

# Le Ventre Mou de l'Empire

## Prologue — Le bon de commande qui ne peut pas être honoré

Chen Wei a reçu l'appel un lundi matin.

Son client américain — un équipementier de systèmes de communication tactique basé en Arizona — avait besoin d'une commande urgente de composants en arséniure de gallium. Des puces GaAs pour un système de radar de nouvelle génération. Délai souhaité : six semaines. Quantité : suffisante pour remplir un carton de déménagement.

Chen Wei travaille depuis douze ans dans une PME de composants électroniques de précision en Alsace. Avant cela, elle a étudié à Shanghai, puis à l'École Polytechnique. Elle parle couramment le mandarin, le français, l'anglais. Elle connaît ses fournisseurs en Chine depuis le début de sa carrière.

Elle a rappelé son fournisseur de gallium à Chenzhou, province du Hunan. La réponse était sans ambiguïté : depuis les nouvelles réglementations d'août 2023, toute exportation de gallium et de germanium requiert une licence gouvernementale spéciale. Délai d'obtention : trois à six mois. Pas de garantie d'approbation.

---

Chen Wei a rappelé son client américain.

Elle lui a expliqué. Six semaines n'étaient pas envisageables. Trois mois peut-être, si la licence était accordée rapidement. Six mois dans le cas standard.

Un silence au bout du fil.

*“C'est la troisième fois ce trimestre qu'on a ce problème,” a dit son interlocuteur. “On va devoir aller chercher via un revendeur japonais. Ça coûte trois fois plus cher mais on n'a pas le choix.”*

---

Le revendeur japonais achètera le gallium brut en Chine, le fera transformer en Corée du Sud, et le revendra avec une marge substantielle. La dépendance à la Chine n'aura pas disparu. Elle se sera simplement allongée et renchérie.

Chen Wei a raccroché et regardé par la fenêtre. Dehors, la plaine d'Alsace. À 500 kilomètres, des usines allemandes tournaient au ralenti faute de gaz bon marché. À 8 000 kilomètres, des mines chinoises attendaient les licences d'exportation.

Elle a pensé à une phrase que son professeur de géologie à Shanghai lui avait citée, il y a vingt ans : *“Le Moyen-Orient a son pétrole. La Chine a ses terres rares.”*

Deng Xiaoping avait dit ça en 1992. Personne en Occident n'avait vraiment écouté.

---

Ce livre raconte ce que cette phrase signifie pour les armes, les guerres, et l'ordre mondial du 21<sup>ème</sup> siècle.

Il ne prend pas parti pour la Chine. Il ne défend pas l'hyperpuissance américaine. Il documente une réalité : l'empire qui construit les armes les plus sophistiquées du monde dépend, pour leur fabrication, du pays qu'il désigne comme sa principale menace stratégique.

C'est peut-être la contradiction la plus importante de notre époque — et la moins discutée dans les médias grand public.

*Ce que vous savez ne peut plus vous gouverner.*

# Chapitre 1 — Les 17 terres rares : ce qu’elles sont et ce qu’elles font

Le terme “terres rares” est trompeur. Ces éléments ne sont pas particulièrement rares dans la croûte terrestre — le cérium est plus abondant que le cuivre. Ce qui est rare, c’est de les trouver en concentrations suffisantes pour une exploitation rentable. Et ce qui est encore plus rare, c’est le savoir-faire pour les extraire, les séparer, les raffiner et les transformer en matériaux utilisables.

Les terres rares sont 17 éléments chimiques : les 15 lanthanides (lanthane, cérium, praséodyme, néodyme, prométhium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutétium), plus le scandium et l’yttrium, qui leur sont chimiquement proches.

Leurs propriétés sont exceptionnelles : magnétiques, optiques, électroniques. Elles permettent de construire des aimants extraordinairement puissants, des lasers de précision, des optiques pour l’infrarouge, des convertisseurs d’énergie extrêmement efficaces. Elles sont irremplaçables dans les technologies modernes — et donc irremplaçables dans les armes modernes.

---

## Les terres rares légères et leurs utilisations militaires

---

**Lanthane (La)** — Utilisé dans les verres optiques à haute réfraction des lunettes de vision nocturne et des optiques de précision. Entrant dans la fabrication de lentilles pour missiles guidés. La Chine produit environ 65% du lanthane mondial.

**Cérium (Ce)** — Utilisé dans le polissage de précision des optiques militaires, dans les alliages d'acier pour composants de moteurs à réaction. Oxyde de cérium comme abrasif dans la fabrication de miroirs de periscopes de sous-marins. Production mondiale : Chine 60%.

**Praséodyme (Pr)** — Utilisé en alliage avec le néodyme dans les aimants permanents NdFeB — les plus puissants aimants permanents connus. Ces aimants équipent les systèmes d'actionnement des gouvernes de vol dans les missiles et les avions de chasse. Production mondiale : Chine 65%.

**Néodyme (Nd)** — L'élément le plus stratégique des terres rares légères. Les aimants néodyme-fer-bore (NdFeB) sont 10 fois plus puissants que les aimants en ferrite ordinaires, pour un poids beaucoup plus faible. Ils équipent les systèmes de guidage de missiles, les moteurs électriques des actionneurs de vol, les générateurs des turbines d'avions. Sans néodyme, pas de missile guidé de précision tel qu'on le connaît. Production mondiale : Chine 65-70%.

**Prométhium (Pm)** — Élément radioactif utilisé dans des piles nucléaires miniatures pour alimenter des capteurs autonomes à longue durée de vie dans des missiles ou des balises de détection.

**Samarium (Sm)** — Utilisé dans les aimants samarium-cobalt (SmCo), plus stables en température que les aimants NdFeB — essentiels dans les systèmes de guidage devant fonctionner sous chaleur intense (moteurs de missiles, nacelles de ciblage). Les missiles Patriot et les systèmes de défense antimissile utilisent des aimants SmCo. Production mondiale : Chine 60%.

---

## Les terres rares lourdes et leurs utilisations militaires

---

**Europium (Eu)** — Utilisé dans les écrans d'affichage des postes de commandement tactiques, les systèmes de reconnaissance IFF (Identification Friend or Foe), les émetteurs laser. Production mondiale : Chine 95%.

**Gadolinium (Gd)** — Utilisé dans les détecteurs de neutrons (pour la détection d'armes nucléaires), l'imagerie médicale militaire de campagne, certains blindages absorbants. Production mondiale : Chine 85%.

**Terbium (Tb)** — Élément critique pour les transducteurs sonar de haute performance (détection de sous-marins) et les actionneurs magnétostrictifs dans les systèmes de ciblage acoustique. Également dans les aimants à haute température. Production mondiale : Chine 90%.

**Dysprosium (Dy)** — Ajouté aux aimants NdFeB pour maintenir leurs propriétés à haute température. Sans dysprosium, les aimants des moteurs du F-35 et des missiles de croisière perdent une grande partie de leur puissance au-dessus de 150°C. Production mondiale : Chine 90-95%.

**Holmium (Ho)** — Utilisé dans les lasers médicaux militaires de campagne, les systèmes d'imagerie de précision, les armes à énergie dirigée en développement. Production mondiale : Chine 90%.

**Erbium (Er)** — Utilisé dans les amplificateurs de communications par fibres optiques militaires (réseaux de commandement), les systèmes de télécommunication sécurisés. Production mondiale : Chine 85%.

**Thulium (Tm)** — Utilisé dans les lasers portables à rayons X de campagne pour l'inspection de véhicules et conteneurs. Production mondiale : Chine 90%.

**Ytterbium (Yb)** — Utilisé dans les horloges atomiques miniatures embarquées dans les systèmes de navigation GPS inertielle de missiles. Également dans les lasers de haute précision. Production mondiale : Chine 85%.

**Lutétiium (Lu)** — Utilisé dans les scintillateurs des détecteurs de radiation militaires, les scanners médicaux de campagne. Production mondiale : Chine 85%.

---

## Les deux éléments du groupe

---

**Scandium (Sc)** — Ajouté à l'aluminium, il produit des alliages aluminium-scandium exceptionnellement légers et résistants — utilisés dans les structures d'avions de chasse, les coques de missiles balistiques, les engins spatiaux militaires. Production mondiale : Chine 60%, Russie 30%.

**Yttrium (Y)** — Utilisé dans les céramiques de blindage (plus légères que l'acier), les systèmes radar à haute fréquence, les lasers YAG (yttrium aluminium garnet) utilisés dans les viseurs et télémètres militaires. Production mondiale : Chine 65%.

---

## La domination du raffinage

---

Ces chiffres de production ne disent pas tout. Même quand la mine n'est pas en Chine, le raffinage l'est souvent.

Extraire les terres rares du minerai est une opération chimiquement complexe — elle produit des effluents acides et radioactifs. Les pays occidentaux ont progressivement arrêté cette activité pour des raisons environnementales et de rentabilité. La Chine l'a maintenue, développée, perfectionnée.

Résultat : la mine australienne Lynas Rare Earths extrait des terres rares en Australie — et les envoie en Malaisie pour le raffinage (où les normes environnementales sont moins strictes). La chaîne dépend encore de technologies de séparation largement chinoises.

C'est ce que Deng Xiaoping avait vu en 1992 : la valeur n'est pas dans la mine. Elle est dans le savoir-faire de transformation. Et ce savoir-faire, la Chine a mis trente ans à le construire — délibérément, pendant que l'Occident sous-traitait.

## Chapitre 2 — Les métaux critiques hors terres rares

Les terres rares sont la partie visible de la dépendance. Mais il existe une liste plus large de métaux et minéraux critiques — moins connus, tout aussi stratégiques — pour lesquels la Chine détient une position dominante.

---

### Gallium (Ga) — La puce qui ne peut pas se passer de la Chine

---

Le gallium n'est pas un métal que vous croiserez dans un manuel scolaire. Il fond dans la main à 29,7°C. Il est produit comme sous-produit de l'extraction de l'aluminium et du zinc.

Et pourtant, il est au cœur de la révolution des radars et des systèmes de guerre électronique modernes.

Les semi-conducteurs à base d'arséniure de gallium (GaAs) et de nitrure de gallium (GaN) fonctionnent à des fréquences beaucoup plus élevées que le silicium traditionnel. Ils sont utilisés dans les modules T/R (transmission/réception) des radars de nouvelle génération — AN/APG-81 du F-35, systèmes de missiles à guidage actif, systèmes de guerre électronique comme le AN/ALQ-218. Ils sont aussi dans les amplificateurs de puissance des communications militaires sécurisées.

**Production mondiale :** Chine 80-85%.

**Restriction d'exportation :** Depuis août 2023, toute exportation de gallium et de composés de gallium depuis la Chine requiert une licence gouvernementale. Cette restriction est officiellement présentée comme une

mesure de “sécurité nationale”. Elle est intervenue dans le contexte des restrictions américaines sur les exportations de semi-conducteurs avancés vers la Chine.

**Impact documenté :** Le prix du gallium sur les marchés mondiaux a augmenté de 50% en quelques semaines après l’annonce. Plusieurs équipementiers américains et européens ont signalé des difficultés d’approvisionnement. Raytheon et Northrop Grumman ont évoqué des “contraintes de chaîne d’approvisionnement” dans leurs communications aux actionnaires.

---

## **Germanium (Ge) — Les yeux de la guerre nocturne**

---

Le germanium est un semi-conducteur proche du silicium. Sa propriété clé pour l’usage militaire : il est transparent à l’infrarouge thermique, dans les longueurs d’onde 8-12 microns — là où la chaleur corporelle et les moteurs de véhicules émettent le plus.

Il est donc irremplaçable dans les optiques infrarouges des lunettes de vision nocturne (AN/PVS-14, standard de l’OTAN), les têtes chercheuses des missiles thermiques (Sidewinder, Stinger, MANPADS de toutes générations), les nacelles de désignation de cibles (Sniper, LITENING), les capteurs des drones.

Une armée sans germanium est une armée aveugle la nuit.

**Production mondiale :** Chine 60-65%, Russie 15%.

**Restriction d’exportation :** Depuis août 2023, mêmes règles que pour le gallium. Licences gouvernementales requises.

**Impact :** Le germanium disponible hors Chine (Belgique, Canada, Allemagne) provient largement du recyclage — volumes insuffisants pour remplacer les flux chinois. Le département américain de la Défense a classifié le germanium comme métal critique prioritaire dans son rapport de 2022.

---

## Antimoine (Sb) — Dans chaque balle, dans chaque batterie

---

L'antimoine est méconnu mais omniprésent dans l'équipement militaire.

Il est utilisé comme agent durcissant dans les alliages de plomb pour les projectiles de munitions conventionnelles — sans antimoine, les balles se déforment trop vite dans le canon. Il est utilisé comme retardateur de flamme dans les composants électroniques, les tissus ignifugés des combinaisons militaires, les carlingues d'avions. Il entre dans la composition des batteries plomb-acide des véhicules militaires.

**Production mondiale :** Chine 80%, Russie 7%, Tadjikistan 5%.

**Restriction d'exportation :** Depuis septembre 2024, restrictions sur l'antimoine et ses dérivés.

**Impact :** La restriction de l'antimoine est particulièrement sensible pour les stocks de munitions — au moment précis où l'OTAN cherche à reconstituer ses réserves après les livraisons massives à l'Ukraine.

---

## Tungstène (W) — Le métal qui perce l'acier

---

Le tungstène a le point de fusion le plus élevé de tous les métaux — 3 422°C. Cette propriété le rend irremplaçable dans deux applications militaires critiques.

Premièrement : les pénétrateurs à énergie cinétique (kinetic energy penetrators) — les projectiles qui percent le blindage des chars grâce à leur densité et leur dureté. Les obus des chars Abrams et Leclerc, les munitions anti-blindage de l'aviation. Deuxièmement : les aubes de turbine des moteurs à réaction militaires, qui doivent résister à des températures extrêmes.

**Production mondiale :** Chine 80%.

Aucune restriction d'exportation formelle à ce jour — mais la dépendance est structurelle.

---

## Cobalt (Co) — Le cœur des superalliages

---

Le cobalt est utilisé dans les superalliages nickel-cobalt qui composent les pièces les plus chaudes des moteurs à réaction militaires — notamment les disques et aubes de turbine du moteur F135 qui propulse le F-35. Il est aussi dans les batteries lithium-cobalt des drones militaires à longue endurance et des sous-marins à propulsion électrique.

**Production mondiale :** République Démocratique du Congo 70% (extraction), Chine 70% (raffinage).

La RDC extrait, la Chine raffine. Les entreprises chinoises ont massivement investi dans les mines congolaises depuis 2010 — elles contrôlent l'essentiel du flux physique et financier.

---

## Graphite — Les batteries de la guerre moderne

---

Le graphite naturel est l'anode de toutes les batteries lithium-ion actuelles — les batteries des drones militaires, des véhicules électriques de combat, des sous-marins conventionnels modernes.

**Production mondiale :** Chine 65%, Mozambique 15%. **Raffinage mondial :** Chine 90%.

**Restriction d'exportation :** Depuis décembre 2023, restrictions sur les exportations de graphite et de matériaux anodiques.

---

## Le tableau de synthèse

Métal	Part Chine production	Part Chine raffinage	Restriction en vigueur	Systèmes dépendants
Galium	80%	85%	Depuis août 2023	Radars GaN/ GaAs, missiles guidés
Germanium	60%	65%	Depuis août 2023	Vision nocturne, missiles IR
Antimoine	80%	85%	Depuis sept. 2024	Munitions, batteries
Tungstène	80%	80%	Non (structurel)	Blindage perforant, moteurs
Cobalt	5% extraction	70% raffinage	Non (structurel)	Moteur F-35, batteries drones
Graphite	65%	90%	Depuis déc. 2023	Batteries drones/ sous-marins

Ce tableau n'est pas une liste de théories. Ce sont des données documentées par le département américain de l'Intérieur, le Pentagone, et la Commission européenne dans leurs rapports officiels sur les matériaux critiques.

La dépendance n'est pas une surprise pour les gouvernements. Elle est documentée depuis des années. Ce qui manque, c'est la volonté — et le temps — pour la réduire.

## Chapitre 3 — Comment la Chine a construit cette domination

En 1992, Deng Xiaoping effectue sa tournée dans le Sud de la Chine — une série de discours qui relancent les réformes économiques après les événements de Tiananmen. Dans la province du Jiangxi, l'une des plus riches en terres rares, il prononce une phrase qui deviendra une référence stratégique : *“Le Moyen-Orient a son pétrole. La Chine a ses terres rares.”*

Ce n'était pas de la rhétorique. C'était la formulation d'une stratégie à trente ans.

---

### La décision américaine qui a tout changé

---

En 1985, Mountain Pass, en Californie, est la plus grande mine de terres rares du monde. Elle produit des matériaux que l'industrie électronique mondiale commence à demander en quantités croissantes. Les États-Unis sont à cette époque le premier producteur mondial de terres rares.

En 1980, la Chine produit moins de 1% des terres rares mondiales.

Comment est-on passé de là à 60-70% de production et 85-90% de raffinage en moins de trente ans ?

La réponse est une combinaison de trois facteurs : des décisions chinoises délibérées, des décisions américaines et européennes d'abandon, et une asymétrie de vision à long terme.

---

## La stratégie chinoise : investissement patient et prix prédateurs

---

Dans les années 1980, Pékin identifie les terres rares comme un secteur stratégique et investit massivement dans l'extraction, le raffinage et la recherche sur les applications. Les provinces du Jiangxi, du Shandong, de la Mongolie intérieure reçoivent des fonds publics importants pour développer leurs gisements.

Dès les années 1990, la Chine inonde le marché mondial de terres rares à des prix inférieurs aux coûts de production occidentaux. Ce n'est pas du dumping accidentel — c'est une stratégie délibérée pour éliminer la concurrence.

En 2002, Mountain Pass ferme. La raison officielle : rentabilité insuffisante face aux prix chinois. La raison réelle : les prix chinois sont délibérément maintenus en dessous du coût de production américain.

En 2003, la Chine contrôle déjà 80% de la production mondiale de terres rares.

---

## Le désarmement environnemental de l'Occident

---

L'extraction et le raffinage des terres rares sont des processus chimiquement complexes qui génèrent des déchets acides et — pour certains gisements — légèrement radioactifs (le thorium et l'uranium sont souvent présents avec les lanthanides).

Dans les années 1980-90, les pays occidentaux durcissent leurs normes environnementales. L'extraction de terres rares devient plus coûteuse, plus réglementée, moins rentable. Les entreprises arrêtent. Les gouvernements ne compensent pas.

La Chine, dans la même période, déploie ses capacités sans les mêmes contraintes environnementales. Les rivières et les nappes phréatiques de certaines provinces chinoises productrices de terres rares en portent encore les traces aujourd'hui.

Ce choix occidental — externaliser la pollution vers la Chine — a semblé raisonnable à court terme. Il a créé une dépendance stratégique que vingt ans de prise de conscience n'ont pas encore suffi à corriger.

---

## **La maîtrise du raffinage : l'avantage décisif**

---

Extraire les terres rares est une chose. Les séparer est une autre.

Les terres rares se trouvent mélangées dans les minerais. Les séparer — obtenir du néodyme pur, du dysprosium pur, du terbium pur — requiert des dizaines d'étapes de chimie par voie humide, des réacteurs spécialisés, et surtout un savoir-faire accumulé sur des décennies.

La Chine a développé ce savoir-faire progressivement depuis les années 1970, avec un soutien d'État constant. Elle a formé des générations d'ingénieurs spécialisés. Elle a breveté des procédés de séparation. Elle a construit des usines de raffinage intégrées en Mongolie intérieure et dans le Jiangxi qui n'ont pas d'équivalent ailleurs dans le monde.

Aujourd'hui, même quand une mine de terres rares est exploitée hors de Chine — Australie, États-Unis, Canada — le minerai doit souvent passer par des étapes de raffinage qui dépendent de la Chine ou de technologies initialement chinoises.

---

## La restriction des exportations de 2010 : la démonstration de force

---

En 2010, la Chine réduit ses quotas d'exportation de terres rares de 40%. Les prix mondiaux explosent : le néodyme est multiplié par 10, le dysprosium par 15, le terbium par 20. Les industries qui dépendent de ces matériaux — y compris l'industrie de l'armement — paniquent.

Le Japon, les États-Unis et l'Union européenne portent plainte à l'OMC. En 2014, l'OMC tranche en leur faveur. La Chine lève les quotas — mais a démontré ce qu'elle peut faire.

Le signal était clair depuis 2010. Peu d'acteurs ont tiré les conséquences.

---

## L'accélération depuis 2023

---

En 2023, la Chine passe à la vitesse supérieure. Ce n'est plus une démonstration de force ponctuelle comme en 2010. C'est une politique systématique de restrictions d'exportation sur les matériaux critiques — réponse symétrique aux restrictions américaines sur les semi-conducteurs avancés.

Gallium, germanium en août 2023. Graphite en décembre 2023. Antimoine en septembre 2024.

À chaque restriction, la même mécanique : annonce officielle, invocation de la “sécurité nationale”, délais administratifs longs pour les licences d'exportation. Pas d'embargo total — une pression graduée qui crée de l'incertitude, allonge les délais, renchérit les coûts.

Chen Wei le vit de l'intérieur : ses clients en Occident ne peuvent plus compter sur les délais auxquels ils étaient habitués. Et reconstruire des chaînes d'approvisionnement alternatives prend des années que la géopolitique n'accorde pas.

## Chapitre 4 — Le F-35 : un avion chinois dans une livrée américaine

Le F-35 Lightning II est le chasseur le plus avancé jamais construit. Il est furtif, supersonique, capable de guerre électronique, de reconnaissance et de frappe de précision. Son ordinateur de bord traite plus de données par seconde que n'importe quel avion précédent. Son coût unitaire : entre 80 et 110 millions de dollars selon la version.

Il est aussi, dans une proportion significative de ses composants, dépendant de la chaîne d'approvisionnement chinoise.

Ce n'est pas une accusation. C'est une réalité documentée, admise par le Pentagone lui-même.

---

### Le scandale des aimants magnétiques (2021)

---

En septembre 2021, Lockheed Martin révèle qu'un composant de l'assemblage du turbopropulseur du F-35 — un aimant permanent utilisé dans le système de pompage de carburant — a été fabriqué avec un alliage cobalt-samarium dont la composition chimique provenait de Chine.

Ce composant était fabriqué par une entreprise canadienne qui s'approvisionnait auprès d'un fournisseur chinois. Ni Lockheed, ni le sous-traitant canadien n'avaient réalisé que la composition de l'alliage violait les exigences légales américaines de traçabilité des matériaux dans les équipements militaires.

Le Pentagone a suspendu temporairement les livraisons de F-35. L'aimant a été remplacé. Mais l'incident a révélé l'opacité des chaînes d'approvisionnement à plusieurs niveaux — et le fait que même le programme d'armement le plus scruté des États-Unis n'avait pas de visibilité complète sur ses propres matériaux.

---

## Les composants à base de terres rares dans un F-35

---

Le F-35 contient environ 900 kilogrammes de matériaux incluant des terres rares et des métaux critiques — selon les estimations de l'industrie et les rapports d'organisations de défense américaines.

**Aimants NdFeB dans les actionneurs de vol** Les gouvernes de vol du F-35 — ailerons, gouvernail, volets — sont actionnées par des moteurs électriques linéaires utilisant des aimants néodyme-fer-bore. Ces aimants permettent des actionneurs légers et puissants qui répondent en millisecondes. Sans dysprosium pour maintenir leurs propriétés à haute température dans les zones proches des moteurs, ces aimants perdent leur efficacité.

**Composants GaAs/GaN dans le radar APG-81** Le radar AN/APG-81, le cerveau de détection du F-35, utilise une antenne à réseau actif (AESA) avec des milliers de modules T/R en arséniure de gallium et nitrure de gallium. Ces matériaux permettent une puissance rayonnée, une fréquence et une résistance aux contre-mesures qu'aucun autre matériau semi-conducteur ne peut égaler à ce jour.

**Optiques germanium dans les systèmes infrarouges** Le système EOTS (Electro-Optical Targeting System) du F-35 et son système de vision panoramique DAS (Distributed Aperture System) utilisent des lentilles et fenêtres en germanium pour les bandes infrarouges. Ce sont les “yeux nocturnes” de l'avion — indispensables pour la détection et l'identification des cibles.

**Yttrium dans les céramiques de blindage** Certains composants structurels du F-35 utilisent des céramiques à base d'yttrium pour le blindage de composants critiques — plus léger que l'acier pour une protection équivalente ou supérieure.

**Cobalt dans les superalliages du moteur F135** Le moteur F135 de Pratt & Whitney — le plus puissant moteur de combat jamais produit — utilise des superalliages nickel-cobalt dans ses pièces les plus exposées à la chaleur. Température de sortie des gaz : plus de 1 700°C. Seuls les superalliages au cobalt permettent ces températures.

---

## La dépendance systémique

---

Au-delà du F-35, la même dépendance structure l'ensemble de l'aviation militaire américaine.

Le F-22 Raptor utilise des alliages scandium-aluminium dans sa structure pour réduire le poids. Les drones RQ-4 Global Hawk et MQ-9 Reaper utilisent des aimants permanents dans leurs systèmes de propulsion et leurs actionneurs. Les hélicoptères Apache utilisent des terres rares dans leurs systèmes de contrôle de vol par fly-by-wire.

Le GAO (Government Accountability Office) américain a publié en 2021 un rapport intitulé “Defense Acquisitions: Actions Needed to Identify Rare Earth Elements and Other Critical Materials in Defense Industrial Base Supply Chains”. Sa conclusion : le Pentagone n'a pas de visibilité complète sur les matériaux critiques dans ses propres chaînes d'approvisionnement.

Ce rapport n'est pas une dénonciation de la Chine. C'est un aveu d'ignorance — et de vulnérabilité.

---

## Ce que ça signifie pour la projection militaire

---

Les États-Unis maintiennent actuellement un parc d'environ 450 F-35 opérationnels, avec une commande totale prévue de 2 456 appareils sur les trois variantes. Chaque avion nécessite un entretien régulier — remplacement d'actionneurs, de composants électroniques, de pièces optiques.

Si les restrictions chinoises d'exportation s'approfondissent, la cadence de production et de maintenance du F-35 sera directement affectée. Pas immédiatement — les stocks stratégiques et les stocks d'entreprise donnent quelques mois à quelques années de réserve. Mais progressivement, la flotte vieillira plus vite qu'elle ne pourra être entretenue ou remplacée.

La projection militaire américaine dans l'Indo-Pacifique — qui repose en grande partie sur la supériorité aérienne du F-35 — dépend de la continuité d'une chaîne d'approvisionnement que son principal adversaire potentiel contrôle.

C'est une contradiction que le Pentagone formule dans ses rapports. C'est une contradiction que peu de politiciens expliquent à leurs électeurs.

## Chapitre 5 — Les missiles : de Patriot à Javelin

L'Ukraine a reçu depuis 2022 des dizaines de milliards de dollars d'équipements militaires occidentaux. Les missiles Patriot pour la défense anti-aérienne. Les Javelin pour l'anti-char. Les HIMARS pour l'artillerie de précision. Les Stinger pour l'anti-aérien portable.

Ces systèmes ont démontré leur efficacité sur le terrain. Ils ont aussi démontré, par les difficultés à les produire en quantités suffisantes, la fragilité des chaînes d'approvisionnement qui les alimentent.

Derrière chaque missile tiré, il y a une liste de matériaux. Et derrière cette liste, une dépendance.

---

### Le missile Patriot : l'antimissile aux aimants chinois

---

Le système Patriot (MIM-104) est le principal système de défense antimissile de courte et moyenne portée de l'OTAN. Il est produit par Raytheon. Chaque batterie coûte environ 1 milliard de dollars. Chaque missile intercepteur PAC-3 coûte environ 4 millions de dollars.

Le PAC-3 utilise un système de guidage actif par radar avec une tête chercheuse qui s'accroche à la cible dans la phase terminale du vol. Ce système de guidage utilise des aimants samarium-cobalt (SmCo) — choisis pour leur stabilité thermique (les aimants NdFeB perdent de leur puissance au-dessus de 150°C, ce qui est problématique près des composants électroniques chauffés par le vol supersonique).

La production d'aimants SmCo dépend du samarium — 60% de production chinoise — et du cobalt — 70% de raffinage chinois.

Depuis 2022, la demande de missiles Patriot a explosé. L'Allemagne en commande. La Pologne en commande. L'Ukraine en reçoit. Le carnet de commandes de Raytheon s'allonge. Raytheon a déclaré publiquement qu'elle faisait face à des "contraintes d'approvisionnement" qui limitent sa capacité à accélérer la production.

---

## **Le Javelin : les yeux infrarouges du fantassin**

---

Le missile antichar Javelin (FGM-148) est l'arme qui a transformé la guerre en Ukraine dans ses premières semaines. Système à guidage infrarouge passif — il s'accroche à la chaleur dégagée par les moteurs et les composants chauds d'un char. Tire et oublie.

La tête chercheuse infrarouge du Javelin utilise un détecteur en antimonure d'indium (InSb) refroidi — une technologie qui requiert de l'indium (dont la Chine produit 60%) et de l'antimoine (dont la Chine produit 80%).

Les États-Unis avaient environ 5 000 Javelin en stock avant 2022. Ils en ont livré plus de 8 500 à l'Ukraine en 2022-2023. La cadence de production de remplacement est d'environ 1 000 missiles par an chez Raytheon/Lockheed — nettement insuffisante pour reconstituer les stocks dans un délai raisonnable.

La production a été augmentée — avec des investissements publics américains. Mais les contraintes sur la chaîne d'approvisionnement en matériaux critiques ne se résolvent pas par des décisions budgétaires seules.

---

## Les HIMARS : précision et dépendance

---

Le système HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System) de Lockheed Martin tire des roquettes guidées GPS avec une précision de l'ordre du mètre à des distances de 70 à 300 kilomètres. Il a changé la dynamique de l'artillerie en Ukraine.

Le guidage GPS-inertiel des munitions GMLRS et ATACMS utilise des accéléromètres et gyroscopes à base d'aimants permanents, des composants GaAs dans les récepteurs GPS militaires, et des cristaux de quartz stabilisés aux terres rares pour les oscillateurs de fréquence.

Chaque missile tiré consomme ces matériaux. Chaque missile de remplacement doit être produit avec les mêmes matériaux. Le rythme de consommation en Ukraine a largement dépassé les projections de planification du Pentagone.

---

## Le Stinger : le vieux missile et ses nouvelles contraintes

---

Le missile Stinger MANPADS (Man-Portable Air Defense System) est en service depuis les années 1980. Il est guidé par infrarouge. Sa technologie est ancienne — mais sa production s'est révélée difficile à relancer rapidement.

Raytheon a arrêté la production du Stinger en 2020. Quand la demande est repartie en 2022 pour les livraisons à l'Ukraine, l'entreprise a découvert que certains composants n'étaient plus fabriqués — les fournisseurs avaient arrêté ou disparu. Des composants à base d'antimoniure d'indium pour les détecteurs infrarouge n'étaient plus disponibles dans les spécifications requises.

Relancer une ligne de production d'armement n'est pas comme relancer une chaîne automobile. C'est reconstituer un écosystème de fournisseurs spécialisés — dont certains n'existent plus.

---

## La cadence de production : le chiffre qui dérange

---

En 2023, le sénateur américain Jack Reed, président du comité des forces armées du Sénat, déclarait : *“Nous avons donné à l'Ukraine une grande partie de nos stocks. Nous devons les reconstituer. Et nous n'y arrivons pas assez vite.”*

Le problème n'est pas seulement l'argent. Le budget de défense américain a augmenté. Les contrats ont été signés. Les usines tournent.

Le problème est la chaîne : pour fabriquer plus de missiles, il faut plus d'aimants. Pour fabriquer plus d'aimants, il faut plus de terres rares raffinées. Pour avoir plus de terres rares raffinées, il faut soit que la Chine les fournisse, soit construire des alternatives — ce qui prend des années.

C'est la contrainte matérielle de la guerre moderne que les budgets ne peuvent pas résoudre à court terme.

---

## L'équation impossible

---

Les États-Unis dépensent 800 milliards de dollars par an en défense. Ils ont le budget militaire le plus élevé du monde. Mais pour produire les armes qui justifient ce budget, ils dépendent d'une chaîne d'approvisionnement que leur principal rival stratégique contrôle en grande partie.

Ce n'est pas une décision malveillante. C'est l'accumulation de décisions rationnelles à court terme — acheter là où c'est moins cher, externaliser là où c'est plus efficace — qui ont créé une vulnérabilité systémique.

La question n'est pas si cette vulnérabilité existe. Elle existe. La question est combien de temps les stocks et les détours permettront de la masquer.

## Chapitre 6 — Les drones et la révolution électrique de la guerre

La guerre en Ukraine a consacré le drone comme arme de masse. Des drones FPV (First Person View) à 500 euros ont détruit des chars à 3 millions de dollars. Des essaims de drones ont saturé des systèmes de défense anti-aérienne. Des drones de reconnaissance ont guidé l'artillerie avec une précision que les humains seuls n'auraient pas atteinte.

Cette révolution est réelle. Elle a aussi une implication stratégique que peu d'analystes formulent clairement : la guerre électrique, la guerre par drones, la guerre autonome — tous les axes de modernisation militaire qui sont censés donner à l'Occident un avantage sur ses adversaires — sont précisément les domaines où la dépendance aux matériaux critiques chinois est la plus forte.

---

### Le drone : une machine à terres rares

---

Un drone militaire de type MALE (Medium Altitude Long Endurance) comme le Predator MQ-9 contient des centaines de composants dépendant de matériaux critiques.

**Les moteurs électriques** — qu'il s'agisse de drones à décollage vertical ou d'actionneurs de gouvernes — utilisent des aimants permanents NdFeB. Un drone de taille moyenne contient plusieurs dizaines d'aimants. Un essaim de mille drones requiert des dizaines de milliers d'aimants permanents.

**Les batteries** — l’endurance du drone dépend de la densité énergétique de sa batterie. Les batteries lithium-ion haute performance utilisent du cobalt dans leur cathode (LiCoO<sub>2</sub>) ou du lithium-fer-phosphate qui requiert du graphite dans l’anode. La Chine contrôle 70% du raffinage du cobalt et 90% du raffinage du graphite.

**Les systèmes de communication** — les liaisons de données cryptées des drones militaires utilisent des composants GaAs dans leurs amplificateurs de puissance à haute fréquence.

**Les capteurs** — les caméras infrarouges et électro-optiques des drones utilisent des détecteurs au germanium ou à l’antimoniure d’indium.

Un drone FPV bon marché peut être assemblé avec des composants grand public — c’est ce que font les Ukrainiens et les Russes à grande échelle. Mais un drone militaire de haute performance, capable de missions autonomes à longue distance avec des capacités de guerre électronique intégrées, requiert des composants de précision dont la chaîne d’approvisionnement est profondément dépendante de la Chine.

---

## **La guerre électronique : le domaine le plus vulnérable**

---

La guerre électronique — brouillage, interception, leurre — est devenue aussi importante que la puissance de feu dans les conflits modernes. Elle repose sur des amplificateurs de puissance GaN (nitrure de gallium), des récepteurs ultra-rapides, des processeurs de signal numérique haute fréquence.

Le nitrure de gallium (GaN) est le matériau de la nouvelle génération de systèmes de guerre électronique. Il permet des amplificateurs de puissance beaucoup plus efficaces que les technologies précédentes — essentiels pour brouiller les radars ennemis ou résister aux brouillages adverses.

La production de GaN requiert du gallium pur à 99,9999% — des puretés que seuls quelques producteurs au monde maîtrisent. La majorité de ce gallium de haute pureté provient de Chine.

Les restrictions d'exportation chinoises sur le gallium frappent donc directement le secteur de la guerre électronique — qui est précisément la capacité militaire que les États-Unis cherchent à développer le plus rapidement pour contrer les défenses chinoises dans un éventuel conflit dans l'Indo-Pacifique.

---

## **Les véhicules de combat électriques**

---

La modernisation des armées passe aussi par l'électrification des véhicules de combat. Des jeeps électriques silencieuses pour les opérations spéciales. Des drones terrestres autonomes. Des véhicules blindés hybrides.

Cette électrification multiplie la dépendance aux batteries — et donc au cobalt, au graphite, au lithium. Un programme de modernisation qui électrifie la flotte de véhicules militaires est un programme qui augmente la dépendance aux matériaux que la Chine contrôle.

---

## **L'asymétrie fondamentale**

---

La Chine est aussi en train de développer des drones militaires sophistiqués. Elle aussi dépend des terres rares — mais elle les produit chez elle. Elle développe des drones autonomes, des essaims, des systèmes de guerre électronique avancés.

La différence : quand la Chine produit un drone de guerre, elle puise dans sa propre chaîne d'approvisionnement. Quand les États-Unis ou l'Europe produisent le même drone, ils dépendent — directement ou indirectement — de la chaîne d'approvisionnement chinoise.

C'est l'asymétrie fondamentale que ce chapitre cherche à documenter : la révolution de la guerre moderne bénéficie objectivement plus à celui qui contrôle les matériaux qu'à celui qui contrôle le design des systèmes.

---

## **La production ukrainienne comme leçon**

---

L'Ukraine a développé en deux ans une industrie de drones de guerre d'une productivité remarquable. Des PME locales assemblent des milliers de drones FPV par semaine. Cette capacité est réelle et impressionnante.

Mais une partie des composants électroniques de ces drones — processeurs, modules de communication, composants optoélectroniques — provient de Chine, via des intermédiaires turcs, géorgiens ou autres. La guerre en Ukraine est aussi un test grandeur réelle de la dépendance mondiale aux composants chinois — et de la difficulté à s'en affranchir même sous la pression d'un conflit existentiel.

Si l'Ukraine, avec un soutien massif occidental, n'arrive pas à sécuriser une chaîne d'approvisionnement en composants non chinois pour ses drones — que peut-on attendre de la planification industrielle en temps de paix ?

# Chapitre 7 — Les stocks stratégiques : combien de temps ?

La première ligne de défense de l'Occident face à la dépendance aux matériaux critiques chinois, c'est le stock.

Le National Defense Stockpile Program américain existe depuis 1939 — créé après la Première Guerre mondiale avait révélé la vulnérabilité des États-Unis sur certains matériaux. Il maintient des réserves de matériaux jugés critiques pour la production d'armements en cas de perturbation des approvisionnements.

Ces stocks existent. Leur niveau exact est partiellement classifié. Ce qui est public révèle une image préoccupante.

---

## Le rapport de 2022 : l'aveu officiel

---

En février 2022, le Pentagone a publié un rapport intitulé "Securing Defense-Critical Supply Chains". C'est le document le plus complet jamais rendu public par le gouvernement américain sur ses vulnérabilités en matériaux critiques.

Ses conclusions principales : - Les États-Unis sont fortement dépendants de la Chine pour de nombreux matériaux critiques de défense. - Le National Defense Stockpile ne couvre pas tous les matériaux critiques identifiés. - Pour certains matériaux, les stocks couvrent moins d'un an de consommation aux niveaux de production actuels. - Les chaînes d'approvisionnement sont opaques — le Pentagone n'a pas de visibilité complète sur les fournisseurs de rang 2 et 3.

Ce rapport n'est pas une source d'information marginale. C'est le Pentagone lui-même qui documente sa propre vulnérabilité.

---

## La durée réelle des stocks : ce qu'on sait

---

Les niveaux précis des stocks stratégiques américains sont en partie classifiés. Mais plusieurs éléments sont publics ou ont été révélés par des enquêtes du Congrès.

**Terres rares pour les aimants permanents :** Le National Defense Stockpile contient des réserves de terres rares, mais les volumes ne correspondent pas aux besoins de production à grande échelle. Des rapports du GAO (Government Accountability Office) ont indiqué que les stocks couvrent entre quelques mois et deux ans de consommation selon les éléments.

**Gallium :** Les États-Unis n'avaient pas de stock stratégique significatif de gallium pur avant les restrictions chinoises de 2023. Des achats d'urgence ont été effectués, mais à des prix multipliés par deux ou trois.

**Germanium :** Situation similaire au gallium. Des stocks ont été constitués mais sont loin de couvrir plusieurs années de consommation militaire et civile.

**Antimoine :** Les stocks américains d'antimoine ont été consommés progressivement. Les restrictions chinoises de 2024 ont coïncidé avec une période de reconstitution difficile.

**Cobalt :** Les stocks existent — le cobalt est géré depuis longtemps comme matériau stratégique — mais les niveaux sont inférieurs aux recommandations des analystes militaires.

---

## Le problème de la forme, pas seulement du volume

---

Un stock stratégique de terres rares brutes n'est pas équivalent à un stock de terres rares raffinées prêtes à l'emploi.

Extraire du néodyme d'un stock de minerai mixte de terres rares prend du temps et requiert des installations de raffinage. Si ces installations n'existent pas aux États-Unis — ce qui est largement le cas — le stock de minerai brut ne peut pas être converti rapidement en composants utilisables.

C'est l'un des points les plus préoccupants du rapport Pentagone de 2022 : même là où des réserves existent, elles ne sont pas nécessairement sous une forme mobilisable dans les délais qu'un conflit exigerait.

---

## **La stratégie d'achat : les entreprises comme stocks distribués**

---

En l'absence de stocks gouvernementaux suffisants, les entreprises d'armement maintiennent leurs propres stocks opérationnels. Lockheed Martin, Raytheon, Northrop Grumman — chacune gère des réserves de composants critiques dans ses entrepôts.

Ces stocks sont généralement dimensionnés pour 6 à 18 mois de production aux cadences normales. Ils ne sont pas prévus pour une mobilisation industrielle rapide en cas de conflit majeur.

---

## **Les investissements du Congrès : nécessaires mais insuffisants**

---

Le Congrès américain a alloué plusieurs milliards de dollars depuis 2020 pour renforcer les stocks stratégiques et les capacités de production nationales en matériaux critiques. Le Defense Production Act a été invoqué pour accélérer certains investissements.

Ces fonds sont nécessaires. Mais les délais de construction industrielle ne se réduisent pas par décret.

Construire une mine : 7 à 15 ans entre la découverte et la production commerciale. Construire une usine de raffinage de terres rares : 5 à 10 ans. Construire une chaîne de production d'aimants permanents de haute performance : 3 à 7 ans.

Si les investissements avaient été faits en 2020 — ce qui n'est pas le cas pour la plupart — les capacités seraient disponibles au mieux en 2025-2030. Pour les décisions prises en 2023, les capacités seront disponibles entre 2030 et 2040.

Dans cet intervalle, la dépendance reste.

---

## Ce que disent les chiffres

---

Un scénario de conflit majeur dans l'Indo-Pacifique — une crise à Taïwan, par exemple — consommerait des missiles, des drones et des composants électroniques à des cadences que la Seconde Guerre mondiale aurait recon- nues.

Pendant la Seconde Guerre mondiale, les États-Unis ont produit 300 000 avions en quatre ans — l'une des mobilisations industrielles les plus spectaculaires de l'histoire. Cette mobilisation était possible parce que l'Amérique contrôlait ses propres matériaux, ses propres chaînes de production, ses propres travailleurs qualifiés.

La mobilisation équivalente aujourd'hui bute sur un obstacle que 1944 ne connaissait pas : les matériaux sont en Chine.

Les stocks achètent du temps. Ils ne résolvent pas le problème de fond. Et le temps qu'ils achètent — 12 à 24 mois selon les estimations les plus optimistes — est peut-être insuffisant pour construire des alternatives.

## Chapitre 8 — Mountain Pass et les tentatives de réindustrialisation

À 56 kilomètres de Las Vegas, dans le désert du Mojave, se trouve la mine de Mountain Pass. C'est l'une des plus grandes concentrations de terres rares en dehors de la Chine — un gisement de carbonatite riche en terres rares légères, notamment en cérium, en lanthane et en néodyme.

En 1952, quand la mine a commencé à être exploitée sérieusement, elle a approvisionné en terres rares l'industrie américaine pendant des décennies. Dans les années 1980, Mountain Pass produisait 33 000 tonnes de terres rares par an — elle était, avec la Chine qui montait en puissance, l'un des deux grands fournisseurs mondiaux.

En 2002, Mountain Pass a fermé. Pas parce que le gisement était épuisé. Parce que les prix chinois rendaient la mine non rentable, et parce qu'une fuite de déchets radioactifs en 1997 avait déclenché des procédures réglementaires coûteuses.

---

### La renaissance : MP Materials

---

En 2017, une entreprise américaine — MP Materials — rachète Mountain Pass et relance l'exploitation. Avec des investissements publics significatifs (le Département de la Défense a participé au financement), des contrats de fournisseur préférentiel avec General Motors pour les aimants des véhicules électriques, et l'ambition affichée de reconstituer une chaîne américaine complète de terres rares.

En 2022, Mountain Pass produisait environ 42 000 tonnes de terres rares — comparable aux niveaux des années 1980. MP Materials a annoncé la construction d'une usine de raffinage en Californie et d'une usine d'aimants au Texas.

C'est une réussite réelle. Et une réussite insuffisante.

---

## La limite du modèle actuel

---

Le problème central : jusqu'en 2023, MP Materials envoyait une grande partie de son concentrate de terres rares en Chine pour le raffinage en oxydes purs. L'infrastructure de raffinage américaine n'existait pas pour traiter les volumes produits.

MP Materials a investi dans ses propres capacités de raffinage — l'usine californienne est en construction, avec une mise en service prévue entre 2024 et 2026. Mais même quand elle sera opérationnelle, elle ne produira que des terres rares légères (principalement néodyme et praséodyme). Les terres rares lourdes — dysprosium, terbium, europium — qui sont les plus critiques pour les aimants haute température des missiles et des avions de chasse — ne se trouvent pas à Mountain Pass en quantités significatives. Elles se trouvent surtout dans les gisements ioniques du Jiangxi en Chine.

---

## Les terres rares légères vs. lourdes : la distinction qui compte

---

Mountain Pass peut produire du néodyme américain. C'est une avancée réelle pour les aimants NdFeB standards.

Mais les aimants des missiles, des systèmes d'armement haute performance, des actionneurs de vol — ces aimants requièrent du dysprosium pour fonctionner à haute température. Et le dysprosium vient quasi exclusivement des gisements ioniques du Jiangxi et du Guangdong en Chine.

Il n'y a pas de mine de dysprosium en production significative hors de Chine. Les gisements alternatifs identifiés — Groenland, Australie, Canada — sont en phase d'exploration ou de développement préliminaire, avec des délais de mise en production de 7 à 15 ans.

Mountain Pass règle une partie du problème — les terres rares légères pour les aimants grands public. Il ne règle pas la partie la plus critique — les terres rares lourdes pour les armes.

---

### **La chaîne des aimants : la lacune suivante**

---

Même avec du néodyme américain raffiné, il manque encore la chaîne de fabrication des aimants eux-mêmes.

Fabriquer un aimant NdFeB haute performance n'est pas seulement une question de matériaux. C'est une question de procédés — alliage, pressage isostatique, frittage, magnétisation. Ces procédés requièrent un savoir-faire industriel qui a été développé en Chine et au Japon. Les États-Unis et l'Europe ont largement perdu ces compétences dans les années 1990-2000 quand la production a migré vers l'Asie.

MP Materials construit une usine d'aimants au Texas — une initiative soutenue par un contrat avec le Département de la Défense. General Motors va également créer une capacité de production d'aimants aux États-Unis. Ces projets sont réels et avancent.

Mais ils fonctionneront à petite échelle dans un premier temps. Et ils dépendront de matériaux — dysprosium notamment — qui continuent de venir principalement de Chine.

---

## La réindustrialisation : une décennie de délai incompressible

---

En 2022, l’Inflation Reduction Act américain a alloué des milliards de dollars à la production nationale de matériaux critiques. Le CHIPS Act a fait de même pour les semi-conducteurs. L’Europe a son Critical Raw Materials Act.

Ces politiques vont dans la bonne direction. Leurs effets ne seront pleinement visibles qu’entre 2030 et 2040 — dans le meilleur des cas.

Entre 2025 et 2035, la fenêtre de vulnérabilité reste ouverte. Les stocks peuvent tenir quelques années. Les réinvestissements peuvent réduire la dépendance progressivement. Mais la dépendance ne disparaîtra pas d’ici là.

C’est dans cet intervalle que les crises géopolitiques les plus probables se dérouleront.

---

Chen Wei, dans son bureau alsacien, lit les communiqués de MP Materials avec intérêt. Elle connaît bien l’industrie. Elle sait que les annonces de capacités futures et les réalités de production présentes sont deux choses différentes.

Elle a aussi noté quelque chose que les communiqués n’annoncent pas : MP Materials a recruté plusieurs ingénieurs formés en Chine. Le savoir-faire est dans les têtes autant que dans les machines.

Reconstruire une industrie, c’est aussi reconstituer le capital humain. Ça ne se décrète pas.

## Chapitre 9 — Les alternatives géologiques : Groenland, Australie, Kazakhstan

La dépendance chinoise n'est pas une fatalité géologique. Les terres rares et les métaux critiques existent ailleurs dans le monde. Les gisements sont connus, cartographiés, partiellement évalués.

Le problème n'est pas l'absence de minerai. C'est le délai, le coût et la volonté politique nécessaires pour les exploiter.

---

### Le Groenland : le gisement rêvé et ses obstacles

---

Le sous-sol groenlandais est extraordinairement riche. Le gisement de Kvanefjeld (renommé Kuannersuit en groenlandais) est l'un des plus grands gisements de terres rares et d'uranium du monde. Il contient des réserves estimées de 1,1 million de tonnes de terres rares — dont des concentrations significatives de terres rares lourdes, y compris du dysprosium et du terbium.

Il y a cependant un problème fondamental : ce gisement est aussi l'un des plus contaminés en uranium et en thorium de la planète. Son exploitation produirait des volumes importants de déchets radioactifs.

En novembre 2021, le gouvernement autonome du Groenland a élu un gouvernement opposé à l'exploitation minière à grande échelle incluant de l'uranium. Le gisement de Kvanefjeld est de fait bloqué — pour des raisons environnementales et politiques légitimes.

D'autres gisements moins problématiques existent au Groenland — notamment des terres rares non uranifères dans le nord de l'île. Leur développement est en phase d'exploration préliminaire, avec des perspectives de production au mieux dans les années 2030.

Le Groenland est une ressource stratégique potentielle. C'est peut-être une raison supplémentaire pour laquelle Donald Trump a plusieurs fois évoqué l'idée d'"acheter" le Groenland au Danemark — une idée que ses opposants ont traitée comme une fantaisie, mais qui a une logique géostratégique réelle.

---

## **L'Australie : la réponse partielle la plus avancée**

---

Lynas Rare Earths est la seule entreprise de taille significative à extraire et raffiner des terres rares hors de Chine à l'échelle commerciale. Sa mine est à Mount Weld en Australie-Occidentale — l'une des concentrations les plus riches en terres rares légères du monde.

Lynas produit principalement du néodyme-praséodyme (NdPr) — les terres rares légères pour les aimants permanents. Elle raffine en Malaisie (usine de Kuantan) et développe une capacité de raffinage aux États-Unis (Texas, en partenariat avec le Département de la Défense).

Les limites : Lynas produit peu de terres rares lourdes — le gisement de Mount Weld n'en contient pas en quantités significatives. Et ses volumes, bien qu'en croissance, représentent une fraction des besoins mondiaux.

Lynas est une réponse partielle — et précieuse — à la dépendance. Elle ne résout pas le problème des terres rares lourdes.

---

## **Le Kazakhstan : la géopolitique comme obstacle**

---

Le Kazakhstan possède d'importants gisements de terres rares et de métaux critiques — tungstène, chrome, terres rares diverses. Son industrie minière est ancienne et développée.

Le problème : le Kazakhstan est membre de l'Union économique eurasiatique dominée par la Russie, a des liens économiques profonds avec la Chine, et navigue entre les pressions des grandes puissances avec une prudence éprouvée. Les investissements occidentaux dans le secteur minier kazakh sont possibles mais complexes — et la fiabilité de la chaîne d'approvisionnement dans un contexte de tensions géopolitiques est incertaine.

---

## **Le Brésil et la diversité géologique mondiale**

---

Le Brésil possède le troisième plus grand gisement de terres rares du monde — à Araxá, dans le Minas Gerais. La CBMM (Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração) produit 80% du niobium mondial — un métal utilisé dans les alliages d'acier haute résistance pour les structures de missiles et d'avions.

Le développement des terres rares brésiliennes est plus limité, mais le potentiel est réel. Le Brésil a signé des accords de coopération avec les États-Unis sur les matériaux critiques. Mais la production à grande échelle reste une perspective de moyen terme.

---

## **Le Vietnam et les terres rares lourdes**

---

Le Vietnam possède des gisements de terres rares, notamment dans le nord-ouest du pays — et certains de ces gisements contiennent des terres rares lourdes. La Chine a tenté de sécuriser ces ressources via des partenariats. Les États-Unis aussi.

Le Vietnam est dans une position délicate : entre son voisin chinois et ses partenaires commerciaux occidentaux, il cherche à préserver sa marge de manœuvre. Son développement minier est en cours mais nécessite des investissements en infrastructure considérables.

---

## La réalité des délais

---

Pour chaque gisement alternatif, la même contrainte temporelle s'applique.

Entre la découverte d'un gisement exploitable et la première production commerciale : en moyenne 10 à 15 ans. Ce délai comprend les études de faisabilité (2-3 ans), les autorisations environnementales et permis (2-5 ans), la construction des infrastructures minières (3-5 ans), le démarrage et la montée en régime (1-2 ans).

Pour les terres rares lourdes spécifiquement, il n'existe pas aujourd'hui de gisement en production significative hors de Chine. Les alternatives géologiques identifiées — Kvanefjeld bloqué, Canada en exploration, Australie faible en terres rares lourdes — ne seront au mieux disponibles qu'entre 2030 et 2040.

La géologie n'est pas le problème. Le calendrier l'est.

---

## Ce que cela implique pour la stratégie

---

Les États-Unis et l'Europe ont trois options sur la table, et aucune n'est satisfaisante à court terme.

**Option 1 : Continuer avec la Chine.** Payer les prix, accepter les délais, et espérer que la compétition géopolitique ne dégénère pas en conflit ouvert qui couperait les approvisionnements. C'est l'option par défaut — celle que la plupart des acteurs suivent de facto.

**Option 2 : Reconstituer une filière occidentale.** Investir massivement dans les mines, le raffinage, la fabrication d'aimants. Accepter un coût plus élevé et des délais d'une décennie. C'est la direction prise, insuffisamment et trop lentement.

**Option 3 : Développer des substituts technologiques.** Réduire la dépendance en développant des aimants sans terres rares lourdes (recherche en cours mais sans percée décisive), des batteries sans cobalt (en progrès), des semi-conducteurs à base de silicium carbure (SiC) alternatifs au GaN (en développement).

La troisième option est intellectuellement séduisante. Elle est technologiquement incertaine et prendra au minimum une décennie même en cas de percée rapide.

Dans l'intervalle, la dépendance demeure.

## Chapitre 10 — La fermeture progressive du robinet

La Chine n'a pas attendu un conflit ouvert pour commencer à utiliser ses matériaux critiques comme levier géopolitique. Elle l'a déjà fait une fois — en 2010. Et elle recommence depuis 2023, de façon plus systématique et plus calculée.

---

### 2010 : la répétition générale

---

En septembre 2010, un incident diplomatique sino-japonais éclate en mer de Chine orientale : un chalutier chinois entre en collision avec deux garde-côtes japonais près des îles Senkaku/Diaoyu. Le capitaine du chalutier est arrêté par les Japonais. Pékin exige sa libération.

La réponse chinoise ne se limite pas aux protestations diplomatiques. Les exportations de terres rares vers le Japon sont brutalement réduites — sans annonce officielle, sans déclaration formelle. Les douanes chinoises ralentissent les procédures, perdent des documents, retardent les chargements.

En quelques semaines, les prix mondiaux des terres rares explosent. Le néodyme est multiplié par 10. Le dysprosium par 15. L'industrie japonaise de l'électronique et de l'automobile — qui est alors le plus grand consommateur mondial de terres rares après la Chine elle-même — est en état de choc.

Le capitaine est libéré. Les exportations reprennent. Mais le message était passé : la Chine était prête à utiliser ses terres rares comme arme économique.

---

## 2023 : le tournant systématique

---

Pendant plus d'une décennie après 2010, la Chine s'est relativement abstenue de restrictions d'exportation formelles sur les terres rares et métaux critiques — en partie à cause de la condamnation de l'OMC en 2014.

La situation change en 2023, dans un contexte de durcissement des tensions commerciales et technologiques avec les États-Unis.

**Août 2023 — Gallium et germanium :** La Chine annonce que toute exportation de gallium, germanium et leurs composés dérivés requiert désormais une licence d'exportation délivrée par le Ministère du Commerce. Les demandes doivent préciser l'utilisation finale et l'utilisateur final. Délai d'instruction : 45 jours minimum, sans garantie d'approbation.

Cette restriction intervient directement après les mesures américaines de juillet 2023 qui ont élargi les restrictions d'exportation de semi-conducteurs vers la Chine et étendu la liste des entités chinoises blacklistées.

**Décembre 2023 — Graphite :** La Chine impose des restrictions similaires sur les exportations de graphite naturel en flocons, de graphite sphéroïdal et de graphite expansé — les matériaux de base pour les anodes de batteries lithium-ion.

**Septembre 2024 — Antimoine :** Restrictions sur l'antimoine et ses dérivés — métaux, oxydes, alliages. L'antimoine est utilisé dans les munitions, les retardateurs de flamme et les batteries plomb-acide militaires.

---

## La mécanique des restrictions

---

Les restrictions chinoises ne sont pas des embargos totaux. Elles sont plus subtiles — et peut-être plus efficaces pour cette raison.

Les licences d'exportation peuvent être accordées. Les délais varient selon la sensibilité politique du moment. Les alliés chinois reçoivent des licences plus facilement que les adversaires désignés. Les utilisateurs finaux civils sont traités différemment des utilisateurs finaux militaires.

Cette granularité permet à la Chine d'exercer une pression différenciée : ralentir les livraisons aux entreprises américaines de défense sans couper complètement les flux vers les industries européennes ou japonaises civiles — pour ne pas provoquer une coalition trop large de réactions.

C'est une stratégie de division et de pression graduée.

---

## La réponse occidentale : insuffisante et lente

---

Les États-Unis et l'Union européenne ont réagi aux restrictions chinoises de 2023-2024 par :

Des déclarations d'inquiétude. Des réunions de coordination entre alliés. Des investissements accélérés dans les capacités alternatives (Mountain Pass, Lynas, projets européens). Des accords bilatéraux avec l'Australie, le Canada, le Brésil sur les minéraux critiques.

Ces réponses sont dans la bonne direction. Elles ont le même défaut structurel que les investissements dans les mines : elles prennent du temps. Les accords signés aujourd'hui produisent des résultats au mieux en 2030.

L'Union européenne a adopté le Critical Raw Materials Act en 2024, qui fixe des objectifs ambitieux : 10% de l'extraction de matériaux critiques en Europe d'ici 2030, 40% du raffinage, 15% du recyclage. Ces objectifs sont politiquement courageux. Leur réalisation dans les délais prévus est très incertaine.

---

## La symétrie de l'escalade

---

Il existe une logique d'escalade symétrique dans cette guerre commerciale des matériaux.

Les États-Unis restreignent les semi-conducteurs avancés vers la Chine (2022, 2023). La Chine restreint le gallium et le germanium vers les États-Unis (2023). Les États-Unis resserrent les restrictions sur les équipements de lithographie ASML (2023). La Chine restreint l'antimoine (2024).

À chaque étape, la dépendance mutuelle est exposée et utilisée. Les deux pays ont des leviers sur l'autre — et les utilisent progressivement.

La différence : les restrictions américaines frappent la modernisation technologique chinoise. Les restrictions chinoises frappent la capacité de production d'armement américaine. Les deux sont graves. Mais la deuxième touche directement la capacité militaire — ce qui en fait potentiellement le levier le plus déstabilisant.

---

## Jusqu'où la Chine peut aller

---

La fermeture totale et soudaine des exportations de tous les matériaux critiques vers l'Occident est peu probable — elle ferait aussi mal à l'économie chinoise (perte de revenus d'exportation, représailles sur d'autres secteurs) qu'à l'Occident.

Mais une restriction progressive, ciblée, différenciée — couplée à une utilisation sélective des licences pour favoriser les acteurs non alignés sur Washington — est exactement ce que la Chine est en train de faire.

L'objectif n'est pas de gagner une guerre économique instantanée. C'est de montrer la vulnérabilité, de contraindre les choix politiques, et de créer une asymétrie croissante au fil du temps.

C'est une stratégie de Go, pas d'échecs. On encercle sans attaquer directement.

## Chapitre 11 — La dissuasion par les matériaux

La dissuasion nucléaire repose sur un principe simple : si vous m’attaquez, je vous détruis aussi. La menace crédible d’une destruction mutuelle assurée empêche l’attaque.

La dissuasion par les matériaux est différente. Elle est asymétrique, graduée, non déclarée. Elle n’empêche pas l’attaque par la peur de la destruction. Elle empêche l’attaque en rendant ses coûts économiques inacceptables — et en montrant que ces coûts peuvent être ajustés à tout moment.

---

### Ce que la Chine démontre sans le dire

---

La Chine ne déclare pas officiellement : “Si vous attaquez Taïwan, nous coupons les terres rares.” Ce serait une déclaration de guerre économique formelle, une ligne rouge que la communauté internationale repérerait facilement.

Ce qu’elle fait à la place : elle démontre progressivement qu’elle peut et sait utiliser ces leviers. Les restrictions de 2010 sur le Japon. Les restrictions de 2023-2024 sur le gallium, le germanium, le graphite, l’antimoine. Chaque restriction est présentée comme une mesure de “sécurité nationale”, légitimement dans le cadre du droit commercial international.

Le message implicite est reçu sans être formulé : si la pression monte davantage, d’autres matériaux peuvent rejoindre la liste.

---

## La liste des prochaines restrictions potentielles

---

Les observateurs des marchés de matières premières identifient les candidats les plus probables à de futures restrictions chinoises :

**Terres rares magnétiques (néodyme, dysprosium, terbium)** — la menace ultime. Une restriction formelle sur les exportations de terres rares raffinées paralyserait l'industrie des aimants permanents mondiale dans les 12 à 18 mois. Elle frapperait l'industrie automobile électrique autant que l'armement — ce qui est précisément pourquoi la Chine l'utilise comme levier de dernier recours plutôt que comme première réponse.

**Tungstène** — aucune restriction formelle à ce jour, mais 80% de production chinoise. Une restriction sur le tungstène frapperait directement les munitions perforantes et les composants de moteurs militaires.

**Indium** — 60% de production chinoise, utilisé dans les détecteurs infrarouges et les écrans plats militaires. Moins médiatisé que le gallium mais aussi critique.

**Bismuth** — 80% de production chinoise, utilisé comme substitut au plomb dans les munitions (bismuth non toxique) et dans les alliages de faible point de fusion pour les systèmes de protection thermique.

---

## La vulnérabilité européenne spécifique

---

L'Europe est dans une position particulièrement délicate par rapport aux États-Unis dans cette dissuasion par les matériaux.

Les États-Unis ont Mountain Pass. Ils ont une base industrielle de défense nationale. Ils ont des stocks stratégiques (insuffisants mais existants). Ils ont des programmes de réindustrialisation financés par le Congrès.

L'Europe n'a pas Mountain Pass. Elle n'a pas de programme équivalent à l'Inflation Reduction Act pour les matériaux critiques militaires. Son industrie de défense est fragmentée entre 27 États membres avec des approvisionnements en matériaux largement dépendants de la Chine et partiellement des États-Unis.

En cas de restrictions chinoises sévères, les entreprises européennes de défense — Thales, Airbus Defence, KNDS, Leonardo — seraient frappées aussi durement ou plus durement que les américaines, avec moins de ressources pour s'adapter.

---

## La dissuasion inversée : ce que l'Occident tient sur la Chine

---

La dépendance n'est pas totalement unilatérale. La Chine aussi a des vulnérabilités.

**Semi-conducteurs avancés :** La Chine est profondément dépendante des puces les plus avancées fabriquées par TSMC (Taïwan), Samsung (Corée du Sud) et Intel/TSMC (États-Unis). Les équipements de lithographie pour fabriquer ces puces viennent quasi exclusivement de ASML (Pays-Bas). Les restrictions américaines et néerlandaises d'exportation de 2022-2023 privent la Chine des équipements pour moderniser son industrie de semi-conducteurs.

**Marché d'exportation :** La Chine exporte massivement vers l'Occident — électronique, équipements industriels, produits manufacturés. Un conflit commercial total frapperait son économie exportatrice aussi durement que l'Occident.

**Pétrole importé :** La Chine importe 70% de son pétrole. Ces importations transitent en grande partie par le détroit de Malacca — que la marine américaine peut théoriquement bloquer.

---

## L'équilibre de la terreur économique

---

Ce que cette analyse révèle : il existe une forme d'équilibre de la terreur économique entre les États-Unis et la Chine. Chaque camp a des leviers sur l'autre. Chaque camp hésiterait à les utiliser pleinement parce que les représailles seraient également dévastatrices.

C'est précisément pourquoi la guerre commerciale sino-américaine reste à ce stade une série d'escarmouches plutôt qu'une confrontation totale. Les deux camps utilisent leurs leviers avec parcimonie — pour signaler, contraindre, démontrer — sans pousser jusqu'au point de rupture.

Ce que l'Europe doit comprendre dans cet équilibre : elle n'est pas un acteur de cette dissuasion mutuelle. Elle est une variable d'ajustement. Ses intérêts ne sont pas pris en compte dans les calculs sino-américains — elle subit les conséquences sans disposer des leviers.

C'est le résultat de décennies de dépendance stratégique. C'est ce qui pourrait changer si l'Europe développait enfin une politique industrielle de matériaux critiques à la hauteur de ses ambitions géopolitiques déclarées.

## Chapitre 12 — La question de Taïwan : le vrai calcul

Taïwan est au cœur de la géopolitique de l'Indo-Pacifique depuis 1949. Sa réunification avec la Chine continentale est un objectif explicite et répété du Parti communiste chinois. La défense de Taïwan est une ligne rouge implicite pour les États-Unis.

Mais l'enjeu de Taïwan est rarement présenté dans sa totalité. Il n'est pas seulement une question de démocratie versus autoritarisme, ni de droits des 23 millions de Taïwanais à l'autodétermination.

Il est aussi — et peut-être surtout — une question de semi-conducteurs et de puissance économique mondiale.

---

### TSMC : l'usine qui fait tourner le monde

---

Taiwan Semiconductor Manufacturing Company est la plus grande fonderie de semi-conducteurs du monde. Elle fabrique environ 90% des puces les plus avancées du monde — celles de 3 nanomètres et en dessous qui équipent les téléphones mobiles, les serveurs de centres de données, les systèmes d'armes modernes et les systèmes d'intelligence artificielle.

En 2023, TSMC a généré 69 milliards de dollars de revenus. Ses clients incluent Apple, Nvidia, AMD, Qualcomm, Intel — et le Département de la Défense américain, via ses fournisseurs.

Il n'existe pas d'alternative à TSMC à court ou moyen terme. Samsung produit des puces avancées (5 nm, 3 nm), mais avec des rendements inférieurs. Intel fabrique des puces avancées en interne mais pas en fonderie à grande échelle. La Chine essaie de rattraper son retard mais reste à plusieurs générations derrière avec les technologies disponibles après les restrictions d'exportation américaines.

---

## La combinaison TSMC + terres rares

---

Si la Chine prenait le contrôle de Taïwan — militairement ou par une forme de pression irrésistible — elle obtiendrait simultanément :

**Les terres rares et métaux critiques** qu'elle contrôle déjà sur le continent : néodyme, dysprosium, terbium, gallium, germanium, graphite.

**TSMC et le savoir-faire de fabrication des puces les plus avancées du monde** : les équipes d'ingénieurs, les procédés de fabrication, les machines (bien que les équipements ASML resteraient sous contrôle néerlandais/américain).

Cette combinaison — matériaux critiques + puces avancées — rendrait la Chine le seul acteur capable de produire à la fois les matériaux et les cerveaux électroniques des armes modernes.

Toute réponse militaire américaine à une telle situation serait confrontée à une réalité ironique : les munitions de précision et les systèmes de guidage nécessaires pour contester la prise de contrôle de Taïwan seraient fabriqués avec des matériaux et des puces que la Chine contrôlerait.

---

## Les scénarios

---

**Scénario 1 : Le blocus progressif.** La Chine augmente sa pression militaire et économique sur Taïwan sans invasion directe — blocus naval partiel, cyberattaques, pression économique. TSMC est contraint de réduire ses activités ou de se délocaliser. Les États-Unis répondent par des sanctions. La Chine restreint les terres rares. Une confrontation économique totale s'engage.

Dans ce scénario, l'Occident perd l'accès aux puces TSMC ET subit des restrictions croissantes sur les matériaux. La production d'armements occidentaux ralentit progressivement.

**Scénario 2 : L’invasion et la course contre la montre.** La Chine envahit Taïwan. Les États-Unis interviennent militairement. La question décisive : à quelle vitesse les stocks américains de munitions de précision sont-ils épuisés — et à quelle vitesse peuvent-ils être reconstitués si la Chine coupe simultanément les matériaux ?

Les études de simulation militaire américaines (CSIS, RAND Corporation) ont modélisé ce scénario. Leurs conclusions convergent : les États-Unis épuiserait leurs stocks de missiles de précision en 1 à 2 semaines d’un conflit intense. La reconstitution prendrait des mois — si la chaîne d’approvisionnement reste accessible.

**Scénario 3 : La dissuasion qui fonctionne.** La Chine démontre sa capacité à utiliser les matériaux et les puces comme armes économiques — sans aller jusqu’à l’invasion. Washington calcule que le coût économique d’un conflit outweighs les bénéfices géopolitiques de la défense de Taïwan. Une forme de neutralisation tacite de Taïwan s’installe, sans guerre déclarée.

---

## La déclaration de Biden et ses limites

---

En 2022, Joe Biden a déclaré à plusieurs reprises que les États-Unis défendraient militairement Taïwan en cas d’invasion chinoise — s’écartant de l’ambiguïté stratégique traditionnelle. La Maison Blanche a chaque fois nuancé ses déclarations.

Cette ambiguïté persistante reflète la réalité du calcul : une déclaration ferme de défense militaire de Taïwan ne vaut que si la capacité de production militaire américaine peut soutenir un conflit prolongé. Et cette capacité dépend de chaînes d’approvisionnement que la Chine contrôle partiellement.

La dissuasion n’est crédible que si la capacité sous-jacente est crédible. Et la capacité sous-jacente a une vulnérabilité matérielle que le budget de défense ne peut pas résoudre en quelques années.

---

## Ce que TSMC elle-même anticipe

---

TSMC n'ignore pas sa position stratégique. En 2022-2024, elle a ouvert ou annoncé des usines aux États-Unis (Arizona), au Japon (Kumamoto) et en Allemagne (Dresde). Ces usines ne produiront pas les puces les plus avancées — elles produiront des générations légèrement plus anciennes.

TSMC disperse sa production — pour réduire sa propre vulnérabilité géopolitique et pour répondre à la pression de ses clients et des gouvernements qui veulent une chaîne de semi-conducteurs moins dépendante d'une seule île.

Mais les ingénieurs et les procédés les plus avancés restent à Taïwan. La dispersion est partielle. Et elle ne résout pas la question des terres rares chinoises qui entrent dans la fabrication de tous les produits TSMC, quelle que soit leur localisation.

## Chapitre 13 — L'Europe dans la dépendance carrée

L'Europe se trouve dans une situation que les stratèges militaires appellent un “double bind” — une contrainte double dont chaque sortie aggrave l'autre problème.

Elle dépend de la Chine pour les matériaux critiques de ses armements. Et elle dépend des États-Unis pour sa sécurité militaire globale. Ces deux dépendances sont liées : si la première est attaquée, la deuxième est fragilisée. Et si elle tente de réduire la deuxième en s'armant davantage, elle aggrave la première.

---

### La dépendance aux matériaux : les chiffres européens

---

L'Union européenne a publié en 2023 sa liste des matières premières critiques — 34 matériaux jugés critiques pour l'économie et la défense européennes. Pour la plupart, la dépendance à la Chine dépasse 60%.

Matériau	Dépendance européenne à la Chine
Terres rares magnétiques (NdPr)	98%
Terres rares lourdes (Dy, Tb)	99%
Gallium	71%
Germanium	45%
Graphite naturel	97%
Antimoine	90%
Tungstène	69%
Cobalt (raffinage)	68%
Magnésium	93%

Source : Commission européenne, “Critical Raw Materials Act”, 2023.

Ces chiffres sont publics. Ils sont dans les documents officiels de la Commission. Ils ne font pas la une des journaux européens.

---

## **La double dépendance militaire**

---

L'Europe dépend de la Chine pour les matériaux de ses armes. Et elle dépend des États-Unis pour les armes elles-mêmes — ou du moins pour une part significative.

Depuis 2022, les pays européens ont massivement commandé des équipements américains. Des F-35 (Pologne, Finlande, Suisse, Belgique, Pays-Bas). Des missiles Patriot. Des hélicoptères Apache. Des systèmes de missiles HIMARS.

Ces commandes renforcent la dépendance opérationnelle à l'égard des États-Unis — maintenance, munitions, mises à jour logicielles. Et ces équipements américains contiennent eux-mêmes des composants dépendants de la chaîne chinoise.

L'Europe achète donc des armes américaines qui dépendent des matériaux chinois. Elle paie le prix de deux intermédiaires pour sa propre sécurité.

---

## **L'industrie de défense européenne : fragmentée et sous-capitalisée**

---

L'Europe a une industrie de défense — Airbus, Thales, Leonardo, KNDS, Saab, Rheinmetall. Mais cette industrie est fragmentée entre 27 États membres qui maintiennent chacun leurs propres exigences, leurs propres standards, leurs propres filières d'approvisionnement.

Cette fragmentation a deux conséquences pratiques.

Premièrement, les économies d'échelle sont limitées. Un État européen qui commande 50 véhicules blindés produit à un coût unitaire bien supérieur à celui des États-Unis qui en commandent 5 000.

Deuxièmement, les chaînes d'approvisionnement sont individuelles — chaque entreprise nationale a ses propres fournisseurs, ses propres stocks, sans coordination européenne pour les matériaux critiques.

La Commission européenne tente depuis 2022 de construire une politique industrielle de défense commune — le programme EDIP (European Defence Industrial Programme). Les résultats sont encore limités face aux réticences souverainistes de certains États membres.

---

## **Ce que l'Europe devrait faire selon ses propres rapports**

---

L'Union européenne ne manque pas de diagnostics. Le rapport Draghi sur la compétitivité européenne (2024) est explicite : l'Europe doit investir massivement dans les matériaux critiques ou accepter une dépendance stratégique permanente.

Le Critical Raw Materials Act fixe des objectifs pour 2030 : 10% d'extraction européenne, 40% de raffinage, 15% de recyclage. Ces objectifs sont ambitieux et nécessaires.

Leur réalisation se heurte aux mêmes obstacles que partout ailleurs : - Les permis miniers en Europe prennent en moyenne 12 à 15 ans (contre 2 à 3 aux États-Unis ou en Australie) à cause des procédures réglementaires et des recours environnementaux. - Les coûts énergétiques européens — aggravés depuis 2022 par la perte du gaz russe — rendent le raffinage de matériaux critiques non compétitif sans subventions massives. - La volonté politique de financer une réindustrialisation minière se heurte à l'opposition des populations locales et des mouvements environnementaux.

---

## Le paradoxe environnemental

---

L'Europe veut à la fois réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> (ce qui requiert des terres rares pour les éoliennes, les véhicules électriques, les batteries), sécuriser son approvisionnement en matériaux critiques pour sa défense, et maintenir des normes environnementales strictes qui rendent l'extraction de ces matériaux très difficile sur son territoire.

Ces trois objectifs sont en tension profonde. Ouvrir une mine de terres rares en Europe, c'est accepter des impacts environnementaux que les opinions publiques européennes sont peu enclines à tolérer.

Le résultat : l'Europe sous-traite sa pollution minière à la Chine, à l'Afrique, à l'Asie du Sud-Est — et s'indigne des conditions environnementales dans ces pays. C'est une forme d'hypocrisie géographique que le rapport Draghi pointe indirectement mais clairement.

---

## Ce que cela change pour la sécurité européenne

---

La dépendance matérielle de l'Europe a une conséquence concrète pour sa capacité de défense : elle ne peut pas mobiliser industriellement sans la coopération — au moins passive — de la Chine.

Dans un scénario de conflit en Europe — une escalade à partir de l'Ukraine, une tension en mer Baltique — l'Europe aurait besoin de reconstituer rapidement ses munitions et ses équipements. Cette reconstitution bute sur les mêmes contraintes d'approvisionnement en matériaux critiques que les États-Unis — mais avec moins de stocks et moins de capacités alternatives.

C'est une vulnérabilité que les planificateurs militaires de l'OTAN connaissent. C'est une vulnérabilité que peu de citoyens européens ont entendu formuler clairement.

## Chapitre 14 — Les gisements européens : une opportunité ignorée

L'Europe n'est pas dépourvue de ressources. Son sous-sol contient des gisements de terres rares, de métaux critiques, de minéraux stratégiques. Ces ressources sont connues. Elles sont cartographiées. Elles ne sont pas exploitées — pour des raisons qui tiennent plus à la volonté politique et aux procédures réglementaires qu'à la géologie.

---

### Le Groenland : la grande réserve sous le drapeau danois

---

Le Groenland est un territoire autonome du Royaume du Danemark. Son sous-sol est parmi les plus riches du monde en matériaux critiques.

Au-delà du gisement problématique de Kvanefjeld déjà évoqué, le Groenland possède : - Des gisements de terres rares sans uranium significatif dans la région de Disko Island et du Nuussuaq Peninsula. - Des gisements de terres rares légères à Sarfartoq (néodyme, praséodyme) en phase d'évaluation avancée. - Du graphite en Greenlandite, dans plusieurs localités. - Des potentiels en cobalt, nickel et cuivre liés aux formations basaltiques de l'ouest.

L'obstacle principal n'est pas géologique. C'est politique : le gouvernement autonome groenlandais est profondément divisé sur l'exploitation minière à grande échelle. L'industrie minière représente une opportunité économique pour une île à 90% subventionnée par Copenhague. Elle représente aussi un risque environnemental pour des écosystèmes fragiles et une culture inuit profondément liée à la terre.

---

## La Suède : le projet Norra Kärr

---

Dans la province du Småland, en Suède, le gisement de Norra Kärr est l'un des plus riches en terres rares lourdes d'Europe — une rareté géologique. Il contient des concentrations significatives de dysprosium, terbium et yttrium — précisément les terres rares lourdes les plus critiques pour les aimants haute température des armements.

Le projet est développé par une entreprise australienne, Vital Metals. Les évaluations de ressources sont complètes. Les études environnementales ont été réalisées.

Le permis d'exploitation a été refusé plusieurs fois par les autorités suédoises — en invoquant des risques pour les eaux souterraines de la région. Le projet est bloqué depuis des années dans des procédures judiciaires et administratives.

Norra Kärr illustre le paradoxe européen : un gisement de terres rares lourdes (les plus critiques, les plus dépendantes de la Chine) se trouve en Suède, et ne peut pas être exploité à cause de procédures réglementaires qui prennent une décennie.

---

## La Norvège : niobium et phosphates

---

La Norvège possède des gisements importants de terres rares dans la région de Fen (carbone-titane), une des plus anciennes zones d'exploitation de terres rares en Europe. Le complexe de Fen contient du niobium, du baryum, et diverses terres rares légères.

REE Minerals, une filiale de Rare Earth Minerals PLC, développe le projet Fen Carbonatite avec des autorisations en cours. La Norvège a une tradition minière forte et des procédures d'autorisation relativement plus rapides qu'en Europe centrale.

---

## La Finlande : les réserves nordiques

---

La Finlande a des gisements de cobalt, de nickel et de terres rares dans ses formations archéennes. Elle possède également des réserves de lithium exploitées partiellement. Son secteur minier est actif — la Finlande est l’un des rares pays européens où l’extraction minière maintient une base industrielle significative.

---

## Les initiatives européennes et leurs limites réglementaires

---

En 2024, la Commission européenne a adopté le Critical Raw Materials Act (CRMA). Parmi ses mesures : création d’une procédure d’autorisation accélérée pour les “projets stratégiques” de matériaux critiques, avec un délai maximum de 27 mois pour l’ensemble des autorisations.

27 mois est un progrès par rapport aux 12 à 15 ans de la procédure standard. C’est encore très supérieur aux délais américains (procédure accélérée : 2 à 4 ans) ou australiens (18 mois en moyenne).

La liste des projets stratégiques identifiés sous le CRMA en 2024 comprend plusieurs dizaines de projets à travers l’Europe — mines, usines de raffinage, installations de recyclage. Ces projets sont réels et en développement.

Leur réalisation collective, si elle se concrétise, réduira significativement la dépendance européenne d’ici 2030-2035. Ce n’est pas suffisant pour la fenêtre de vulnérabilité des prochaines années — mais c’est la bonne direction.

---

## Le recyclage : la ressource urbaine

---

L'Europe a une ressource que la géologie ne peut pas fournir rapidement mais que l'économie crée en permanence : des matériaux critiques déjà présents dans ses appareils électroniques usagés.

Les smartphones, les ordinateurs, les voitures électriques contiennent des terres rares, du cobalt, du germanium, du gallium, de l'indium. L'Europe est le plus grand importateur mondial de produits électroniques — elle possède donc d'immenses “mines urbaines”.

Le taux de recyclage des terres rares en Europe est actuellement inférieur à 1%. Celui du gallium est de l'ordre de 10%. Celui du germanium est d'environ 30%.

Un programme ambitieux de recyclage des matériaux critiques pourrait réduire significativement la dépendance primaire à l'extraction — et plus rapidement qu'une nouvelle mine. Les technologies de récupération existent. L'infrastructure de collecte et de traitement est insuffisante. Les investissements nécessaires sont chiffrés et connus.

---

## Ce que l'Europe choisit vraiment

---

L'Europe a les gisements. Elle a les technologies de recyclage. Elle a les fonds — si elle choisit d'y allouer une fraction de ses budgets de défense. Elle a les projets en attente de financement et d'autorisation.

Ce qui manque, c'est la même chose qui manque pour la défense autonome : la volonté politique de supporter à court terme des coûts réels — coûts financiers, coûts environnementaux locaux, coûts politiques des décisions difficiles — pour une autonomie à long terme.

C'est le choix fondamental que chaque génération repose différemment. Les conditions matérielles de l'autonomie existent. Les décideurs politiques capables de les mobiliser sont plus rares que le dysprosium.

## Épilogue — Chen Wei et le bon de commande

Quatre mois après son premier appel, Chen Wei a reçu la confirmation : la licence d'exportation chinoise pour le gallium avait été accordée.

Son client américain avait commandé ailleurs dans l'intervalle — via un revendeur japonais qui s'approvisionnait lui-même en Chine mais avec une structure juridique différente, au prix trois fois supérieur. Le client américain avait absorbé le surcoût. Il avait noté le problème dans son rapport trimestriel comme une “contrainte de chaîne d'approvisionnement”.

La commande de Chen Wei restait ouverte pour les livraisons futures. Elle servirait de stock de sécurité.

---

Ce que Chen Wei a compris de cet épisode n'est pas que la Chine est l'ennemie de ses clients. C'est que la fragilité des chaînes d'approvisionnement n'est pas un problème technique. C'est un problème de design — un design qui a été optimisé pour le coût et l'efficacité à court terme sans tenir compte de la résilience à long terme.

Et que ce design a des bénéficiaires directs : les entreprises qui ont sous-traité leur approvisionnement en Chine ont réduit leurs coûts pendant vingt ans. Les actionnaires ont encaissé les gains. Les États ont perdu la capacité industrielle.

La note est maintenant présentée à l'économie et à la défense.

---

Ce livre a posé une question : la domination chinoise sur les matériaux critiques peut-elle mettre fin à la capacité de projection militaire américaine dans le monde ?

La réponse honnête est : pas immédiatement, et probablement pas totalement. Mais partiellement, progressivement, et de façon croissante — oui.

Les stocks existent mais sont limités. Les alternatives géologiques existent mais prennent une décennie à développer. Les substituts technologiques progressent mais sans percée décisive. Les réindustrialisations avancent mais trop lentement pour la fenêtre de vulnérabilité actuelle.

La Chine n'a pas besoin de remporter une guerre militaire. Elle a besoin que les États-Unis et l'Europe comprennent que le coût d'un conflit armé serait insupportable — pas seulement en vies humaines, mais en capacité industrielle à le soutenir.

C'est déjà largement vrai aujourd'hui. Ça le sera plus encore dans dix ans si rien ne change.

---

*L'empire qui contrôle la monnaie gouverne les échanges. L'empire qui contrôle le récit gouverne les esprits. L'empire qui contrôle les matériaux gouverne les armes.*

La Chine a construit ses positions sur les trois tableaux — pas toujours intentionnellement, pas toujours de façon coordonnée. Mais le résultat est une architecture de puissance qui n'a pas besoin de bombardier furtif pour s'imposer.

Elle peut attendre. Elle a les matériaux. Et le temps.

---

*Ce livre est le dixième de la série Les rouages. Il forme avec le Tome 8 (Le Privilège exorbitant) et le Tome 9 (L'Ennemi désigné) un triptyque sur les mécanismes de pouvoir mondial — monétaire, narratif, matériel. Les autres volumes de la série sont disponibles sur Amazon.*

*Ce que vous savez ne peut plus vous gouverner.*

## Bibliographie sélective

*Les faits cités dans ce livre sont documentés par des sources officielles, des rapports gouvernementaux et des enquêtes journalistiques accessibles publiquement.*

---

### Rapports gouvernementaux et officiels

---

- **Pentagone (DoD)**, *Securing Defense-Critical Supply Chains*, février 2022 — disponible sur [media.defense.gov](https://media.defense.gov). Le document de référence sur la vulnérabilité américaine en matériaux critiques.
  - **GAO** (Government Accountability Office), *Defense Acquisitions: Actions Needed to Identify Rare Earth Elements and Other Critical Materials in Defense Industrial Base Supply Chains*, 2021 — disponible sur [gao.gov](https://gao.gov)
  - **Commission européenne**, *Critical Raw Materials Act (CRMA)* — textes et annexes, 2023-2024, disponibles sur [eur-lex.europa.eu](https://eur-lex.europa.eu)
  - **Commission européenne**, Liste des matières premières critiques pour l'UE (2023 edition) — [ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials)
  - **USGS** (United States Geological Survey), *Mineral Commodity Summaries* — publication annuelle, [usgs.gov/centers/national-minerals-information-center](https://usgs.gov/centers/national-minerals-information-center). Source de référence pour les données de production mondiale.
  - **Rapport Draghi**, *The Future of European Competitiveness*, septembre 2024 — [commission.europa.eu](https://commission.europa.eu)
-

## Terres rares et métaux critiques : sources de fond

---

- **Dudley Kingsnorth** (Industrial Minerals Company of Australia) — analyses de marché des terres rares, régulièrement citées par le Pentagone et l'industrie
  - **Adamas Intelligence** — rapports sur les marchés des terres rares magnétiques et des matériaux de batteries (adamasintelligence.com)
  - **Reuters** et **Bloomberg** — couverture des marchés de métaux critiques, restrictions d'exportation chinoises 2023-2024
  - **Journal officiel de la République populaire de Chine** — décrets d'exportation gallium/germanium (août 2023), graphite (décembre 2023), antimoine (2024)
- 

## F-35 et chaîne d'approvisionnement défense

---

- **GAO**, *F-35 Joint Strike Fighter: Additional Actions Needed to Support a Complete and Efficient Transition to Modernized Software*, 2023 — gao.gov
  - **Pentagone**, rapport sur l'aimant cobalt-samarium dans le F-35, communiqué de presse Lockheed Martin, septembre 2021
  - **Defense News** et **Breaking Defense** — couverture des "supply chain bottlenecks" de l'industrie de défense américaine 2022-2024
- 

## Taiwan et semi-conducteurs

---

- **CSIS** (Center for Strategic and International Studies), *The First Battle of the Next War: Wargaming a Chinese Invasion of Taiwan*, 2023 — csis.org. Simulations de conflit incluant les contraintes logistiques.
- **RAND Corporation**, études sur les scénarios Taiwan Strait — rand.org
- **TSMC**, rapports annuels 2022-2023 — investor.tsmc.com. Données de production et projets d'expansion géographique.

- **Semiconductor Industry Association (SIA)**, *Chipping Away: Assessing and Addressing the Risks of the US Semiconductor Supply Chain*, 2021
- 

## Mountain Pass et réindustrialisation américaine

---

- **MP Materials**, rapports annuels 2020-2023 — [mpmaterials.com](https://mpmaterials.com)
  - **National Defense Stockpile Report** — publié annuellement par le DoD, disponible sur [acq.osd.mil](https://acq.osd.mil)
  - **Energy Futures Initiative**, *Securing American Leadership in Advanced Nuclear Reactor Technologies*, et rapports sur les matériaux critiques pour l'énergie et la défense
- 

## Europe et matériaux critiques

---

- **Euromines** — fédération européenne de l'industrie minière ([euromines.org](https://euromines.org))
  - **Mineral Security Partnership** — initiative américano-européenne sur les matériaux critiques, communiqués de presse 2022-2024
  - **Vital Metals** — rapports sur le projet Norra Kärr (Suède) — [vitalmaterials.com](https://vitalmaterials.com)
- 

## Stratégie chinoise

---

- Discours de **Deng Xiaoping** lors de la tournée dans le Sud, 1992 — archives disponibles dans les recueils officiels du Parti communiste chinois et chez plusieurs historiens occidentaux
- **Rush Doshi**, *The Long Game: China's Grand Strategy to Displace American Order* (Oxford University Press, 2021) — analyse de la stratégie chinoise à long terme
- **Michael Pillsbury**, *The Hundred-Year Marathon* (Henry Holt, 2015)

## Du même auteur

*Une série de livres indépendants, lisibles dans n'importe quel ordre, qui forment ensemble un seul projet : comprendre les mécanismes qui gouvernent votre vie — pour reprendre le contrôle.*

---

### Le Pays du Surréalisme — Trilogie fiction belge

---

**Les Intercommunales** (Tome 1) — *L'art de voler avec des mains propres*  
Liège, 1991-2005. Les fonds de pension vidés. Cent soixante-dix mille affiliés spoliés. Des élus de tous les partis. Et personne en prison.

**Brabant wallon** (Tome 2) — *Vingt-huit morts pour un vote* 1982-1985.  
Des supermarchés. Des familles ordinaires. Un réseau paramilitaire lié à l'OTAN. Zéro condamnation.

**Le Dossier bis** (Tome 3) — *Ce que le dossier Dutroux n'a jamais dit*  
Bruxelles, 1996-2019. Le réseau protégé. Les connexions institutionnelles et internationales. Le silence organisé.

---

### Les rouages — Comprendre le monde

---

**Le Métier de Berger** (Livre 1) — [amazon.fr/dp/B0GSEBY4Z1Y](https://amazon.fr/dp/B0GSEBY4Z1Y) (ebook)  
— [amazon.fr/dp/B0GSGWFFZG](https://amazon.fr/dp/B0GSGWFFZG) (broché)

**L'Angle Mort** (Livre 2) — [amazon.fr/dp/B0GSNSJ12S](https://amazon.fr/dp/B0GSNSJ12S) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GSRYP2Q7](https://amazon.fr/dp/B0GSRYP2Q7) (broché)

**La Machine Invisible** (Livre 3) — [amazon.fr/dp/B0GT69R9GK](https://amazon.fr/dp/B0GT69R9GK) (ebook)  
— [amazon.fr/dp/B0GT8XHD81](https://amazon.fr/dp/B0GT8XHD81) (broché)

**Le Dernier Verrou** (Livre 4) — [amazon.fr/dp/B0GT2FQ1XK](https://amazon.fr/dp/B0GT2FQ1XK) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GT4WN4RZ](https://amazon.fr/dp/B0GT4WN4RZ) (broché)

**La Chaîne Dorée** (Livre 5) — [amazon.fr/dp/B0GTYKDC49](https://amazon.fr/dp/B0GTYKDC49) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GV2FJKLL](https://amazon.fr/dp/B0GV2FJKLL) (broché)

**La Résistance Capturée** (Livre 6) — [amazon.fr/dp/B0GTYQZ12G](https://amazon.fr/dp/B0GTYQZ12G) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GV2QKCJM](https://amazon.fr/dp/B0GV2QKCJM) (broché)

**À qui appartient demain ?** (Livre 7) — [amazon.fr/dp/B0GTQLDF2F](https://amazon.fr/dp/B0GTQLDF2F) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GTTKC8DJ](https://amazon.fr/dp/B0GTTKC8DJ) (broché)

**Le Pacte de 1973** (Livre 8)

**L'Ennemi désigné** (Livre 9)

**Le Ventre mou de l'Empire** (Livre 10)

**La Guerre de trop contre l'Iran** (Livre 11)

**La Novlangue** (Dictionnaire — hors-série gratuit)

**Trois captivités — Manuel de reconquête** (Introduction à la collection)  
— [amazon.fr/dp/B0GTV7F6F2](https://amazon.fr/dp/B0GTV7F6F2) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GTYK7H8M](https://amazon.fr/dp/B0GTYK7H8M) (broché)

---

## Les rouages — La santé

---

**Ce que vous mangez vous gouverne** (Livre 1) — [amazon.fr/dp/B0GT13KTZV](https://amazon.fr/dp/B0GT13KTZV) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GT49YKQL](https://amazon.fr/dp/B0GT49YKQL) (broché)

**L'Alchimie Alimentaire** (Livre 2) — [amazon.fr/dp/B0GT183WYR](https://amazon.fr/dp/B0GT183WYR) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GT4CVYHR](https://amazon.fr/dp/B0GT4CVYHR) (broché)

**Conserver le vivant** (Livre 3) — [amazon.fr/dp/B0GSZHNK67](https://amazon.fr/dp/B0GSZHNK67) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GT4KQXD3](https://amazon.fr/dp/B0GT4KQXD3) (broché)

---

## Santé & Conscience

---

**Pourquoi êtes-vous malade ?** — *Ce que l'industrie vous fait — et comment s'en sortir*

---

## Collection Cuisine Souveraine

---

**L'Alchimie Alimentaire** (CB1)

**La Table** (CB2 — *Cuisines du Monde qui Soignent*) — [amazon.fr/dp/B0GTMZ6G9G](https://amazon.fr/dp/B0GTMZ6G9G) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GTMTDHMC](https://amazon.fr/dp/B0GTMTDHMC) (broché)

**L'Anti-Inflammatoire** (CB3) — [amazon.fr/dp/B0GTZS7R1K](https://amazon.fr/dp/B0GTZS7R1K) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GV3JL7MG](https://amazon.fr/dp/B0GV3JL7MG) (broché)

**L'Apothicaire** (CB4 — *Remèdes Naturels*) — [amazon.fr/dp/B0GTMJ-JYC6](https://amazon.fr/dp/B0GTMJ-JYC6) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GTNMFKP1](https://amazon.fr/dp/B0GTNMFKP1) (broché)

**La Soupière** (CB5 — *Soupes Thérapeutiques*) — [amazon.fr/dp/B0GV1H-FRPW](https://amazon.fr/dp/B0GV1H-FRPW) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GV3N3FTG](https://amazon.fr/dp/B0GV3N3FTG) (broché)

**L'Ayurveda** (CB6) — [amazon.fr/dp/B0GV1Q5CT3](https://amazon.fr/dp/B0GV1Q5CT3) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GV3W64K6](https://amazon.fr/dp/B0GV3W64K6) (broché)

**La Fermenterie** (CB7 — *Fermentation Maison*)

**Les Desserts Sains** (CB8) — [amazon.fr/dp/B0GTN714VL](https://amazon.fr/dp/B0GTN714VL) (ebook) — [amazon.fr/dp/B0GTQZKK6Y](https://amazon.fr/dp/B0GTQZKK6Y) (broché)

**Le Fournil** (CB9 — *Pain au Levain*)

**Le Jardin** (CB10 — *Potager et Autonomie*)

**Le Rééquilibrage** (CB11 — *Maigrir Sans Régime*) — [amazon.fr/dp/B0GTMJJYC6](https://amazon.fr/dp/B0GTMJJYC6) (ebook)

---

## De l'or au code

---

**Tome 1 : Constat** — [amazon.fr/dp/B0GR1G35J8](https://amazon.fr/dp/B0GR1G35J8) (*ebook*) — [amazon.fr/dp/B0GR54ZZJ3](https://amazon.fr/dp/B0GR54ZZJ3) (*broché*)

**Tome 2 : On construit la mécanique** — [amazon.fr/dp/B0GQ4VL8K9](https://amazon.fr/dp/B0GQ4VL8K9) (*ebook*) — [amazon.fr/dp/B0GRZT2N76](https://amazon.fr/dp/B0GRZT2N76) (*broché*)

**Tome 3** (*à paraître 2026*)

---

## Suivre Jacques Jordens

---

Blog, articles et mises à jour : [jordens.eu](https://jordens.eu)

*“Ce que vous savez ne peut plus vous gouverner.”*