

Recherches pratiques sur le taux d'absorption gazeuse de différents types de matériaux de tubage connectant un dégazeur en ligne et une pompe à liquide dans des systèmes fluidiques de précision

Par Magda Nyström, Tobias Jonsson et Anders Grahn*

Les dégazeurs en ligne à vide constituent des éléments vitaux pour divers équipements relatifs aux analyses en laboratoire telles que la chromatographie en phase liquide, la HPLC, l'UHPLC, la chromatographie ionique et la spectrométrie de masse. Ces dégazeurs sont également des composants essentiels des systèmes fluidiques utilisés en immunologie, en hématologie et en fabrication de semi-conducteurs. Les dégazeurs en ligne jouent le rôle de gardiens invisibles pour la précision et la fiabilité des systèmes fluidiques, en enlevant les gaz dissous qui auraient pu former des bulles perturbatrices pour la circulation des fluides ou l'enregistrement des signaux de mesure. Le dégazage en ligne est donc considéré comme la solution la plus efficace et la plus pratique pour éliminer les problèmes de formation de bulles [1].

Comparaison de la pénétration des gaz dans différents tubages

Le choix du tubage qui connecte les différentes unités d'un système fluidique est cependant un facteur qui peut souvent être négligé [2]. Si la perméabilité du gaz au travers de ces lignes à fluides est élevée, le débit de gaz dans le liquide peut même annuler l'effet du dégazeur et en conséquence, dégrader la précision à la sortie et affaiblir l'exactitude. Les facteurs susceptibles d'influencer l'étendue de cette remise en gaz sont les propriétés des matériaux, le temps de résidence, l'épaisseur du tubage et la surface exposée.

Afin d'examiner la perméabilité gazeuse, nous avons réalisé une expérience qui a déterminé en continu les modifications du taux d'oxygène après son passage dans différents tubages de transfert placés entre le dégazeur et la pompe à piston de refoulement. Nous avons étudié les matériaux de tubage suivants : le polyétheréthércétone (PEEK), le polytétrafluoroéthylène (PTFE), l'éthylène-propylène fluoré (FEP) et l'éthylène tétrafluoroéthylène (ETFE), ayant tous la même longueur (1 m) et le même diamètre externe (1/16"), mais ayant un diamètre



Figure 1 : Dégazeur en ligne à vide DEGASi® Plus Classic utilisé dans cette étude

interne de 1,0 mm ou 0,75 mm. Nous avons également inclus des matériaux de tubage additionnels de dimensions différentes comme l'acier inoxydable, le silicone et le PVC (Tygon).

Le **Tableau 1** ci-contre indique les matériaux de tubage testés et leurs dimensions, ainsi que l'absorption d'oxygène à travers les parois de ces circuits fluidiques. Les niveaux d'oxygène dissous ont été mesurés en continu avant le passage de l'oxygène dans les matériaux aux dimensions indiquées à l'aide de deux détecteurs optiques de transfert d'oxygène FireSting-O2 OXFLOW. Le liquide qui est composé d'eau du robinet saturée en air a été prélevé dans une bouteille de 1 L à température ambiante ($24 \pm 2^\circ\text{C}$) à une vitesse de 0,2 mL/min, à l'aide d'une pompe pour HPLC Bischoff Compact, en passant par un dégazeur en ligne à vide qui abaisse le niveau d'oxygène à $1 \pm 0,3$ ppm avant l'entrée dans le tubage à tester. Les

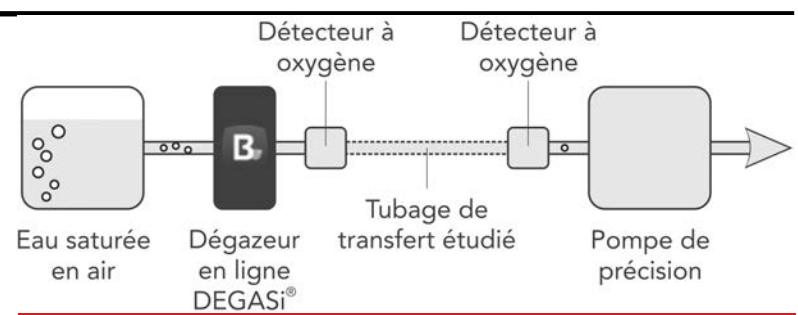


Figure 2 : Dispositif expérimental

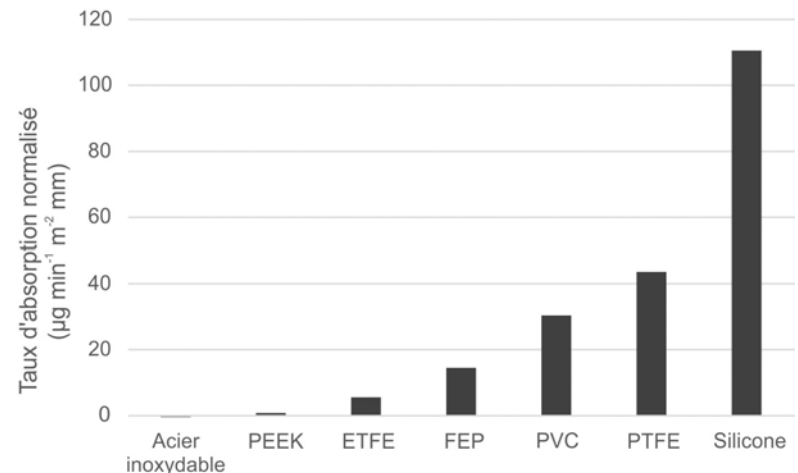


Figure 3 : Diagramme des taux moyens d'absorption de gaz dans les différents matériaux de tubage rapportés à une épaisseur de paroi de 1 mm

Tubage		Différence O ₂	Taux d'absorption norm
Matériau	Dim. (D. Ext. x D. Int. x L)	(ppm)	(µg min ⁻¹ m-2 mm)
PEEK	1/16" x 1,0 mm x 1,0 m	0,17	2,0
ETFE	1/16" x 1,0 mm x 1,0 m	0,47	5,6
PTFE	1/16" x 1,0 mm x 1,0 m	3,63	43
PEEK	1/16" x 0,75 mm x 1,0 m	-0,02	-0,3
FEP	1/16" x 0,75 mm x 1,0 m	0,86	14,5
PTFE	1/16" x 0,75 mm x 1,0 m	2,65	44
Silicone	1/8" x 1/16" x 1,0 m	6,89	110
PVC	1,83 mm x 1,0 mm x 1,0 m	2,16	30
Acier inoxydable	1/8" x 2,0 mm x 1,6 m	-0,06	-0,4

Tableau 1 : Matériaux des tubages testés

valeurs des différences en oxygène dissous qui ont été collectées après un équilibrage de 25 minutes représentent une moyenne de 20 secondes pour chaque dispositif étudié. Les taux d'absorption ont été calculés en divisant la différence de concentration en oxygène mesurée par le volume interne de liquide et la surface extérieure du tubage, multiplié par le temps de résidence et l'épaisseur de la paroi.

L'augmentation des taux d'oxygène s'étend de presque 7 ppm à des valeurs légèrement négatives, ces dernières indiquant probablement des incertitudes sur les mesures. Compte tenu des taux ➡➡





research made easy

Les Essentiels de laboratoire

Forum Labo Lyon Hall 1 Allée D Stand 38
10-11 MARS 2026

d'oxygène enregistrés, il est évident que plus la paroi du tubage est épaisse, moins le gaz pénètre. Pour évaluer les matériaux des tubages de différentes dimensions, nous avons calculé le taux d'adsorption de gaz rapporté à une épaisseur de parois de 1 mm. Pour visualiser rapidement la comparaison des taux d'absorption pour les différents matériaux de tubage, les données du **Tableau 1** qui ont été moyennées pour les différents matériaux ont été représentées dans un diagramme en barres ; voir la **Figure 3** ci-dessous.

Conclusions

Cette étude montre que le choix du matériau d'un tubage a un impact fort sur

la quantité de gaz entrant dans le circuit liquide, contrecarrant ainsi les bénéfices du dégazage. L'épaisseur de la paroi du tubage est un paramètre important pour minimiser la remise en gaz.

Le tubage en silicone a démontré des tendances de remise en gaz du liquide particulièrement élevées, suivi par les tubages en PTFR et en PVC (Tygon).

Ces types de matériaux ne conviennent donc pas aux systèmes fluidiques de précision autrement qu'en sections limitées, puisque leur grande perméabilité potentielle au gaz peut former des bulles, malgré l'installation d'un dégazeur à vide en ligne.

Bien que le tubage en inox n'a montré aucune perméabilité et que le PEEK présente une perméabilité un peu supérieure, leur rigidité et leur coût peuvent limiter leur applicabilité dans certains cas.

Le matériau de tubage qui combine le mieux les critères de faible perméabilité, de haute flexibilité, de biocompatibilité et d'inertie chimique est l'ETFE qui a démontré un taux d'absorption huit fois plus faible que le tubage en PTFE et cinq fois moins que le tubage en PVC.

Le tubage en FEP pourrait être un bon compromis puisqu'il présente une perméabilité au gaz limitée combinée à un prix attractif.

Références

- [1] The Evolution of LC Troubleshooting – Degassing, LCGC Europe, Dec. 2023, 36 (10), 397-401.
- [2] Tubing Materials. <https://biotechfluidics.com/products/tubing/> (accessed 2025-09-18)

*Auteurs

La Dr Magda Nyström est spécialiste produits chez Biotech Fluidics AB et Anders Grahn président fondateur de Biotech Fluidics AB, Onsala, Suède. Le Dr Tobias Jonsson est directeur général de Diduco AB.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter :

anders.grahn@biotechfluidics.com