(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
21 octobre 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/089510 A2

(51) Classification internationale des brevets[7] :
B01D 53/047

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/050123

(22) Date de dépôt international : 24 mars 2004 (24.03.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03 04106 2 avril 2003 (02.04.2003) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **L'AIR LIQUIDE,SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75321 PARIS CEDEX 07 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **LESSI, Stéphane** [FR/FR]; 32, rue Gabriel Péri, F-38000 GRENOBLE (FR). **SCHMUTZ, Nicolas** [FR/FR]; 10bis, boulevard Gambetta, F-38000 GRENOBLE (FR).

(74) Mandataire : **LE MOENNER, Gabriel**; L'AIR LIQUIDE S.A., Direction Propriété Intellectuelle, 75, quai d'Orsay, F-75321 PARIS CEDEX 07 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

WO 2004/089510 A2

(54) **Title:** CARRIER-BORNE SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF OXYGEN-ENRICHED GAS STREAMS AND METHOD FOR SUPPLYING THE AIRWAYS OF THE OCCUPANTS OF AN AIRCRAFT

(54) **Titre :** SYSTEME EMBARQUE DE PRODUCTION DE FLUX GAZEUX ENRICHI EN OXYGENE ET PROCEDE POUR ALIMENTER LES VOIES AERENNES D'OCCUPANTS D'UN AERONEF

(57) **Abstract:** The carrier-borne VPSA system comprises at least one low-granulometric faujasite zeolite adsorber, whereby the Si/AI ratio ranges from 1 to 1.50 and the zeolite is exchanged with at least 10 % silver, and is also advantageously, highly exchanged with lithium. The invention can be used to supply the occupants of an aircraft with oxygen.

(57) **Abrégé :** Le système embarqué, de type VPSA, comporte au moins un adsorbeur comprenant une zéolithe de type faujasite à faible granulométrie, ayant un rapport Si/AI entre 1 et 1,50 et échangée à au moins 10% avec de l'argent, avantageusement fortement échangée en outre au lithium. Application à la fourniture d'oxygène aux occupants d'un aéronef.

Système embarqué de production de flux gazeux enrichi en oxygène et procédé pour alimenter les voies aériennes d'occupants d'un aéronef

La présente invention concerne les systèmes et procédés de production d'un flux gazeux enrichi en oxygène à partir d'air atmosphérique pour la fourniture à des passagers et un équipage d'aéronef.

Les concentrateurs d'oxygène embarqués pour aéronefs, généralement désignés sous l'acronyme OBOGS, mettent classiquement en œuvre des procédés d'adsorption à pression alternée, dits PSA ou VPSA, utilisant des adsorbants capables de séparer les constituants de l'air.

Il est connu, à cet effet, d'utiliser des adsorbants de type zéolithe X ou A ayant une affinité élevée pour l'azote et donc capables de fournir un mélange enrichi en oxygène, jusqu'à une teneur n'excédant toutefois pas, pour les meilleurs, 95%, en raison de la teneur en argon présent dans l'air atmosphérique.

Pour fournir de l'oxygène à une teneur supérieure à 95%, il a été proposé, notamment dans US-A-4,566,881 (BWV), d'utiliser des adsorbeurs en cascade, suivant des agencements mal adaptés en dimensions, poids et complexité de circuits pour des applications embarquées.

On sait d'autre part que les zéolithes échangées avec des cations argent, connues depuis longtemps (cf. US-A-3,331,190 – Dow Chemical), permettent notamment d'améliorer la séparation de l'oxygène et de l'azote (cf. WO-A-00/40332 – University of Michigan) ou de séparer l'argon de l'oxygène (cf. WO-A-94/06541 – Arbor Research Corp). Aucune indication quant à la possible utilisation de tel adsorbants dans des concentrateurs type OBOGS n'a toutefois été suggérée.

La présente invention a pour objet de proposer un procédé et un système embarqué pour la production d'un flux gazeux fortement enrichi en oxygène optimisé en masse et en volume embarqués et convenant à divers types d'aéronefs, en particulier à des aéronefs civils gros porteurs pour la fourniture de flux importants d'air enrichi en oxygène aux occupants des aéronefs.

Pour ce faire, selon une caractéristique de l'invention, le système embarqué de production de flux gazeux enrichi en oxygène à partir d'air

atmosphérique comporte au moins un adsorbeur comprenant une zéolithe de type faujasite, ayant un rapport Si/Al entre 1 et 1,50, avantageusement entre 1 et 1,25, et échangée à au moins 10% avec de l'argent, avantageusement entre 20 et 60%, plus particulièrement entre 40 et 50% d'ions argent, la zéolite, avantageusement avec des particules fines inférieures à 0,8 mm, étant par exemple une NaX, une CaX ou, de préférence, une zéolithe LiX, avantageusement une LiLSX échangée à plus de 70% en lithium (les zéolithes échangées au lithium, outre leurs excellentes performances pour la séparation de l'azote, permettant de minimiser les teneurs d'échange en ions argent, ces derniers ayant tendance, en présence d'ions lithium, à se fixer sur des sites mieux ciblés pour l'adsorption de l'argon), le taux d'échange en argent étant alors compris entre 20 et 30%. Avantageusement, la zéolithe est une LiAgLSX telle que la somme $\alpha+\beta$ des pourcentages α de lithium et β d'argent est comprise entre 0,9 et 1.

La présente invention a pour autre objet de proposer un procédé de production d'un mélange gazeux fortement enrichi en oxygène à partir d'air atmosphérique mettant en œuvre au moins un système tel que défini ci-dessous.

Le système et le procédé selon l'invention, permettent, dans des conditions d'exploitation optimisées, d'atteindre des concentrations d'oxygène supérieures à 98%, typiquement de l'ordre de 99 %, voire proches de 100%, ce qui permet donc d'assurer une excellente compatibilité avec les lignes de distribution d'oxygène des aéronefs actuels qui sont dimensionnés pour des puretés d'oxygène (en bouteilles) de 100%. De plus, un tel niveau de concentration d'oxygène permet d'assurer, sans modification substantielle des conditions d'utilisation, le besoin physiologique des équipages ou passagers d'aéronef à des altitudes de vol élevées, où la teneur en oxygène dans l'air environnant est faible, par exemple en cas de décompression à une altitude de 40 000 pieds (12 000 m) ou, plus généralement, supérieure à 30 000 pieds (10 000 m).

Le système proposé dans le cadre de la présente invention est donc, selon un mode de réalisation préféré, un système OBOGS de type VPSA Vacuum and Pressure Swing Adsorption) comportant au moins une paire d'adsorbeurs fonctionnant de manière alternée à un rythme rapide, typiquement

avec un cycle (séquence pressurisation/production/régénération-élution) d'une durée inférieure à 12 secondes, typiquement comprise entre 6 et 10 secondes. Avec un adsorbant LiAgLSX ayant une granulométrie moyenne inférieure à 0,8 mm, de préférence entre 0,6 et 0,7 mm, échangé à 80% en lithium et 20% en argent, pour un avion civil de ligne, ayant typiquement entre 120 et 500 passagers, la quantité de tamis par adsorbeur est comprise entre 1,5 et 15 kg, la pression haute de cycle est comprise entre 500 millibars relatifs et 3 bars relatifs, et la pression basse de cycle est corrélativement comprise entre 100 millibars relatifs et 1 bar relatif. On obtient ainsi, y compris à des altitudes élevées, une production de mélange gazeux fortement enrichi en oxygène, dépassant 97%, permettant une forte dilution avec l'air cabine, autorisant ainsi les débits importants convenant à un grand nombre de passagers, même à des altitudes de vol élevées, le système embarqué VPSA conférant une autonomie illimitée permettant à l'aéronef de croiser, en sûreté, à haute altitude, même en cas de problème dans le système de pressurisation d'air.

Quoique l'invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, elle ne s'en trouve pas limitée mais est susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Système embarqué de production de flux gazeux fortement enrichi en oxygène à partir d'air atmosphérique, comportant au moins un adsorbeur comprenant une zéolithe de type faujasite ayant un rapport Si/Al entre 1 et 1,50 et échangée à au moins 10% avec de l'argent.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'adsorbant est sous forme de particules ayant une taille moyenne inférieure à 0,8 mm.

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que la zéolithe est une NaX

4. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le taux d'échange en argent est compris entre 20 et 60%.

5. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que la zéolithe est une L_iX.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que le taux d'échange en argent est compris entre 20 et 30%

7. Système selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que le taux d'échange au lithium est supérieur à 70%.

8. Système selon l'une des revendications 1 à 7, associé à une source d'oxygène gazeux pur sous pression.

9. Procédé pour alimenter les voies aériennes d'au moins une personne se trouvant dans un aéronef avec un flux de gaz enrichi en oxygène produit par adsorption à pression alterné d'air ambiant dans au moins un système selon l'une des revendications précédentes.

10. Procédé selon la revendication 9 où la pression d'admission d'air n'excède pas 3 bars relatifs.

11. Procédé selon la revendication 10, où la pression de désorption est supérieure à 0,100 bar relatif.

12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que le temps de cycle est inférieur à 10 secondes.

13. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que la teneur en oxygène du flux de gaz enrichi est supérieure à 98 %.