

## HPQ Dépose une Demande de Brevet Provisoire pour la Fabrication à Haut Débit de Matériaux d'Anode à Base De Silicium

- Ce brevet provisoire s'appuie sur le brevet RRQ PUREVAP™ existant ainsi que sur le brevet en instance concernant la fabrication en continu de SiOx de HPQ.
- La demande de brevet provisoire couvre les appareils et les procédés de production continue ou semi-continue de matériaux à base de silicium GEN3, et au-delà, destinés aux anodes de batteries Li-ion.
- HPQ est en train de constituer un portefeuille de brevets axé sur les technologies clés nécessaires aux processus de fabrication intégrés verticalement, à haut débit, à faible émission carbone et à faible coût, pour les matériaux d'anode à base de silicium.

**MONTREAL, Canada, le 22 octobre 2024** — [HPQ Silicium inc.](#) (« HPQ » ou « la Société ») ([TSX-V: HPQ](#), [OTCQB: HPQFF](#), [FRA: O08](#)), une entreprise technologique spécialisée dans l'ingénierie verte des matériaux à base de silice et de silicium est heureuse d'informer ses actionnaires du dépôt d'un brevet lié à ses initiatives en matière de matériaux d'anode à base de silicium.

HPQ a déposé une demande de brevet provisoire en France, qui étend la portée de son brevet en instance concernant le procédé de fabrication en continu de SiOx. Le brevet décrit les appareils et procédés essentiels à la production continue ou semi-continue de matériaux à base de silicium haute performance.

### Le Brevet Élargit le Portefeuille de Technologies Exclusives pour Batteries à Base de Silicium de HPQ

Comme divulgué précédemment, NOVACIUM SAS (« Novacium »), société française affiliée à HPQ, a démontré une capacité unique à produire des matériaux d'anode à base de silicium capables de :

- Fabriquer des batteries lithium-ion 18650 qui dépassent les 4 000 milliampères-heures (mAh) dans des conditions de décharge maximale <sup>[1]</sup>,
- Conserver 3 608 mAh, soit 93 % de leur capacité, après 300 cycles, selon un protocole de test rigoureux <sup>[2]</sup>, et
- S'intégrer de manière transparente dans les processus de fabrication existants, sans nécessiter de ré-outillage ni de révisions coûteuses des lignes de production.

Dans le cadre de sa stratégie de fabrication et de commercialisation de matériaux avancés à base de silicium, capables d'obtenir ces résultats à grande échelle, HPQ a déposé une demande de brevet afin d'étendre ses capacités en aval au-delà de son procédé breveté de fabrication en continu de SiOx. Cette demande couvre les appareils et procédés nécessaires à la production continue ou semi-continue à haut débit de matériaux à base de silicium GEN3 et au-delà, adaptés aux anodes de batteries Li-ion.

*« Bien que le silicium (Si) soit abondant et abordable, offrant un immense potentiel pour faire progresser la technologie de stockage d'énergie, en particulier dans les batteries, son intégration dans les systèmes de batteries présente encore des défis techniques et économiques », a déclaré Bernard Tourillon, président et chef de la direction de HPQ Silicon Inc. « Les matériaux à base de silicium haute performance et les technologies couverts par ce brevet peuvent surmonter bon nombre de ces obstacles, permettant ainsi de libérer tout le potentiel du silicium et de le transformer en une solution pour le stockage d'énergie de nouvelle génération dans divers secteurs.*

## **Fabriquer des Matériaux de Batteries à Base de Silicium Avancé, un Processus en Plusieurs Étapes**

### **Étape 1 : Conversion du Quartz (SiO<sub>2</sub>) en Silicium de Qualité Métallurgique (MG Si)**

Cette étape consiste à utiliser un procédé carbothermique pour transformer le quartz (SiO<sub>2</sub>) en silicium de qualité métallurgique (1N à 2N Si, ou MG Si), suivi d'un raffinage de MG Si en silicium de Qualité Métallurgique Améliorée (3N à 4N Si, ou UMG Si).

Les processus industriels actuels de production de silicium sont fortement capitalistiques, avec des seuils de production minimales de 30 000 à 50 000 tonnes par an (TPA) <sup>[3]</sup>, et sont associés à des coûts variables élevés <sup>[4]</sup>. La production d'une tonne de silicium métallurgique (MG Si) nécessite 6 tonnes de matières premières et environ 12 000 kWh d'énergie. Le raffinage du MG Si en silicium de qualité solaire (UMG Si) implique des étapes de purification supplémentaires, ce qui augmente encore les coûts variables et contribue à une empreinte carbone élevée.

Le Réacteur de Réduction de Quartz (RRQ) PUREVAP™ breveté par HPQ™ offre un processus carbothermique fermé avec une empreinte carbone nulle <sup>[5]</sup>. Il est évolutif par incréments aussi bas que 1 000 tonnes par an (TPA) et peut convertir le quartz directement en silicium de qualité métallurgique améliorée en une seule étape, tout en utilisant 25 % de matière première en moins.

Actuellement, le silicium métallurgique (MG Si) se vend entre 2 et 3 dollars américains par kilogramme, tandis que le silicium de qualité Métallurgique Améliorée (UMG Si) se vend entre 4 et 6 dollars américains par kilogramme <sup>[6]</sup>.

### **Étape 2 : La fabrication du SiOx, la matière première principale**

Le SiOx (oxyde de silicium) est fabriqué par sublimation du quartz (SiO<sub>2</sub>) et du silicium de qualité métallurgique améliorée (UMG Si) dans des réacteurs. Les processus industriels actuels pour la production de SiOx sont réalisés par lots, ce qui limite la productivité, augmente les coûts et entraîne une consommation d'énergie plus élevée.

Le procédé breveté de HPQ résout ces limitations en passant à la production continue de SiOx. Ce processus triple la productivité, réduit la consommation d'énergie de 20 % et diminue les coûts de 25 à 30 %. De plus, il permet de produire des matériaux à base de silicium de meilleure qualité, avec une plus grande homogénéité et moins de contamination, ce qui les rend mieux adaptés au marché des batteries à faible empreinte carbone <sup>[5]</sup>.

Un autre avantage notable du procédé proposé est qu'il peut être intégré au RRQ PUREVAP™ de HPQ sans nécessiter de modifications importantes à la conception du réacteur, minimisant ainsi les risques liés au développement technologique.

En fonction de sa pureté et de sa qualité, SiOx se vend actuellement entre 10 et 20 dollars américains par kilogramme <sup>[6]</sup>.

### **Étape 3 : Encapsulation du SiOx dans du carbone**

Les processus industriels actuels d'encapsulation du SiOx dans le carbone sont basés sur des procédés par lots, ce qui limite la productivité, augmente les coûts et entraîne une consommation d'énergie plus élevée. Le nouveau procédé de HPQ vise à passer à une production de SiOx à haut débit, continue ou semi-continue, avec encapsulation de carbone, augmentant ainsi la productivité, réduisant la consommation d'énergie et abaissant les coûts de fabrication.

En fonction de sa pureté, sa qualité et de ces performances, le SiOx encapsulé dans du carbone se vend actuellement entre 25 et 50 dollars américains par kilogramme <sup>[6]</sup>.

#### **Étape 4 : Mise à niveau des matériaux vers des matériaux d'anode à base de silicium avancé**

La mise à niveau des matériaux produits à l'étape 3 en matériaux d'anode à base de silicium avancé va encore améliorer les performances de la batterie, offrant une plus grande densité d'énergie et une efficacité globale pour les solutions de stockage d'énergie de nouvelle génération. Le nouveau procédé de HPQ vise à établir une transformation continue ou semi-continue des matériaux produits à l'étape 3 en matériaux d'anode avancés. Cette approche permettra d'augmenter la productivité, de réduire la consommation d'énergie et d'abaisser les coûts de fabrication.

Aujourd'hui, les matériaux d'anode à base de silicium avancé coûtent entre 60 et 100 dollars américains par kilogramme <sup>[6]</sup>, en fonction de la qualité et des performances.

*« Cette nouvelle demande de brevet, combinée aux potentiels validés de nos matériaux, renforce encore davantage notre proposition de valeur unique sur le marché des matériaux avancés d'anode à base de silicium, » a ajouté M. Tourillon. « Ce qui nous distingue vraiment des autres acteurs dans le domaine, c'est que notre principale matière première est le silicium métallurgique à faible coût, plutôt que le gaz monosilane (SiH<sub>4</sub>) <sup>[7]</sup>, qui est beaucoup plus coûteux et volatil <sup>[6]</sup>. De plus, le monosilane nécessite également un processus coûteux de dépôt chimique en phase vapeur (CVD) pour produire des matériaux avancés en silicium de qualité batterie. »*

#### **Le marché des matériaux à base de silicium va croître en tandem avec celui des batteries lithium.**

Environ 95 % des matériaux d'anode des batteries Li-ion d'aujourd'hui sont en graphite <sup>[8]</sup>. Les matériaux à base de silicium de HPQ, capables de s'intégrer de manière transparente dans les processus de fabrication existants et de remplacer plus de 10 % de ce graphite sans réoutillage ni révisions coûteuses des lignes de production, devraient nous permettre de conquérir une part importante du marché adressable, allant de 10 % à 15 % du marché total du graphite, tant aujourd'hui qu'à l'avenir.

Le marché mondial du graphite en volume, tel qu'estimé par Benchmark Minerals Intelligence (BMI), devrait passer d'environ 700 000 tonnes en 2021 à 4,5 millions de tonnes d'ici 2030 <sup>[9]</sup>. Cette croissance se traduit par un marché potentiel de 450 000 à 675 000 tonnes pour nos matériaux d'ici 2030, évalué entre 22,5 et 33,8 milliards de dollars américains <sup>[10]</sup>.

*« La stratégie de HPQ se concentrera d'abord sur la production de matériaux à base de silicium pour les marchés 3C (informatique, grand public et communication), car ce marché de 12 milliards de dollars américains, qui devrait atteindre 38,3 milliards de dollars américains en 2030 <sup>[11]</sup>, est parfaitement adapté aux matériaux que nous avons déjà validés à ce stade de notre développement », a ajouté M. Tourillon. « Notre orientation sur le marché s'étendra également au stockage de l'énergie et aux véhicules électriques au fil du temps. »*

#### **SOURCES DES RÉFÉRENCES**

- [1] Lien vers le communiqué de presse de [HPQ du 30 juillet 2024](#).
- [2] Lien vers le communiqué de presse de [HPQ du 8 octobre 2024](#).
- [3] Estimations de la direction sont basées sur la taille des dernières nouvelles usines de silicium-métal construites en dehors de la Chine, soit celle de [Mississippi Silicon](#) et de la dernière usine de production de [silicium-métal en Islande](#).
- [4] Estimations de la direction basées sur un examen des présentations pour investisseurs de Ferroglobe depuis 2014.
- [5] Lien vers le communiqué de presse de [HPQ du 27 juin 2023](#).
- [6] Les estimations de la direction sont fondées sur des devis confidentiels reçus pour les matériaux par la société affiliée de HPQ.

- [7] Le gaz silane présente plusieurs dangers importants qui le rendent particulièrement dangereux. Il est hautement inflammable et pyrophorique, ce qui signifie qu'il peut s'enflammer spontanément lors de l'exposition à l'air. De plus, lorsque le silane est inhalé, il peut se transformer en acide silicique dans le corps, entraînant une irritation des tissus et d'autres problèmes de santé. Et la production de gaz silane implique l'utilisation de matériaux extrêmement dangereux, y compris des produits chimiques toxiques, corrosifs et dommageables pour l'environnement. ([Source: Solar Industry Magazine](#))
- [8] Lien vers la source [Graphite in batteries](#)
- [9] Lien vers la source pour les estimations de [Benchmark Minerals Intelligence \("BMI"\)](#).
- [10] Les 22,5 milliards de dollars américains sont pris en multipliant 450 000 t par 50 dollars américains par kg, tandis que les 33,8 milliards de dollars américains sont pris en multipliant 600 000 t par 50 dollars américains par kg.
- [11] Lien vers la source sur le 3C market data.

### À propos de HPQ Silicium

[HPQ Silicium inc. \(TSX-V : HPQ\)](#) est une société québécoise Émetteur industriel de catégorie 1 cotée à la Bourse de Croissance TSX.

HPQ développe, avec le soutien des fournisseurs technologiques de classe mondiale tel que [PyroGenèse, Canada Inc.](#) et [NOVACIUM SAS](#), de nouveaux procédés verts essentiels pour fabriquer les matériaux critiques nécessaires pour atteindre les objectifs de zéro émission de GES.

Les activités de HPQ se concentrent sur les quatre (4) piliers et objectifs suivants :

- 1) Devenir un producteur vert et à faible coût (Capex et Opex) de silice pyrogénée en utilisant le **RÉACTEUR DE SILICE PYROGÉNÉE**, un procédé exclusif à HPQ Silica Polvere Inc développé par PyroGenèse.
- 2) Devenir un producteur de matériaux d'anode à base de silicium pour les applications de batteries avec l'aide de NOVACIUM SAS.
- 3) NOVACIUM SAS, et HPQ SILICIUM, développe un système de production d'hydrogène autonome à faible teneur en carbone, à base chimique à la demande et à haute pression.
- 4) Devenir un producteur vert à faible coût (Capex et Opex) de silicium de haute pureté (2N+ à 4N) en utilisant son « **Réacteur de Réduction de Quartz** » (RRQ) PUREVAP™, un procédé exclusif à HPQ développé pour HPQ par PyroGenèse.

Pour en savoir davantage, veuillez consulter le site [www.hpqsilicon.com](http://www.hpqsilicon.com).

### Décharges de responsabilité :

Ce communiqué de presse contient certains énoncés prospectifs, y compris, sans s'y limiter, les énoncés contenant les mots « pourrait », « plan », « volonté », « estimation », « continuer », « anticiper », « prévoir », « s'attendre », « Dans le processus » et d'autres expressions similaires qui constituent des « informations prospectives » au sens des lois sur les valeurs mobilières applicables. Les énoncés prospectifs reflètent les attentes et les hypothèses actuelles de la Société et sont assujettis à un certain nombre de risques et d'incertitudes qui pourraient faire en sorte que les résultats réels diffèrent sensiblement de ceux prévus. Ces énoncés prospectifs impliquent des risques et des incertitudes, y compris, mais sans s'y limiter, nos attentes en ce qui concerne l'acceptation de nos produits par le marché, notre stratégie pour développer de nouveaux produits et améliorer les capacités des produits existants, notre stratégie de recherche et développement, l'impact des produits et des prix concurrentiels, le développement de nouveaux produits et les incertitudes liées au processus d'approbation réglementaire. Ces énoncés reflètent les points de vue actuels de la Société à l'égard des



événements futurs et sont assujettis à certains risques et incertitudes et à d'autres risques détaillés de temps en temps dans les dépôts en cours de la Société auprès des autorités en valeurs mobilières, lesquels documents peuvent être trouvés à [www.sedarplus.ca](http://www.sedarplus.ca). Les résultats réels, les événements et les performances futures peuvent différer considérablement des attentes décrites. Les lecteurs sont priés de ne pas se fier indûment à ces énoncés prospectifs. La Société n'assume aucune obligation de mettre à jour ou de réviser publiquement les énoncés prospectifs, à la suite de nouvelles informations, d'événements futurs ou autrement, sauf dans les cas prévus par les lois sur les valeurs mobilières applicables.

La Bourse de croissance TSX et son fournisseur de services de réglementation (au sens attribué à ce terme dans les politiques de la Bourse de croissance TSX) n'assument aucune responsabilité quant à la pertinence ou à l'exactitude du présent communiqué.

Ce communiqué est disponible sur le forum « [CEO Verified Discussion Forum](#) », une plate-forme de médias sociaux, sous la direction d'un modérateur, qui permet une discussion civilisée et des questions et réponses entre la direction et les actionnaires.

Source : **HPQ Silicium Inc.**

Pour renseignement :

Bernard J. Tourillon, président-directeur général, HPQ | +1 (514) 846-3271

Patrick Levasseur, administrateur de HPQ | +1 (514) 262-9239

[info@hpqsilicon.com](mailto:info@hpqsilicon.com)