



# nanomakers

## Materials booster



Conçoit, Fabrique & Commercialise  
des **nano-poudres de carbure et  
composites de silicium** qui  
accroissent de **manière disruptive**  
les performances des matériaux



# L'innovation permanente

---



# Innovation Permanente

- Un essaimage du  (2009)
- La technologie de synthèse est protégée par une dizaine de brevets CEA
- Avec un droit d'exploitation exclusif pour  nanomakers
- qui a continué d'innover en interne et déposé **plusieurs brevets en nom propre**



Titre du brevet	Dates de délivrance	Dates de dépôt
« Procédé de fabrication par pyrolyse laser de particules submicroniques multicouches » : brevet relatif au coating (nanopoudre Si $\Omega$ C)	juin 2015 (France)	Juillet 2012 (France) Juillet 2013 (PCT)
« Particules submicroniques comprenant de l'aluminium » : brevet relatif au SiC ALU		Nov. 2013 (France) Nov. 2014 (PCT)
« Procédé de fabrication d'un matériau à base de polymère »		Sep. 2015 (France)
« Vanne et conteneur étanche pour particules submicroniques, et procédé d'utilisation associé » : brevet relatif aux Safe Containers et vannes NanoAirlock	sept. 2016 (Japon)	Nov. 2011 (PCT) Nov. 2012 (France)
« Système de mise en suspension de particules submicroniques dans un liquide, et procédé associé » : brevet relatif à la pompe externe du Safe Container		Février 2013 (France)

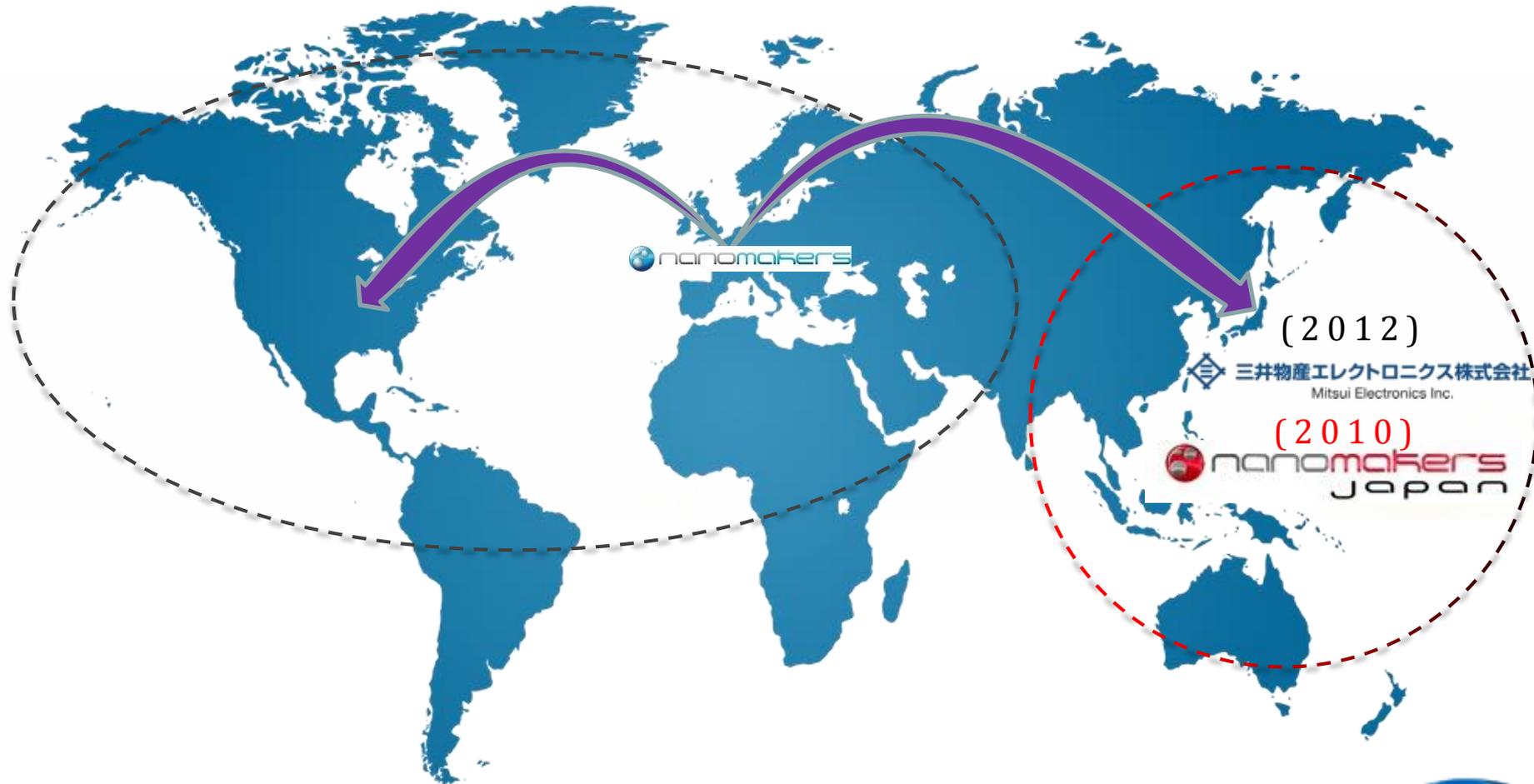




# Innovation Permanente

 nanomakers Avec et Pour des partenaires mondiaux

*Nanomakers exporte 99% de ses produits en dehors de l'Europe.*





Un procédé et des produits  
de très hautes qualités

---

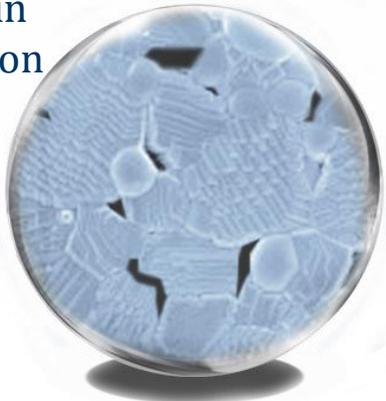


# De Très Hautes Qualités

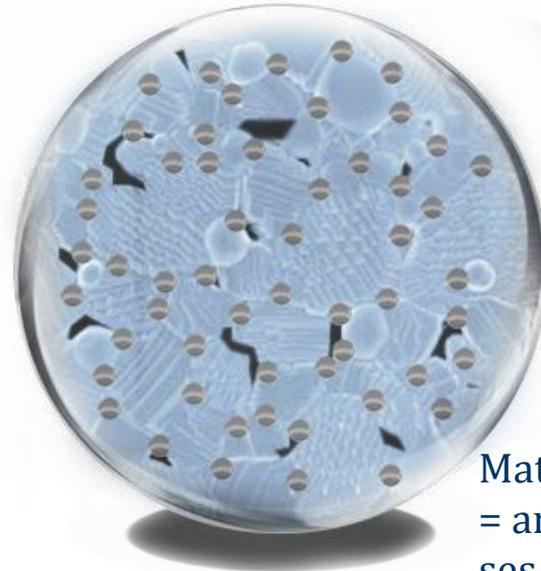
**+** ... l'effet « nano » pour des matériaux encore **+** performants

L'effet "nano" la matière restructurée à l'échelle atomique

Matrice d'un  
matériau non  
renforcée



Intégration de  
nanopoudres



Matrice plus fine  
= amplification de  
ses propriétés

**>** L'effet « nano » **+** caractéristiques du SiC = un matériau incontournable



# De Très Hautes Qualités

Une technologie fiable et sécurisée ... pour des résultats garantis

## Procédé de pyrolyse laser

1. Absorption de l'énergie de la radiation du laser par les réactifs → dissociation des molécules du précurseur en radicaux atomiques
2. Nucléation puis croissance des particules (flamme de pyrolyse)
3. Les particules formées subissent une trempe en sortie de flamme → stoppe la croissance des grains et permet d'en contrôler la taille



## Expérience et expertise

- 33 de savoir-faire du 
- 7 ans à l'échelle pilote
- >7 années à l'échelle industrielle 

Technologie breveté par 



# De Très Hautes Qualités

La pyrolyse laser  nanomakers... 4 avantages

✧ **Homogène :**

Croissance stricte des cristaux & contrôle des tailles

Faible déviation standard de la **taille de grain**.

✧ **Pure :**

Process Bottom-up

Production de lots à **très faible teneur métallique** et  $O_2$

✧ **Reproductible :**

Pratique industrielle unique

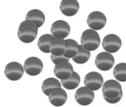
Taille de grain et distribution similaires **d'un lot à l'autre**.

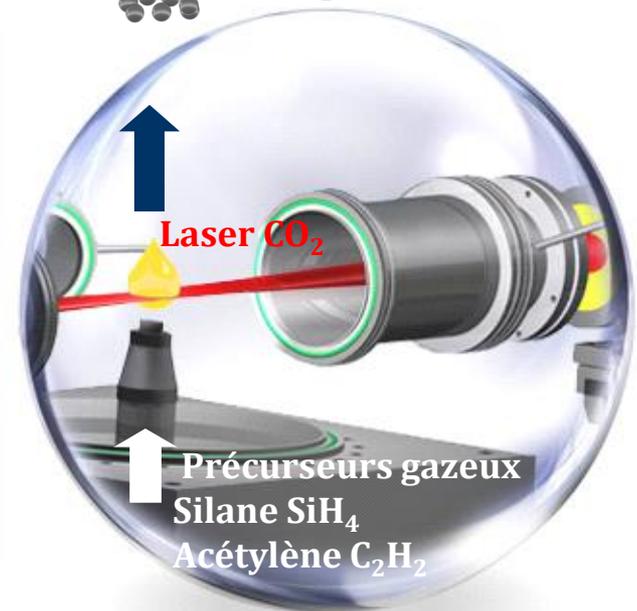
✧ **Sur mesure :**

- Taille, Surface, Coating

**Les clients disent (Eck Industries (USA), avril 2014) :**

« First of all the **quality** of the powder received from Nanomakers was **very good**. The particle **distribution** was **very tight** and there was **no** apparent chemical **contamination**. From a practical aspect that means better incorporation into the melt and shorter processing times to get an acceptable particle distribution. I do not hesitate to say the **Nanomakers SiC** is the **best on the market**. »

 Nano poudres de SiC





# De Très Hautes Qualités

Différentes propositions de valeur

sous différentes formes

Si $\Omega$ C



Très Haute pureté  
(disponible 40 & 75 nm)  
Produit breveté interne

Si



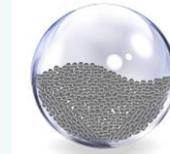
Très Haute pureté  
(disponible 40 & 75 nm)

SiC



Très Haute pureté  
(disponible 40 & 75 nm)  
Livraison en quantité industrielle

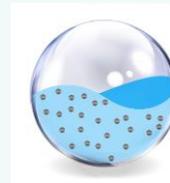
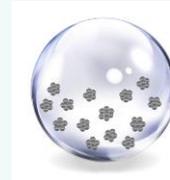
Valeur



Poudre libre



Poudre  
granulée



Suspension



# De Très Hautes Qualités

Une supériorité reconnue ... par des experts (1) :

(1) Kazuya Shimoda, de National Institute for Materials Science, Ibaraki et Takaaki Koyanagi, de Kyoto University, Kyoto

 **nanomakers** = n°1 devant

- IEST - Institute of Energy Science & Technology Co. Ltd., **Japon**
- Marketech International Inc., **USA**

pour :

- **Distribution de taille** de grains, et
- **Ratio C/Si**, et
- **Teneur en impuretés**, en **O2**, et
- **Capacité de l'outil de production**

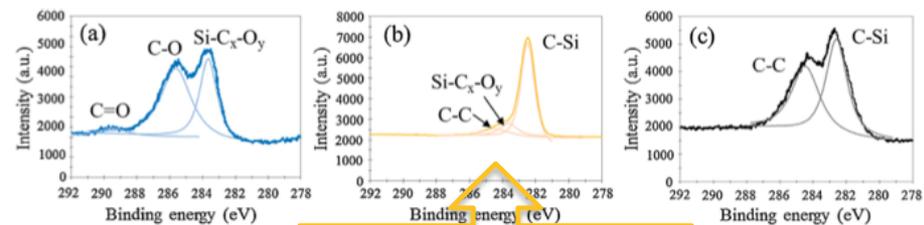
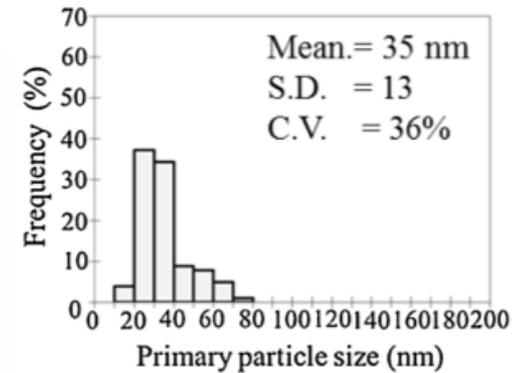


Fig. 7. XPS spectra of C 1s peak for (a) SiCN-1, (b) SiCN-2, and (c) SiCN-3.



Dans :

« Surface properties and dispersion behaviors of SiC nanopowders »,  
in Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 463 (Sept. 2014) 93



# Une entreprise industrielle

---



# Une Entreprise Industrielle

Une unité de production industrielle à Rambouillet ... depuis 2012

➤ **40 t/an** de capacité

- Stockage & distribution  **AIR LIQUIDE** pour 200+ t/an



➤ **Contrôle Qualité**

- Procédures, Certificat Matière
- Laboratoire de contrôle en propre
- ISO 9001

nanomakers		PRODUCT DATA SHEET	
Product Name	nanomakers	Product Code	nanomakers
Product Description	nanomakers	Product Type	nanomakers
Product Specifications	nanomakers	Product Dimensions	nanomakers
Product Weight	nanomakers	Product Volume	nanomakers
Product Composition	nanomakers	Product Ingredients	nanomakers
Product Safety	nanomakers	Product Hazards	nanomakers
Product Storage	nanomakers	Product Handling	nanomakers
Product Shelf Life	nanomakers	Product Expiry	nanomakers
Product Certifications	nanomakers	Product Compliance	nanomakers
Product Images			
Product Contact	nanomakers		



➤ **Stratégie « zéro contact »**

- Pour petites et grandes quantités





# Des applications créatrices de valeur

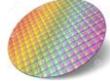
---



# Des Applications Créatrices de Valeur

## Exemples d'applications:

- **Renforcements mécaniques et chimiques, densité des batteries, etc.**

	 Semiconducteurs	 Stockage d'énergie	 Aérospatial	 Automotive	Autres applications ...	
Produits finaux ciblés	<b>Elastomères</b> (ex. FFKM/FKM) pour joints à haute performance 	<b>Matériau d'anode</b> pour batteries Lithium-ion 	<b>Alliages Aluminium</b> <b>Poudres en Nano composites</b> pour <b>Fabrication Additive</b>		<b>Blindage</b> 	<b>Plating</b> 
	<b>Mise au marché</b>	<b>À lancer sur le marché</b>	<b>Allègement</b> des structures & pièces		<b>Alléger</b> les équipements de protection	Augmenté la <b>résistance à l'abrasion</b>
Proposition des valeurs ajoutées	<b>Durée de vie</b> des joints plus longue & le <b>coût de possession</b> plus bas	<b>Doubler</b> la densité énergétique de l'anode des batteries				



# nanomakers



Quand l'infiniment petit fait la  
différence :

l' « Effet Nano »