

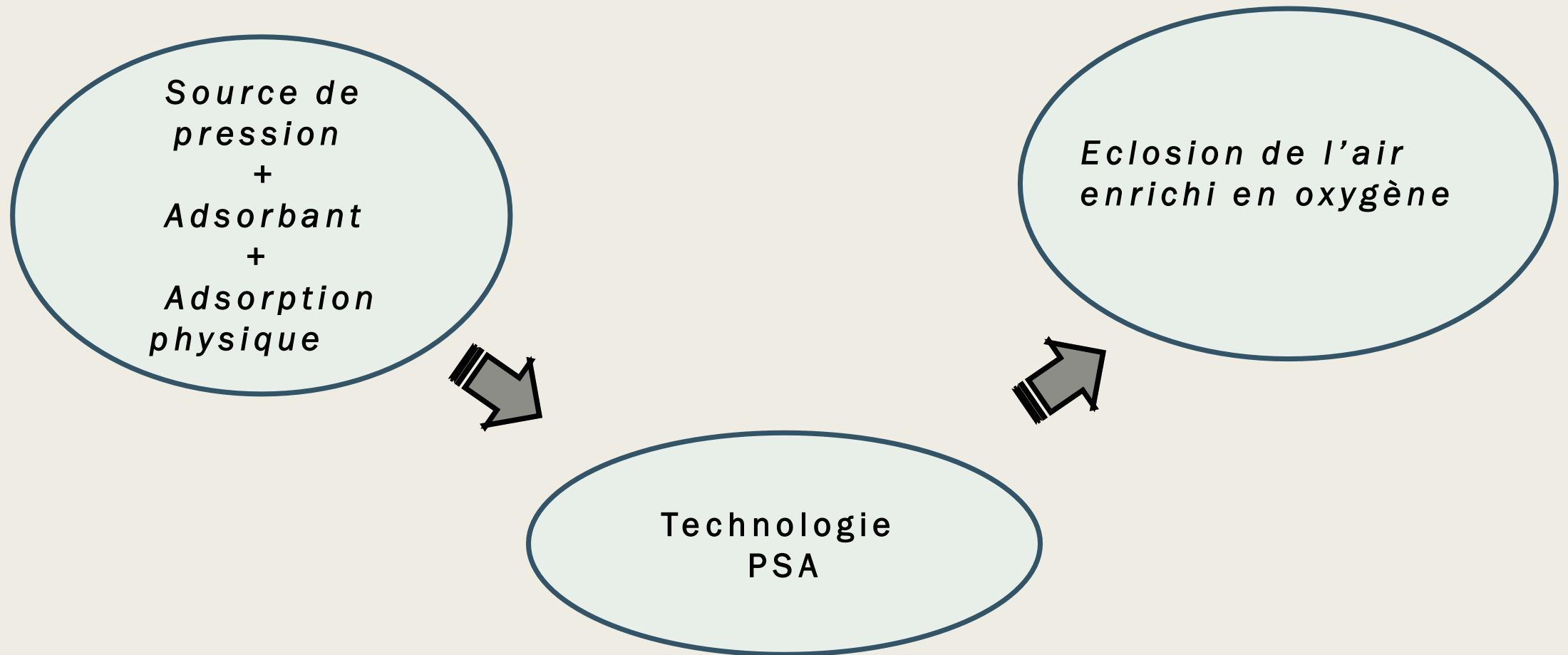


# *PRODUCTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL : MAXIMISATION DE LA MÉTHODE PSA.*

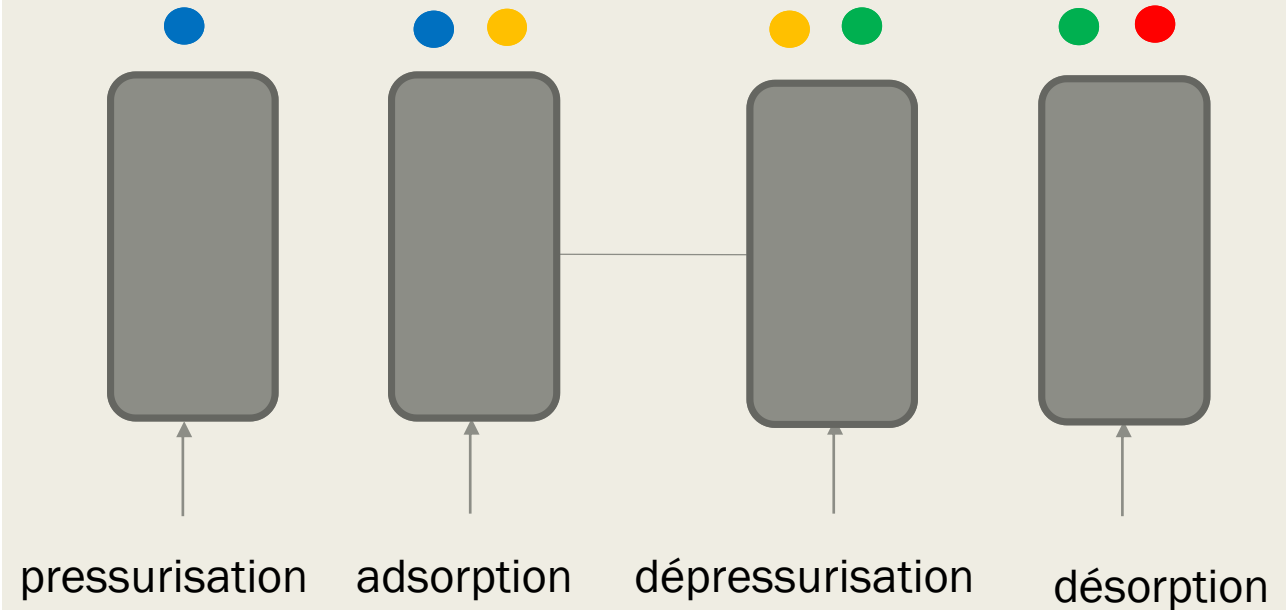
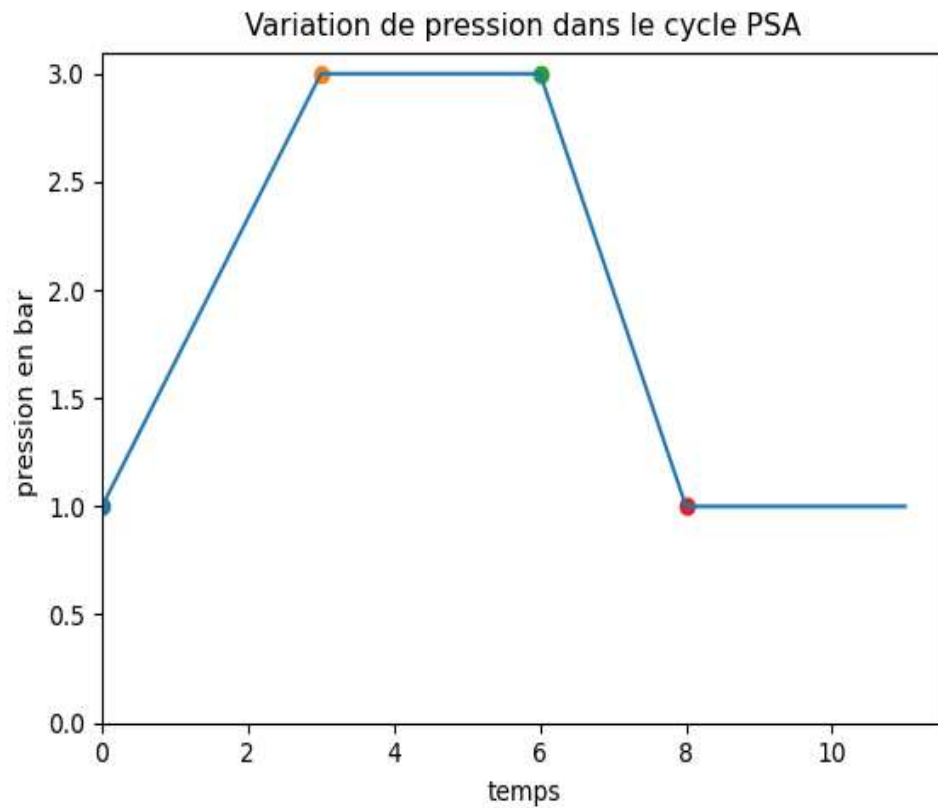
Par: HAMZA MOUSSAOUI .



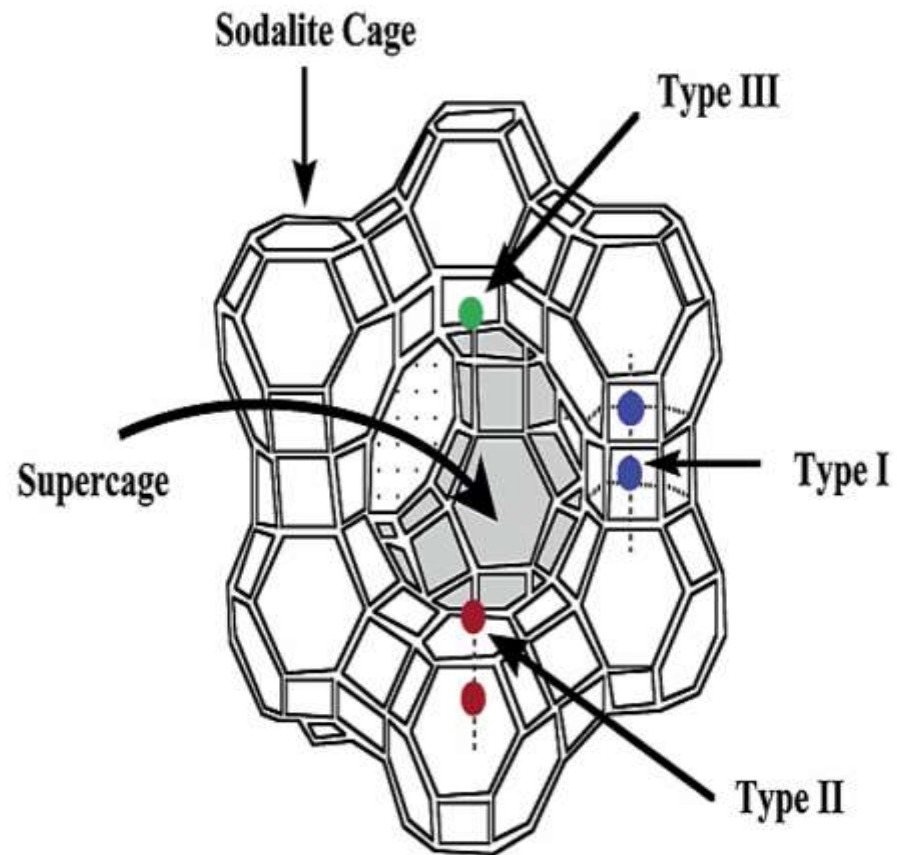
# Introduction



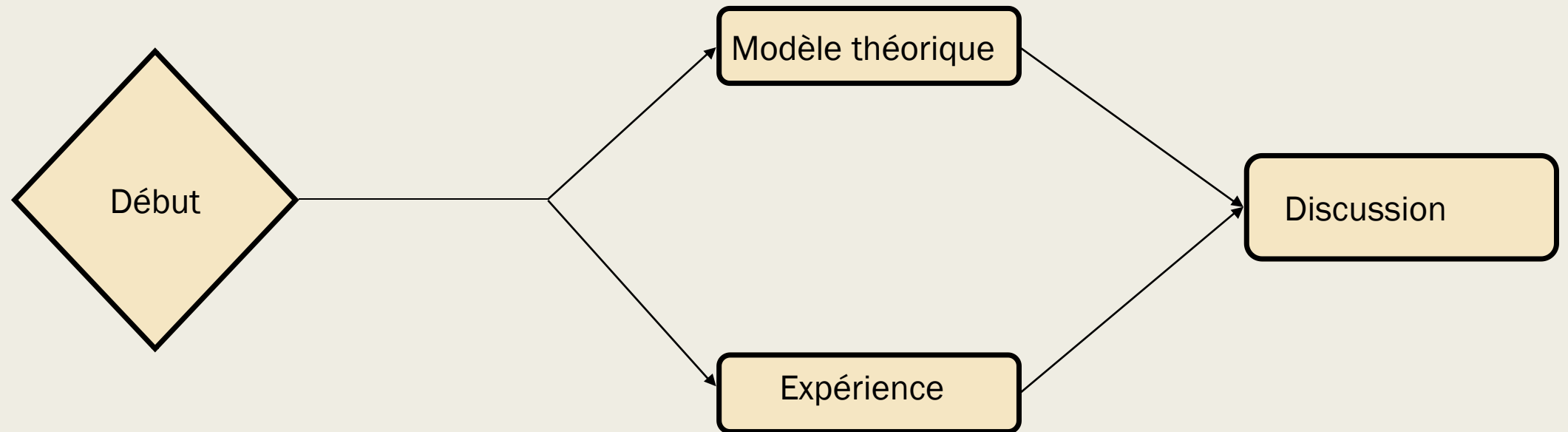
# Définir le cycle PSA(adsorption à pression modulée)



## Caractéristiques de l'adsorbant (zéolite)



Type de zéolite	LiX	-
Diamètre	0.4	mm
qs,o2	3.091	mol/kg
qs,N2	3.091	mol/kg
bN2	0.1006	bar-1
bO2	0.0367	bar-1
Temperature	293.15	K

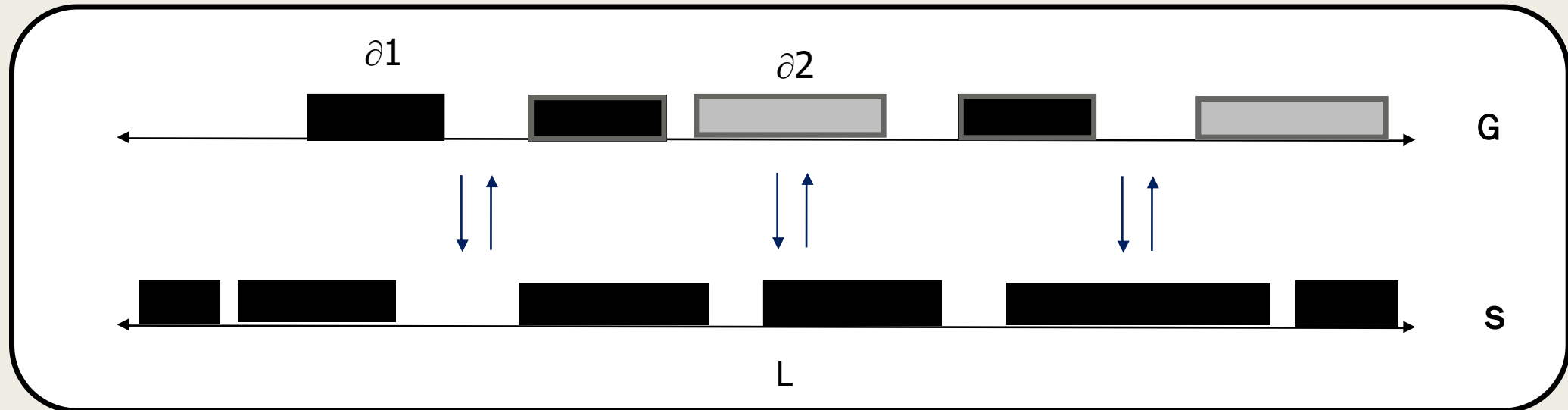


## Constitution d'un modèle théorique de prédiction



## Cadre de travail

soit  $S$  ensemble d'étude on le subdivise en des sous-systèmes que l'on identifie aux particules. On réduit l'étude à une dimension avec  $L$  la longueur de la cavité et  $\partial 1$  respectivement  $\partial 2$  sont les tailles des particules.



activité  $\xi = q e^{\frac{\mu}{kT}}$

$Z = \sum_{N=0}^{\infty} \xi^N Z_N$

*Fonction de partition grand canonique.*

*Intégrale de configuration*



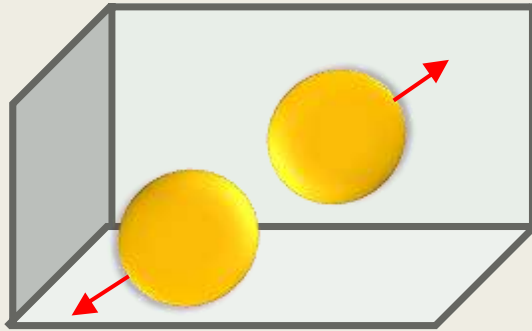
## *l'intégrale de configuration*

$$Z_N = \frac{1}{N!} \int_v \exp(-U(r_1, \dots, r_N)/kT) dr_1 \dots dr_N$$

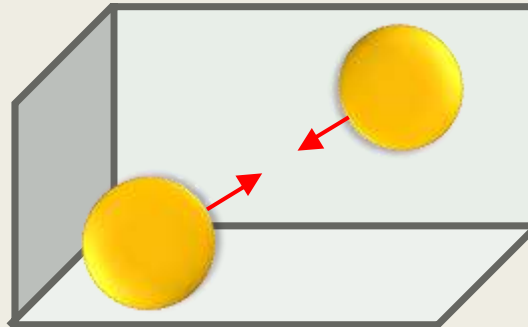
**REMARQUE** :Sauf pour les systèmes simples, les intégrales configurationnelles ne peuvent pas être évaluées sous forme fermées et des approximations sont nécessaires.

# hypothèse

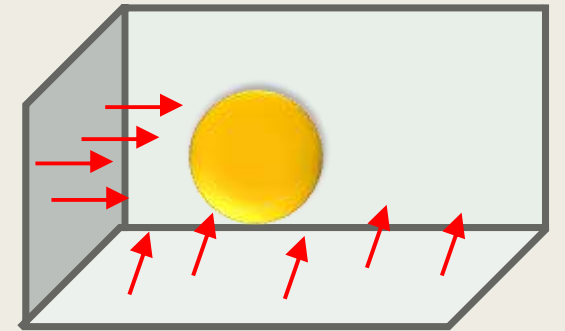
1- potentiel adsorbat –adsorbat issue des forces d'interaction répulsive .



2- potentiel adsorbat –adsorbat issue des forces d'interaction attractive .



3- Potentiel issue des effets de la cage sur adsorbat.



# Optimisation de Ruthven (1971).

$$Z = Z_1^N Z_{m.f} Z_{f.v}$$

en raison de la partie  
attrayante des interactions  
adsorbat-adsorbat

décrivant l'interaction des  
atomes adsorbés avec les  
parois de la cavité

partie répulsive des  
interactions adsorbat-  
adsorbat

## Identification d'henry

- $Z_1 = K$
- $$Z_{m.f} = \begin{cases} e^{\left(\frac{Nb\epsilon}{kvT}\right)}, & N \geq 2 \\ 1, & N \leq 1 \end{cases}$$
- $$Z_{f.v} = \begin{cases} \frac{1}{N!} \left(1 - \frac{Nb}{v}\right)^N, & N \geq 2 \\ 1, & N \leq 1 \end{cases}$$

$$\text{Si} : N \geq \frac{v}{b} \longrightarrow Z_{f.v} = 0,$$

On prend  $v \leq 2b$



$$\theta = \frac{q}{q_s} = \frac{b_0 P_0}{1 + b_0 P_0}$$



$$\langle N \rangle = \frac{Kp + A_2 (Kp)^2 + \dots A_n (Kp)^n / (n-1)!}{1 + Kp + A_2 (Kp)^2 + \dots A_n (Kp)^n / (n-1)!}$$



Pour un système à  $N$  composant



$$\langle N \rangle = \xi \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial \xi} \right) = \frac{\xi}{Z} \left( \frac{\partial Z}{\partial \xi} \right) = \frac{\sum_{N=1}^{\infty} N \xi^N Z_N}{\sum_{N=0}^{\infty} \xi^N Z_N}$$

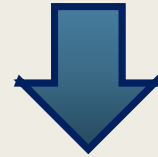
$$A_n = \left( 1 - \frac{nb}{v} \right)^n$$

le nombre moyen de  
molécules par cage  
zéolitique.

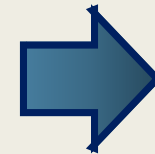
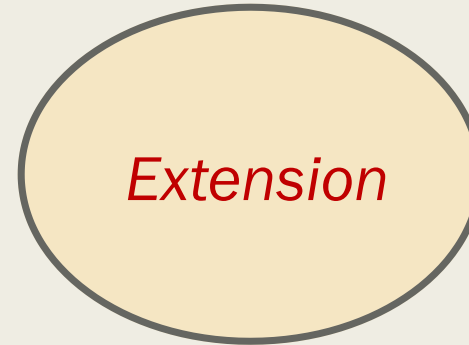
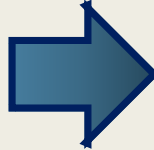
Produit de pression  
et de la constante  
Henry.

## Cadre de travail

Air assimilé à un composant binaire  
(O<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>)



$$\theta = \frac{q}{q_s} = \frac{b_0 P_0}{1 + b_0 P_0}$$



$$\theta = \frac{q}{q_s} = \frac{b_i P_i}{1 + \sum_{j=1}^2 b_j P_j}$$

## sélectivité

$$k = \frac{q_1}{q_2}$$

Si  $k \geq 1 \rightarrow N_2$  plus sélectionné

Si  $k \leq 1 \rightarrow O_2$  plus sélectionné

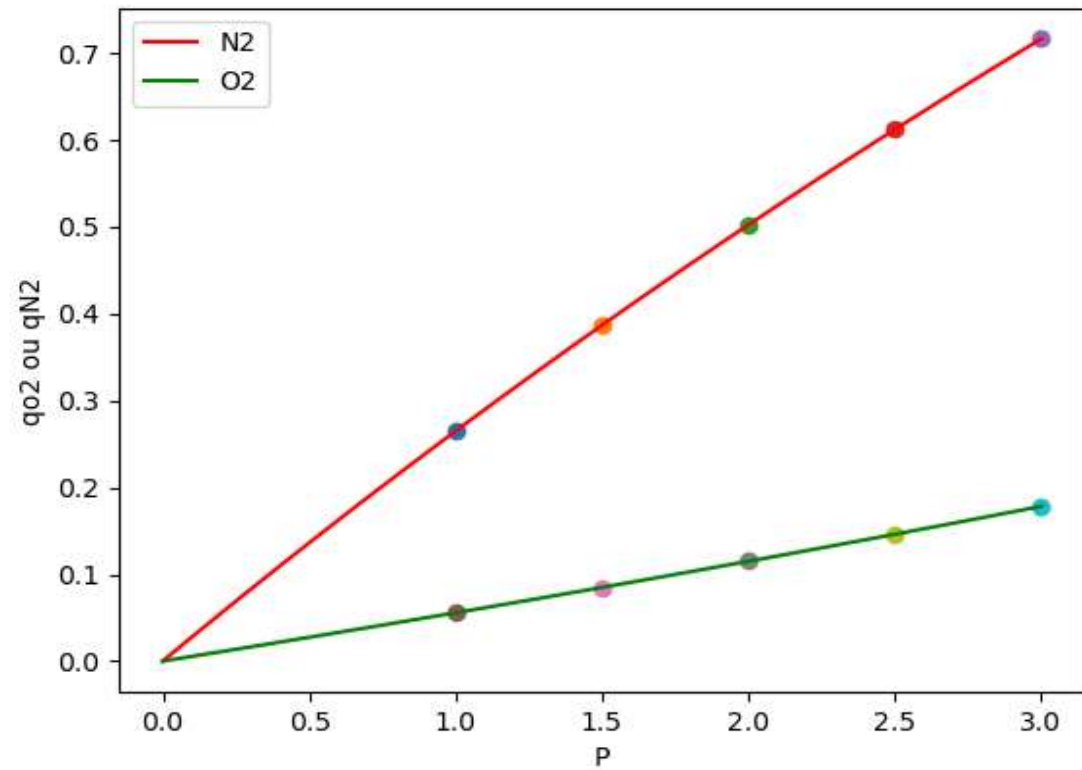


*Nombre de moles de  
oxygène adsorbés*

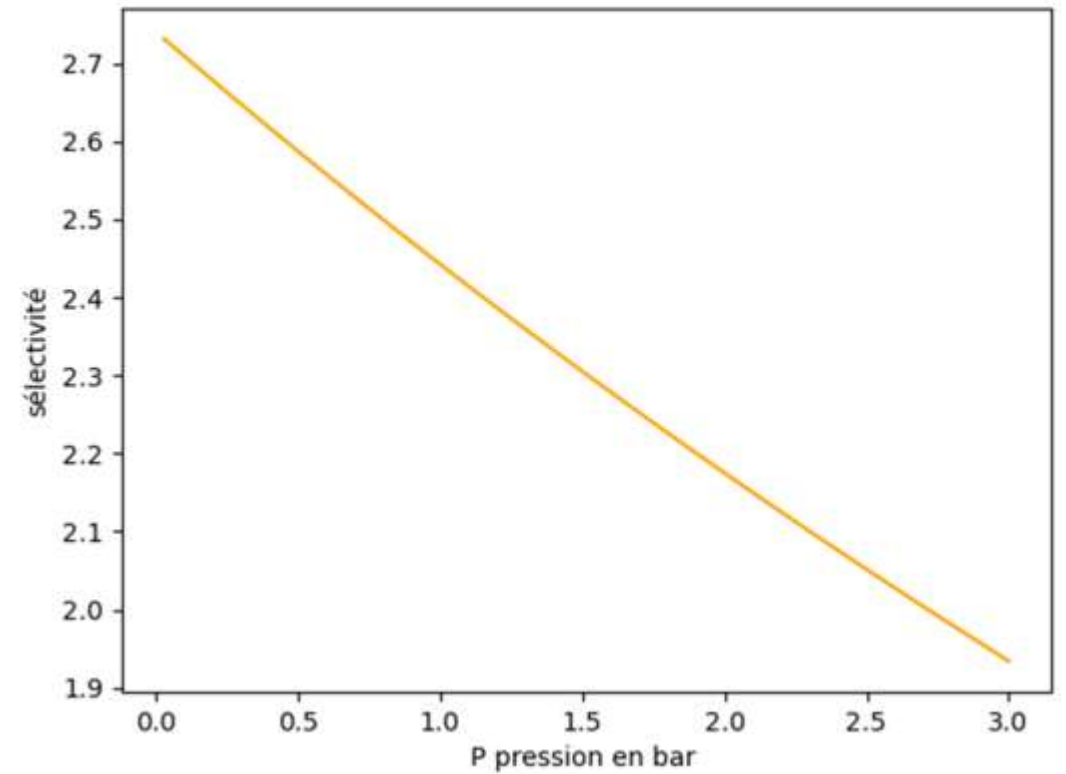


*Nombre de moles de  
nitrogène adsorbés*

## PREDICTION D'ADSORPTION

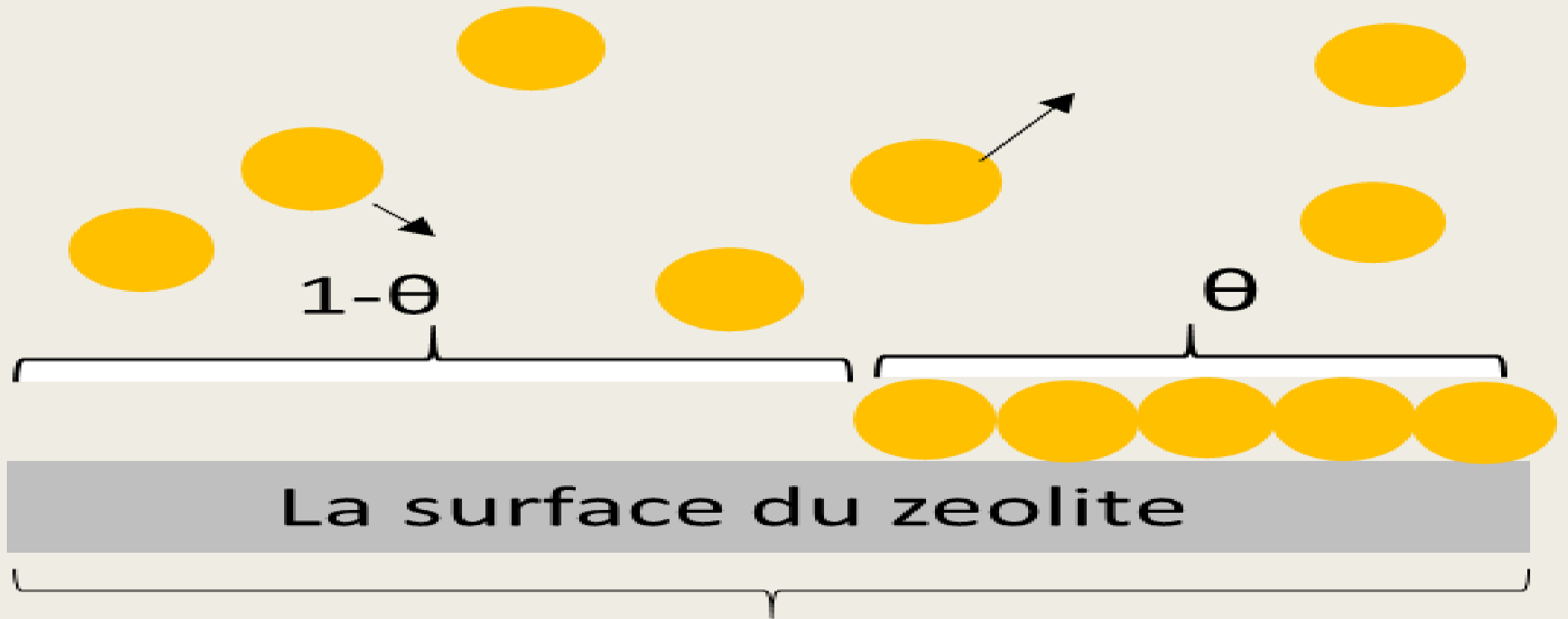


## Profil de la sélectivité

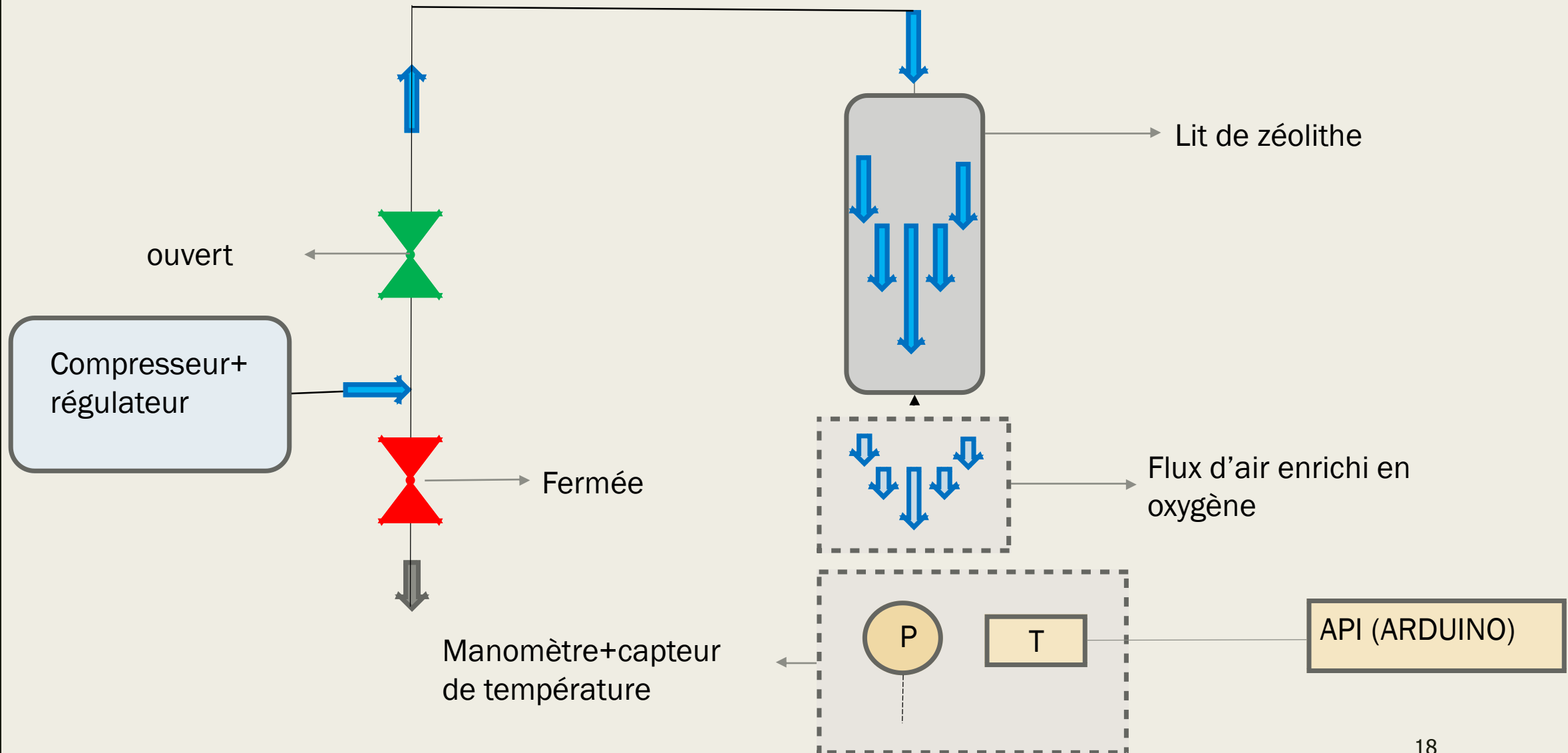




## Etude expérimentale



# Mise en place de l'expérience





Cylindre:  $L = 30 \text{ cm}$  ,  $e = 5 \text{ cm}$



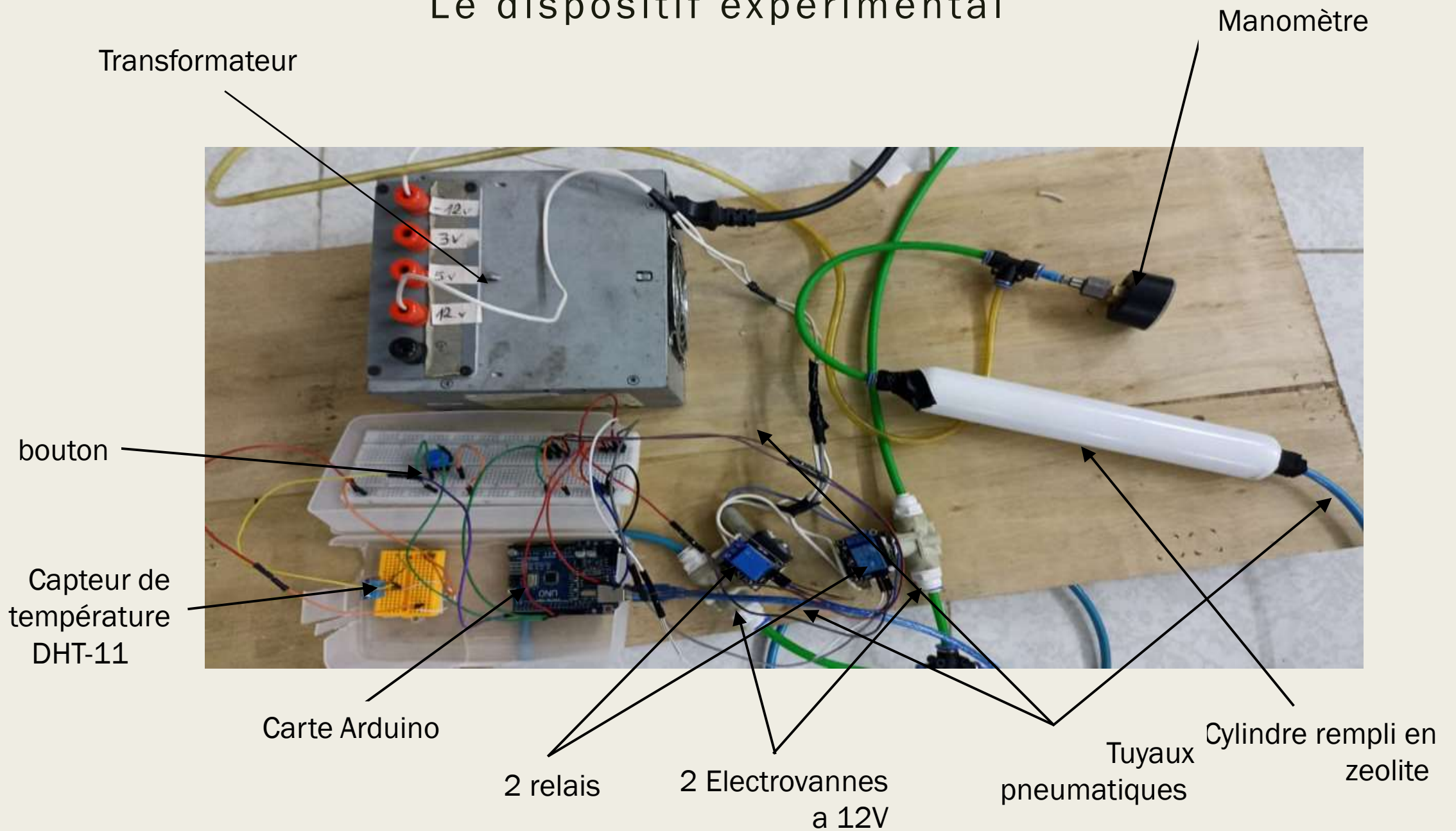
Zéolithe



Compresseur 8 bar

Régulateur de pression

# Le dispositif experimental





## Code Arduino

```
1 #include <DHT.h>
2 #include <DHT_U.h>
3 DHT dht(2, DHT11);
4 const int V2 = 13;
5 const int V1 = 12;
6 const int buttonPin = 11;
7 int buttonstate ;
8 void setup() {
9     dht.begin();
10    Serial.begin(9600);
11
12    pinMode (V2, OUTPUT);
13    pinMode (V1, OUTPUT);
14    pinMode(buttonPin, INPUT);
15
16
17 }
18
19 void loop() {
20     buttonstate =digitalRead (buttonPin);
21     if (( buttonstate == HIGH) and (millis() < 60000UL)) {
22         digitalWrite(V2, HIGH);
23         digitalWrite(V1, LOW);
24         Serial.println(1);
25
26         float t = dht.readTemperature();
27         delay(1000);
28         Serial.print("Temperature: ");
29         Serial.println(t);
30     }
31     if ((buttonstate == HIGH ) and (millis() > 60000UL)){
32         digitalWrite(V2, LOW);
33         digitalWrite(V1, HIGH);
34         Serial.println(2);
35         float t = dht.readTemperature();
36         delay(1000);
37         Serial.print("Temperature: ");
38         Serial.println(t);
39     }
40 }
```

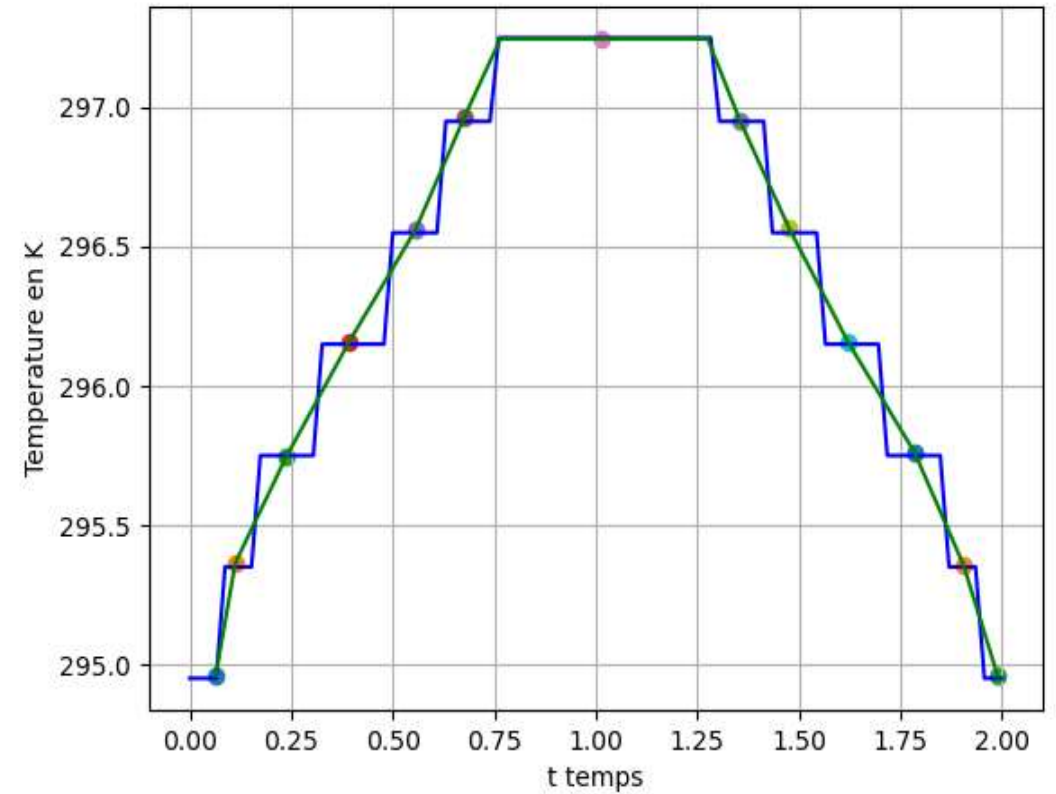
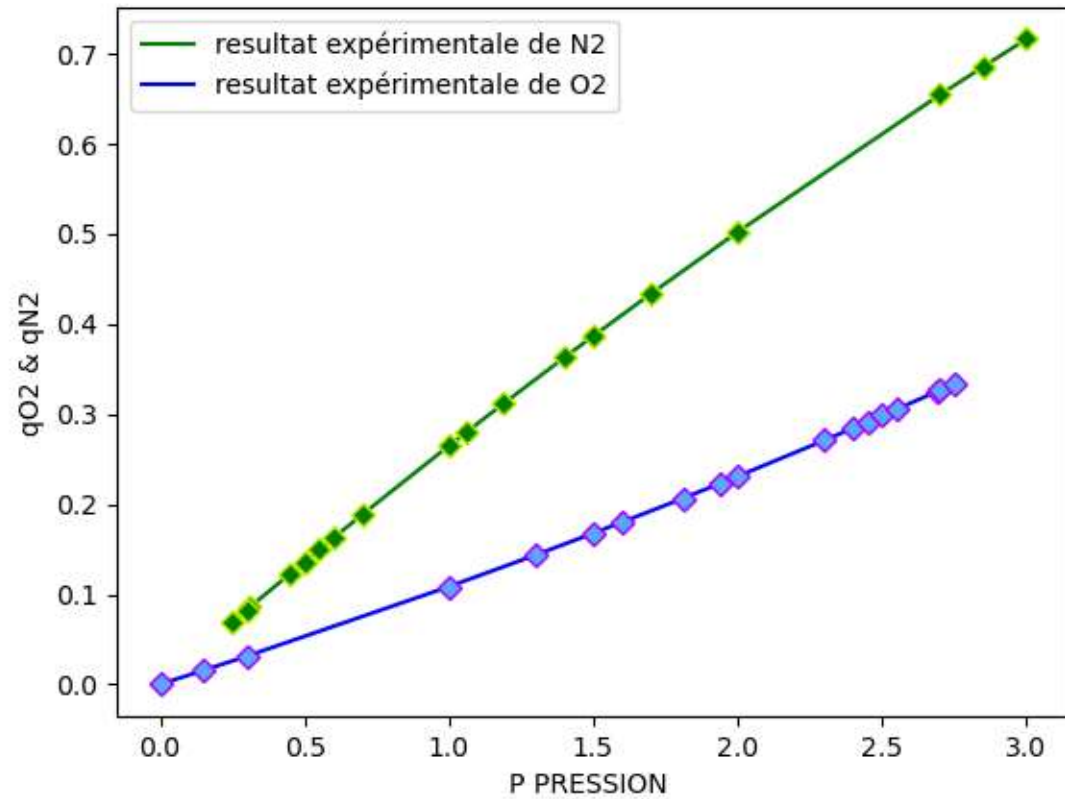
# Processus du prélèvement



- + prélèvement de la pression de  $O_2$  à la sortie du cylindre
- + prélèvement de la température à la sortie du flux



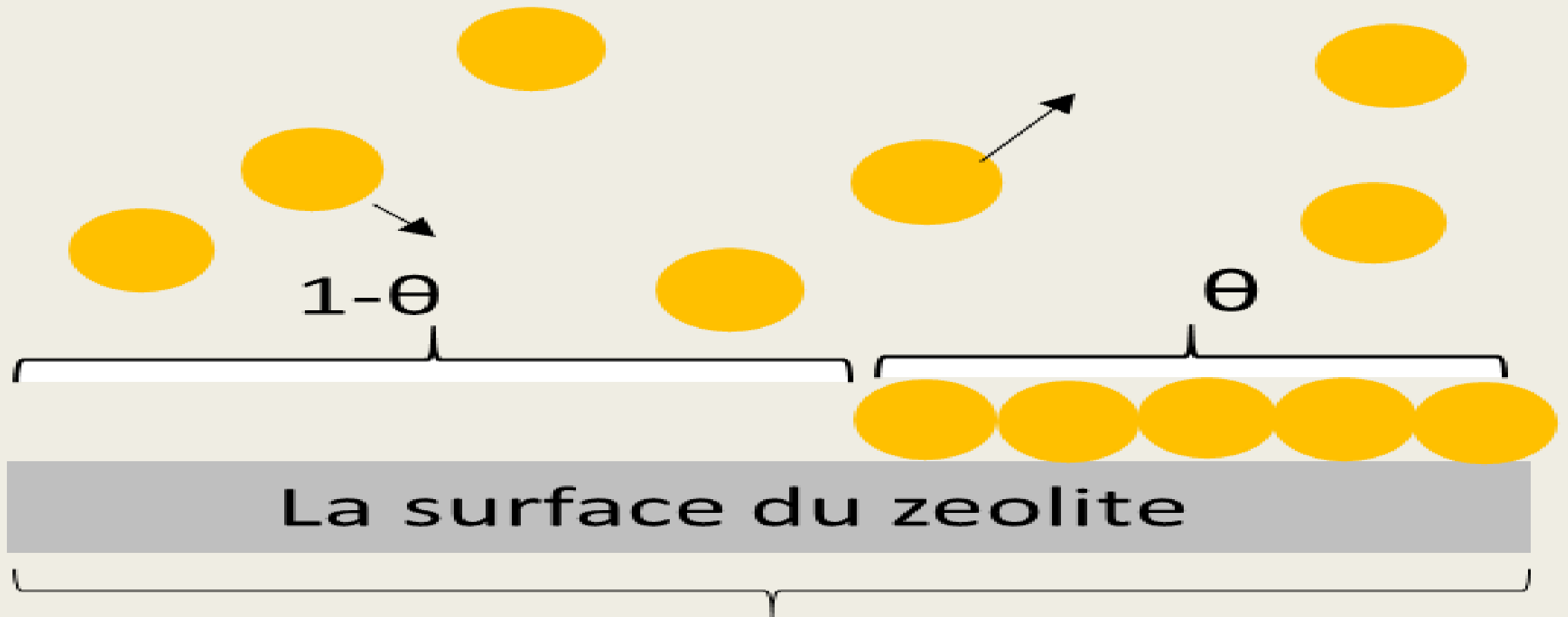
## Résultats de l'expérience



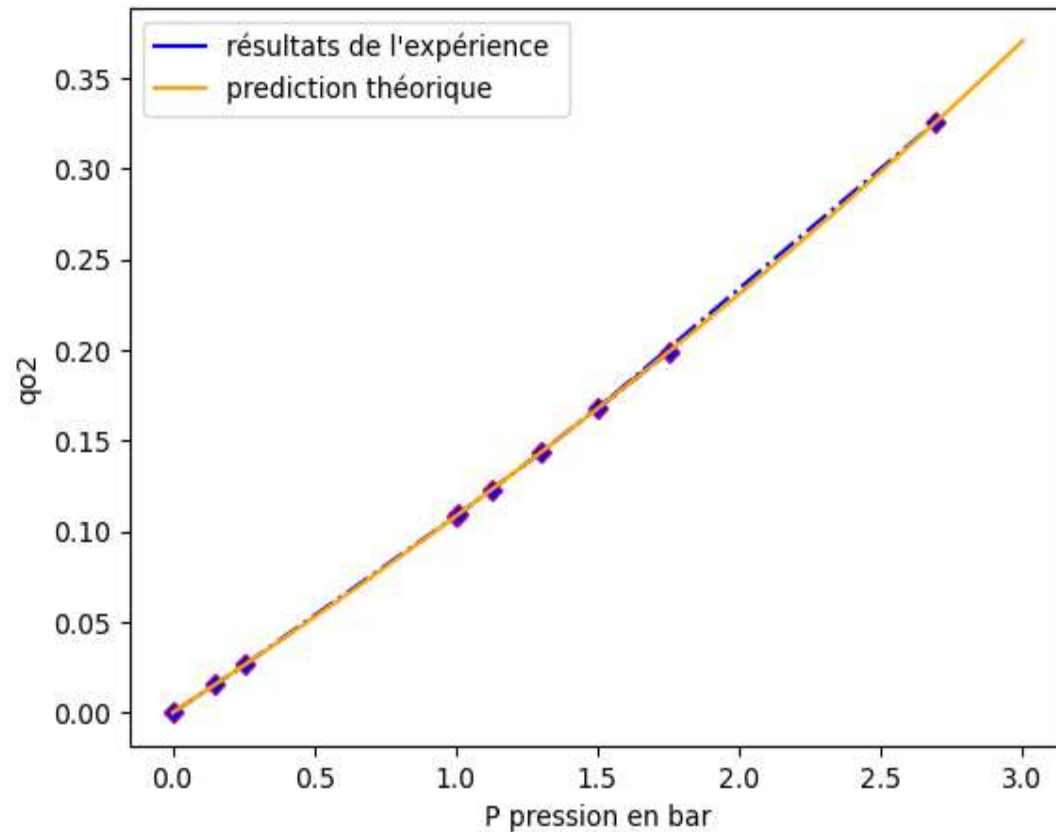
Résultat issue du travail de mon partenaire



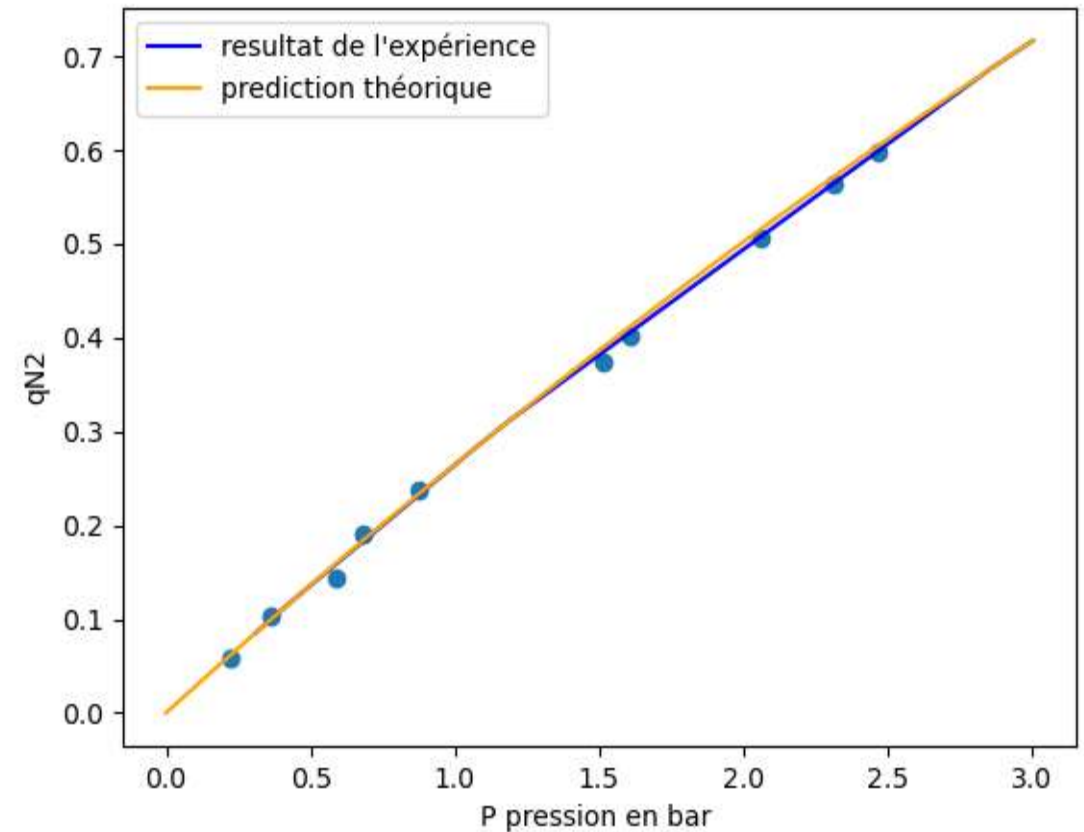
## Discussion



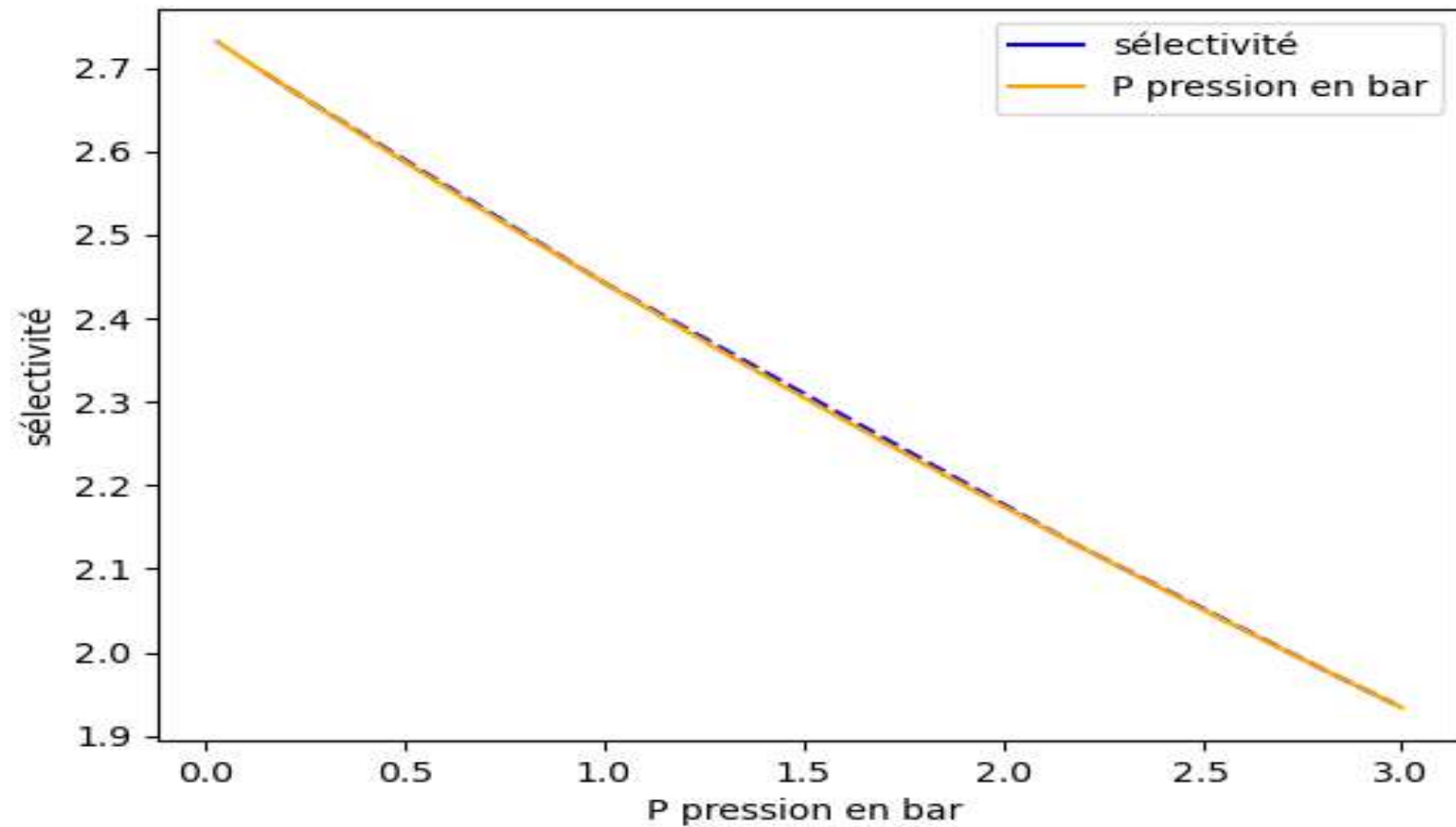
## Comparaison des résultats d'isotherme de $O_2$



## Comparaison des résultats d'isotherme de $N_2$



## Comparaison des résultats de sélectivité



# Conclusion

- Afin de maximiser le processus PSA ,d'après les courbes d'isotherme d'adsorption la sélection et l'adsorption sont bien plus importantes pour les pressions faibles et diminuent pour les pressions plus importantes d'où le choix de  $P \in [1.2; 2.5]$
- Le profil de la température est peu variant avec une variation

$$\Delta\% = \frac{q_{i,24,5} - q_{i,21,5}}{q_{i,21,5}} = \begin{cases} 1.47\% & \text{pour } N_2 \\ 1.03\% & \text{pour } O_2 \end{cases}$$

# intérêts

- La méthode PSA nous fournit un débit presque constant pour les pressions faibles ce qui couvre le besoin en cas de manque d'oxygène .
- Puisque cette méthode se base sur un processus naturel le cout énergétique est faible ce qui facilite l'accès a cette méthode.
- Ses dimensions sont moins importantes donc sa transportation est possible .
- Le flux de sortie est plus enrichi en oxygène.
  
- ❖ Production d'air enrichi en oxygène pour les cas de besoins ( maladies asthmatiques et pulmonaires ) ;
- ❖ Anesthésie médicale ;

**MERCI**