

# FORCES INTERMOLECULAIRES

## Exercices

### 1 Solubilité de différents gaz

On indique ci-dessous les valeurs de la solubilité  $s$  de plusieurs gaz dans l'eau à 20 °C sous pression atmosphérique.

gaz	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
$s$	$8,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

1. Comment peut-on interpréter l'évolution constatée?

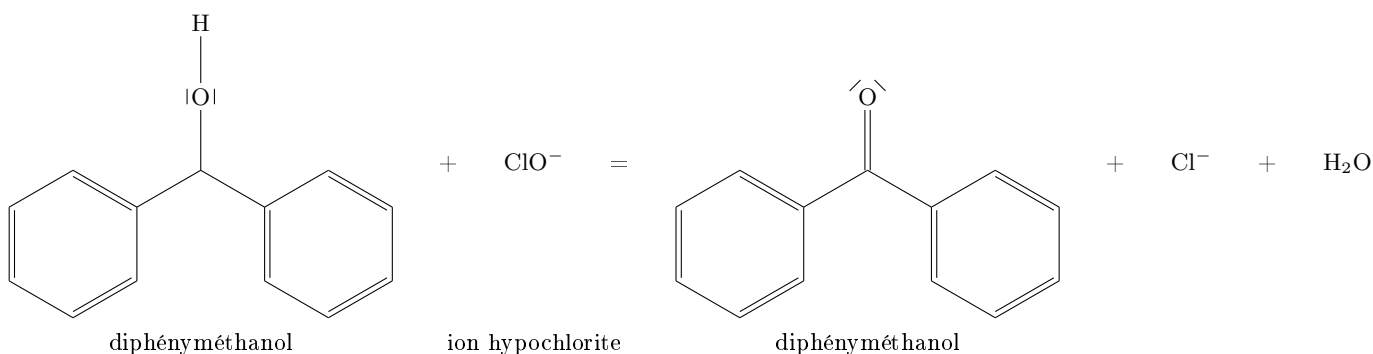
On indique ci-dessous les valeurs de la solubilité  $s$  de deux gaz triatomiques dans l'eau à 20 °C sous pression atmosphérique.

gaz	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
$s$	$3,8 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$1,77 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2. Comment peut-on interpréter l'importante différence observée?
3. Cette même solubilité  $s$  est égale à  $31,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  dans le cas de l'ammoniac NH<sub>3</sub>. Comment expliquer une valeur aussi importante de la solubilité comparée aux valeurs précédentes?

### 2 Étude d'une oxydation catalysée par transfert de phase

Nous étudions dans cet exercice l'oxydation du diphenylméthanol par les ions hypochlorite ClO<sup>-</sup>, dont le bilan s'écrit :



L'ion hypochlorite est présent en phase aqueuse. Le diphenylméthanol est introduit solubilisé dans l'éthanoate d'éthyle (solvant organique de type ester).

1. Comment expliquer la grande solvatation des ions hypochlorite dans l'eau?
2. Justifier le choix du solvant organique retenu : pourquoi ne pas avoir choisi un solvant organique de type alcool?
3. Le mélange de la solution d'ions hypochlorites et de la solution de diphenylméthanol ne permet pas de réaliser la réaction. Fournir une explication. On ajoute de l'hydrogénosulfate de tétrabutylammonium, dont la formule s'écrit (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>4</sub>N<sup>+</sup> · HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>.
4. Pourquoi la solvatation de l'ion tétrabutylammonium (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>4</sub>N<sup>+</sup> est-elle importante dans chacun des deux solvants? Quelles sont les conséquences de la solubilité de l'hydrogénosulfate de tétrabutylammonium?

5. On constate après l'ajout de l'hydrogénosulfate de tétrabutylammonium que la réaction d'oxydation a effectivement lieu. Proposer une explication. Quel est le rôle de l'ion tétrabutylammonium ?  
 La progression de la réaction d'oxydation est suivie par CCM. La phase stationnaire est constituée de silice ( $\text{SiO}_2$ ). L'éluant est un mélange éthanoate d'éthyle - éther de pétrole (80% - 20%).
- La première analyse est réalisée à partir de la solution de diphenylméthanol dans l'éthanoate d'éthyle.
  - La deuxième analyse est réalisée après 30 minutes de réaction à partir de la phase organique.
- On observe une tache unique dans les deux cas, avec un rapport frontal supérieur dans le deuxième cas.
6. Au cours d'une CCM, de quels paramètres dépend la valeur du rapport frontal ?
7. Comment interpréter ici l'ordre des rapports frontaux ?

### 3 Températures de changement d'état

On indique ci-dessous les valeurs de températures d'ébullition de composés non polaires :

Corps	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$	$\text{F}_2$	$\text{Cl}_2$	$\text{Br}_2$
$T_{\text{vap}}$ (K)	20	77	90	85	238	331

1. Interpréter l'évolution constatée.

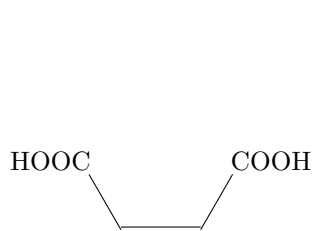
On indique ci-dessous les valeurs de températures d'ébullition de composés polaires de taille comparable :

Composé	$\text{PH}_3$	$\text{H}_2\text{S}$
$T_{\text{vap}}$ (K)	185	212
$\mu$ (D)	0,55	0,97

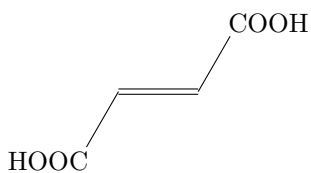
2. Interpréter l'évolution constatée, compte tenu de la valeur des moments dipolaires de chaque composé.
3. Parmi la liste de substances ci-dessous, identifier la celle dont la température de fusion est la plus basse, et celle dont la température de fusion est la plus haute. Justifier.  
*Substances* : hélium He, Argon Ar, méthane  $\text{CH}_4$ , acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
4. La température de fusion du (*E*)-1,2-dichloroéthène est égale à  $T_{\text{fus}} = 321,7 \text{ K}$ , et la température de fusion du (*Z*)-1,2-dichloroéthène est égale à  $T_{\text{fus}} = 342,1 \text{ K}$ . Justifier cette différence.

### 4 Recristallisation

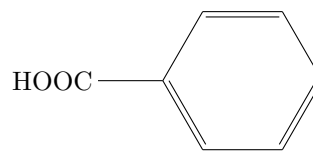
L'objectif de cette étape de synthèse est de purifier un échantillon solide d'acide fumarique par recristallisation dans l'eau. Le solide étudié contient essentiellement de l'acide fumarique et peut contenir des petites quantités d'acide maléique ou d'acide benzoïque.



Acide maléique A



Acide fumarique B



Acide benzoïque C

Solubilités  $s$  exprimées en grammes d'espèce chimique par litre d'eau pure à différentes températures.

	Acide A	Acide B	Acide C
298 K	790	7,0	2,4
373 K	4000	100	75

1. Rappeler brièvement la mise en œuvre classique de la recristallisation d'un solide dans un solvant.
2. Quels paramètres sont à considérer pour rendre compte de la solubilité d'une espèce chimique dans l'eau ? Quels sont ceux qui diffèrent entre l'acide maléique et l'acide fumarique ? Peut-on prévoir quel est l'acide le plus soluble ?
3. On envisage la recristallisation dans l'eau d'un échantillon contenant 10,0 g d'acide fumarique et 1,0 g d'acide maléique. Calculer  $V_{min}$ , le volume minimal d'eau nécessaire pour effectuer cette recristallisation en ayant intégralement dissous l'échantillon à 100 °C (373 K).
4. Avec ce volume d'eau, calculer la masse d'acide fumarique solide isolée après filtration à 25 °C (298 K). Cet acide obtenu est-il pur ?
5. Quel inconvénient peut présenter l'utilisation d'un volume d'eau supérieur au volume minimal nécessaire  $V_{min}$  ?
6. On envisage maintenant la recristallisation dans l'eau d'un échantillon, contenant de l'acide benzoïque et 10,0 g d'acide fumarique. À quelle condition sur la masse  $m$  d'acide benzoïque présente dans l'échantillon la recristallisation dans le même volume  $V_{min}$  d'eau peut-elle donner de l'acide fumarique solide pur à 25 °C ?