

Production de l'oxygène médical : maximisation de la méthode PSA.

L'oxygène est un gaz indispensable pour la vie humaine et sa synthétisation permet de lutter contre nombreuses maladies y compris le Covid. Or le besoin dépasse largement l'offre . Ceci nécessite le recours à une méthode simple et efficace qui couvre l'usage individuelle .

Le projet choisi est lié à la thématique de l'année "santé-prévention" puisqu'il propose de satisfaire momentanément le besoin en oxygène médical pour sauver la vie des gens présentant une insuffisance respiratoire .

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- JBABRI Saloua

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire), INFORMATIQUE (Technologies informatiques).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>pression modulée</i>	<i>pressure swing</i>
<i>oxygène</i>	<i>oxygen</i>
<i>zeolite (zeolithe)</i>	<i>zeolite</i>
<i>adsorption</i>	<i>adsorption</i>
<i>azote</i>	<i>nitrogen</i>

Bibliographie commentée

Dès l'inscription de l'oxygène dans le domaine sanitaire, le taux de mortalité causé par les maladies pulmonaires a diminué. Afin de remédier ce problème des méthodes sont développées subvenant à ce manque ; Parmi ces démarches on cite la méthode de l'éclosion de l'oxygène par un système à membrane céramique : il s'agit de la séparation sélective de l'oxygène par électrodifusion. Outre que, L'électrolyse de l'eau qui se base sur le principe de dissociation des molécules d'eau. Or ces procédés cités sont centralisés au sein des usines et exigent des conditions hors de la portée de l'individu. Ceci a poussé les chercheurs de développer d'autres méthodes pour rendre la production de l'oxygène facile .La plus simple et la plus efficace est celle du PSA (c'est à dire pression modulée en adsorption)[1] qui est basé sur le principe d'adsorption par le zéolithe .Ce dernier présente l'avantage d'avoir une capacité élevée de rétention des molécules de l'azote par rapport à celle de l'oxygène. Cette capacité de rétention caractérisée par la sélectivité dépend fortement de la structure cristalline de l'adsorbant zeolitique .Des études développés dans cet objectif ont suggéré que l'enrichissement de zéolite par le lithium lui octroie une sélectivité plus importante[2] . L'intérêt de l'usage de lithium a été justifié par l'interaction importante entre le quadripôle de nitrogène et le

cation qui est attaché à la structure de la zéolite en raison de son pouvoir polarisant élevé (c'est à dire charge/rayon ionique)[3] .La description du système de séparation se base sur des paramètres thermodynamiques et statistiques (pression, température, volume, sélectivité , capacité de saturation).Langmuir propose un modèle simple de l'adsorption de l'air dans une surface qui considère que l'air comme étant seulement constitué de deux gaz parfaits dont leurs capacités thermiques sont constantes . Ce modèle corrèle entre les différents facteurs déterminant le besoin énergétique du PSA. Les résultats de ce modèle proposé ont permis de dégager qu'il existe une forte corrélation entre la haute pression d'adsorption et la basse pression de désorption[4]. Le modèle de Langmuir est ensuite appliqué au cas de la séparation entre O₂ et N₂. Cette application passe par un cycle à plusieurs étapes[5] :

- Compression de l'air entre 2 à 3 bars;
- Injection de cet air comprimé dans la zéolite, (adsorption)
- Séparation entre N₂ et l'O₂ ;
- Saturation due à la valeur limite ; (Désorption)

Aux termes de cette synthèse bibliographique on peut dire que le PSA est intéressant dans la séparation entre l'oxygène et le nitrogène. Mais elle reste limité à cause de problème de saturation de zéolithe .Et la question qui s'impose est comment améliorer le taux de séparation de PSA pour une meilleure production de O₂.

Problématique retenue

Notre sujet a pour but la résolution de manque d'oxygène par maximisation du débit en oxygène produit par la méthode de la concentration proposée (PSA).

Objectifs du TIPE

Pour répondre à la problématique posée on va adopter les démarches suivantes :

- 1-Développer le protocole expérimentale.
- 2-Développer une étude statistique de la sélectivité et de pression pour augmenter l'enrichissement .

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] FREDERICK WELLS LEAVITT : Air separation pressure swing adsorption process : *Leavitt, F. W. Air separation pressure swing adsorption process. U.S. Patent 5,074,892, 1991.*
- [2] DANIEL FERREIRA, PATRICK SILVA BÁRCIA, ROGER D. WHITLEY, AND ADELIO MENDES : Two-stage VPSA using AgLiLSX zeolite for producing 99.5+% oxygen from air : <http://pubs.acs.org>
- [3] DOUGLAS W MCKEE : Separation of an oxygen-nitrogen mixture. U.S. : *McKee, D. W. Separation of an oxygen-nitrogen mixture. U.S. Patent 3,140,933, 1964.*

- [4] PAUL M. MATHIAS,* RAVI KUMAR,† J. DOUGLAS MOYER, JR., JOAN M. SCHORK, SREE R. SRINIVASAN, STEVEN R. AUWIL, AND ORHAN TALU‡ : Correlation of Multicomponent Gas Adsorption by the Dual-Site Langmuir Model. Application to Nitrogen/Oxygen Adsorption on 5A-Zeolite :
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie950291y>
- [5] SIRCAR : Pressure Swing Adsorption: Research Needs in Industry. :
<https://www.scribd.com/document/377375380/SirCar-2002>

DOT

- [1] *En septembre, reprise de nos recherches déjà commencés en première année sur le phénomène de l'adsorption , mais cette fois ci dans le cadre du tipe.*
- [2] *Découverte de la méthode PSA et du modèle mathématique de Langmuir qui modélise le phénomène de l'adsorption .*
- [3] *En mois février on a consulté plusieurs sociétés médicales afin de trouver un atelier adéquate de travail afin de s'assurer de la réussite de l'expérience .Enfin on a eu la chance notre demande a été accepté par la société 'ALL MEDICAL'*
- [4] *En parallèle on s'était obligé d' apprendre un nouveau langage de programmation celui d'arduino pour pouvoir asservir notre modèle expérimental.*
- [5] *On a travaillé pendant deux mois sur la réalisation de l'expérience et trouver les paramètres précis pour la production de l'air enrichi en oxygène*
- [6] *En début de mai on a rédigé un script python simple permettant de tracer les graphes des données expérimentales et une modélisation de flux sur COMSOL .*
- [7] *En fin de mai nous avons abouti à une comparaison entre les résultats expérimentaux et théoriques .*