

Les processus de penetration des ions

- Béton saturé, pas de difference de pression:
 - Diffusion
- Saturé difference de pression
 - Convection, flux de liquid
- Non saturé
 - Absorption
- Un face saturé, un face sec
 - “wick action”

Processus de transport

Permeabilité

Loi de Darcy

$$\frac{dq}{dt} = K_p \cdot \frac{\Delta h}{x} \cdot A$$

Flux

Coefficient de permeabilité

aire

Gradient de pression

Diffusion

Loi de Fick

$$\frac{dc}{dt} = -D \cdot \frac{dc}{dx}$$

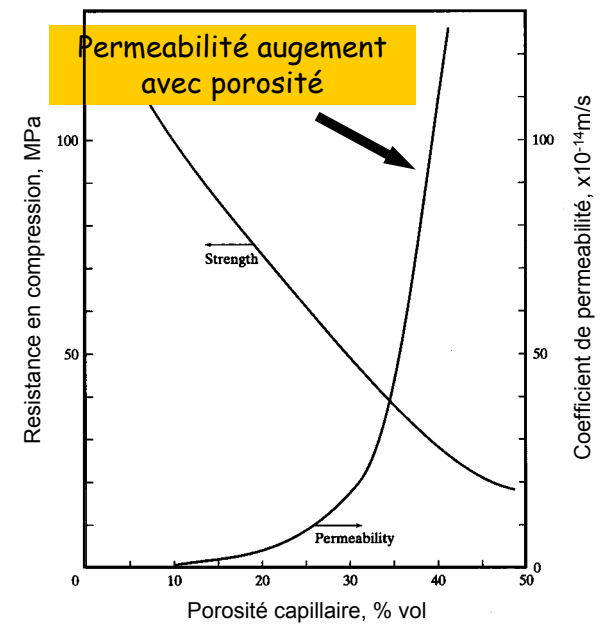
Coefficient de diffusion

Rate of diffusion

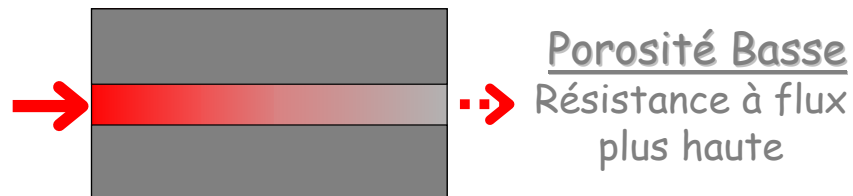
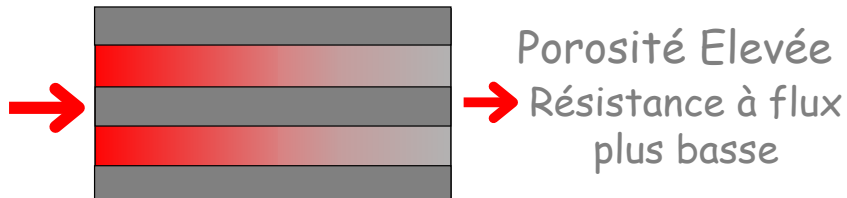
Gradient de concentration

K_p
 D

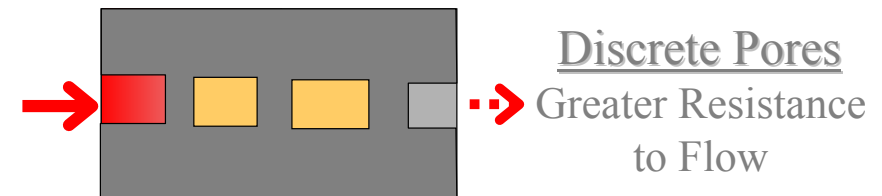
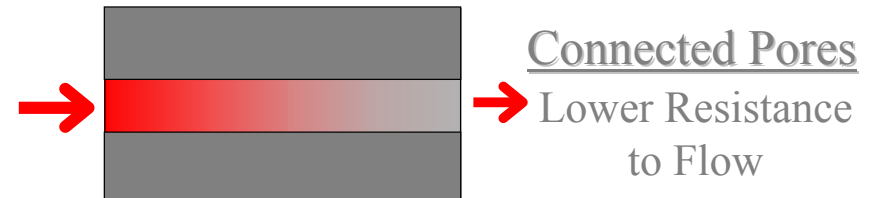
Depend des même parametres



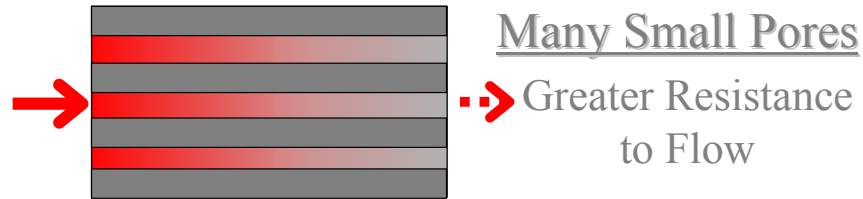
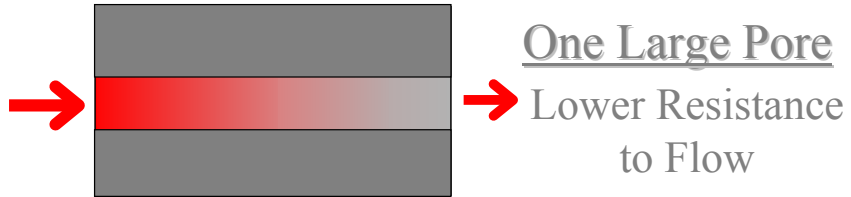
Effet de Porosité



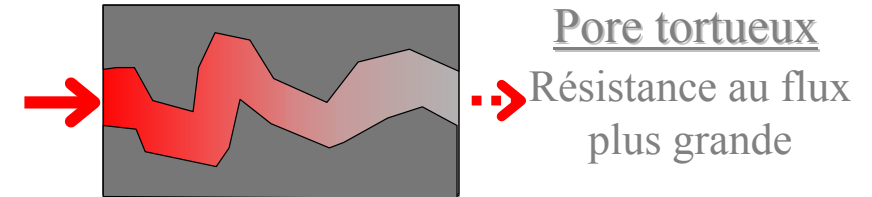
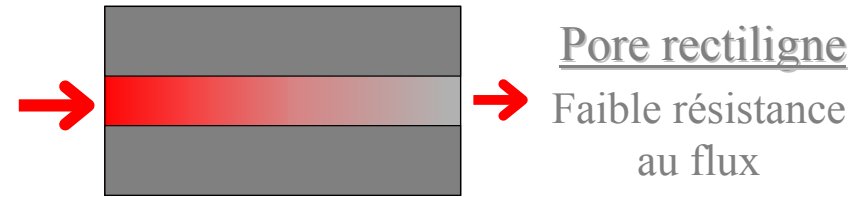
Effet de Connectivité



Effect of Constrictivity



Effet de la tortuosité

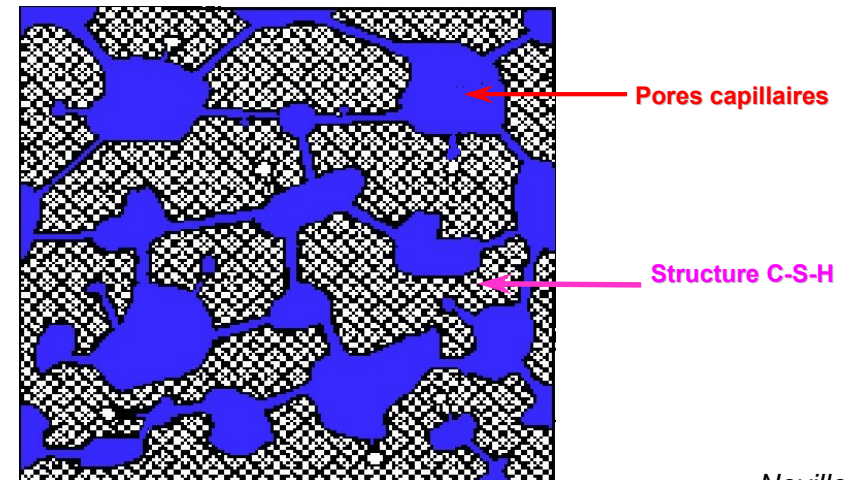


Pour diminuer la perméabilité d'un matériau poreux:

- Diminuer la porosité totale
- Diminuer la connectivité
- Diminuer la taille des pores
- Augmenter la tortuosité

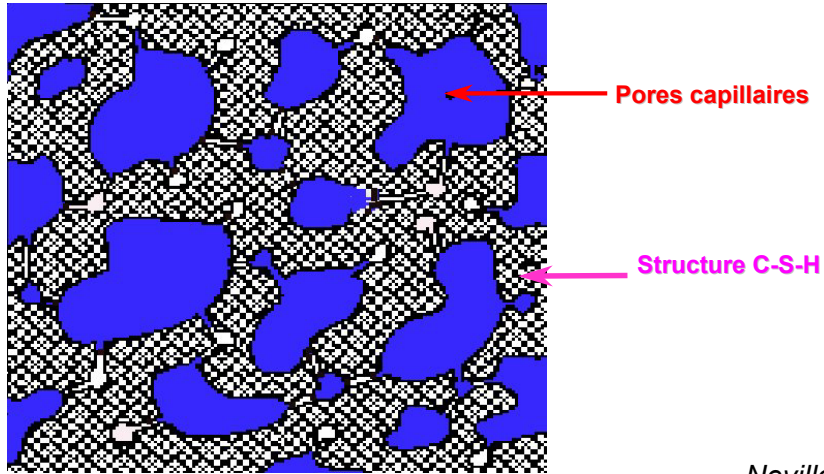
Perméabilité élevée

(Interconnection des pores capillaires)



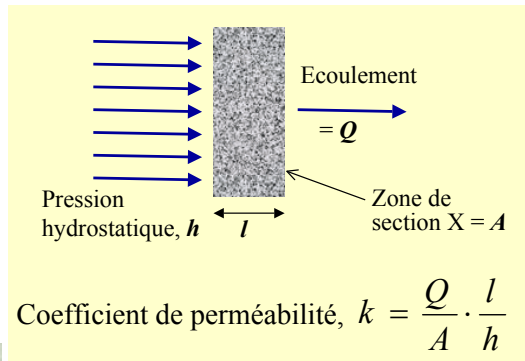
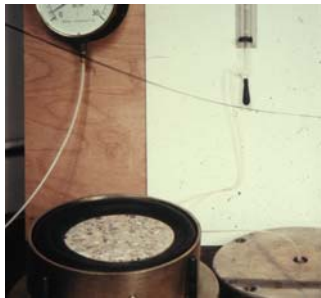
Faible Perméabilité

Pores capillaires segmentés et partiellement connectés



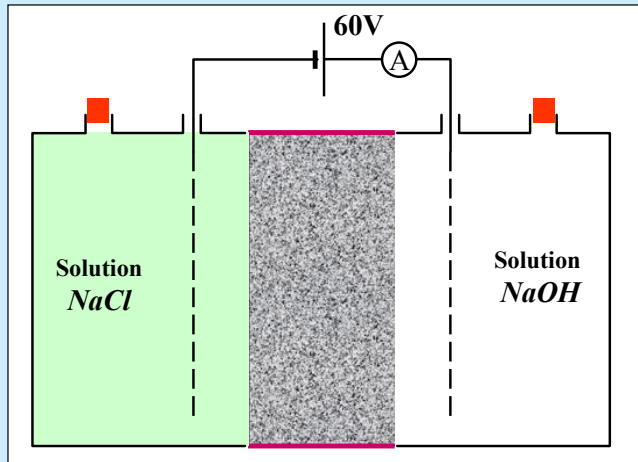
Neville

Techniques de mesure



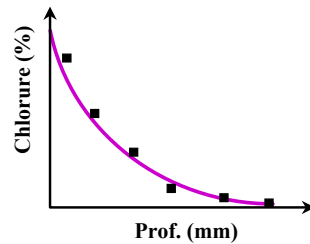
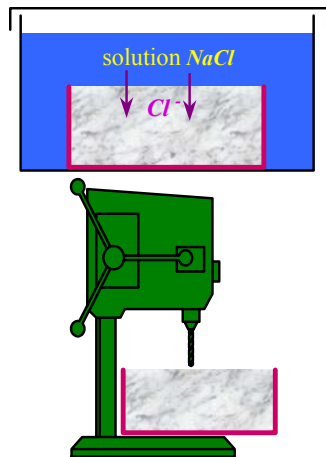
Pas efficace pour bétons avec $W/C \leq 0.4$

Test rapide de perméabilité avec chlorures (ASTM C1202)



Est ce que le migration de Cl-
sou effet de courant est le même
que sur diffusion toute seul?

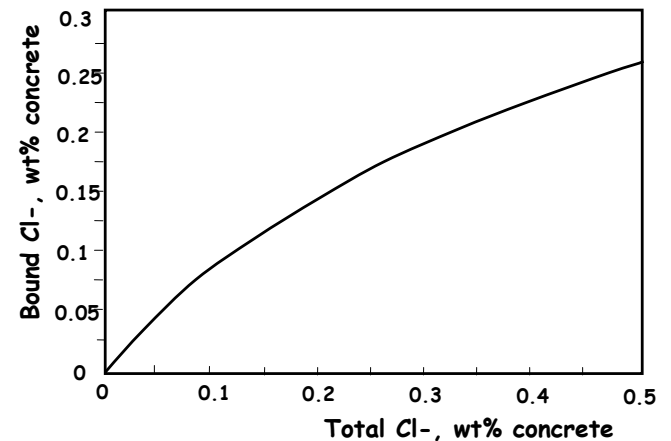
Test de diffusion par capillarité



$$\frac{C_x}{C_0} = 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{D_a \cdot t}}\right)$$

C_0 et D_a trouvés par
ajustement de courbe

Mais il y a un interaction entre
les ions Cl- et les hydrates



Impact de paramètres du béton

Le plupart du transport se passe par le pâte de ciment

Donc, pour diminuer la perméabilité, vous devez modifier la pâte.

Réduction de la quantité de pâte:

- Diminuer le rapport eau / ciment
- Améliorer la composition granulométrique

Améliorer la qualité de la pâte:

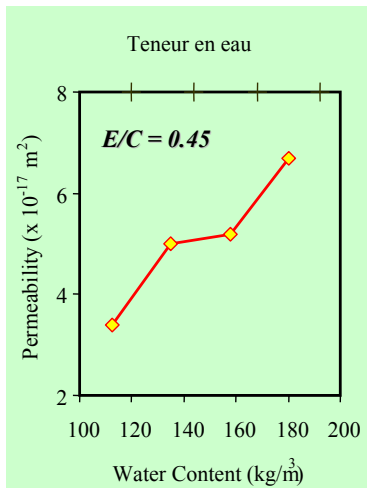
- Diminuer le rapport eau / ciment
- Utiliser SCM's

A dosage en ciment constant,

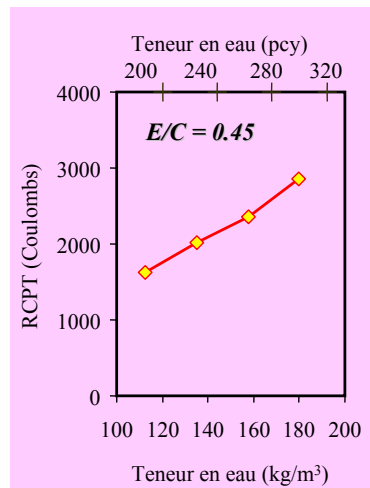
la réduction du rapport
eau / ciment

diminue la quantité de pâte,
donc la porosité totale

Effet de la teneur en eau

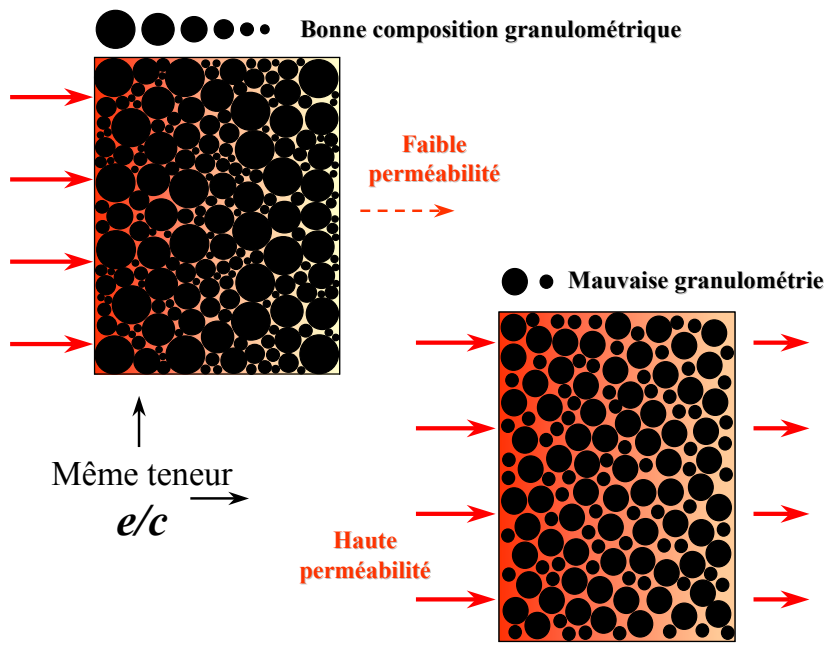


Perméabilité aux gaz



Perméabilité aux "Chlorures"

Améliorer la composition granulométrique réduit le volume de la pâte, et donc la porosité totale.



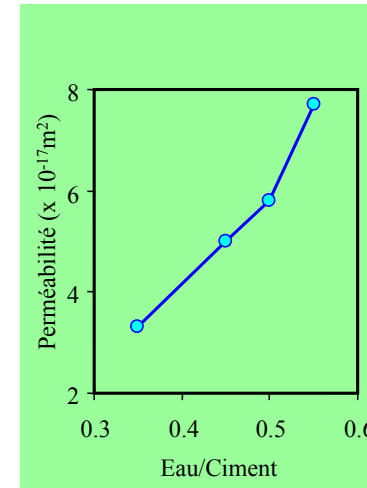
E/C vs. Teneur en eau

Cement content (kg/m^3)	Water Content (kg/m^3)			
	W/C =			
	0.35	0.45	0.50	0.55
250	-	113	-	138
300	-	135	150	-
350	-	158	-	-
400	140	180	-	-

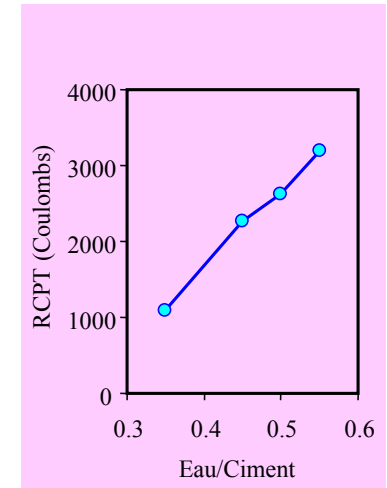
Augmentation du volume de pâte

Une diminution du rapport E/C améliore la qualité de la pâte, réduit la porosité totale, réduit la connectivité, et augmente le resserrement et la tortuosité.

Effet de E/C

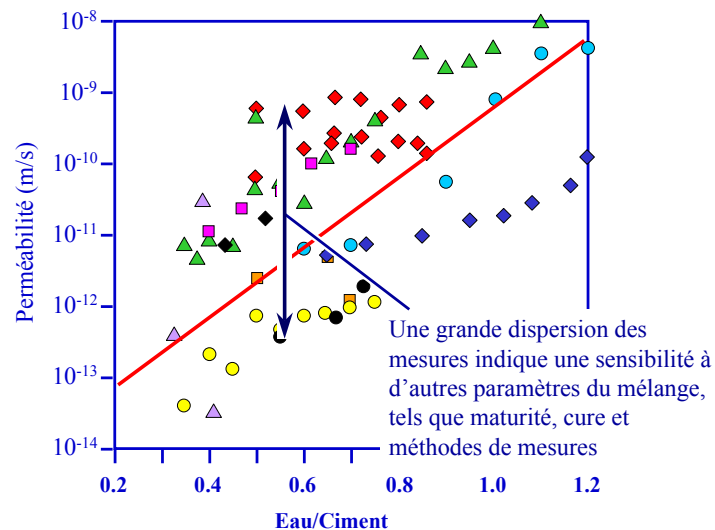


Perméabilité aux Gaz



Perméabilité aux "Chlorures"

Effet de E/C sur la perméabilité



(Adapté de Hearn et al, 1996)

Aproches au modelisation
du durée du vie

Les grandes structures / ouvrages d'art

- Ex. Le tunnel sous la manche
- On veut un durée de vie de 100 ans (par exemple)
- Comment calculé le qualité du béton et epaissir de béton autour des aciers pour atteindre cette durée de vie.

