



- (51) Classification internationale des brevets :
F25B 19/00 (2006.01) F25D 13/06 (2006.01)
F25D 3/11 (2006.01) F25D 16/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/052144
- (22) Date de dépôt international :
11 octobre 2010 (11.10.2010)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0957770 3 novembre 2009 (03.11.2009) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude [FR/FR]; 75 Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : YOUBI-IDRISSI, Mohammed [MA/FR]; 7, square Yves du Manoir, F-91300 Massy (FR).
- (74) Mandataire : MELLUL-BENDELAC, Sylvie; L'air Liquide SA, Département 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Déclarations en vertu de la règle 4.17 :
— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)
- Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND PLANT FOR CRYOGENICALLY COOLING MATERIALS, COUPLING TOGETHER THE CRYOGENIC SYSTEM OF A TUNNEL AND A REFRIGERATION SYSTEM ADDED VIA A CONDENSER OUTSIDE THE TUNNEL

(54) Titre : PROCÉDE ET INSTALLATION DE REFRROIDISSEMENT CRYOGENIQUE DE PRODUITS REALISANT UN COUPLAGE ENTRE LE SYSTEME CRYOGENIQUE D'UN TUNNEL ET UN SYSTEME FRIGORIFIQUE AJOUTE VIA UN CONDENSEUR EXTERIEUR AU TUNNEL

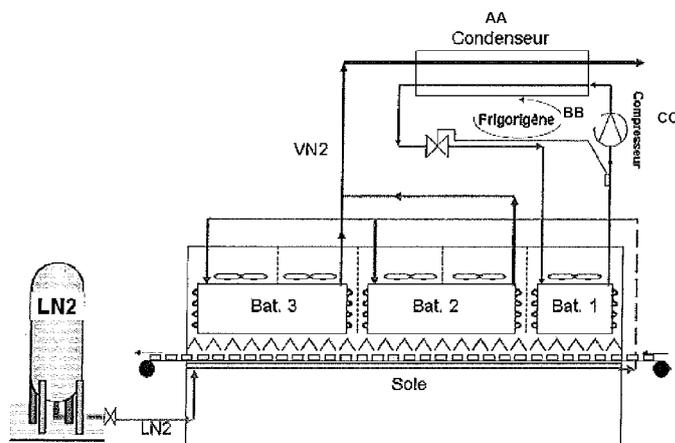


Figure 1

AA Condenser
BB Refrigerant
CC Compressor

(57) Abstract : The invention relates to a plant for cryogenically cooling or deep-freezing materials, including a cryogenic tunnel, characterized in that: an exchanger/condenser outside the tunnel, into which all or a portion of the cold gases resulting from the evaporation of the cryogenic fluid employed in the tunnel are fed, is provided, enabling said gases to give up at least a portion of the negative calories thereof to the condenser before being rejected to the outside; an exchanger/cooling battery is provided inside the tunnel, preferably in the entrance area thereof, the cooling battery consisting of a mechanical refrigeration system along with said condenser.

(57) Abrégé : L' invention concerne une installation de refroidissement ou surgélation cryogénique de produits, comprenant un tunnel cryogénique, remarquable en ce que; on dispose

[Suite sur la page suivante]

d'un échangeur/condenseur extérieur au tunnel, dans lequel on achemine tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation du fluide cryogénique opéré dans le tunnel, permettant à ces gaz de céder au condenseur au moins une partie de leurs frigories, avant d'être rejetés vers l'extérieur; on dispose à l'intérieur du tunnel, préférentiellement dans sa zone d'entrée, d'un échangeur / batterie froide, batterie froide entrant dans la constitution, avec ledit condenseur, d'un système de production de froid mécanique.

Procédé et installation de refroidissement cryogénique de produits réalisant un couplage entre le système cryogénique d'un tunnel et un système frigorifique ajouté via un condenseur extérieur au tunnel

5

La présente invention concerne le domaine des procédés de refroidissement de produits alimentaires dans des appareils du type enceintes ou tunnels.

De tels refroidissements se font traditionnellement par deux technologies différentes bien connues de l'homme du métier :

- la première fait appel à un système thermodynamique fermé utilisant un cycle frigorifique à compression mécanique de vapeur « froid mécanique » ;
- 15 - la seconde utilise un système thermodynamique ouvert se caractérisant par l'injection directe ou indirecte d'un fluide cryogénique.

Les avantages et les inconvénients de chacune de ces deux technologies sont bien connus et bien analysés dans la littérature. On retient principalement que le froid mécanique nécessite un coût d'investissement « Capex » élevé au profil d'un faible coût de fonctionnement « Opex » tandis que le froid cryogénique offre un Capex relativement faible au détriment d'un Opex élevé puisqu'il est essentiellement lié à la consommation du fluide cryogénique.

Dans l'ensemble de ce contexte, on conçoit, et c'est un des objectifs de la présente invention, qu'il serait avantageux de pouvoir disposer d'un nouveau procédé de refroidissement permettant de concilier les deux technologies en combinant leurs avantages. La présente invention souhaite ainsi proposer une nouvelle technologie de tunnel de refroidissement mixte.

35

On sait que ce domaine technique du froid cryogénique met actuellement en œuvre essentiellement les approches suivantes :

- 5 - l'emploi d'un tunnel cryogénique à injection directe du fluide cryogénique dans le tunnel, fluide qui se vaporise en extrayant la chaleur des produits. Le gaz est ensuite extrait et rejeté à l'air libre à une température avoisinant les -80 à -60°C quand il s'agit d'azote liquide et de -45°C à -35°C dans le cas du CO_2 ;
- 10 - l'emploi d'un tunnel cryogénique avec injection indirecte du fluide cryogénique (il s'agit principalement d'azote) dans des échangeurs à tubes et ailettes, appelés communément dans ce métier « batteries froides ». Dans ces tunnels cryogéniques de type indirect, le transfert du
15 froid aux produits passe par un échange avec l'air interne du tunnel par l'intervention de moyens de ventilation associés à chaque batterie. Le système étant thermodynamiquement ouvert, on assiste également dans ce cas à un rejet des gaz à l'atmosphère à des températures
20 proches de -80 à -60°C .

On notera que si dans cette technologie, les échangeurs à tubes et ailettes sont ceux qui sont le plus couramment utilisés, d'autres types d'échangeurs, tels les
25 échangeurs à canaux sont également utilisés comme table sur laquelle défilent les produits par l'intermédiaire d'un film, l'échange thermique dans ce cas ayant lieu entre la face inférieure du produit et la paroi extérieure de l'échangeur.

30

On l'aura compris, dans les deux cas, direct ou indirect, les gaz rejetés à l'air libre renferment encore une quantité de chaleur sensible non négligeable (80 à 100 kJ/kg) mais non valorisée à ce jour.

35

Comme on le verra plus en détail dans ce qui suit, la présente invention propose de récupérer les gaz cryogéniques à leur température d'extraction en vue de les valoriser énergétiquement et ainsi abaisser le coût de fonctionnement d'un tel tunnel cryogénique.

Il s'agit alors de récupérer ces gaz et les faire passer dans un condenseur de machine frigorifique dont l'évaporateur (batterie froide) est placé à l'intérieur du tunnel, préférentiellement du côté entrant des produits.

Si la présente invention vise préférentiellement les technologies d'injection indirecte elle s'applique également sans difficulté aux enceintes ou tunnels à injection directe, on comprendra néanmoins sans difficulté que dans ce dernier cas il est préférable de positionner un élément de traitement des gaz froids extraits avant leur arrivée dans le condenseur, ceci notamment en vue de les filtrer.

La présente invention concerne alors une installation de refroidissement cryogénique de produits, comprenant un tunnel cryogénique dans lequel circulent des produits à refroidir ou surgeler, tunnel équipé de moyens d'injection d'un fluide cryogénique ainsi que de moyens d'extraction de tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, se caractérisant par la mise en œuvre des mesures suivantes :

- l'installation comprend un échangeur (condenseur) extérieur au tunnel, apte à recevoir tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, pour permettre à ces gaz de céder au condenseur au moins une partie de leurs frigories, avant d'être rejetés vers l'extérieur ;

- l'installation comprend, préférentiellement dans la zone d'entrée du tunnel, un échangeur / batterie froide, batterie froide entrant dans la constitution, avec ledit condenseur, d'un système de production de froid mécanique.

La notion de « zone d'entrée » d'un tunnel est connue de l'homme du métier, mais nous préciserons néanmoins que l'échangeur/batterie froide de froid mécanique conforme à l'invention peut être présente dans une zone s'étendant jusqu'à un cinquième de la longueur du tunnel.

La présente invention pourra par ailleurs adopter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

10 - Le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection directe du fluide cryogénique dans le tunnel, fluide qui se vaporise en extrayant de la chaleur des produits.

15 - Le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte du fluide cryogénique dans des échangeurs présents dans l'espace interne du tunnel et répartis sur le parcours des produits dans le tunnel, par exemple des échangeurs à tubes et ailettes.

20 - Ladite batterie froide conforme à l'invention dans laquelle on fait circuler un fluide frigorigène est une batterie initialement présente dans le tunnel qui est un tunnel de type à injection indirecte.

25 - Ladite batterie froide conforme à l'invention dans laquelle on fait circuler un fluide frigorigène est une batterie additionnelle, qui a été ajoutée au tunnel, qui est un tunnel de type à injection directe ou de type à injection indirecte.

30 - Le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte qui est muni d'une sole, dotée de canaux où circule le fluide cryogénique, apte ainsi à refroidir le dessous des produits qui y défilent par un contact direct, les échangeurs présents dans le tunnel et la sole pouvant être opérés en termes de circulation du cryogène en série ou en parallèle.

35

La présente invention concerne également un procédé de refroidissement ou surgélation cryogénique de produits, utilisant un tunnel cryogénique, tunnel équipé de moyens d'injection d'un fluide cryogénique ainsi que de moyens
5 d'extraction de tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, se caractérisant par la mise en œuvre des mesures suivantes :

- on dispose d'un échangeur extérieur au tunnel, dans lequel on achemine tout ou partie des gaz froids résultant
10 de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, permettant à ces gaz de céder au condenseur au moins une partie de leurs frigorifiques, avant d'être rejetés vers l'extérieur ;

- on dispose, préférentiellement dans la zone d'entrée du tunnel, d'un échangeur / batterie froide, batterie
15 froide entrant dans la constitution, avec ledit condenseur, d'un système de production de froid mécanique, et que l'on utilise comme suit :

i) on fait circuler dans ladite batterie froide un fluide frigorigène ;

20 j) le fluide frigorigène obtenu en sortie de batterie froide subit une compression permettant d'élever sa pression et sa température, avant d'être envoyé dans ledit condenseur extérieur, au sein duquel il échange avec lesdites vapeurs froides et subit une condensation ;

25 k) le liquide frigorigène obtenu en sortie de condenseur extérieur subit une détente permettant d'abaisser sa pression et sa température, avant d'être ré-acheminé dans
30 ladite batterie froide.

La présente invention pourra par ailleurs adopter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- Le tunnel est un tunnel cryogénique de type à
35 injection directe du fluide cryogénique dans le tunnel,

fluide qui se vaporise en extrayant de la chaleur des produits.

- Le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte du fluide cryogénique dans des échangeurs présents dans l'espace interne du tunnel et répartis sur le parcours des produits dans le tunnel, par exemple des échangeurs à tubes et ailettes.

- Ladite batterie froide conforme à l'invention dans laquelle on fait circuler un fluide frigorigène est une batterie initialement présente dans le tunnel qui est un tunnel de type à injection indirecte.

- Ladite batterie froide conforme à l'invention dans laquelle on fait circuler un fluide frigorigène est une batterie additionnelle, qui a été ajoutée au tunnel, qui est un tunnel de type à injection directe ou de type à injection indirecte.

- Le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte qui est muni d'une sole, dotée de canaux où circule le fluide cryogénique, apte ainsi à refroidir le dessous des produits qui y défilent par un contact direct, les échangeurs présents dans le tunnel et la sole pouvant être opérés en termes de circulation du cryogène en série ou en parallèle, notamment selon la nature des produits à traiter, les gaz froids acheminés vers le condenseur extérieur étant alors obtenus en sortie des échangeurs et/ou en sortie de la sole.

Comme on l'aura compris à la lecture de ce qui précède, on organise donc selon l'invention un couplage entre le système cryogénique du tunnel et un système frigorifique (froid mécanique) ajouté, ceci via le condenseur extérieur.

Selon la présente invention, le condenseur du système frigorifique est un échangeur dont le fluide froid est

constitué de gaz cryogéniques extraits de la zone cryogénique du tunnel (par exemple à une température proche de -80°C), tandis que de l'autre côté du condenseur/échangeur le fluide « chaud » est le fluide frigorigène (par exemple du CO_2 , de l'ammoniac ou encore un hydrocarbure tel le propane, l'isobutane, ...), qui en sortie du compresseur à pression et température accrues, pénètre dans l'échangeur, où il subit un refroidissement pour atteindre sa température de rosée puis une condensation. Le liquide frigorigène obtenu en sortie du condenseur extérieur à haute pression subit une détente, abaissant sa pression et sa température, menant à son évaporation dans la batterie froide interne au tunnel, y produisant en s'évaporant la puissance frigorifique requise par la partie mécanique du dispositif et procédé de l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement dans la description suivante, donnée à titre illustratif mais nullement limitatif, faite en relation avec les dessins annexés pour lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique partielle d'un tunnel conforme à l'invention de type à injection indirecte ;
- la figure 2 est une vue schématique partielle d'un tunnel conforme à l'invention de type à injection directe, mettant en œuvre un moyen de filtration sur le parcours des gaz extraits avant leur arrivée dans le condenseur extérieur ;
- la figure 3 fournit le résultat de travaux de simulation effectués par la Demanderesse qui ont permis de montrer qu'il existe un optimum de température de condensation situé entre 10°C à 15°C .

On reconnaît sur la figure 1 un tunnel cryogénique de surgélation de produits, tunnel de type à injection

indirecte, muni d'échangeurs (batteries 2 et 3) et d'une sole, alimentés en azote liquide par un réservoir de stockage d'azote liquide, tunnel de type connu et que l'on a déjà bien décrit ci-dessus, on ne procèdera donc pas ici
5 à nouveau à sa description détaillée.

On se concentrera donc davantage dans ce qui suit sur ce qui est remarquable dans ce tunnel conformément à la présente invention.

Conformément à l'invention :

10 - on dispose d'un échangeur/condenseur extérieur au tunnel, dans lequel, grâce aux moyens d'extraction associés au fonctionnement de ce tunnel (non représentés en détail sur la figure), on achemine tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation du fluide dans le tunnel (gaz
15 extrait des échangeurs et/ou de la sole), permettant à ces gaz de céder au condenseur au moins une partie de leurs frigories, avant d'être rejetés vers l'extérieur, ce que l'on visualise bien sur la figure ;

- on dispose, dans la zone d'entrée du tunnel, d'un
20 échangeur / batterie froide, batterie froide entrant dans la constitution, avec le condenseur, d'un système de production de froid mécanique, et que l'on utilise comme suit :

25 i) on fait circuler dans la batterie froide d'entrée un fluide frigorigène (par exemple un hydrocarbure) ;

j) le fluide frigorigène obtenu en sortie de batterie froide subit une compression permettant d'élever sa pression et sa température, avant
30 d'être envoyé dans le condenseur extérieur, au sein duquel il échange avec les vapeurs froides extraites du tunnel, et subit une condensation ;

k) le liquide frigorigène obtenu en sortie de condenseur extérieur subit ensuite une détente
35 permettant d'abaisser sa pression et sa température, avant d'être ré-acheminé dans la

batterie froide et ainsi de suite dans un cycle de froid mécanique que l'on comprend bien.

On insistera ici sur les points suivants :

5 La figure 1 illustre deux situations possibles conformes à l'invention :

i) le tunnel initial comprend les batteries 2 et 3 et conformément à l'invention on ajoute la batterie 1 en entrée et le condenseur extérieur bien entendu ;

10 j) le tunnel initial comprend les batteries 1, 2 et 3 et conformément à l'invention nous « détournons » si l'on peut dire la batterie 1 pour l'intégrer dans un cycle mécanique en ajoutant le condenseur extérieur bien entendu (comme on le verra plus loin c'est cette seconde situation
15 qui est illustrée dans un exemple de calcul thermo-économique).

Par ailleurs le tunnel représenté ici possède une sole, mais bien entendu dans d'autres tunnels de cette industrie la sole n'est pas présente et néanmoins
20 l'invention peut tout à fait y être mise en œuvre.

La figure 2 permet quant à elle de visualiser un tunnel conforme à l'invention de type à injection directe (on visualise sur la figure des modules de pulvérisation -
25 spray - alimentés en azote liquide à partir du stockage).

Conformément à l'invention, le tunnel est muni d'un système d'extraction des gaz résultant de la vaporisation du cryogène dans le tunnel, et l'on achemine tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation du fluide dans
30 le tunnel vers le condenseur extérieur, ces gaz froids transitant, avant d'atteindre le condenseur, par des moyens de filtration.

Conformément à l'invention, on a ajouté à la structure initiale de ce tunnel, soit en amont de son entrée dans une
35 structure ajoutée, soit au sein de sa propre zone d'entrée,

un échangeur / batterie froide (batterie 1), batterie froide utilisée comme précédemment décrit.

Dans un cas comme dans l'autre des exemples présentés,
5 la présence de cette batterie froide d'entrée, d'apport de froid mécanique présente les avantages suivants :

- la batterie 1 étant alimentée par un circuit frigorifique indépendant, elle peut servir d'un pré-refroidisseur des produits entrants ; l'air sera refroidi à
10 cet endroit à une température voisine de -38°C , d'où une température d'évaporation de -45°C environ ;

- ce niveau de température est également avantageux pour la récupération d'un maximum de givre sur cette batterie, d'où une meilleure efficacité thermique des
15 batteries 2 et 3 en aval, alimentées ici par de l'azote liquide, et qui permettent de produire un air à une température de l'ordre de -100°C à -120°C ;

- l'alimentation de la batterie 1 par un groupe frigorifique indépendant permet également de maîtriser les
20 cycles de dégivrage qui peuvent être aisément effectués par inversion du cycle frigorifique, d'où un fonctionnement plus long du tunnel dans le temps et une capacité de production plus élevée dans la journée.

25 La température de condensation du fluide frigorigène conditionne la puissance frigorifique délivrée à la batterie 1, sa surface d'échange et la puissance consommée par le compresseur.

Des travaux de simulation développés par la
30 Demanderesse ont permis de montrer qu'il existe un optimum de température de condensation situé entre 10°C à 15°C . (rapportés en figure 3 annexée).

Par rapport à un tunnel cryogénique à injection
35 indirecte à configuration égale (à savoir en considérant l'exemple du tunnel de la figure 1 muni dès l'origine des

batteries 1, 2, 3 alimentées en cryogénie), l'insertion d'un groupe frigorifique est simple et peu coûteuse en consommation d'énergie, elle permet ainsi d'abaisser le coût opérationnel du tunnel cryogénique :

- 5 - économie d'environ 20% de consommation du fluide cryogénique ;
- amélioration de la productivité ;
- maîtrise du phénomène de dégivrage via la première batterie.

10

Pour mieux visualiser ces avantages économiques, on fournit dans ce qui suit une estimation des coûts thermo-économiques en jeu selon l'invention.

15

Considérons l'exemple d'un tunnel cryogénique à injection indirecte et permettant la congélation de 1000kg/h d'un produit alimentaire donné avec une consommation voisine de 1200 l/h d'azote liquide.

20

La température des gaz de sortie de tunnel dans une telle configuration est d'environ -80°C. Comme on va l'explicitier ci-dessous, la valorisation de ces gaz selon la présente invention permet la récupération d'environ 24 kW.

25

Les gaz froids entrent dans le condenseur à environ -80°C, et en ressortent à environ 15°C, tandis que le fluide frigorigène (ici du R404A) en provenance de la batterie 1 entre dans le condenseur en circulation contre courant à environ 92°C pour en ressortir à environ 13°C.

30

Le système frigorifique du froid mécanique à installer doit ainsi évacuer au niveau de son condenseur environ 24 kW de puissance calorifique. La puissance frigorifique produite au niveau de son évaporateur (batterie 1 de la figure 1) dépend bien évidemment du niveau de température d'air désiré et de la performance du compresseur associé au système.

35

Un calcul thermodynamique de ce cycle respectant les règles classiques en la matière permet de montrer que dans telle configuration, la puissance frigorifique est d'environ 17 kW pour une température d'air à -35°C et
5 d'environ 16kW pour une température d'air à -40°C .

Pour un coefficient de performance (COP) de l'installation dans une telle situation d'environ 1.6 à 1.8, le compresseur consommera 9 à 10 kW électriques et doit pouvoir offrir un volume balayé d'environ $20\text{m}^3/\text{h}$,
10 alors que le condenseur extérieur doit offrir une surface d'échange d'environ 3.5 m^2 .

Comme on le constate d'après ces calculs, la taille de ce système frigorifique reste moyenne et largement
15 disponible sur le marché. Ainsi, l'évaporateur (batterie 1) de cette installation est disponible avec son ventilateur au sein du tunnel (comme on l'a déjà dit plus haut la batterie 1 était déjà présente dans le tunnel initial, même si elle était alimentée en liquide cryogénique, elle ne
20 nécessite donc pas d'être réinvestie), et l'investissement porte alors uniquement sur l'ensemble «condenseur + compresseur + détendeur » qui est très faible (ceci n'excède pas 8 à 10 k€).

L'alimentation de seulement deux batteries du tunnel à
25 l'aide d'azote liquide tel que proposé ici, au lieu de trois batteries comme dans le cas initial, permet d'économiser 15 à 20% de consommation d'azote.

Revendications

1. Installation de refroidissement ou surgélation cryogénique de produits, comprenant un tunnel cryogénique dans lequel circulent des produits à refroidir ou surgeler, tunnel équipé de moyens d'injection d'un fluide cryogénique ainsi que de moyens d'extraction de tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, se caractérisant par la mise en œuvre des mesures suivantes :

- l'installation comprend un échangeur/condenseur) extérieur au tunnel, apte à recevoir tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, pour permettre à ces gaz de céder au condenseur au moins une partie de leurs frigories, avant d'être rejetés vers l'extérieur ;

- l'installation comprend, préférentiellement dans la zone d'entrée du tunnel, un échangeur / batterie froide, batterie froide entrant dans la constitution, avec ledit condenseur, d'un système de production de froid mécanique.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection directe du fluide cryogénique dans le tunnel, fluide qui se vaporise en extrayant de la chaleur des produits.

3. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte du fluide cryogénique dans des échangeurs présents dans l'espace interne du tunnel et répartis sur le parcours des produits dans le tunnel, par exemple des échangeurs à tubes et ailettes.

4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite batterie froide est une batterie initialement présente dans le tunnel.

5. Installation selon l'une des revendication 1 à 3, caractérisée en ce que ladite batterie froide est une batterie additionnelle, qui a été ajoutée au tunnel, qui est un tunnel de type à injection directe ou de type à injection indirecte.

6. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte qui est muni d'une sole, dotée de canaux où circule le fluide cryogénique, apte ainsi à refroidir le dessous des produits qui y défilent par un contact direct, les échangeurs présents dans le tunnel et la sole pouvant être opérés en termes de circulation du cryogène en série ou en parallèle.

7. Procédé de refroidissement ou surgélation cryogénique de produits, utilisant un tunnel cryogénique, tunnel équipé de moyens d'injection d'un fluide cryogénique ainsi que de moyens d'extraction de tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, se caractérisant par la mise en œuvre des mesures suivantes :

- on dispose d'un échangeur/condenseur extérieur au tunnel, dans lequel on achemine tout ou partie des gaz froids résultant de la vaporisation dudit fluide dans le tunnel, permettant à ces gaz de céder au condenseur au moins une partie de leurs frigories, avant d'être rejetés vers l'extérieur ;

- on dispose, préférentiellement dans la zone d'entrée du tunnel, d'un échangeur / batterie froide, batterie froide entrant dans la constitution, avec ledit condenseur, d'un système de production de froid mécanique, et que l'on utilise comme suit :

i) on fait circuler dans ladite batterie froide un fluide frigorigène ;
j) le fluide frigorigène obtenu en sortie de batterie froide subit une compression permettant

d'élever sa pression et sa température, avant d'être envoyé dans ledit condenseur extérieur, au sein duquel il échange avec lesdites vapeurs froides et subit une condensation,

5 k) le liquide frigorigène obtenu en sortie de condenseur extérieur subit une détente permettant d'abaisser sa pression et sa température, avant d'être ré-acheminé dans ladite batterie froide.

10 **8.** Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection directe du fluide cryogénique dans le tunnel, fluide qui se vaporise en extrayant de la chaleur des produits.

15 **9.** Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte du fluide cryogénique dans des échangeurs présents dans l'espace interne du tunnel et répartis sur le parcours des produits dans le tunnel, par
20 exemple des échangeurs à tubes et ailettes.

10. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite batterie froide dans laquelle on fait circuler un fluide frigorigène est une batterie initialement présente dans le tunnel qui est un tunnel de
25 type à injection indirecte.

11. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite batterie froide dans laquelle on fait circuler un fluide frigorigène est une batterie additionnelle, qui a été ajoutée au tunnel, qui est un
30 tunnel de type à injection directe ou de type à injection indirecte.

12. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le tunnel est un tunnel cryogénique de type à injection indirecte qui est muni d'une sole, dotée de
35 canaux où circule le fluide cryogénique, apte ainsi à

refroidir le dessous des produits qui y défilent par un contact direct, les échangeurs présents dans le tunnel et la sole pouvant être opérés en termes de circulation du cryogène en série ou en parallèle, les gaz froids acheminés
5 vers le condenseur extérieur étant alors obtenus en sortie des échangeurs et/ou en sortie de la sole.

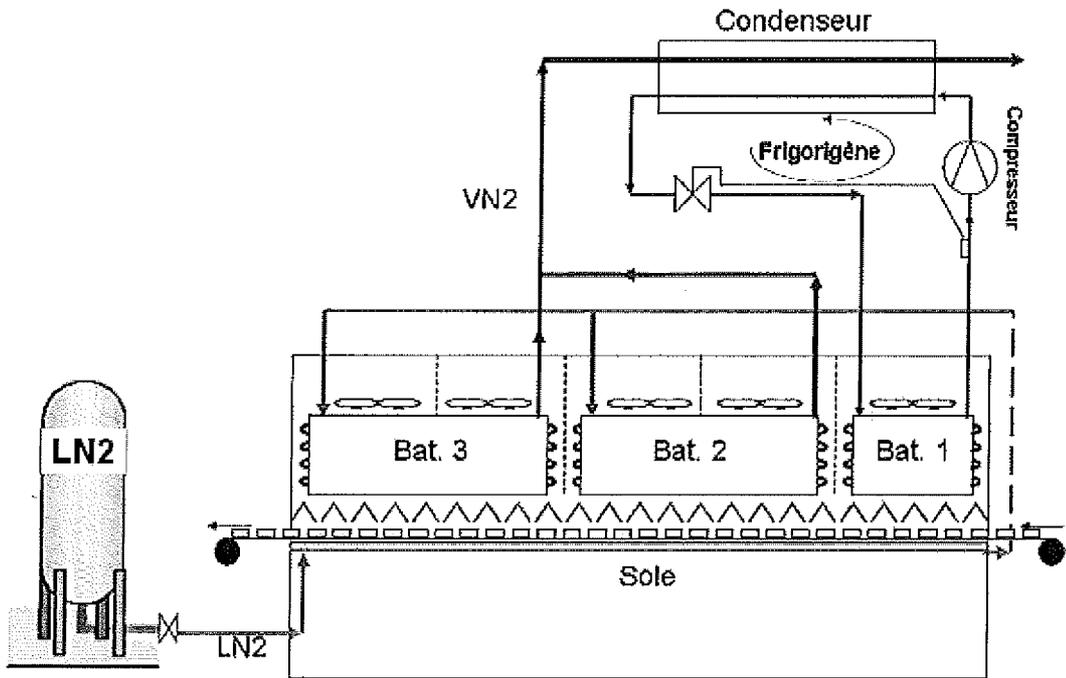


Figure 1

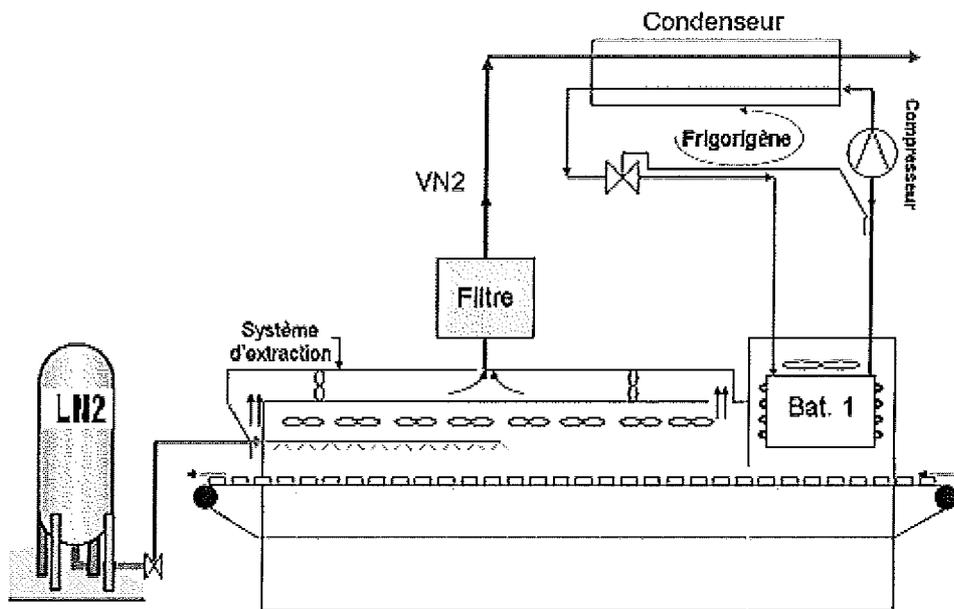


Figure 2

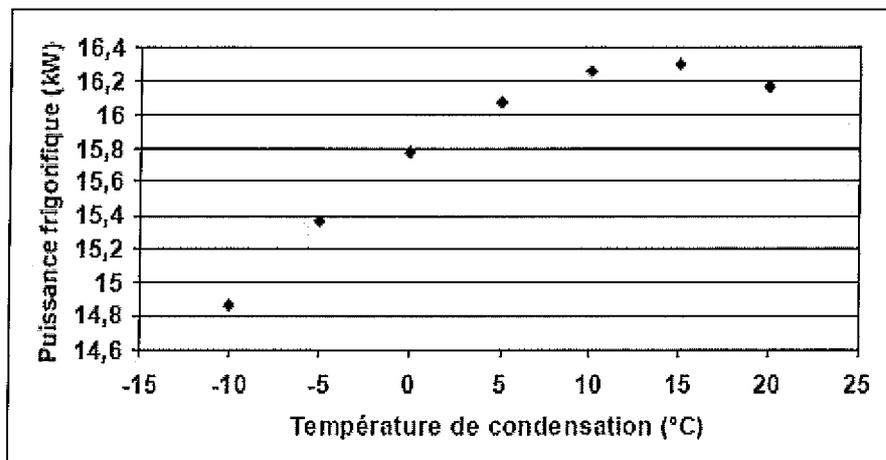


Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2010/052144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F25B19/00 F25D3/11 F25D13/06 F25D16/00
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F25B F25D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 787 957 A2 (BOC GROUP INC [US]) 6 August 1997 (1997-08-06)	1,3-5,7, 9-11
Y	figures 1,2	6,12
X	EP 0 360 224 A2 (UNION CARBIDE CORP [US]) PRAXAIR TECHNOLOGY INC [US]) 28 March 1990 (1990-03-28)	1-5,7-11
X	EP 1 223 394 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 17 July 2002 (2002-07-17)	1,3-5,7, 9-11
Y	FR 2 779 810 A1 (DEW ROGER [FR]) 17 December 1999 (1999-12-17)	6,12
	page 4, lines 13-26; figures 1-3	
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 2010

Date of mailing of the international search report

23/12/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Léandre, Arnaud

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2010/052144

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 237 695 A (HOFMANN DOLF D [DE] ET AL) 9 December 1980 (1980-12-09) the whole document -----	1-12
A.	US 3 611 745 A (SCHLEMMER ALFRED H) 12 October 1971 (1971-10-12) the whole document -----	6,12
A	EP 1 847 790 A1 (C I M S [FR]) 24 October 2007 (2007-10-24) the whole document -----	6,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2010/052144

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0787957	A2	06-08-1997	CA 2192153 A1	31-07-1997
			PL 318185 A1	04-08-1997
			US 5694776 A	09-12-1997
			ZA 9610350 A	23-06-1997
EP 0360224	A2	28-03-1990	BR 8904701 A	01-05-1990
			CA 1289758 C	01-10-1991
			DE 68919962 D1	26-01-1995
			DE 68919962 T2	06-07-1995
			ES 2064410 T3	01-02-1995
			JP 1836034 C	11-04-1994
			JP 2161275 A	21-06-1990
			JP 5049913 B	27-07-1993
			MX 165641 B	25-11-1992
			US 4856285 A	15-08-1989
EP 1223394	A1	17-07-2002	CA 2367230 A1	15-07-2002
			GB 2371107 A	17-07-2002
			JP 2002257452 A	11-09-2002
			US 2002124587 A1	12-09-2002
FR 2779810	A1	17-12-1999	NONE	
US 4237695	A	09-12-1980	DE 2651871 A1	18-05-1978
US 3611745	A	12-10-1971	NONE	
EP 1847790	A1	24-10-2007	FR 2899958 A1	19-10-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/052144

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F25B19/00 F25D3/11 F25D13/06 F25D16/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F25B F25D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 787 957 A2 (BOC GROUP INC [US]) 6 août 1997 (1997-08-06)	1,3-5,7, 9-11
Y	figures 1,2	6,12
X	EP 0 360 224 A2 (UNION CARBIDE CORP [US]) PRAXAIR TECHNOLOGY INC [US]) 28 mars 1990 (1990-03-28)	1-5,7-11
X	EP 1 223 394 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 17 juillet 2002 (2002-07-17)	1,3-5,7, 9-11
Y	FR 2 779 810 A1 (DEW ROGER [FR]) 17 décembre 1999 (1999-12-17)	6,12
	page 4, ligne 13-26; figures 1-3	
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 15 décembre 2010		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 23/12/2010
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Léandre, Arnaud

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/052144

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 237 695 A (HOFMANN DOLF D [DE] ET AL) 9 décembre 1980 (1980-12-09) le document en entier -----	1-12
A	US 3 611 745 A (SCHLEMMER ALFRED H) 12 octobre 1971 (1971-10-12) le document en entier -----	6,12
A	EP 1 847 790 A1 (C I M S [FR]) 24 octobre 2007 (2007-10-24) le document en entier -----	6,12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2010/052144

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0787957	A2	06-08-1997	CA	2192153 A1	31-07-1997
			PL	318185 A1	04-08-1997
			US	5694776 A	09-12-1997
			ZA	9610350 A	23-06-1997
EP 0360224	A2	28-03-1990	BR	8904701 A	01-05-1990
			CA	1289758 C	01-10-1991
			DE	68919962 D1	26-01-1995
			DE	68919962 T2	06-07-1995
			ES	2064410 T3	01-02-1995
			JP	1836034 C	11-04-1994
			JP	2161275 A	21-06-1990
			JP	5049913 B	27-07-1993
			MX	165641 B	25-11-1992
			US	4856285 A	15-08-1989
EP 1223394	A1	17-07-2002	CA	2367230 A1	15-07-2002
			GB	2371107 A	17-07-2002
			JP	2002257452 A	11-09-2002
			US	2002124587 A1	12-09-2002
FR 2779810	A1	17-12-1999	AUCUN		
US 4237695	A	09-12-1980	DE	2651871 A1	18-05-1978
US 3611745	A	12-10-1971	AUCUN		
EP 1847790	A1	24-10-2007	FR	2899958 A1	19-10-2007