

## Analyse des brevets récents dans le domaine des machines et fluides frigorifiques

Le domaine des fluides frigorifiques est en pleine évolution, en raison des besoins de plus en plus diversifiés en froid, mais également par la réduction nécessaire des émissions de gaz à effet de serre et de gaz à haut potentiel de réchauffement global.

En ce sens, des modifications sont apportées aux équipements frigorifiques et de climatisation, pour assimiler les fluides moins dangereux pour l'environnement ou intégrer de nouvelles fonctionnalités.

Cette note de veille présente le résultat de recherches dans les brevets présentant des innovations dans le domaine des machines et fluides frigorifiques.



Figure 1: Divers systèmes pour le conditionnement d'air

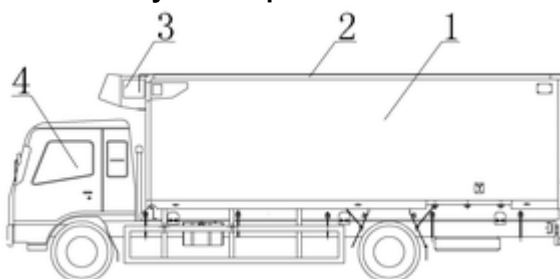


Figure 2: Véhicule de transport frigorifique disposant de panneaux solaires(2) sur le toit comme source d'énergie auxiliaire pour la production de froid

## Sommaire

|                                                                  |   |
|------------------------------------------------------------------|---|
| Constitution du corpus de brevets .....                          | 2 |
| Données générales du corpus de brevets.....                      | 2 |
| Les catégorisations et thèmes d'innovation dans les brevets..... | 4 |
| Conclusion .....                                                 | 9 |

## CONSTITUTION DU CORPUS DE BREVETS

Les brevets analysés dans cette note ont été identifiés par utilisation croisée d'une liste de mots clés et l'utilisation de la Classification Internationale des Brevets (CIB).

Les mots clés utilisés pour l'étude sont une combinaison des synonymes relatifs aux fluides et machines frigorifiques (réfrigération, froid, congélation, conditionnement d'air, fluide frigorifique, réfrigérant...).

Les codes CIB ont permis de cibler au mieux la recherche vers les brevets à exploiter. Les codes qui ont servi sont les suivants :

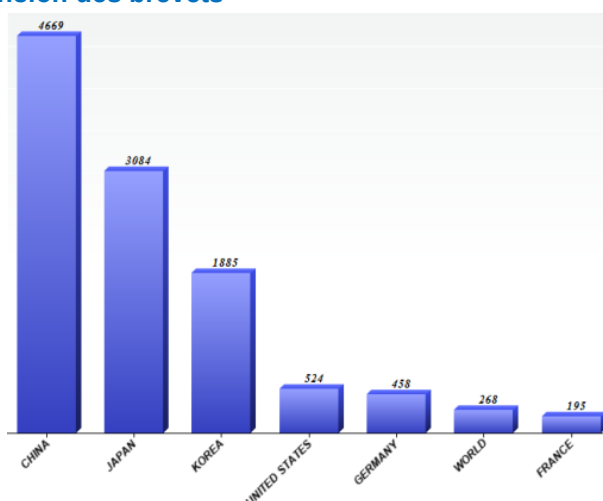
- F25B et sous-catégories : Machines, installations ou systèmes frigorifiques ; systèmes combinés de chauffage et réfrigération ; systèmes à pompes à chaleur
- F25D et sous-catégories : Réfrigérateurs ; chambres froides ; glaciers ; autres appareils de refroidissement ou de congélation
- F24F et sous-catégories : Conditionnement de l'air ; humidification de l'air ; ventilation ; utilisation de courants d'air comme écrans
- B60P 3/20 : Véhicules adaptés pour transporter, porter ou comporter des charges ou objets spéciaux ; pour le transport de marchandises réfrigérées
- Codes CIB pour les systèmes de conditionnement d'air dans les transports (B60H1/00 – Véhicules ; B61D27/00 – Ferroviaire ; B63J2/00 – Naval ; B64D13/00 – Aéronautique)

Les brevets ont été collectés depuis 2010, sans restriction géographique ni linguistique. Un tri sur la pertinence des brevets par rapport aux thématiques traitées a été réalisé, amenant le nombre de brevets à analyser à 11521. Sur la même période, 105 brevets sont uniquement relatifs aux fluides frigorifiques.

Les brevets ont été intégrés dans l'outil d'analyse statistique de publications Intellixir. Cet outil permet de réaliser des regroupements et catégorisations au sein d'un corpus de documents (publications et articles scientifiques, brevets, données économiques...).

## DONNÉES GÉNÉRALES DU CORPUS DE BREVETS

### L'origine et l'extension des brevets



Sur les 11521 brevets identifiés, 9779 ont un pays de priorité asiatique. La Chine, le Japon et la Corée représentent 83% des nombres de priorité des familles de brevet du corpus. L'Asie est un poids lourd dans le développement de solutions innovantes pour les machines et fluides frigorifiques.

Les autres principaux pays de priorité (premier pays ou zone géographique dans lequel est déposé un brevet) sont les États-Unis, l'Allemagne, la France.

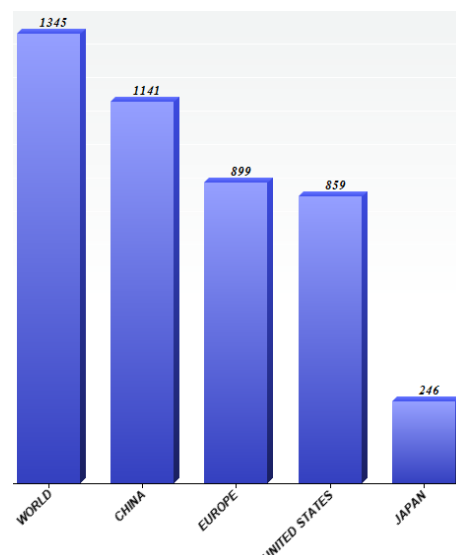
**Figure 3: Les 7 premiers pays de priorité des brevets du corpus**

Certains brevets, s'ils sont jugés stratégiques par l'entreprise, peuvent voir leur zone de protection s'étendre à d'autres pays ou zones géographiques (Monde, Europe), en fonction des besoins des inventeurs.

Dans ce corpus, 2467 brevets sont par la suite étendus (environ 20%). Ce faible chiffre peut s'expliquer par la surreprésentation de brevets d'origine asiatiques dans le corpus. Sur les 9779 brevets, seulement 1354 sont étendus à d'autres pays. La moitié de ce nombre de brevets concerne une extension au moins vers la Chine.

64% des brevets dont le pays d'origine n'est pas asiatique sont par la suite protégés vers d'autres pays. De manière générale, les brevets sont étendus au niveau mondial et / ou en Europe, ce qui montre l'importance stratégique des inventions de ce domaine pour ces acteurs.

**Figure 4: Principales zones d'extension des brevets du corpus**



L'analyse des 1354 brevets asiatiques dont la protection est étendue au moins à un autre pays nous montre qu'un nombre non négligeable concerne une protection vers la Chine (677 brevets), la Corée du Sud (111 brevets) et / ou le Japon (64 brevets). Les entreprises asiatiques souhaitent ainsi limiter les risques de copie ou contrefaçon dans leur zone géographique, tout en cherchant à protéger leurs produits dans les pays de commercialisation (Monde, Europe, USA, Allemagne...).

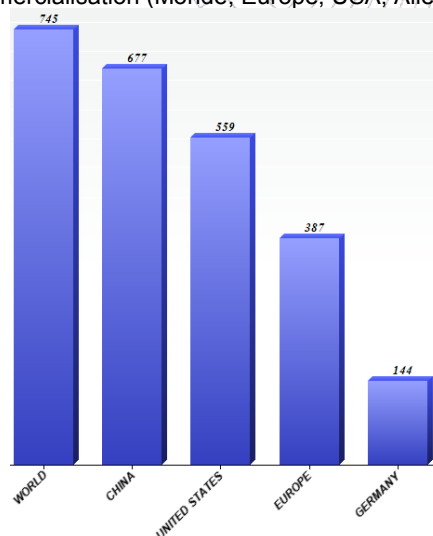


Figure 5: Zones d'extension principales des brevets asiatiques du corpus

### Les déposants

Les 11521 brevets de la base sont produits par 2084 déposants, le nombre d'auteurs total étant

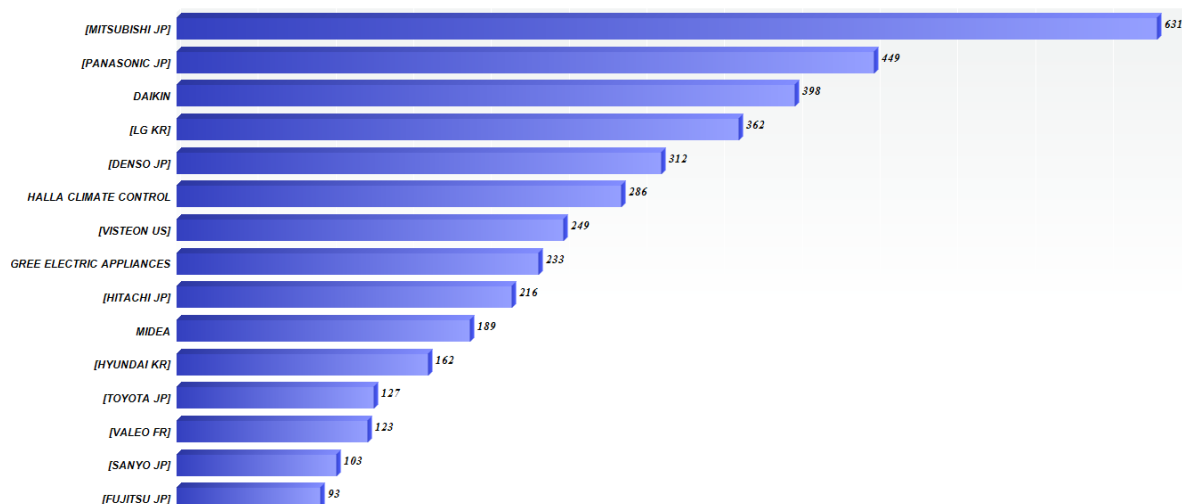


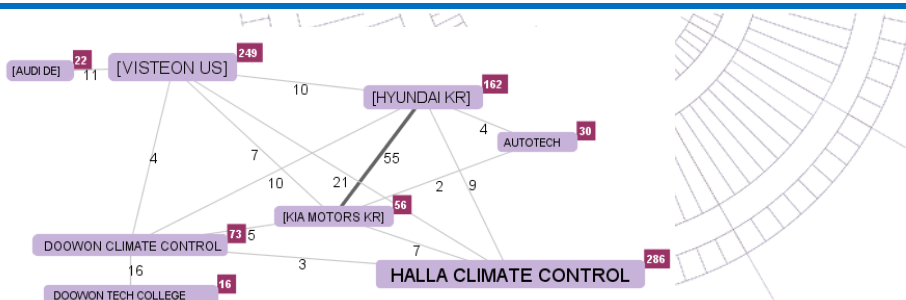
Figure 6: Liste des principaux déposants.

d'environ 9000.

Sur les 15 principaux déposants, 8 sont des sociétés japonaises (Mitsubishi, Panasonic, Daikin, Denso, Hitachi, Toyota, Sanyo, Fujitsu). Ces conglomérats industriels traitent indifféremment de la problématique des machines frigorifiques (climatiseurs, pompes à chaleur, équipements de climatisation embarqués ou non) et des fluides frigorifiques à mettre en œuvre. Des différences s'observent pour les marchés finaux d'utilisation des machines ou fluides (Toyota, Denso pour l'automobile ; Daikin pour la climatisation stationnaire...).

Quelques entreprises chinoises sont présentes dans ce TOP 15 (Halla Climate Control, Gree Electric Appliances, Midea) travaillant notamment sur la climatisation stationnaire et les pompes à chaleur.

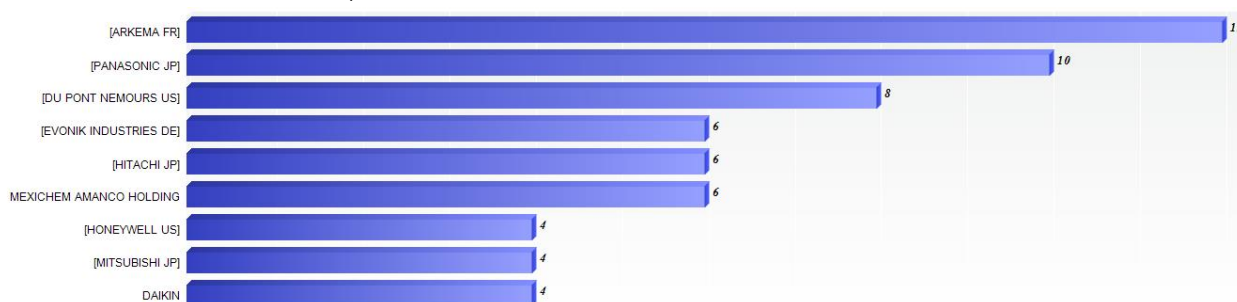
Quelques brevets ont fait l'objet d'un codépôt entre plusieurs entreprises. Ces codépôts mettent en valeur les affinités entre déposants et permettent de découvrir des réseaux de collaboration stratégiques pour le développement d'un produit ou d'une innovation.



**Figure 7: Réseau de collaboration entre sociétés identifiées dans le corpus**

Dans cet exemple, il est possible de mettre en évidence un réseau de collaboration entre les sociétés Visteon, Dowoon Climate Control, Kia Motors, Hyundai, Halla Climate Control et Autotech. Par exemple, sur les 56 brevets déposés par Kia Motors, 55 ont consisté en un partenariat avec Hyundai. Cet exemple met en avant une relation entre fabricants automobiles (Hyundai, Kia, Audi) et leurs équipementiers / intégrateurs de systèmes de climatisation (Dowoon, Halla, Visteon).

Les déposants pour la thématique des fluides frigorigères sont au nombre de 53, pour 224 auteurs. Les acteurs principaux depuis 2010 sont majoritairement des entreprises chimiques (Arkema, DuPont, Evonik, Mexichem...)



**Figure 8: Principaux déposants dans le domaine des fluides frigorigères**

## LES CATEGORISATIONS ET THEMES D'INNOVATION DANS LES BREVETS

### Les thématiques

Par analyse du corpus, il a été possible d'identifier une liste de grandes catégories de mots-clés facilitant l'analyse et l'exploitation du corpus.

| Thématiques      | Catégories                                                                                                                                                                                               | Pourcentage (%) |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Compresseurs     | Alternatif ; centrifuge ; Membranaire ; Vis ; Volutes                                                                                                                                                    | 2               |
| Equipements      | Climatisation embarquée ; climatisation fixe ; glace carbonique ; groupes refroidisseurs d'eau GRE ; liquéfaction gaz ; pompe à chaleur PAC ; réfrigérateurs – chambres froides ; transport frigorifique | 57              |
| Marchés          | Agroalimentaire ; énergie, pétrole, gaz ; industrie chimique ; industrie pharmaceutique ; photovoltaïque ; santé ; eau potable                                                                           | 5               |
| Technologies     | Compression étagée ; échangeur à plaques ; machine à absorption ; machine à éjection ; réfrigération par jet ; système en cascade ; système monobloc                                                     | 11              |
| Caractéristiques | Dégivrage ; démontable ; réduction bruit ; réduction consommation : réduction fuites ; réduction vibrations ; sans lubrification ; chaleur résiduelle ; stockage de froid ; portabilité                  | 19              |
| Fluides          | Ammoniac ; azote ; CO <sub>2</sub> ; dimethyl ether ; isobutane ; propane ; 1233zd ; 1234ze ; 1234yf                                                                                                     | 3               |

La notion de pourcentage définit le nombre de brevets classé dans au moins une catégorie, pour chaque thématique. Un faible nombre peut signifier qu'une thématique est très peu présente dans les brevets du corpus, ou bien n'ayant pas le même niveau de détail que celui demandé pour cette étude.

### Compresseurs

La technologie de compression la plus brevetée est la technologie des compresseurs à vis (122). Les compresseurs centrifuges et à volutes sont également développés, dans des proportions plus faibles (60 brevets). Peu de documents traitent de la technologie membranaire (6 brevets).

Les acteurs ayant déposé le plus de brevets dans la thématique compresseurs sont présents sur la figure suivante. Les compresseurs à vis semblent intéresser un grand nombre d'acteurs. Les compresseurs à volutes sont principalement développés pour des applications dans le domaine de l'automobile (Mitsubishi, Sanyo, Visteon).

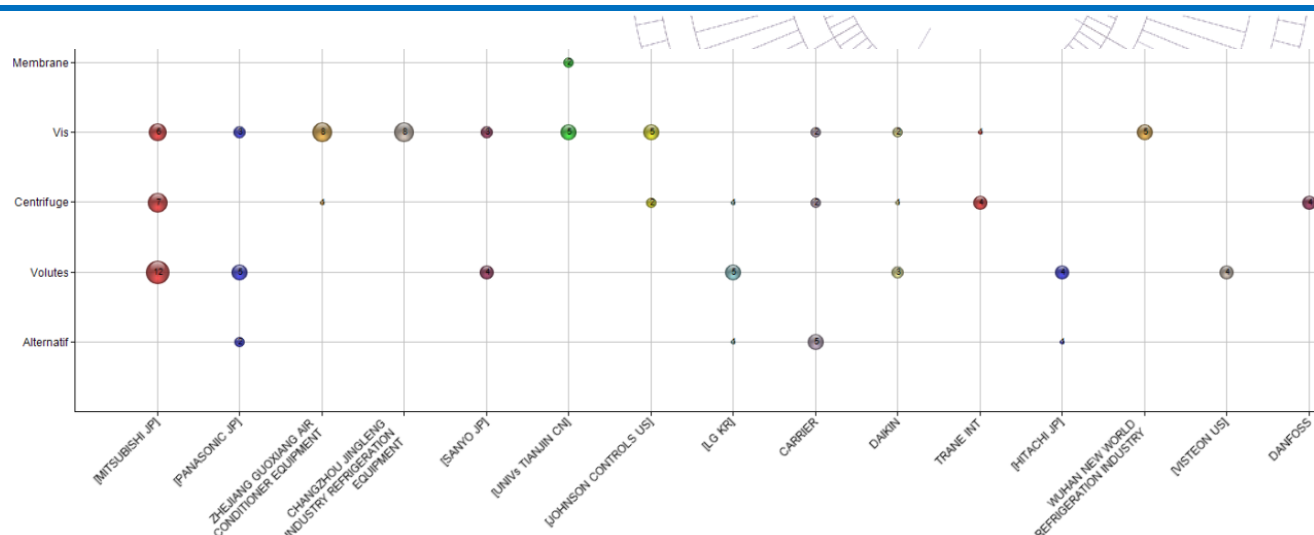


Figure 9: Répartition des déposants principaux de la catégorie "compresseurs"

### Équipements

Cette catégorie est la plus représentée dans les brevets du corpus, en détaillant les différentes machines frigorifiques. Les systèmes de climatisation fixe et climatisation embarquée sont les plus présents (3521 et 2207 brevets), devant les autres équipements (PAC – 680 brevets, Réfrigérateurs – 182 brevets, Transports frigos 128, liquéfaction de gaz 89, GRE 63 et glace carbonique 25).

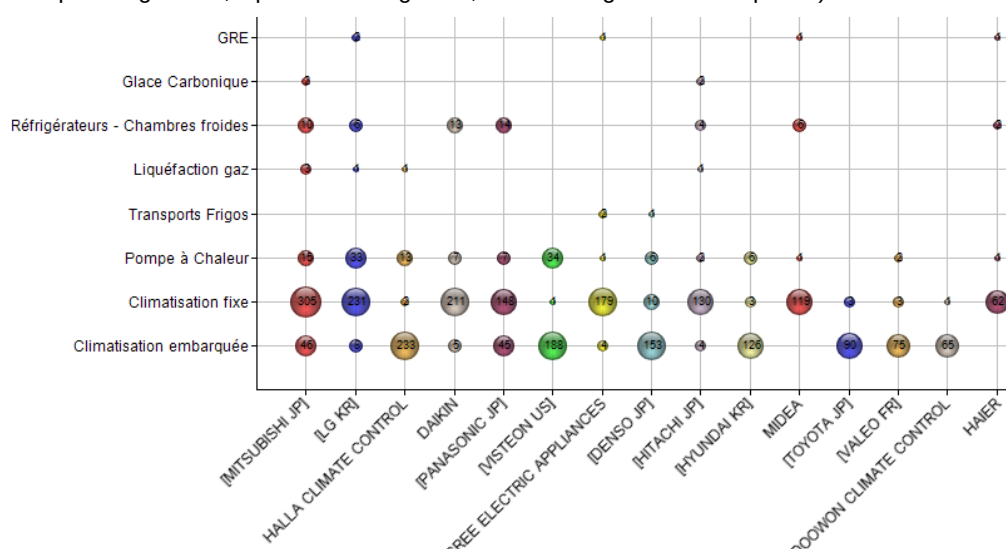


Figure 10: Répartition des déposants principaux de la catégorie "équipements"

On peut retrouver dans ce graphique l'aspect « conglomérat » de différentes entreprises japonaises, avec une importante répartition des brevets dans plusieurs thématiques (Mitsubishi, Daikin, Hitachi...). La présence de ces groupes dans le développement de matériel frigorifique pour un large nombre d'applications peut leur permettre d'obtenir plus rapidement des retours d'expérience sur une ou plusieurs technologies sur un équipement donné, de manière à pouvoir éventuellement l'adapter à d'autres équipements.

### Marchés

En dehors des applications traditionnelles (réfrigération domestique, automobile, climatisation...), il est possible d'identifier un ensemble de secteurs utilisant des machines frigorifiques. A titre informatif, la catégorie « Agroalimentaire » contient des documents relatifs à la conservation commerciale de biens (chambres froides, vitrines réfrigérées...).

Un grand nombre d'acteurs chinois développent des technologies relatives au photovoltaïque, notamment par association au système de climatisation des habitations.

Les affiliations majoritaires donnant des informations sur les marchés abordés demeurent les grands groupes asiatiques (Hitachi, LG, Mitsubishi, Panasonic).

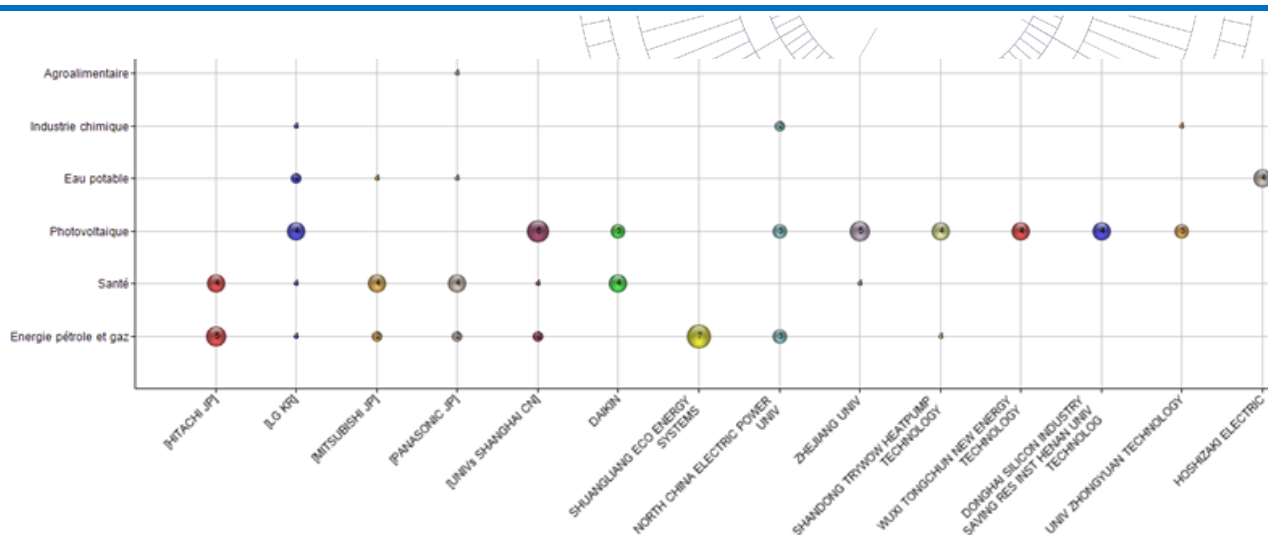


Figure 11: Répartition des déposants principaux de la catégorie "marchés"

### Technologies

Un nombre non négligeable de brevets détaille la technologie utilisée par le système frigorifique. Le système monobloc représente la catégorie la plus employée (402), devant l'utilisation d'un système en cascade (249), d'échangeurs à plaques (236) et d'une compression étagée (215). Les acteurs majoritaires du corpus semblent travailler sur un ensemble important de technologies en parallèle, en fonction des centres d'intérêt et marchés prospectés.

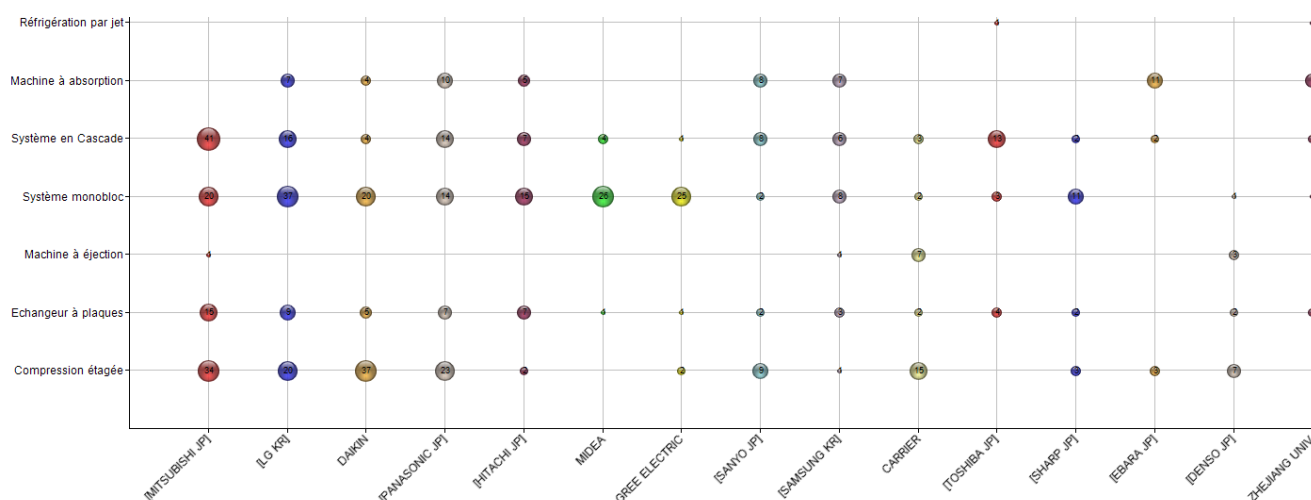


Figure 12: Répartition des déposants principaux de la catégorie "technologies"

### Caractéristiques

Certains déposants détaillent les particularités de leurs inventions, qui leurs permettent de se démarquer par rapport à l'état de l'art antérieur, ou par rapport à la concurrence. L'importance du dégivrage du système semble capitale pour un grand nombre d'acteurs, ainsi que la réduction du bruit ou de la consommation (énergie, lubrifiant, fluide). L'exploitation de la chaleur résiduelle est aussi une préoccupation pour de nombreux déposants.

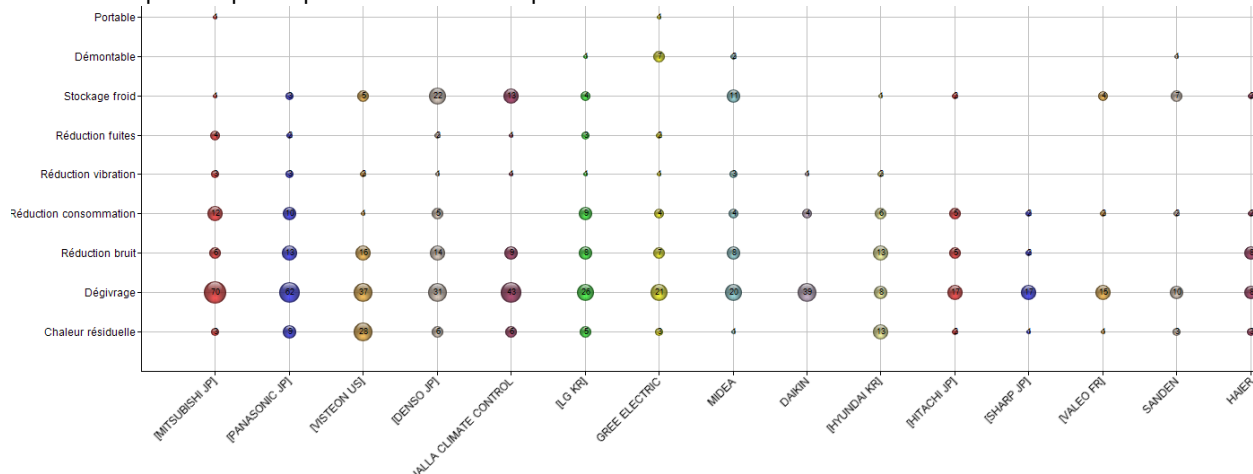


Figure 13: Répartition des déposants principaux de la catégorie "caractéristiques"



### Fluides frigorigères

Parmi les fluides de la catégorie, c'est le CO<sub>2</sub> qui est la molécule intéressant le plus les utilisateurs. Viennent ensuite le propane, l'1234yf, l'ammoniac, l'1234ze puis l'isobutane, l'azote, le DME et l'1233zd. Il est possible d'observer deux stratégies de recherche : les grands groupes asiatiques et les chimistes travaillent sur plusieurs technologies à la fois, alors que certaines entreprises (Carrier, Fuji Electric, Daikin) se concentrent sur l'utilisation du CO<sub>2</sub>.

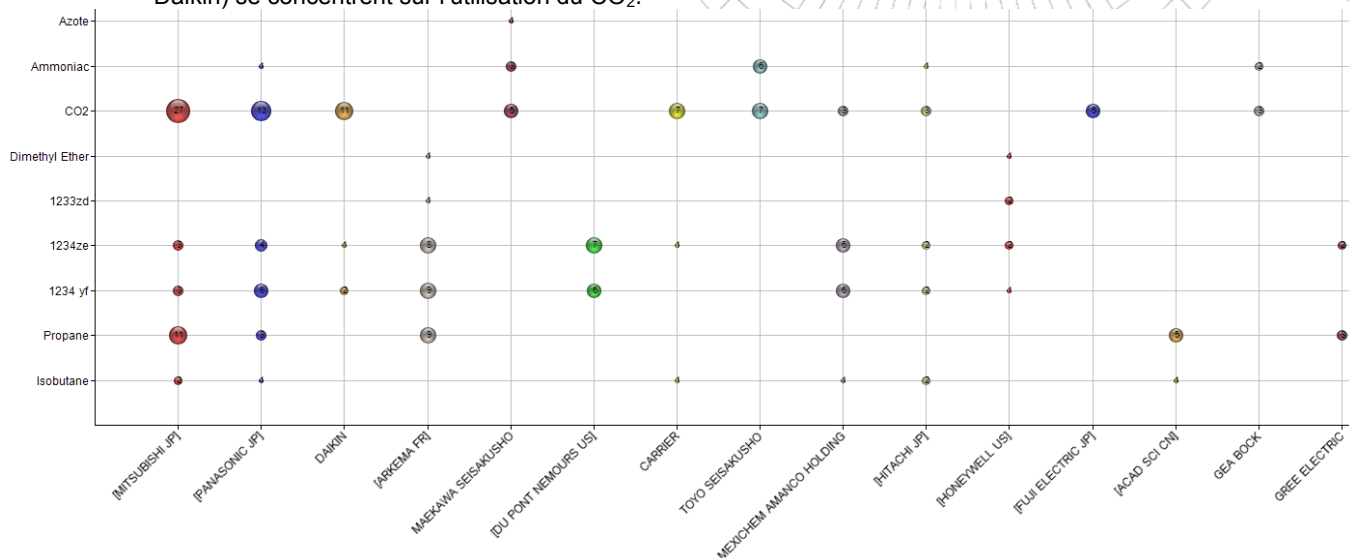


Figure 14: Répartition des déposants principaux de la catégorie "fluides"

### Les croisements entre thématiques

#### Quel fluide pour quel équipement ?

Les nouvelles hydrofluorooléfines intéressent fortement les acteurs dans le domaine de la climatisation, fixe et embarquée. Cependant, les innovations dans la climatisation embarquée sont réalisées de manière quasi-systématique à l'aide d'1234yf. Ces molécules n'intéressent pas les acteurs de la liquéfaction de gaz, les fabricants de réfrigérateurs ou d'équipements de transports frigorifiques.

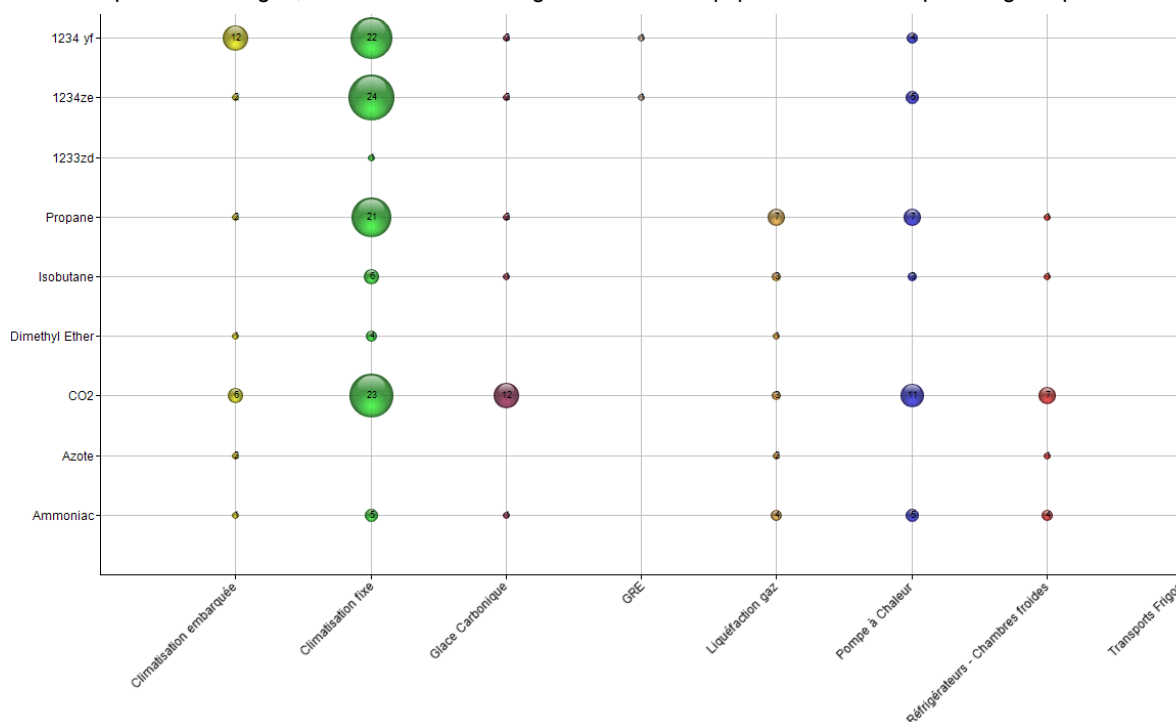


Figure 15: Croisement équipement-fluide

#### Quel équipement pour quel marché ?

Ce croisement met en évidence l'utilisation du photovoltaïque comme source d'énergie pour l'alimentation de systèmes de climatisation, fixe ou embarqué. Le croisement photovoltaïque-embarqué présente aussi des systèmes de refroidissement pour les panneaux solaires embarqués sur les toits des véhicules. Enfin, l'énergie solaire est une composante de développement des pompes à chaleur, et semble aussi intéresser des fabricants d'équipement de transports frigorifiques.

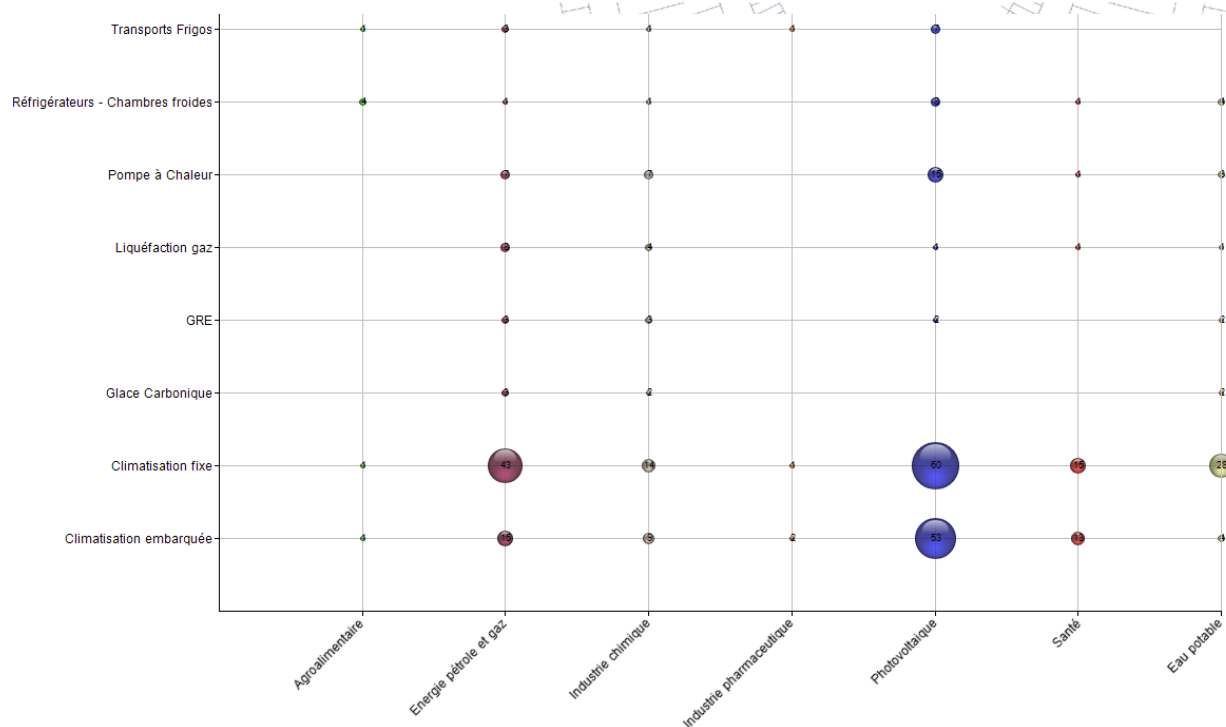


Figure 16: Croisement équipement - marché

#### Quel fluide pour quelle caractéristique ?

Le croisement entre les thématiques fluides et caractéristiques permet d'obtenir les préoccupations des déposants face à l'utilisation de fluides frigorigènes différents. Ainsi, il est possible de voir que le 1234yf, remplaçant du R134a dans les systèmes de climatisation automobile, est associé à la problématique de la fuite et de la réduction de la consommation. A l'inverse, les fluides moins dangereux (CO2, ammoniac) semblent concernés par la problématique du dégivrage, et associés au stockage de froid ou à l'utilisation pour canaliser la chaleur résiduelle dans des installations fixes.

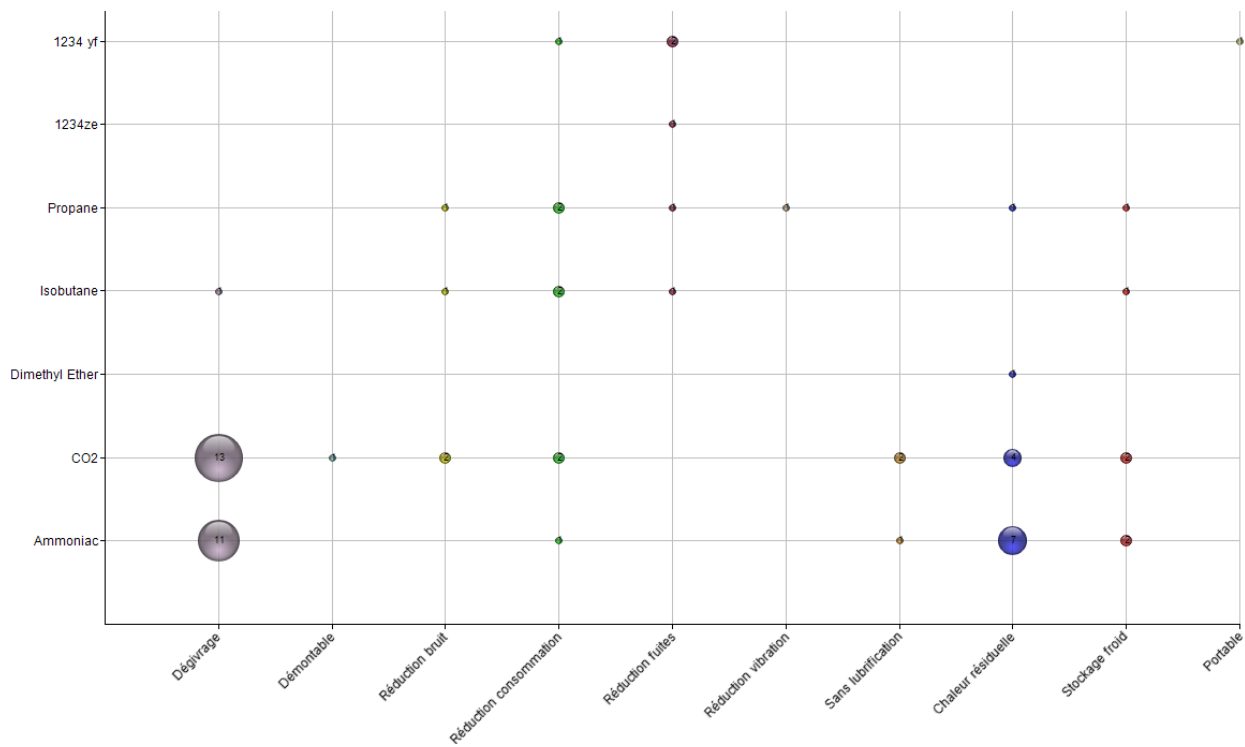


Figure 17: Croisement fluide-caractéristique



## CONCLUSION

Des informations intéressantes peuvent être extraites de ce corpus de brevets. Le domaine des équipements frigorifiques associés aux nouveaux fluides réfrigérants est, depuis 2010, très innovant, avec plus de 11000 brevets déposés de par le monde. Les nouveaux systèmes intéressent aussi bien les utilisateurs finaux (Peugeot – 34 brevets ; Daimler – 32 brevets ; Hyundai, Toyota, Thermo king, LG...) que des équipementiers (Valeo, Visteon) et des fournisseurs de fluides (Arkema, Evonik...).

Les sujets de développements portent sur les systèmes de climatisation, embarquée ou fixe, pour répondre à des problématiques de réduction de consommation du système, limitation du risque de fuites, limitation du bruit émis.

Le couplage des systèmes de climatisation avec l'énergie solaire collectée à l'aide de panneaux photovoltaïque constitue une thématique importante pour laquelle un grand nombre de brevets est déposé. Les acteurs de ce domaine sont principalement des entreprises chinoises.

*Note de veille rédigée par Pierre Miculian (Cetim/VTs)*

*Malgré le soin apporté à la réalisation de cette note, certains liens hypertextes peuvent ne pas fonctionner correctement, notamment en raison de modifications des sites internet ciblés (ex : « page not found ») ou d'options de sécurité de certains viewer de PDF.*

**Contact : Dominique Rouckhaut - [sqr@cetim.fr](mailto:sqr@cetim.fr) - 03 44 67 36 82**

