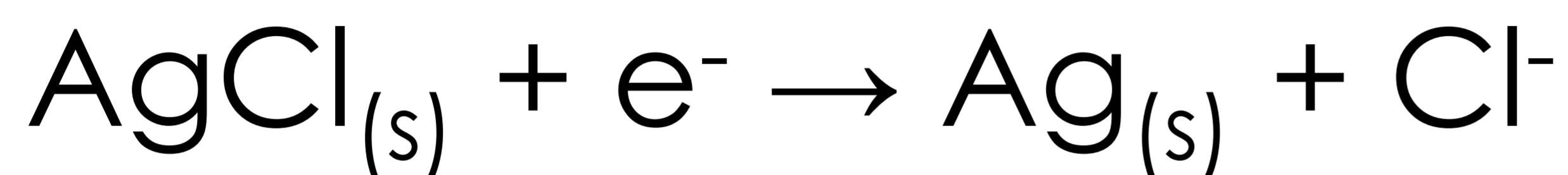
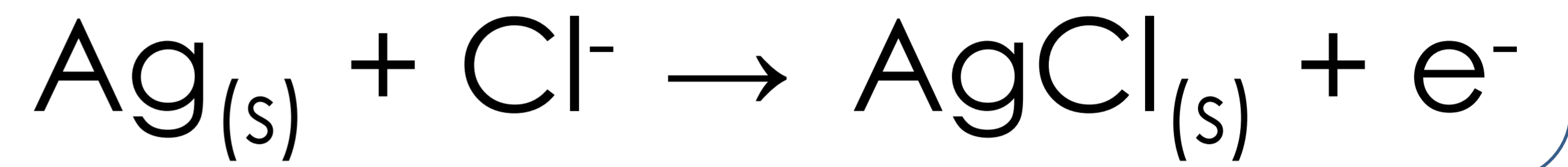


Fonctionnement de la pile

L'équation de **réduction**, qui a lieu à l'anode, est la suivante:



L'équation d'**oxydation**, qui a lieu à la cathode, est la suivante:



La pile génère du courant uniquement grâce à la **différence de salinité** entre les compartiments. Il s'agit du concept de pile de concentration. Les électrons complètent l'équation rédox et créent donc du courant.

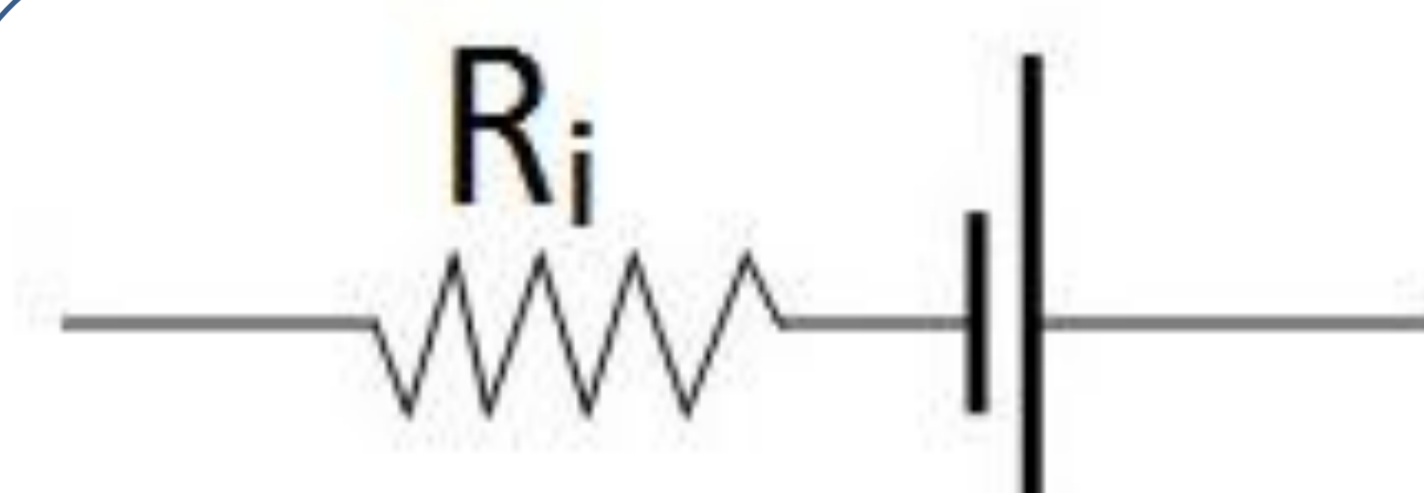
L'électron cédé par le réducteur est capté par l'oxydant en passant par le circuit extérieur: le courant circule.

Le potentiel créé aux bornes des électrodes est donné par l'équation de **Nernst**:

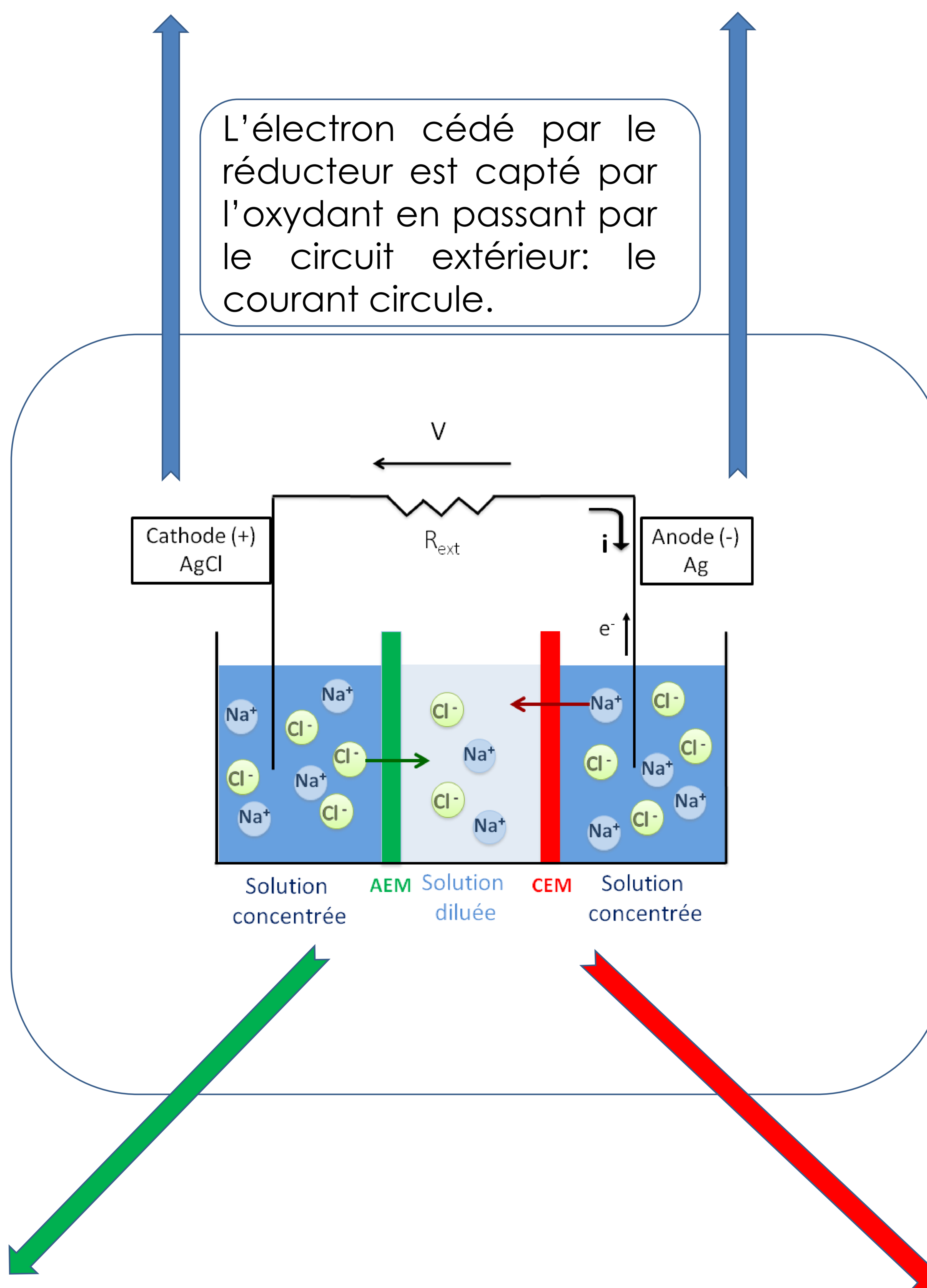
$$V_{théo} = N \cdot \left(\frac{\alpha RT}{zF} \right) \cdot \ln \left(\frac{a_c}{a_d} \right)$$

a_c = activité de la solution concentrée
 a_d = activité de la solution diluée

L'eau n'étant pas un conducteur parfait, il subsiste comme dans toutes les piles une **résistance interne**.



Cette résistance induit une chute de potentiel inhérente à la pile.



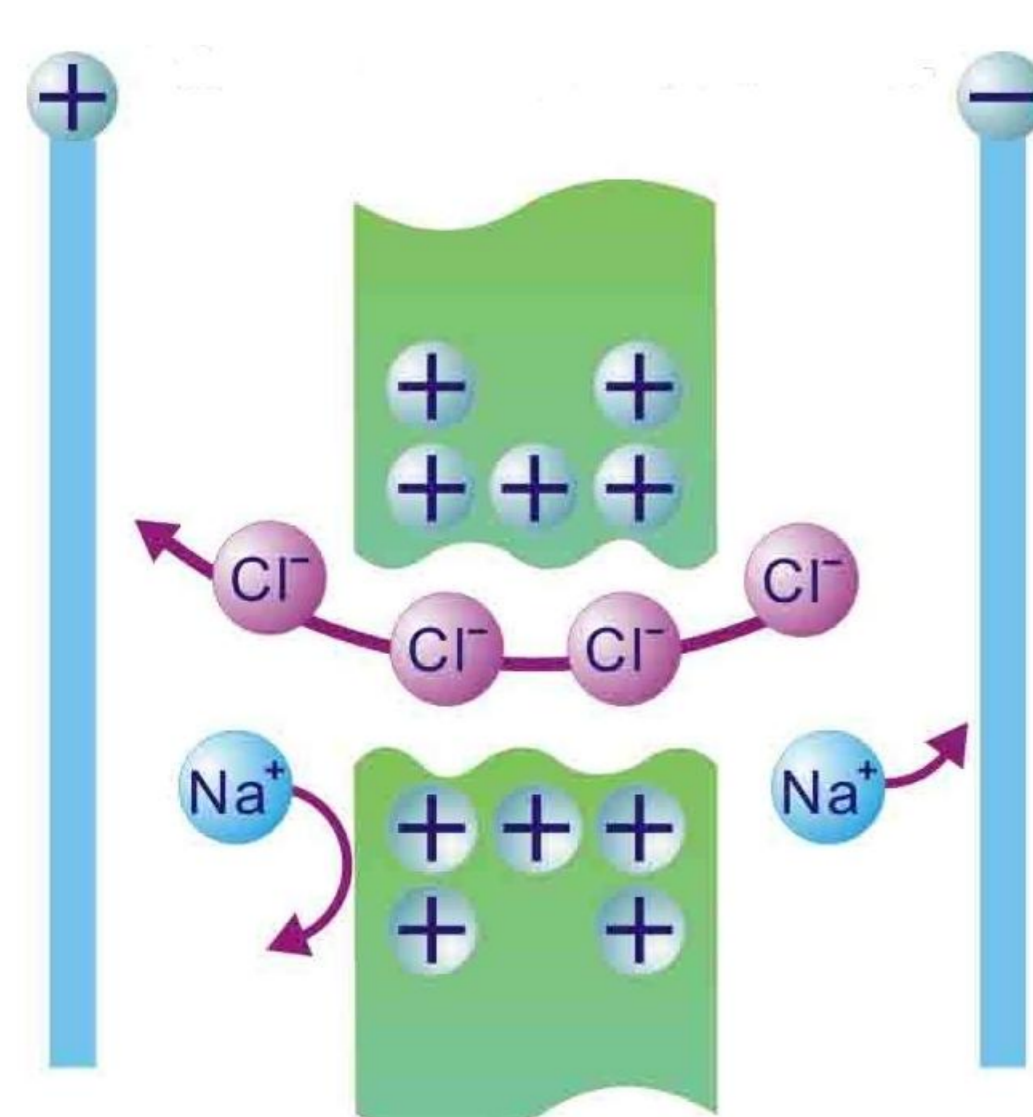
En termes thermodynamiques, le **travail fourni** par cette pile provient de l'**entropie** ΔS qui y règne.

L'entropie mène au concept d'énergie libre et de réaction **spontanée**.

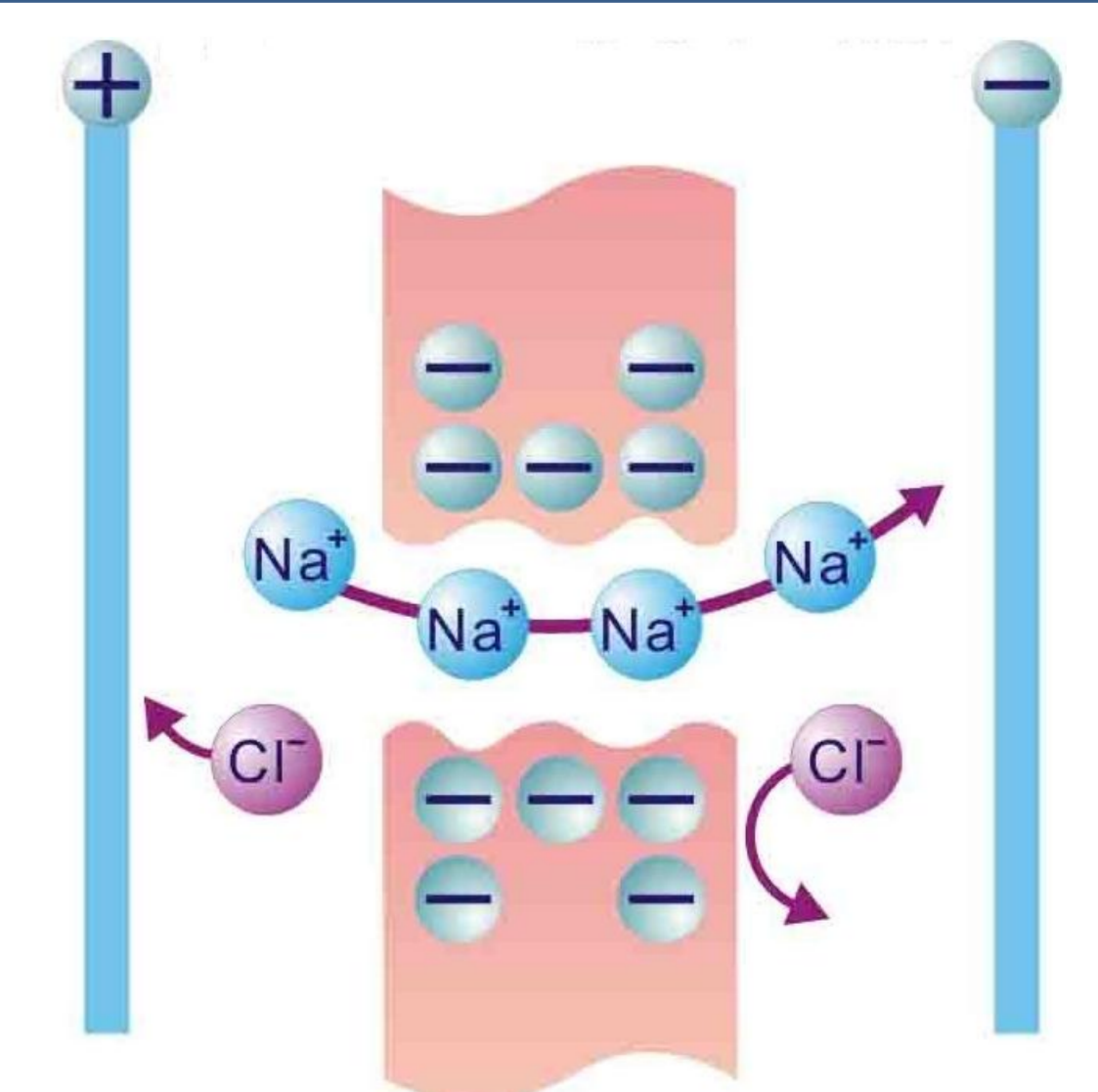
$$\Delta G = -T\Delta S \text{ si } \Delta H=0$$

$\Delta G > 0$: spontané
 $\Delta G < 0$: spontané.

Anion Exchange Membrane (Cl⁻)



Cation Exchange Membrane (Na⁺)



Les membranes échangeuses d'ions fonctionnent suivant un procédé électrostatique. Elles ne permettent le passage que d'un type d'ion: cation ou anion.

Dimensionnement d'une pile à électrodialyse inverse pour un ménage belge



Microgravity Research Center

Edem Kossi Akakpo, Hamza Benkahla, Mohamed Laazibi, Jérôme Nève et Max Thulliez.

Le but de cette section est de **modéliser** un **prototype** théorique de pile fonctionnant par électrodialyse inverse, qui couvrirait les besoins d'un **ménage belge moyen**.

Entrées



Energie annuelle : $9 \cdot 10^9$ J ^[1]

Puissance moyenne : 3 kW

Pour une **première approche**, nous considérons un module à **3 compartiments** en **statique** (aucun débit)

Calculs

Energie

L'énergie nous donnera le **volume** de liquide **nécessaire** et celui-ci déterminera la **durée de vie** de cette pile.

$$\Delta E_{MAX} = \frac{-2}{nF} \cdot \left[RT \cdot \ln \frac{V_A}{V_B} \cdot c_{eq} + RT \cdot \int_0^{c_{eq}} \ln \frac{n_{Bo} + \zeta}{n_{Ao} + \zeta} \cdot d\zeta \right]$$

➔ **3 compartiments de 5210 m³.**

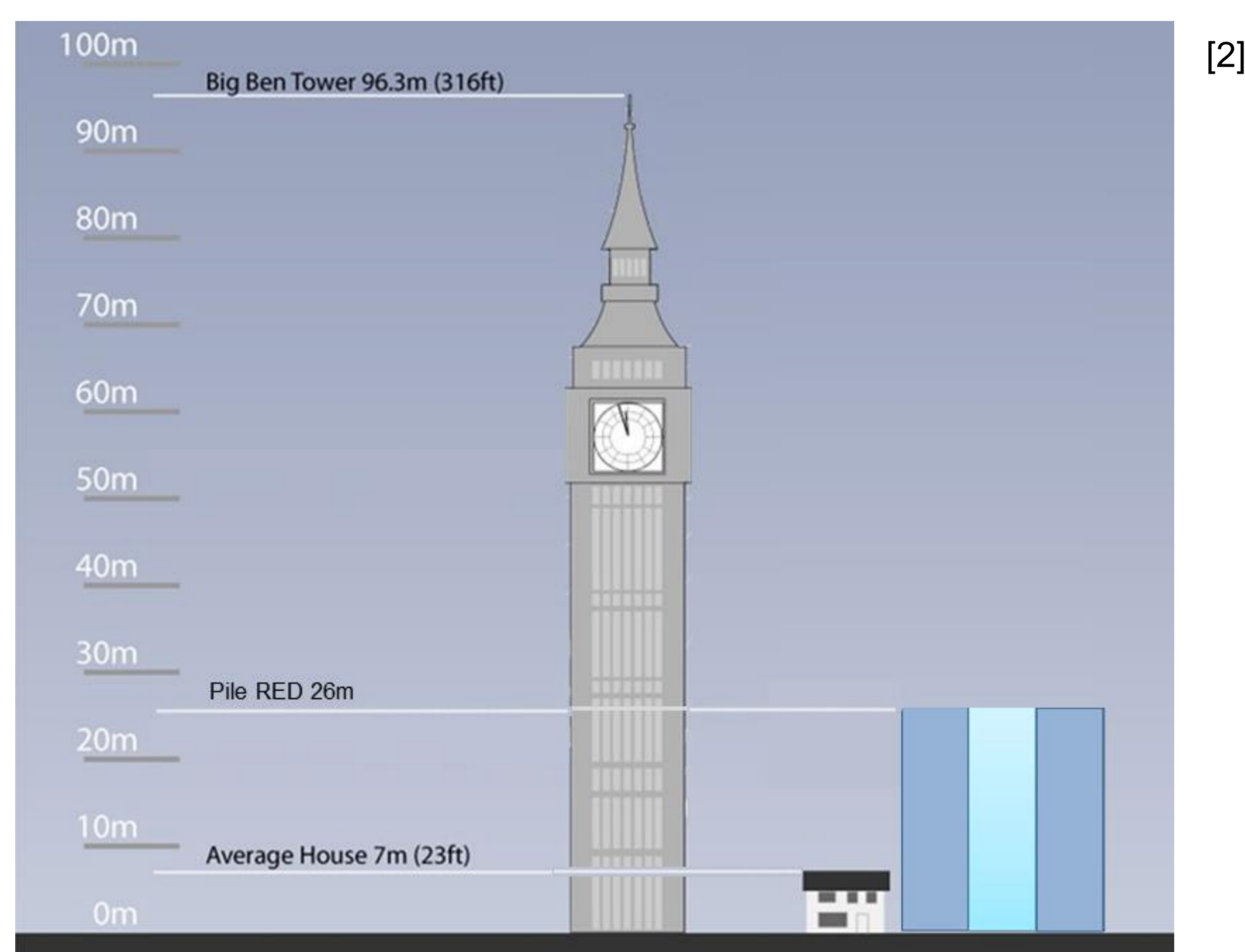
Puissance

La puissance nous donnera la **surface membranaire** nécessaire.

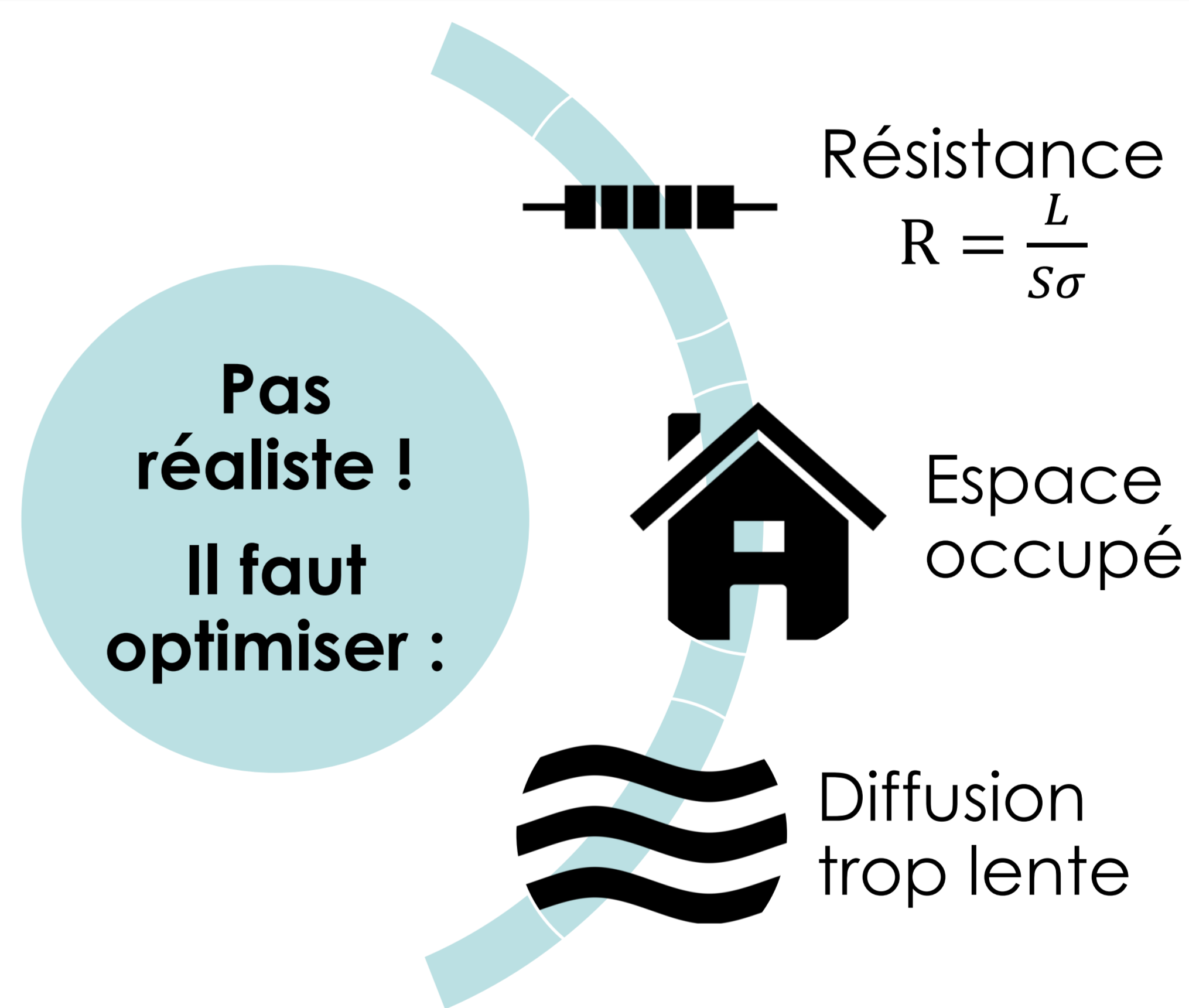
Puissance délivrée par les membranes : 2,2 W/m²

Surface de membranes nécessaire = $\frac{3000}{2,2} = 1364$ m²

Confrontation réalité



[2]



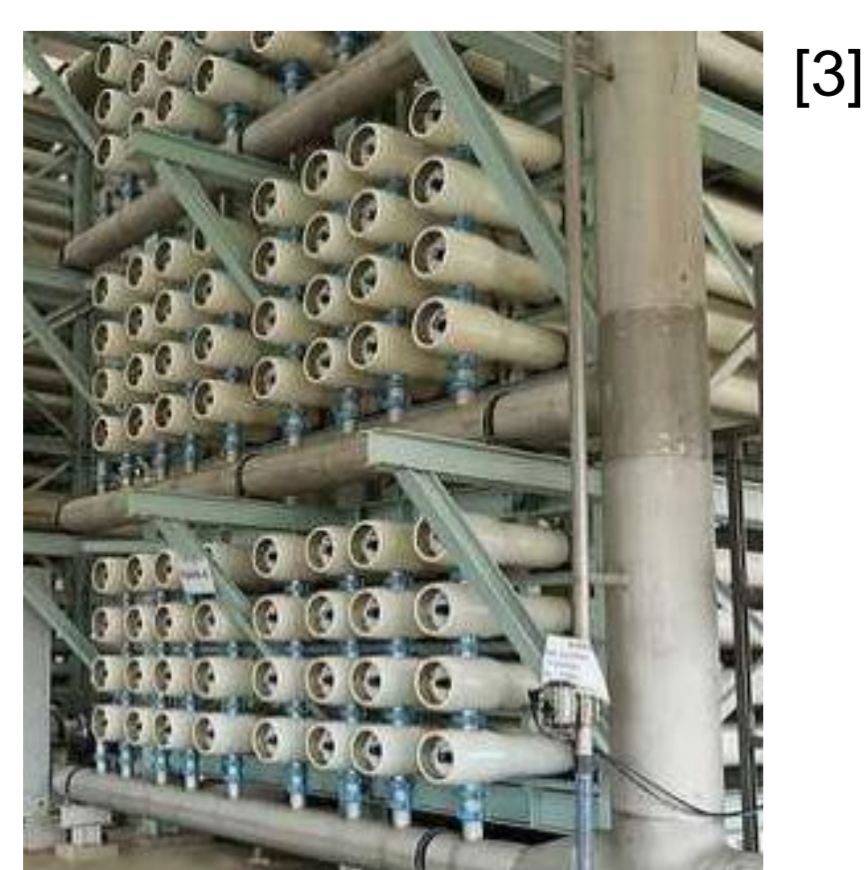
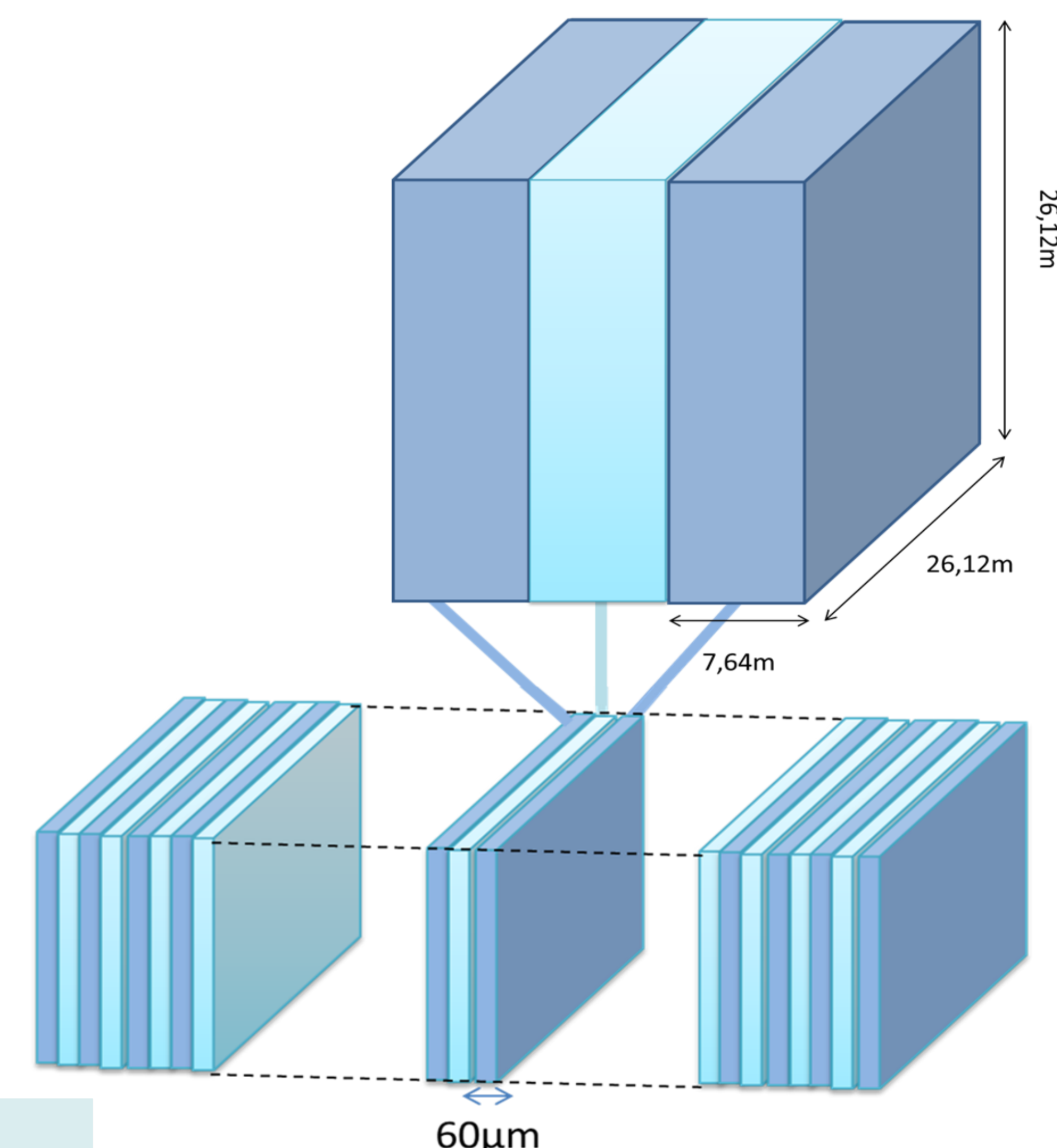
Optimisation

Réduction distance intermembranaire:

- ✓ Réduction de l'espace nécessaire
- ✓ Permet la **réduction** du volume compartiments et donc de la **résistance**
- ✓ Permet une très **grande surface de membranes**

Passage en continu :

- ✓ **Mouvement** des ions → augmentation du courant
- ✓ **Apport** continu → pile **jamais déchargée**



[3]

Prototype final : **300 blocs de 1m** pour 9 cm² de section entreposés dans une **boîte** de dimensions : 1m x 1m x 0,75m

Solution



Réalisation pratique d'une pile par électrodialyse inverse

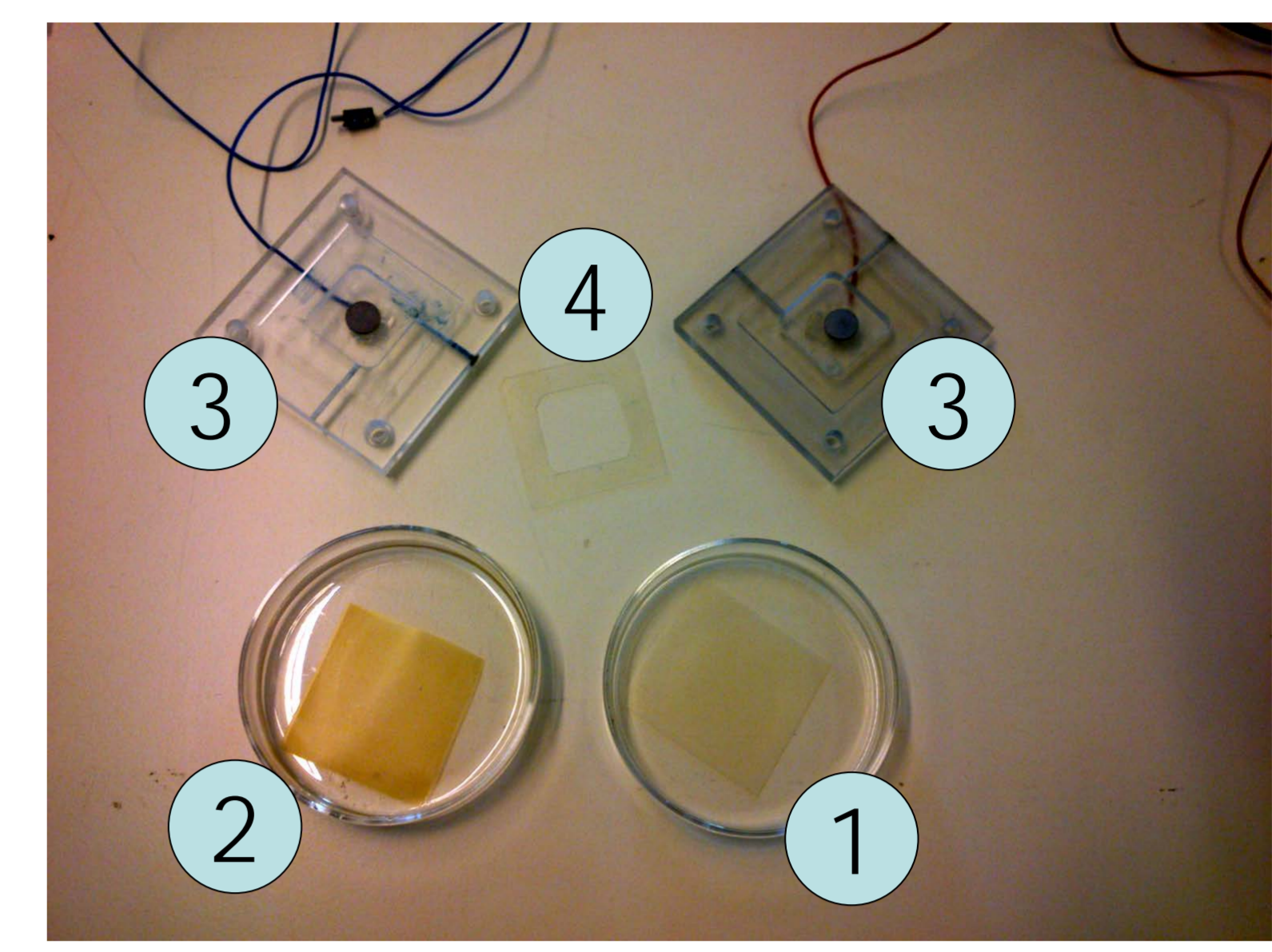
Filière chimie

Alexandra BUESS, Hélène DE LEENER, Sandrine GOFFIN, Milena NDIAYE, Julien SCHILTZ



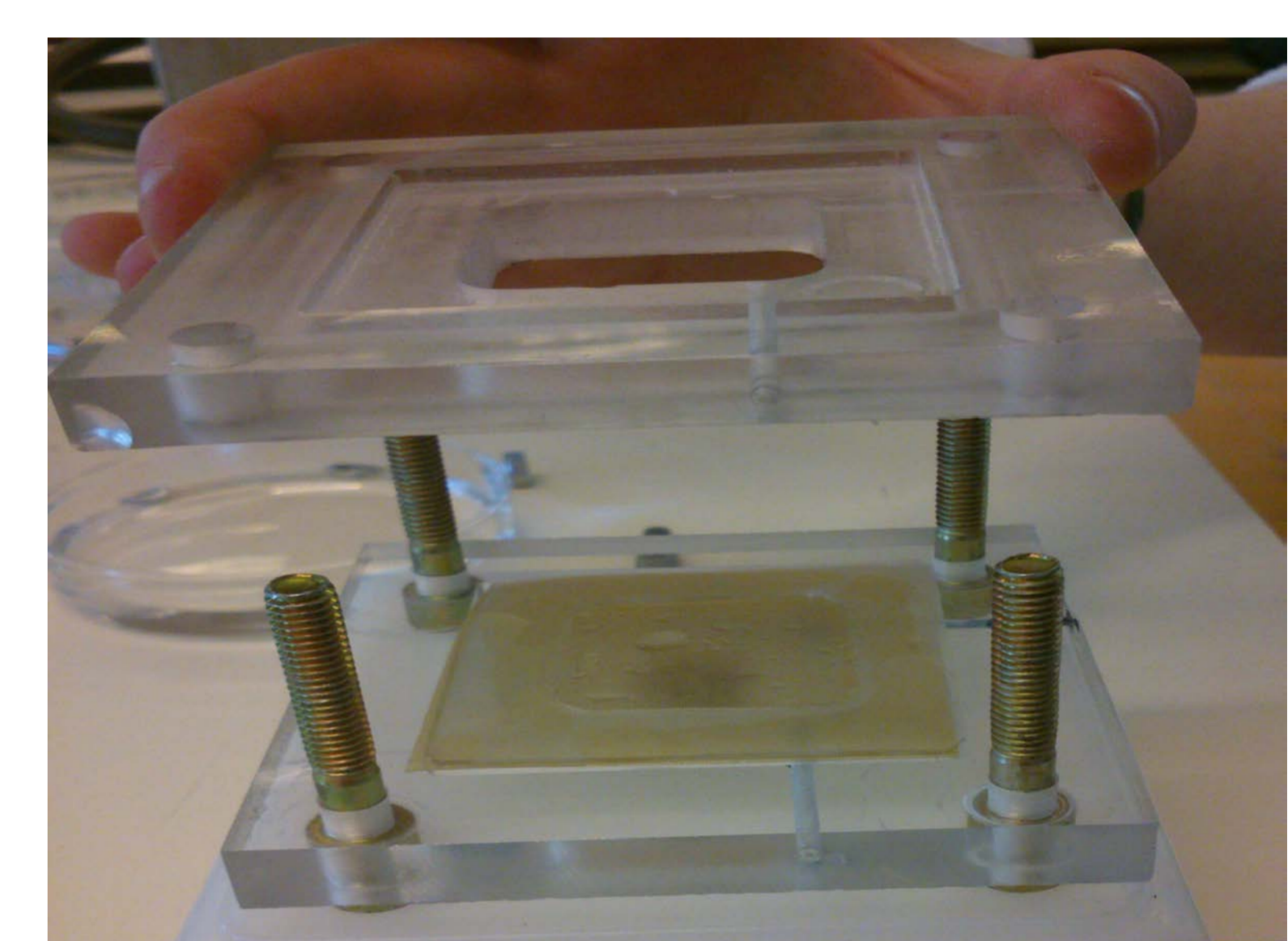
Éléments de la pile

- 1 Membrane échangeuse d'anions
 - 2 Membrane échangeuse de cations
 - 3 Électrodes en Ag/AgCl
 - 4 Joint en silicone
- } Paire de membranes



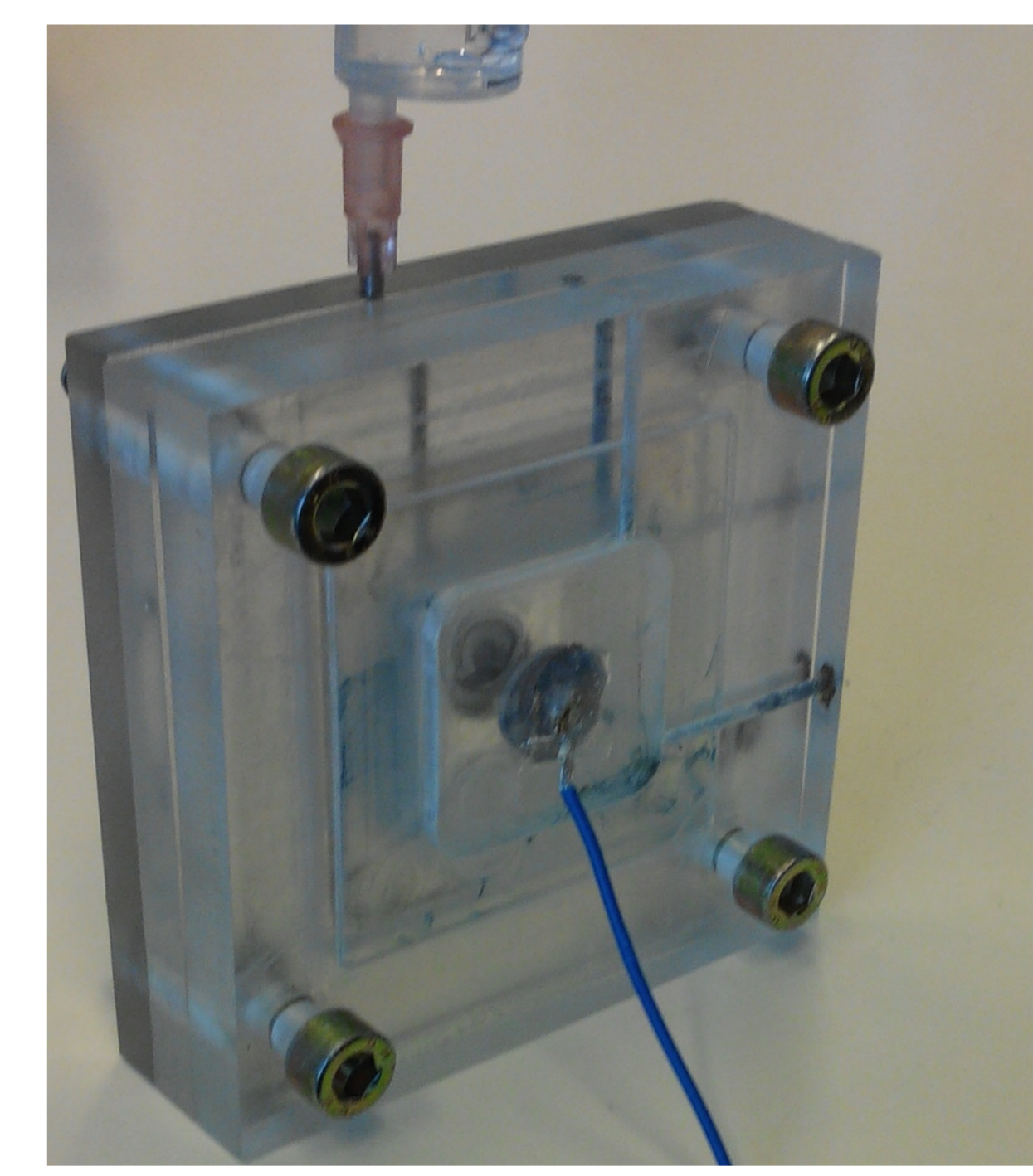
Montage

Assemblage du premier compartiment en installant des joints de silicone de part et d'autre de la membrane, pour empêcher toute fuite. Si la première membrane est anionique, la seconde utilisée sera cationique.



Pile finale

Pile assemblée d'un minimum de trois compartiments (une paire de membranes) remplis avec une alternance d'eau douce et d'eau salée, afin que la différence de concentration entraîne le transfert d'ions d'un compartiment à l'autre.



Résultats expérimentaux (pour 4 paires de membranes) :

Concentration en NaCl	5g/l - 35 g/l	35g/l - 100g/l	5g/l - 100g/l
Potentiel (mV)	330	200	526
Puissance (mW)	310	3	950

