

Le gallium, un métal rare au cœur des dernières technologies radar

En réponse aux restrictions technologiques américaines dont elle fait l'objet sur les semi-conducteurs¹, la Chine conditionne depuis le 1^{er} août 2023 les exportations de gallium à l'obtention d'une licence délivrée par son gouvernement². Ce métal, dont elle assure plus de 90 % de la production mondiale, revêt une importance croissante dans l'électronique militaire, en particulier dans la conception des derniers radars à antenne active (AESA).

Un amplificateur de performances pour les radars à antenne active

S'il remplit les mêmes fonctions que les radars de générations précédentes – surveillance, suivi et conduite de tir³ –, le radar AESA serait plus fiable, précis et résistant au brouillage⁴. Son architecture repose sur une multitude de modules émetteurs-récepteurs qui sont autant de « petits radars » miniaturisés dont la somme des émissions génère le faisceau radar qui éclaire la cible.

Sur les AESA les plus récents, le gallium (Ga) remplace le silicium comme sous-composant clé dans la fabrication des émetteurs-récepteurs. Grâce à son excellent rendement énergétique, ce métal permet d'en améliorer le niveau de puissance, la dissipation thermique et donc de fabriquer des radars plus compacts. En théorie, le radar AESA à base de gallium constitue une technologie performante qui lui confère une supériorité opérationnelle dans le champ électromagnétique.

La diversification des acteurs industriels du gallium

Les industriels américains Raytheon et Northrop Grumman ont investi dans le gallium dès la fin des années 1990⁵. Ils sont aujourd'hui des poids lourds mondiaux du nitrure de gallium (GaN), le dérivé le plus performant de ce métal. Ils ont d'abord intégré le GaN à leurs radars AESA terrestres dans les années 2010, à l'image de l'AN/TPY-2 (THAAD et Patriot), et désormais aux radars aéroportés, à l'instar de l'APG-79(v)4 (F/A-18A-D).

En Europe, le français Thalès, l'italien Leonardo et le suédois Saab commercialisent aujourd'hui des radars de défense aérienne basés sur cette technologie. Sur le segment des radars aéroportés, Saab a testé en avril 2020 un AESA au GaN destiné au Gripen C/D⁶. En septembre 2023, l'entreprise turque Aselsan a fait de même sur des drones⁷. La Chine a dévoilé en 2021 une nouvelle famille de radars au GaN nommée Lingdong⁸.

Des industries de défense dépendantes du gallium chinois ?

Les restrictions aux exportations imposées par la Chine sur le gallium suscitent des inquiétudes sur la dépendance des industries occidentales aux approvisionnements chinois. Dans 90 % des cas, le gallium est extrait de la bauxite que la Chine exploite massivement pour sa production d'aluminium. Entre 2019 et 2022, elle a ainsi pesé 97 % de la production mondiale de gallium⁹. La domination chinoise sur la production mondiale ne pose toutefois pas de problème de dépendance majeur pour les industries de défense occidentales. En effet, d'autres pays produisent du gallium dans des proportions marginales mais suffisantes au regard des faibles quantités nécessaires à la fabrication d'un radar (Japon, Corée du Sud, Canada, Slovaquie et bientôt Allemagne¹⁰).

L'industrie des biens de consommation, dont les besoins quantitatifs sont grandissants, pourrait, elle, souffrir des restrictions chinoises. Sur le plan des technologies de défense, le gallium demeure néanmoins un métal dont l'approvisionnement constitue un enjeu de la course à la performance technologique. Sa chaîne de valeur pourrait être sécurisée à moyen terme¹¹ en diversifiant les sources d'importation et en investissant dans les moyens de raffinage.

Matériau d'avenir dont l'intégration sur radars AESA tend à se généraliser, le gallium peut aussi être employé dans la conception de systèmes de guerre électronique (anti-radar et anti-mines) et dans un champ d'applications civiles en extension : télécommunication, électroménager, automobile, optoélectronique, etc. Aussi est-il appelé à occuper une place notable dans la chaîne de valeur de l'électronique mondiale.

- 1 Matériaux cruciaux dans la fabrication des puces électroniques.
- 2 « [China gallium, germanium export curbs kick in \[...\]](#) », Reuters, 01/08/2023.
- 3 Dr. S. Robertson, « [Advantages of AESA Radar Technology](#) », News Channel – Monch Publishing Group, 21/10/2016.
- 4 O.Dujardin, « [radars classique, PESA et AESA \[...\]](#) », Cf2R, 03/2023.
- 5 « [Keeping 4th-generation fighters relevant](#) », RTX, 08/06/2021.
- 6 « [Saab Flies New GaN Fighter Radar](#) », Ain, 24/04/2020.
- 7 « [Déclaration du DG d'ASELSAN, M. Akylol \[...\]](#) », Savunmasanayist, 01/09/2023.
- 8 M. P. Funaiolo, B. Hart, A. Powers-Riggs, « [De-risking Gallium Supply Chains \[...\]](#) », CSIS, 03/08/2023.
- 9 « [Gallium](#) », U.S Geological Survey, 2022.
- 10 « [Gallium](#) », U.S Geological Survey, 2023.
- 11 A. Holderness, N. Velazquez, H. H. Carroll, C. Cook, « [Understanding China's Gallium Sanctions](#) », CSIS, 07/07/2023.

Annexe¹²

Les cinq premiers producteurs mondiaux de gallium à faible pureté (en tonnes)

	2019	2020	2021	2022
Total mondial	351	300	434	550
Chine	338	290	423	540
Japon	3	3	3	3
Corée du Sud	2	3	2	2
Russie	8	4	5	5
Ukraine	-	-	1	1

Les importations américaines de gallium (en tonnes)

2019	2020	2021	2022
5,74	4,43	8,89	12

N.B. : provenance des importations américaines entre 2018 et 2021 : Chine (53 %), Allemagne (13 %), Japon (13 %), Ukraine (5 %), autres (16 %).