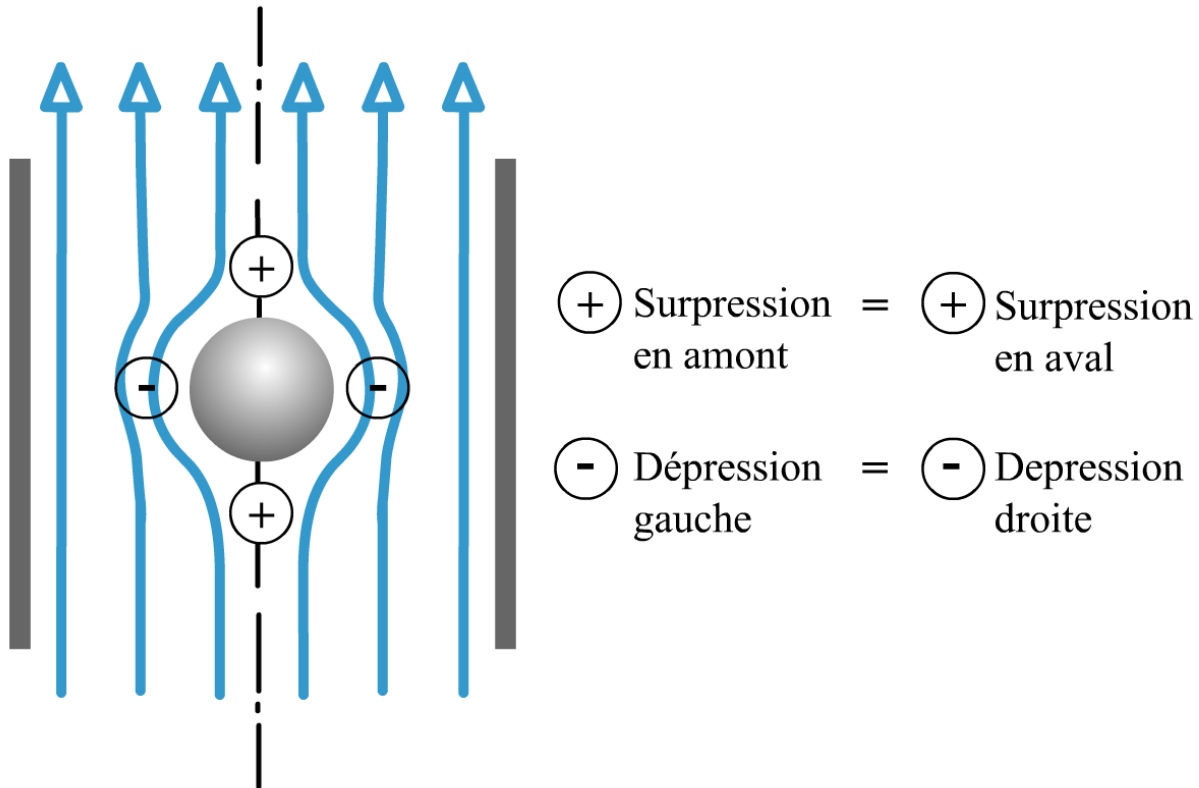


Renverser l'entonnoir

Balles dans un jet d'air

Mécanique des fluides

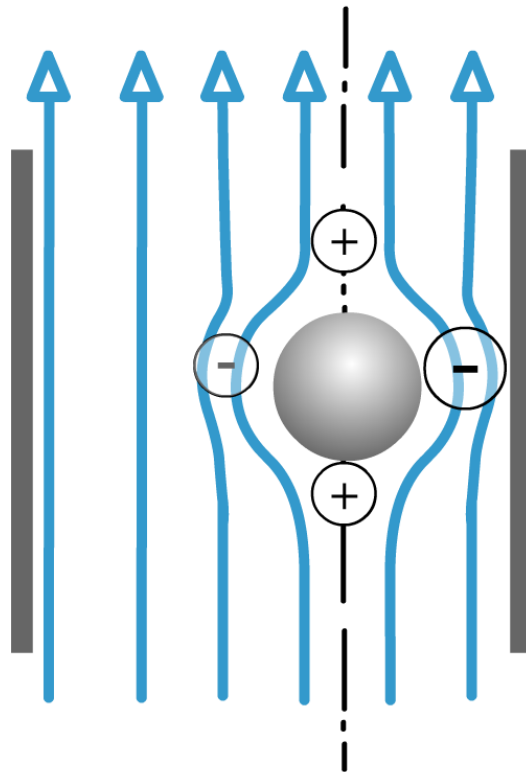
Écoulement vertical symétrique



Écoulement vertical symétrique

Mécanique des fluides

Ecoulement vertical asymétrique



A droite de la sphère, la vitesse d'écoulement relative est plus élevée.

Il se crée ainsi une dépression qui plaque la sphère contre les parois.

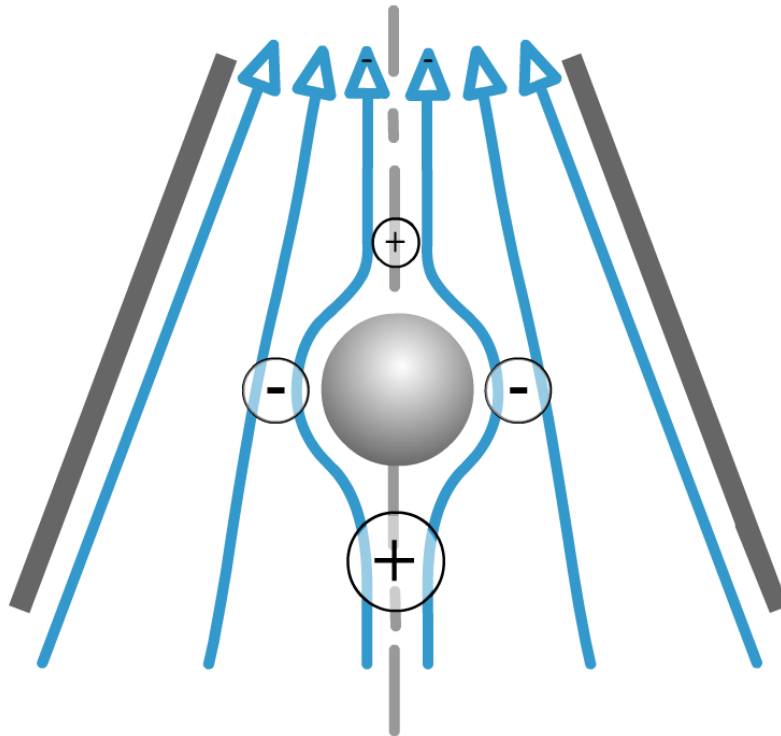
\oplus Surpression en amont = \oplus Surpression en aval

\ominus Dépression gauche < \ominus Dépression droite

Ecoulement vertical asymétrique

Mécanique des fluides

Ecoulement vertical convergent



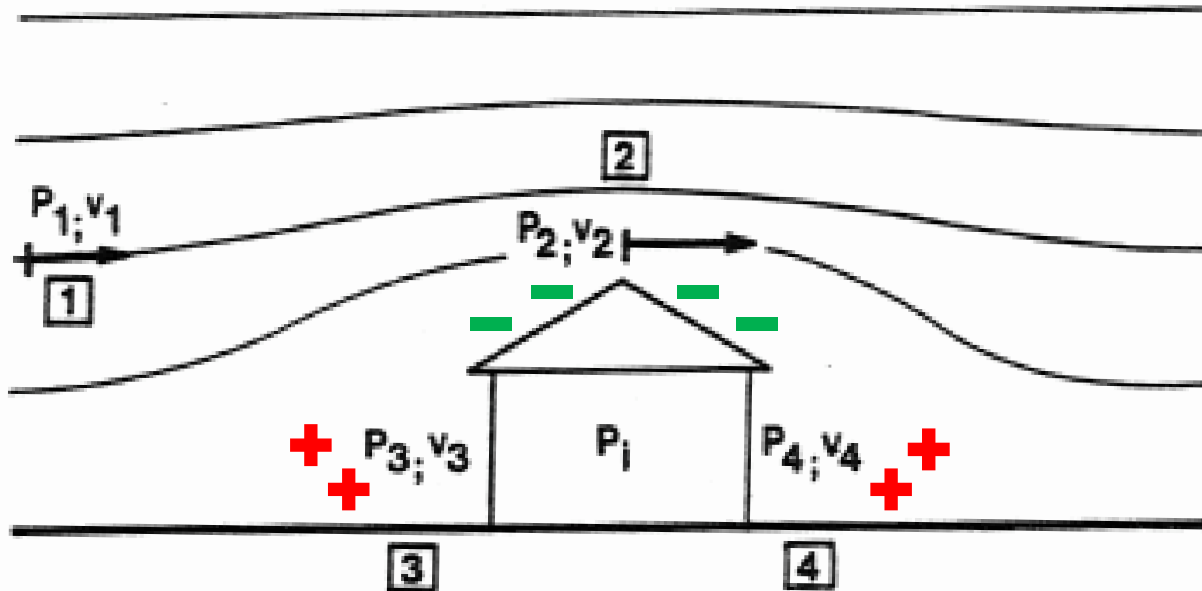
La vitesse d'écoulement du fluide est plus élevée au-dessus qu'au-dessous de la sphère.

Il y aura donc une dépression qui tend à aspirer la sphère vers le haut.

\oplus Surpression en amont $<$ \oplus Surpression en aval
 \ominus Dépression gauche $=$ \ominus Dépression droite

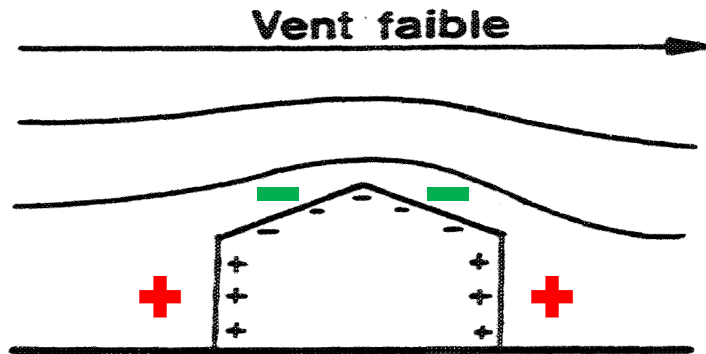
Ecoulement vertical convergent

Hydrodynamique

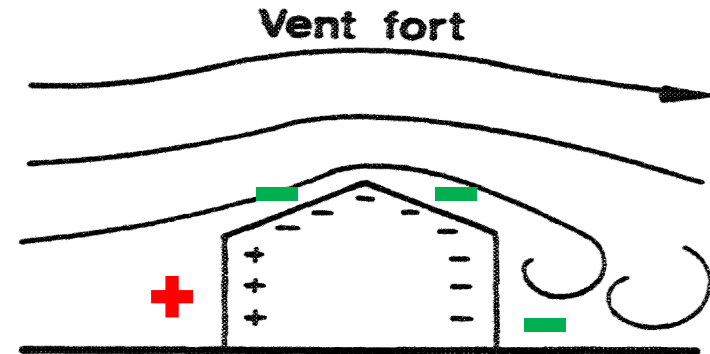


*Ecoulement de l'air autour d'un bâtiment.
Par vent faible l'écoulement est laminaire. En 3 et 4 la
vitesse est nulle alors qu'en 2 elle se trouve renforcée.*

Hydrodynamique

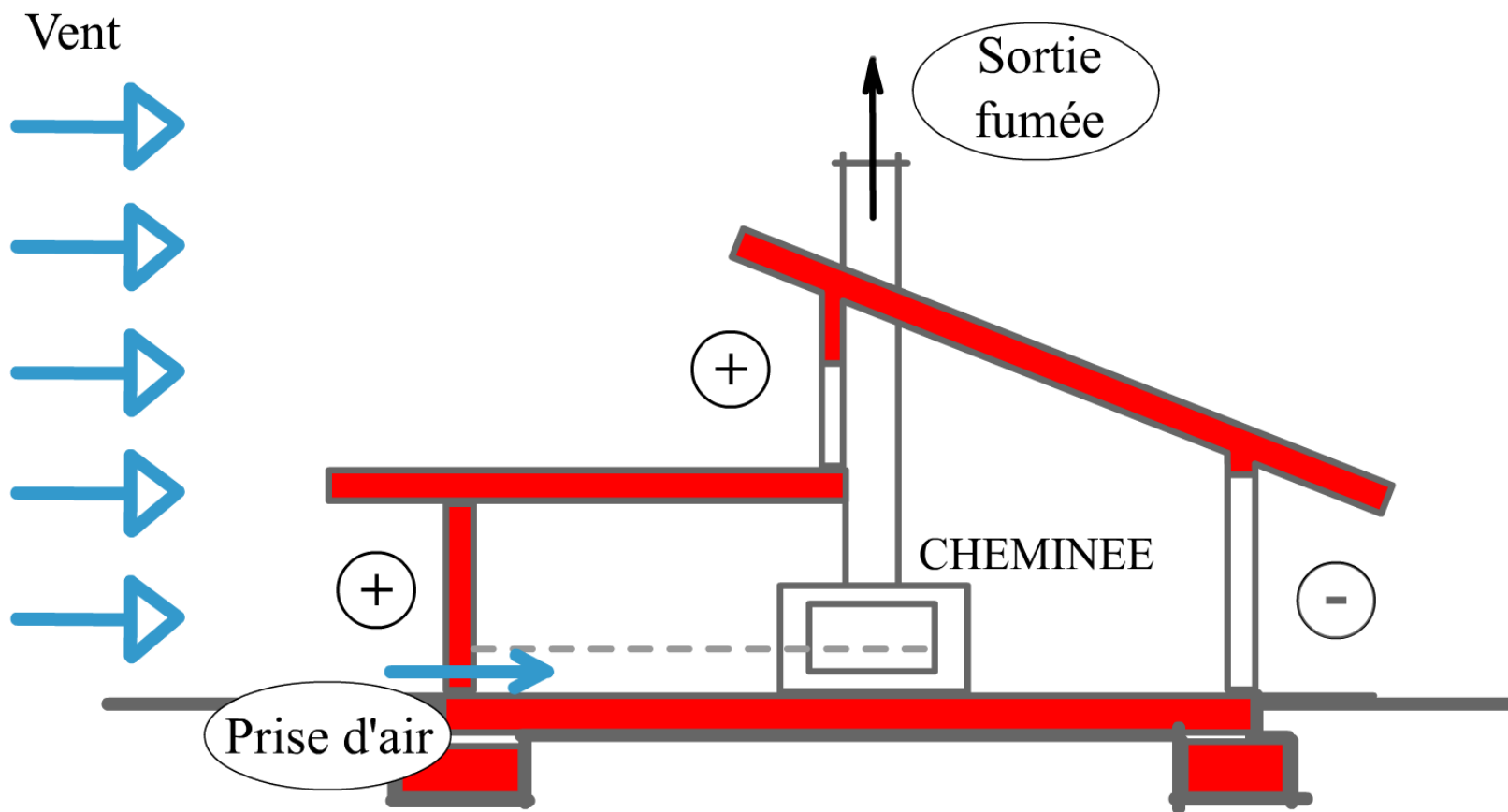


Ecoulement laminaire

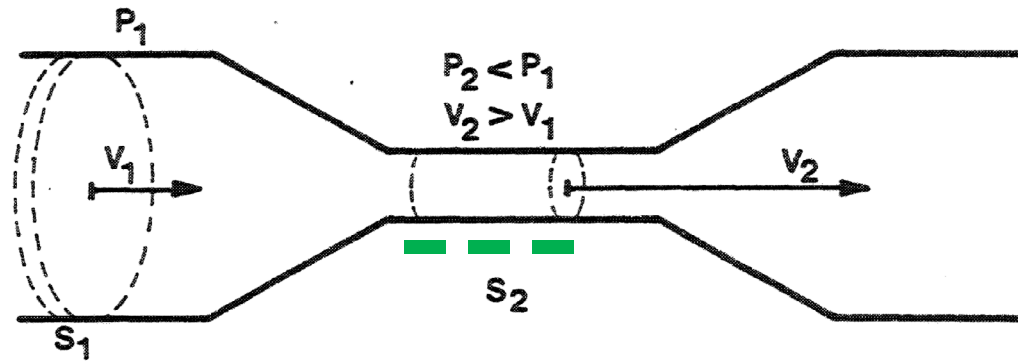


Ecoulement turbulent

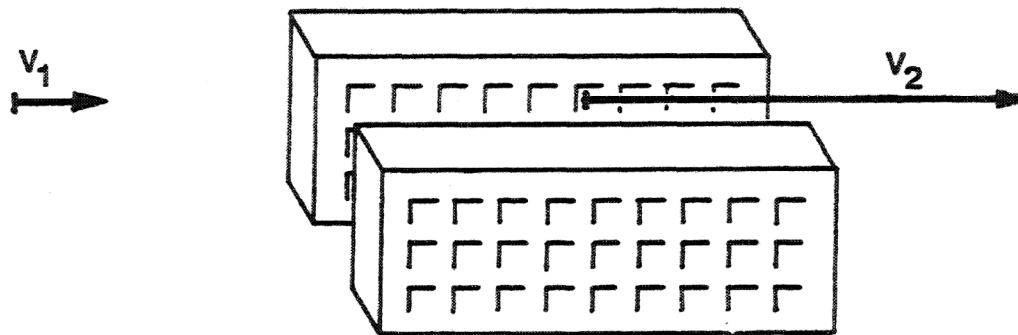
Modification des zones de surpression et dépression en fonction de la vitesse du vent.



Hydrodynamique



Effet Venturi dans une conduite.



Effet Venturi créé par des constructions voisines.

Hydrodynamique

Figure A

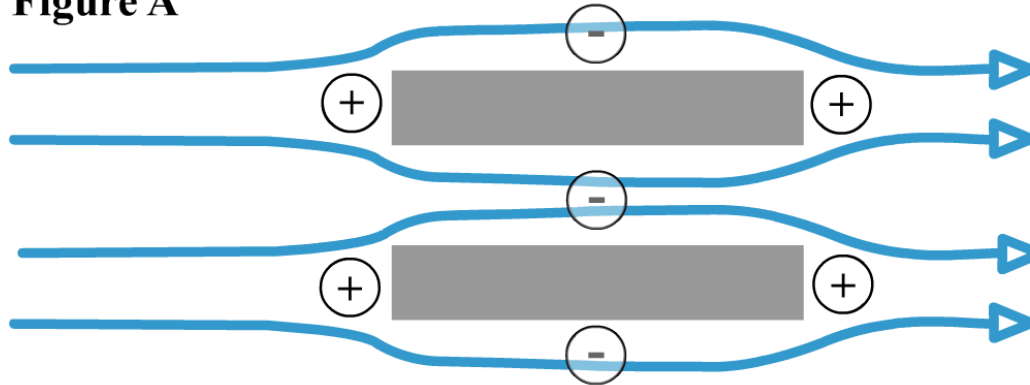
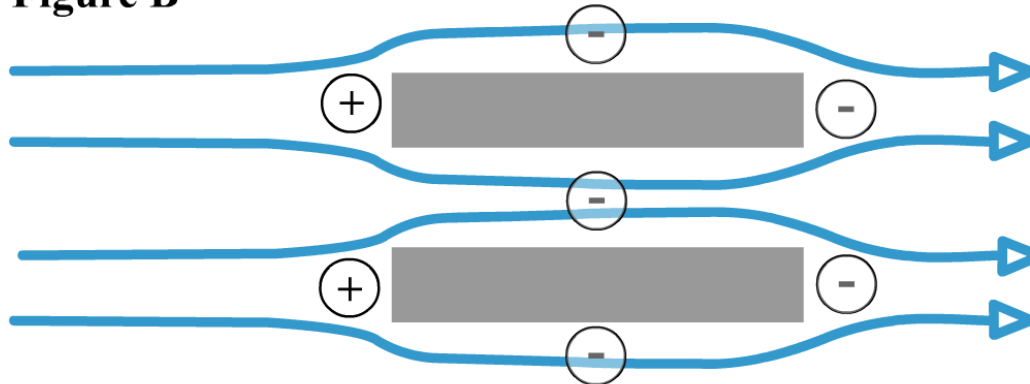


Figure B

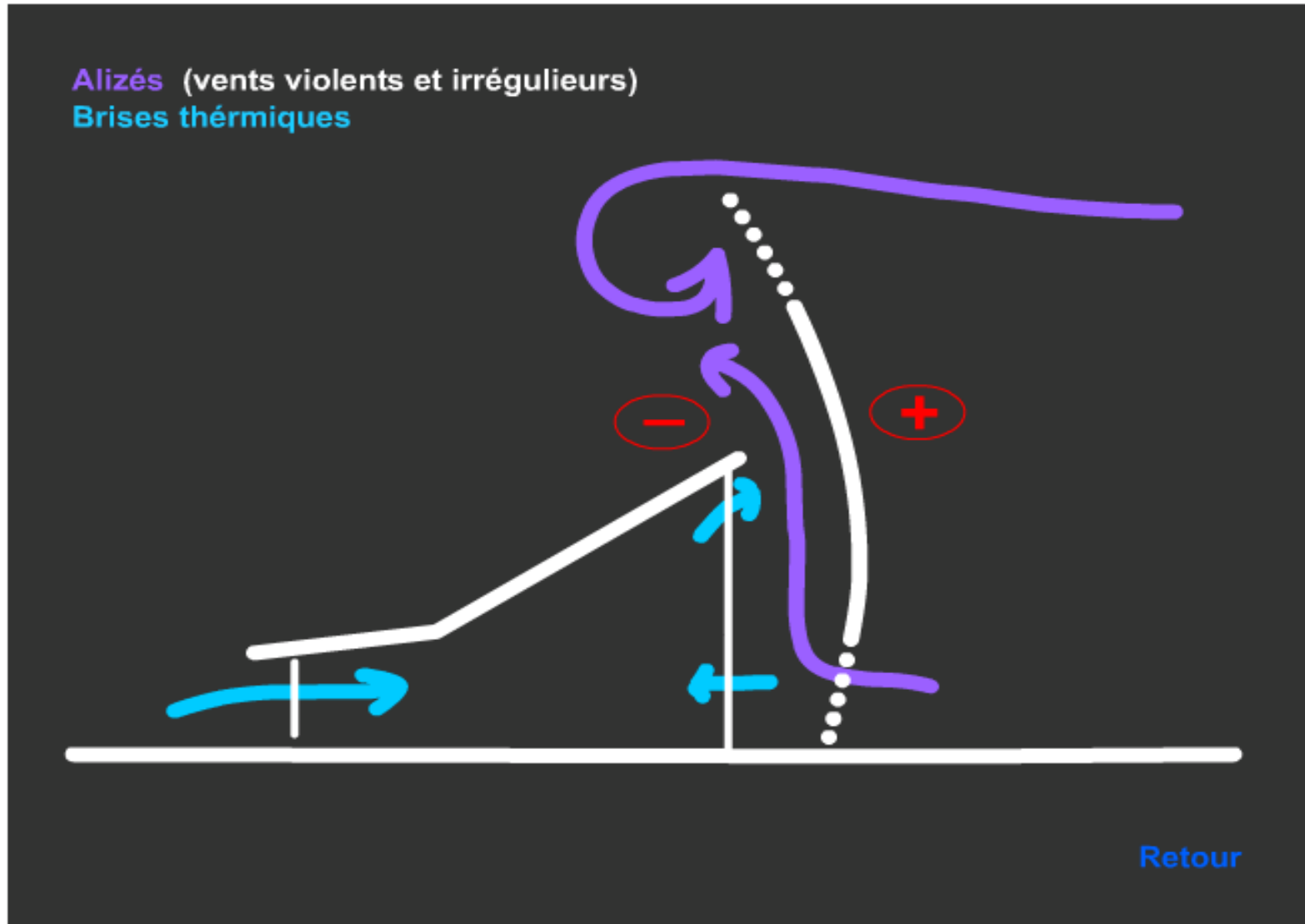


Effet Venturi



Grande Arche de la Défense, vue extérieure
Paris, France (P. Andreu, 1989)

Hydrodynamique



Écoulement d'air autour d'un bâtiment

Hydrodynamique

Ce bâtiment a été conçu comme une série d'unités représentatives reliées par un hall au niveau du rez-de-chaussée.

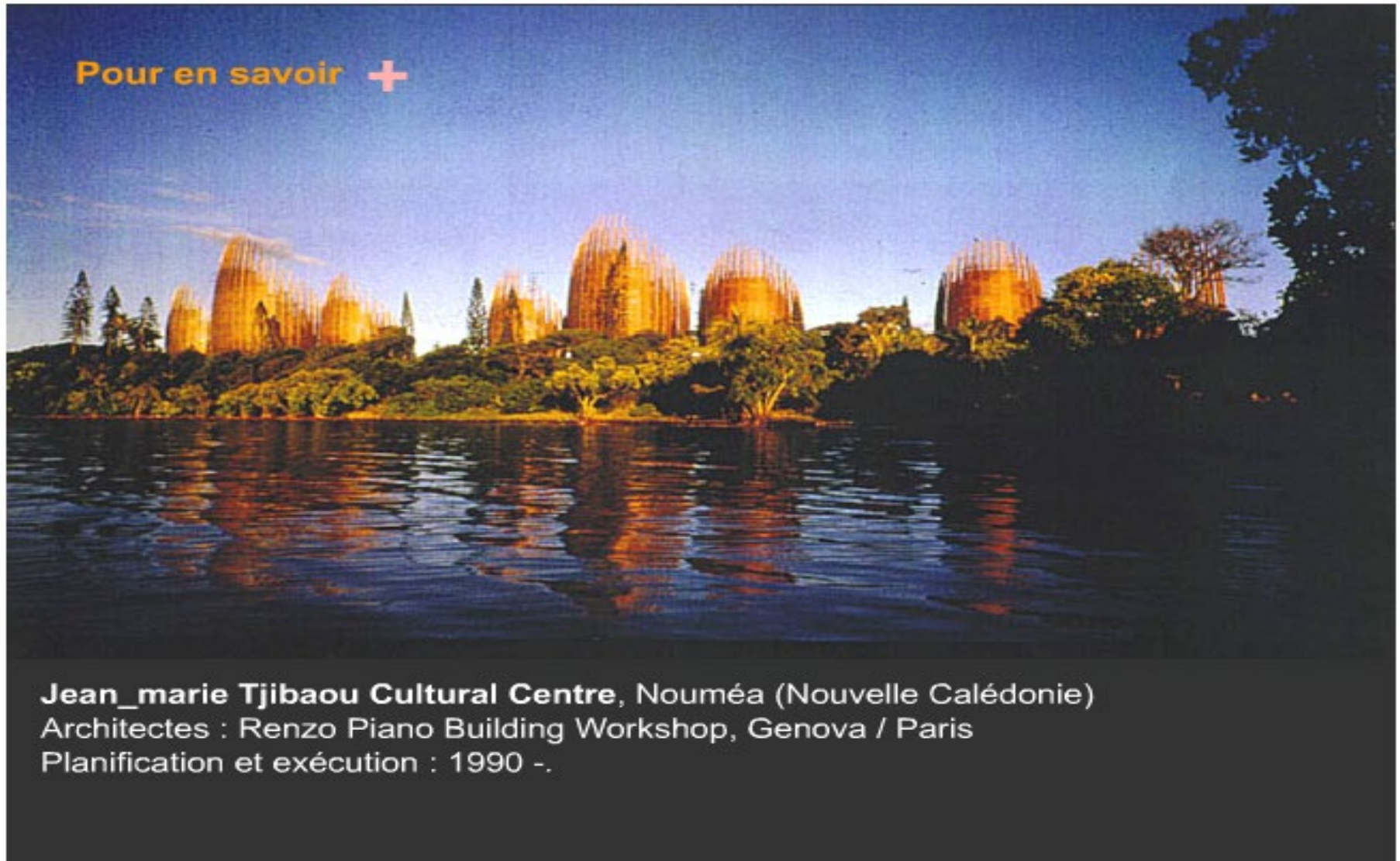
Ces unités (dont voici une coupe frontale type) ont été conçues en tenant compte des **Alizés** (vents violents et irréguliers) et des **brises thermiques** propres à la zone subtropicale.

Fonctionnement



Écoulement d'air autour d'un bâtiment

Hydrodynamique



Jean_marie Tjibaou Cultural Centre, Nouméa (Nouvelle Calédonie)
Architectes : Renzo Piano Building Workshop, Genova / Paris
Planification et exécution : 1990 -.

Écoulement d'air autour d'un bâtiment