

Fiche technique : Indice de Vulnérabilité de Concurrence (IVC)

Version	Date	Commentaire
1.0	2025-04-22	Version initiale

Document généré avec FabNum par Stéphan Peccini

Licence : CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Utilisation non commerciale - Pas d'Œuvre dérivée

Contexte et objectif

Dans un contexte de transition numérique et énergétique simultanée, de nombreuses ressources minérales sont soumises à **une demande croissante et multisectorielle**. Le numérique n'est plus le seul acteur consommateur : les véhicules électriques, les technologies vertes, la défense ou le médical mobilisent les mêmes minéraux.

Cette situation crée un **effet d'éviction potentiel**, où les ressources disponibles pourraient être absorbées par des usages concurrents. C'est ce phénomène que l'IVC cherche à évaluer. L'Indice de Vulnérabilité Concurrentielle (IVC) est un indicateur composite qui estime le risque que le secteur numérique **ne puisse plus accéder à une ressource**, non pas à cause de la concentration ou d'un manque d'alternatives, mais parce que **d'autres secteurs captent l'essentiel de la ressource**.

Il permet de quantifier la pression que les usages **non numériques** font peser sur les **usages numériques** pour une ressource donnée.

Mode de calcul

Sur la base des 3 axes suivants, le calcul de l'IVC se fait sous la forme suivante :

$$\text{IVC} = \left(\frac{C_c}{C_n} \right) \times \left(\frac{P_c}{P_n} \right) \times T_m \times W_r$$

où : C_c est *Croissance des concurrents*, C_n est *Croissance numérique*, P_c est *Part des concurrents*, P_n est *Part numérique*, T_m est *Tension du marché*, W_r est *Pondération des réserves*.

Paramètres

Élément	Définition	Source
Croissance_concurrents	Taux de croissance annuel composé (CAGR) de la demande hors numérique pour une ressource	Prévisions IEA, USGS, rapports sectoriels
Croissance_numérique	Idem, mais pour les usages numériques	Projections numériques IDC, WSTS
Part_concurrents	% de la consommation totale non numérique	Répartition sectorielle des usages
Part_numérique	% de la consommation numérique totale	Inclut le numérique final et embarqué
Tension_marché	[% Demande - % Capacité de production], minimum 0	Analyse de déséquilibre offre/demande
Pondération_réserves	Coefficient selon l'abondance : 1.0 → abondant, 1.8 → très limité	USGS, CRM, Adamas Intelligence

La déclinaison de cette méthode par relation donnée ci-dessous se base sur des sources, mais aussi sur des estimations qui resteront à vérifier.

Simplification Par minerai, il est compliqué d'avoir la réelle évolution des besoins. Le ratio dans cette version de l'IVC est donc positionné à 1.

Détermination du Niveau de Réserves Le facteur “Pondération_réserves” dans le calcul de l'IVC repose sur une classification qualitative des réserves mondiales connues pour chaque ressource.

Sources principales :

- USGS – Mineral Commodity Summaries (2023, 2022, etc.)
- European Commission – Critical Raw Materials List (2020, 2023)
- IEA – The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions (2021)
- Adamas Intelligence – Rare Earths and Battery Materials Forecasts
- Fiches sectorielles de traitement et d'extraction

Méthodologie d'évaluation :

Niveau	Description	Pondération
Abondant	Réserves globalement élevées, bien réparties géographiquement, production stable	1.0
Modéré	Réserves suffisantes mais concentrées ou issues de sous-produits	1.2
Limité	Réserves faibles ou très concentrées géographiquement	1.5
Très limité	Ressource rare, difficile à substituer, co-produit critique	1.8

Cette pondération vise à traduire le **risque structurel de raréfaction ou de dépendance**, et influe fortement sur l'IVC dans les cas de co-produits ou de dépendances régionales (ex : Hafnium, Scandium).

Seuils d'interprétation

Indice	Vert	Orange	Rouge
IVC	< 15	15 – 60	> 60

Criticité par minerai

Antimoine - IVC : 27 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Retardateurs de flamme électroniques, infrarouge, brasures, photovoltaïque

Secteurs concurrents

Plasturgie, textile, batteries plomb, alliages, pharmaceutique

Remarques

Faible part numérique mais en forte croissance. Concurrence industrielle forte.

Répartition des usages

- Numérique final : 10%
- Numérique embarqué : 5%
- Autres secteurs : 85%

Tendance

- Demande : +4%
- Production : +2%
- Ratio capacité/demande : 0.98

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 9.0
- Tension marché : 2.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

USGS, JOGMEC, EU CRM 2023, Roskill, rapports industriels retardateurs/plomb

Argent - IVC : 11 - Vulnérabilité: Modérée

Usage numérique

Composants électroniques, photovoltaïque, nano-argent, connecteurs, brasures

Secteurs concurrents

Bijouterie, argenterie, médical, catalyseurs, investissement, industrie

Remarques

Usage stratégique et transversal. Forte croissance numérique. Offre dépendante des sous-produits.

Répartition des usages

- Numérique final : 15%
- Numérique embarqué : 5%
- Autres secteurs : 80%

Tendance

- Demande : +3.5%
- Production : +2.2%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 5.67
- Tension marché : 1

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Silver Institute, IEA (PV), USGS, EU Raw Materials Scoreboard, BNEF

Beryllium - IVC : 15 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Connecteurs, substrats BeO, circuits HF, télécoms, alliages Cu-Be numériques

Secteurs concurrents

Aérospatial, défense, nucléaire, métallurgie générale, outils industriels

Remarques

Forte pression multi-sectorielle. Toxicité réglementée. Croissance numérique dynamique.

Répartition des usages

- Numérique final : 15
- Numérique embarqué : 10
- Autres secteurs : 75

Tendance

- Demande : 3.0
- Production : 1.5
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 5.67
- Tension marché : 2

Réserves

- Niveau : Très limité
- Pondération : 1.8

Sources

USGS, IEA, EU CRM 2023, Materion datasheets, Defense Logistics Agency

Cerium - IVC : 0 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Polissage écrans, capteurs, nanoparticules, analyse électronique

Secteurs concurrents

Catalyse auto, verres, alliages, céramiques, biomédecine

Remarques

Surproduction chronique. Co-produit des terres rares. Croissance numérique rapide mais usage encore limité.

Répartition des usages

- Numérique final : 10
- Numérique embarqué : 5
- Autres secteurs : 85

Tendance

- Demande : 2.0
- Production : 2.0
- Ratio capacité/demande : 1.0

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 9.0
- Tension marché : 0.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

USGS, IEA, REIA, JRC 2020, ERECON, Industry reports on cerium polishing

Chrome - IVC : 0 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Bains de chromage électronique, pigments pour circuits imprimés, catalyseurs pour microélectronique

Secteurs concurrents

Aciers inoxydables, réfractaires, revêtements industriels, tannerie, pigments, métallurgie

Remarques

Usage numérique faible mais croissant (applications spécialisées). Marché dominé par l'acier inoxydable (~85%).

Répartition des usages

- Numérique final : 5
- Numérique embarqué : 2
- Autres secteurs : 93

Tendance

- Demande : 2.5
- Production : 2.5
- Ratio capacité/demande : 1.0

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 19.0
- Tension marché : 0.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

USGS, ICDA, EU CRM 2023, Roskill, BGS, rapports industriels

Cobalt - IVC : 7 - Vulnérabilité: Modérée

Usage numérique

Batteries lithium-ion, composants électroniques, poudres magnétiques, superalliages pour électronique

Secteurs concurrents

Batteries automobiles, superalliages aéronautiques, outillage, catalyse, santé, pigments

Remarques

Pression intersectorielle forte. Usages numériques en croissance (70% lié au stockage énergétique et électronique)

Répartition des usages

- Numérique final : 40
- Numérique embarqué : 30
- Autres secteurs : 30

Tendance

- Demande : 6.0
- Production : 3.0
- Ratio capacité/demande : 0.97

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 1.5
- Tension marché : 3.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Cobalt Institute, IEA, EU CRM 2023, Benchmark Minerals, BloombergNEF

Cuivre - IVC : 5 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Circuits imprimés, câblage informatique, composants électroniques, alliages, encres conductrices

Secteurs concurrents

Distribution électrique, bâtiment, transport, agriculture, traitement des eaux

Remarques

Matériau transversal. Usage numérique important (~25%) mais dominé par l'infrastructure électrique et la construction

Répartition des usages

- Numérique final : 25%
- Numérique embarqué : 15%
- Autres secteurs : 60%

Tendance

- Demande : +4%
- Production : +2.5%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 3.0
- Tension marché : 2

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

International Copper Study Group (ICSG), IEA, EU CRM, USGS, Wood Mackenzie

Dysprosium - IVC : 36 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Aimants pour capteurs, disques durs, nanoparticules pour électronique, cibles de pulvérisation

Secteurs concurrents

Moteurs EV, éoliennes, alliages industriels, technologies de défense

Remarques

Très forte dépendance au numérique embarqué. Usage final numérique plus faible mais stratégique.

Répartition des usages

- Numérique final : 20%
- Numérique embarqué : 30%
- Autres secteurs : 50%

Tendance

- Demande : +8%
- Production : +3%
- Ratio capacité/demande : 0.95

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 4.0
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Très limité
- Pondération : 1.8

Sources

USGS, IEA, REIA, EU CRM, Adamas Intelligence, DOE Critical Materials 2023

Erbium - IVC : 5 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Fibres optiques, amplificateurs de signal, composants laser pour télécommunications

Secteurs concurrents

Verres colorés, céramiques, médecine nucléaire

Remarques

Forte dépendance au numérique embarqué. Réserves limitées, offre concentrée.

Répartition des usages

- Numérique final : 25%
- Numérique embarqué : 60%
- Autres secteurs : 15%

Tendance

- Demande : +4%
- Production : +3%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 3.0
- Tension marché : 1.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

USGS, EU CRM, REIA, Adamas Intelligence, rapports technologiques sur fibres optiques

Étain - IVC : 1 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Brasures électroniques, composants de soudure pour cartes électroniques, contacts électriques

Secteurs concurrents

Étain alimentaire, médical, brasage industriel

Remarques

Ressource largement utilisée dans l'électronique. Forte pression sur les brasures avec le numérique.

Répartition des usages

- Numérique final : 60%
- Numérique embarqué : 30%
- Autres secteurs : 10%

Tendance

- Demande : +3%
- Production : +2%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 0.67
- Tension marché : 1.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

ITRI, USGS, BGS, EU CRM, MIT Tin Supply Report

Europium - IVC : 0 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Phosphores rouges pour écrans et LED, luminophores pour imagerie

Secteurs concurrents

Luminophores pour éclairage, catalyse

Remarques

Essentiellement utilisé dans des composants optiques. Réserves très limitées.

Répartition des usages

- Numérique final : 75%
- Numérique embarqué : 15%
- Autres secteurs : 10%

Tendance

- Demande : +2%
- Production : +1.5%
- Ratio capacité/demande : 1

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 0.33
- Tension marché : 1

Réserves

- Niveau : Très limité
- Pondération : 1.8

Sources

USGS, REIA, EU CRM, rapports industriels sur luminophores

Gadolinium - IVC : 7 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Matériaux magnétiques, stockage de données, composants optiques et capteurs

Secteurs concurrents

Médecine nucléaire, IRM, alliages

Remarques

Concurrence médicale forte. Croissance numérique modérée. Réserves très limitées.

Répartition des usages

- Numérique final : 20%
- Numérique embarqué : 5%
- Autres secteurs : 75%

Tendance

- Demande : +3%
- Production : +2%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 4.0
- Tension marché : 1.0

Réserves

- Niveau : Très limité
- Pondération : 1.8

Sources

USGS, REIA, EU CRM, DOE Critical Materials, médical (NIH, radiologie)

Gallium - IVC : 1 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Semi-conducteurs (GaAs, GaN), circuits haute fréquence, LEDs, capteurs

Secteurs concurrents

Alliages, matériaux basse température, médecine

Remarques

Ressource hautement stratégique pour l'électronique. Forte croissance. Concurrence modérée.

Répartition des usages

- Numérique final : 80%
- Numérique embarqué : 15%
- Autres secteurs : 5%

Tendance

- Demande : +9%
- Production : +6%
- Ratio capacité/demande : 0.97

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 0.26
- Tension marché : 3.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

USGS, IEA, EU CRM, Roskill, Semi Strategic Materials Reports

Germanium - IVC : 1 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Fibres optiques, photodétecteurs, cellules solaires concentrées, optoélectronique

Secteurs concurrents

Catalyseurs, optique IR, recherche

Remarques

Très utilisé dans les technologies avancées. Forte croissance mais concurrence modérée.

Répartition des usages

- Numérique final : 80%
- Numérique embarqué : 10%
- Autres secteurs : 10%

Tendance

- Demande : +5.5%
- Production : +4%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 0.25
- Tension marché : 2

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

USGS, BGS, EU CRM, CRMA, DOE, matériaux optoélectroniques

Graphite - IVC : 1 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Anodes de batteries Li-ion, composants conducteurs, pâtes conductrices

Secteurs concurrents

Réfractaires, lubrifiants, métallurgie

Remarques

Pression forte venant des batteries (secteurs EV, stockage). Importance numérique croissante.

Répartition des usages

- Numérique final : 70%
- Numérique embarqué : 15%
- Autres secteurs : 15%

Tendance

- Demande : +8%
- Production : +6%
- Ratio capacité/demande : 0.98

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 0.43
- Tension marché : 2.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

USGS, IEA, Benchmark Minerals, EU CRM, Adamas Intelligence

Hafnium - IVC : 126 - Vulnérabilité: Critique

Usage numérique

Électronique avancée, microprocesseurs, composants haute température

Secteurs concurrents

Nucléaire, aéronautique, superalliages

Remarques

Ressource critique à double usage stratégique. Très forte croissance de la demande numérique avancée et tension géopolitique liée à sa rareté et sa concentration.

Répartition des usages

- Numérique final : 30%
- Numérique embarqué : 10%
- Autres secteurs : 60%

Tendance

- Demande : +40%
- Production : +10%
- Ratio capacité/demande : 0.79

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 2.33
- Tension marché : 30

Réserves

- Niveau : Très limité
- Pondération : 1.8

Sources

Fiche Hafnium, USGS 2024, Orano, ATI Specialty Materials

Holmium - IVC : 30 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Aimants pour stockage de données, cibles de pulvérisation

Secteurs concurrents

Applications médicales (lasers), alliages magnétiques

Remarques

Ressource utilisée dans des composants magnétiques spécialisés, avec une montée en puissance du numérique embarqué et des applications médicales en concurrence directe. Réserves modérées mais croissance rapide de la demande.

Répartition des usages

- Numérique final : 50%
- Numérique embarqué : 10%
- Autres secteurs : 40%

Tendance

- Demande : +35%
- Production : +15%
- Ratio capacité/demande : 0.85

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 1.0
- Tension marché : 20.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche Holmium, China Minmetals, MP Materials, Lynas, Roskill 2023

Lanthane - IVC : 23 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Verres optiques, alliages pour batteries, électrodes électroniques

Secteurs concurrents

Catalyseurs automobiles, médecine, alliages métalliques

Remarques

Utilisé dans des composants électroniques (verres optiques, électrodes, alliages). Concurrence forte avec les catalyseurs et le médical. Réserves disponibles et production dynamique.

Répartition des usages

- Numérique final : 30%
- Numérique embarqué : 25%
- Autres secteurs : 45%

Tendance

- Demande : +28%
- Production : +18%
- Ratio capacité/demande : 0.92

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 2.33
- Tension marché : 10.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

Fiche Lanthane, USGS, MP Materials, Lynas, Solvay

Lithium - IVC : 45 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Batteries pour appareils électroniques, ordinateurs portables

Secteurs concurrents

Batteries pour véhicules électriques, stockage d'énergie, chimie

Remarques

Forte tension entre le numérique et la mobilité électrique. Concurrence massive du secteur automobile. Production croissante mais demande encore plus rapide. Réserves sous contrôle de quelques acteurs majeurs.

Répartition des usages

- Numérique final : 25%
- Numérique embarqué : 5%
- Autres secteurs : 70%

Tendance

- Demande : +45%
- Production : +35%
- Ratio capacité/demande : 0.93

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 3.0
- Tension marché : 10.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche Lithium, IEA 2024, Ganfeng, Tianqi, SQM, Albemarle

Magnesium - IVC : 28 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Composants électroniques légers, boîtiers pour équipements numériques, alliages pour électronique portable.

Secteurs concurrents

Automobile, aéronautique, métallurgie, nutrition

Remarques

Principalement utilisé dans des alliages légers pour la construction. Usage numérique relativement limité. Ressource abondante et bien répartie. Croissance modérée et contrôlée.

Répartition des usages

- Numérique final : 15%
- Numérique embarqué : 5%
- Autres secteurs : 80%

Tendance

- Demande : +15%
- Production : +10%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 5.67
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

Fiche magnésium, USGS 2024, Shaanxi, Norsk Hydro

Manganese - IVC : 12 - Vulnérabilité: Modérée

Usage numérique

Batteries, circuits imprimés, composants électroniques, ferrites.

Secteurs concurrents

Sidérurgie, agriculture, chimie industrielle

Remarques

Très utilisé dans l'industrie sidérurgique. Usage numérique croissant pour les batteries et composants. Ressource abondante mais demande industrielle importante et continue.

Répartition des usages

- Numérique final : 30%
- Numérique embarqué : 5%
- Autres secteurs : 65%

Tendance

- Demande : +30%
- Production : +25%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 2.33
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

Fiche manganèse, USGS 2024, Eramet, South32, Assmang

Neodyme - IVC : 38 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Aimants permanents pour moteurs, disques durs, microphones, capteurs, équipements optiques.

Secteurs concurrents

Véhicules électriques, éoliennes, robots industriels

Remarques

Composant central des aimants permanents à haute performance. Tensions entre numérique et transition énergétique. Ressource stratégique dominée par la Chine.

Répartition des usages

- Numérique final : 50%
- Numérique embarqué : 35%
- Autres secteurs : 15%

Tendance

- Demande : +60%
- Production : +35%
- Ratio capacité/demande : 0.84

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 1.0
- Tension marché : 25.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche néodyme, USGS, MP Materials, REIA, Adamas Intelligence, EU CRM

Nickel - IVC : 20 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Batteries (NiMH, Li-ion), composants électrochimiques, alliages pour électronique haute performance.

Secteurs concurrents

Acier inoxydable, aéronautique, énergie

Remarques

Le secteur de l'acier domine encore, mais la transition énergétique et l'électronique embarquée augmentent rapidement. Croissance équilibrée mais dépendance régionale.

Répartition des usages

- Numérique final : 20%
- Numérique embarqué : 15%
- Autres secteurs : 65%

Tendance

- Demande : +30%
- Production : +25%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 4.0
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

Fiche nickel, USGS 2024, IEA, Roskill, Norilsk, Vale, Tsingshan

Or - IVC : 68 - Vulnérabilité: Critique

Usage numérique

Connecteurs, circuits imprimés, puces, composants haute fiabilité pour équipements électroniques.

Secteurs concurrents

Joaillerie, réserve de valeur, finance, banque centrale

Remarques

Le secteur du numérique ne représente qu'une faible part de la demande. Forte concurrence de la joaillerie et du secteur financier. Usage stratégique malgré un faible volume.

Répartition des usages

- Numérique final : 10%
- Numérique embarqué : 2%
- Autres secteurs : 88%

Tendance

- Demande : +15%
- Production : +10%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 9.0
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche or, World Gold Council, USGS 2024, Metalor, PAMP, Valcambi

Palladium - IVC : 24 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Électrodes, connecteurs, circuits imprimés, métallisation haute fiabilité, semi-conducteurs.

Secteurs concurrents

Catalyse automobile (>75% de la demande), chimie, bijouterie, investissement

Remarques

Très forte dépendance au secteur automobile. Le numérique reste secondaire malgré une forte valeur ajoutée dans ses usages.

Répartition des usages

- Numérique final : 20%
- Numérique embarqué : 5%
- Autres secteurs : 75%

Tendance

- Demande : 4.0
- Production : 5.0
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 4.0
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Modéré
- Pondération : 1.2

Sources

Fiche palladium, USGS 2024, World Platinum Investment Council, Norilsk, Anglo American

Phosphore - IVC : 32 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Semi-conducteurs (dopage), batteries sodium-ion, substrats pour puces, produits phosphorés pour écrans.

Secteurs concurrents

Agriculture (engrais), alimentation animale, pharmaceutique

Remarques

Largement dominé par l'usage agricole. Le numérique reste très minoritaire mais croissant avec le développement des batteries alternatives.

Répartition des usages

- Numérique final : 3%
- Numérique embarqué : 2%
- Autres secteurs : 95%

Tendance

- Demande : +4%
- Production : +3%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 32.33
- Tension marché : 1.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

Fiche phosphore, USGS, IFDC, IEA 2024, publications EU CRM

Platine - IVC : 64 - Vulnérabilité: Critique

Usage numérique

Connecteurs haute fiabilité, thermocouples, capteurs, équipements électroniques critiques, circuits HF.

Secteurs concurrents

Catalyse automobile, joaillerie, investissement, chimie fine

Remarques

Très forte dépendance du secteur automobile. Usage dans le numérique ciblé sur fiabilité extrême ou militaire.

Répartition des usages

- Numérique final : 7.0
- Numérique embarqué : 3%
- Autres secteurs : 90%

Tendance

- Demande : +12%
- Production : +8%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 13.29
- Tension marché : 4.0

Réserves

- Niveau : Modéré
- Pondération : 1.2

Sources

Fiche platine, World Platinum Council, Norilsk, Anglo American, IEA, USGS 2024

Praseodyme - IVC : 45 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Aimants pour moteurs électriques, mémoire magnétique, verres optiques pour dispositifs de communication optique.

Secteurs concurrents

Véhicules électriques, aéronautique, stockage d'énergie

Remarques

Co-produit du néodyme, il partage des chaînes critiques similaires. Tensions liées à la croissance des marchés de la transition énergétique.

Répartition des usages

- Numérique final : 40%
- Numérique embarqué : 30%
- Autres secteurs : 30%

Tendance

- Demande : +50%
- Production : +30%
- Ratio capacité/demande : 0.87

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 1.5
- Tension marché : 20.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche praséodyme, USGS, MP Materials, Lynas, Adamas Intelligence, EU CRM

Quartz - IVC : 34 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Substrats semi-conducteurs, optoélectronique, composants haute fréquence, fibres optiques, MEMS.

Secteurs concurrents

Photovoltaïque, optique, verre spécial, industrie chimique

Remarques

Le quartz ultra-pur (5N) est critique pour les semi-conducteurs. Fort chevauchement entre usages PV et numériques. Ressource très concentrée, sensible aux événements climatiques.

Répartition des usages

- Numérique final : 40%
- Numérique embarqué : 20%
- Autres secteurs : 40%

Tendance

- Demande : +35%
- Production : +20%
- Ratio capacité/demande : 0.89

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 1.5
- Tension marché : 15.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche quartz, IEA 2023, USGS, Solar Industry Reports, Unimin, The Quartz Corp

Samarium - IVC : 35 - Vulnérabilité: Très forte

Usage numérique

Aimants Samarium-Cobalt pour équipements critiques, dispositifs optiques, lasers, mémoire magnétique.

Secteurs concurrents

Défense, spatial, équipements haute température

Remarques

Matériau stratégique pour les aimants à haute stabilité thermique. Fort chevauchement entre numérique embarqué et défense.

Répartition des usages

- Numérique final : 30%
- Numérique embarqué : 20%
- Autres secteurs : 50%

Tendance

- Demande : +35%
- Production : +25%
- Ratio capacité/demande : 0.93

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 2.33
- Tension marché : 10.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche samarium, USGS, IEA, REIA, EU CRM 2023

Scandium - IVC : 108 - Vulnérabilité: Critique

Usage numérique

Alliages pour composants électroniques légers, LED, capteurs optiques, cellules combustibles.

Secteurs concurrents

Aéronautique, défense, industrie des superalliages

Remarques

Éléments critiques pour l'aéronautique et les LED. Usages numériques émergents mais stratégiques. Offre très concentrée et faible volume de production.

Répartition des usages

- Numérique final : 20%
- Numérique embarqué : 15%
- Autres secteurs : 65%

Tendance

- Demande : +25%
- Production : +10%
- Ratio capacité/demande : 0.88

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 4.0
- Tension marché : 15.0

Réserves

- Niveau : Très limité
- Pondération : 1.8

Sources

Fiche scandium, USGS, EU CRM, Scandium International, IEA

Silicium - IVC : 5 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Composant central des semi-conducteurs, microprocesseurs, capteurs, composants logiques et mémoires.

Secteurs concurrents

Photovoltaïque, électroménager, automobile

Remarques

Ressource critique dans les chaînes numériques. Tensions croissantes avec le développement massif du photovoltaïque.

Répartition des usages

- Numérique final : 60%
- Numérique embarqué : 20%
- Autres secteurs : 20%

Tendance

- Demande : +35%
- Production : +28%
- Ratio capacité/demande : 0.95

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 0.67
- Tension marché : 7.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

Fiche silicium, IEA 2024, SEMI, PV Insights, USGS, WSTS

Tantale - IVC : 4 - Vulnérabilité: Faible

Usage numérique

Condensateurs pour smartphones et ordinateurs, composants microélectroniques, circuits haute densité.

Secteurs concurrents

Aéronautique, défense, implantologie, métallurgie

Remarques

Ressource critique pour miniaturisation. Usage très concentré dans le numérique mais tension avec les secteurs stratégiques.

Répartition des usages

- Numérique final : 60%
- Numérique embarqué : 20%
- Autres secteurs : 20%

Tendance

- Demande : +15%
- Production : +10%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 0.67
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Modéré
- Pondération : 1.2

Sources

Fiche tantale, USGS, EU CRM, Roskill, Global Advanced Metals

Terbium - IVC : 28 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Phosphores pour écrans, LED, disques durs, aimants pour moteurs, capteurs de position.

Secteurs concurrents

Éclairage, transition énergétique (VE, éoliennes), optique

Remarques

Ressource rare, cruciale pour les écrans et les aimants à haut rendement. Fortes tensions avec les industries de la transition énergétique.

Répartition des usages

- Numérique final : 45%
- Numérique embarqué : 30%
- Autres secteurs : 25%

Tendance

- Demande : +50%
- Production : +35%
- Ratio capacité/demande : 0.9

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 1.22
- Tension marché : 15.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche terbium, USGS, REIA, IEA, Adamas Intelligence, EU CRM

Titane - IVC : 24 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Boîtiers de smartphones, disques durs, composants d'électronique embarquée haut de gamme, contacts conducteurs.

Secteurs concurrents

Aéronautique, biomédical, automobile, chimie industrielle

Remarques

Part numérique relativement faible, mais en croissance dans l'électronique embarquée. Forte compétition avec des secteurs à forte demande structurelle.

Répartition des usages

- Numérique final : 20%
- Numérique embarqué : 10%
- Autres secteurs : 70%

Tendance

- Demande : +25%
- Production : +20%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 4.0
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Modéré
- Pondération : 1.2

Sources

Fiche titane, USGS 2023, Techniques de l'Ingénieur, A3TS, Kyocera, Institut für Seltene Erden

Tungstene - IVC : 24 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Électrodes, microcontacts, composants résistifs, dissipation thermique, blindages électroniques.

Secteurs concurrents

Outilage, défense, aéronautique, énergie

Remarques

Utilisé dans des fonctions critiques à forte densité énergétique. Forte pression du secteur industriel lourd et défense.

Répartition des usages

- Numérique final : 20%
- Numérique embarqué : 15%
- Autres secteurs : 65%

Tendance

- Demande : +25%
- Production : +20%
- Ratio capacité/demande : 0.96

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 4.0
- Tension marché : 5.0

Réserves

- Niveau : Modéré
- Pondération : 1.2

Sources

Fiche tungstène, ITIA, USGS 2024, EU CRM, Masan Resources

Yttrium - IVC : 28 - Vulnérabilité: Forte

Usage numérique

Phosphores pour écrans et LED, supraconducteurs, lasers, capteurs optiques, céramiques électroniques.

Secteurs concurrents

Optique médicale, transition énergétique, aéronautique, défense

Remarques

Usage numérique soutenu par la demande en LED et optoélectronique. Ressource critique, fortement concentrée et souvent co-produite.

Répartition des usages

- Numérique final : 45%
- Numérique embarqué : 20%
- Autres secteurs : 35%

Tendance

- Demande : +40%
- Production : +25%
- Ratio capacité/demande : 0.89

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 1.22
- Tension marché : 15.0

Réserves

- Niveau : Limité
- Pondération : 1.5

Sources

Fiche yttrium, USGS, REIA, IEA 2023, EU CRM, Adamas Intelligence

Zinc - IVC : 12 - Vulnérabilité: Modérée

Usage numérique

Batteries zinc-air, galvanisation de composants électroniques, oxydes pour composants transparents, circuits imprimés.

Secteurs concurrents

Construction, automobile, métallurgie, batteries industrielles

Remarques

Usage numérique en développement avec les batteries alternatives. Dominance de la galvanisation pour la construction.

Répartition des usages

- Numérique final : 8%
- Numérique embarqué : 2%
- Autres secteurs : 90%

Tendance

- Demande : +10%
- Production : +9%
- Ratio capacité/demande : 0.99

Concurrence & tension

- Ratio concurrence : 11.5
- Tension marché : 1.0

Réserves

- Niveau : Abondant
- Pondération : 1.0

Sources

Fiche zinc, USGS, IEA, EU CRM 2023, ILZSG, rapports industriels

Tableau de synthèse

Minéral	IVC	Vulnérabilité
Antimoine	27	Forte
Argent	11	Modérée
Beryllium	15	Forte
Cerium	0	Faible
Chrome	0	Faible
Cobalt	7	Modérée
Cuivre	5	Faible
Dysprosium	36	Très forte
Erbium	5	Faible
Etain	1	Faible
Europium	0	Faible
Gadolinium	7	Faible
Gallium	1	Faible
Germanium	1	Faible
Graphite	1	Faible
Hafnium	126	Critique
Holmium	30	Très forte
Lanthane	23	Forte
Lithium	45	Très forte
Magnesium	28	Forte
Manganèse	12	Modérée
Neodyme	38	Très forte
Nickel	20	Forte
Or	68	Critique
Palladium	24	Forte
Phosphore	32	Très forte
Platine	64	Critique
Praseodyme	45	Très forte
Quartz	34	Très forte
Samarium	35	Très forte
Scandium	108	Critique
Silicium	5	Faible
Tantale	4	Faible
Terbium	28	Forte
Titane	24	Forte
Tungstène	24	Forte
Yttrium	28	Forte
Zinc	12	Modérée

Références clés

- IEA (2021) – The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- European Commission (2023) – Critical Raw Materials List https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/critical-raw-materials-2023_en
- World Bank (2020) – Minerals for Climate Action <https://www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/publication/minerals-for-climate-action>
- UNEP IRP (2023) – Sustainable Resource Management <https://www.resourcepanel.org/reports>
- Adamas Intelligence (2022–2024) – Rare Earth Market Reports (Accès professionnel)

Source	Contenu pertinent
IEA (2021, 2023) – <i>The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions</i>	Tensions croissantes lithium, cobalt, nickel : véhicules électriques vs électronique
European Commission – Critical Raw Materials 2023	Notion de concurrence entre défense, transition énergétique et industries numériques
USGS Mineral Commodity Summaries (2023)	Données par secteur pour cuivre, nickel, terres rares
Adamas Intelligence – Rare Earth Forecast Reports	Concurrence croissante néodyme, dysprosium, terbium entre aimants pour VE et capteurs embarqués
OECD (2022) – <i>Global Supply Chains and the Geopolitics of Critical Minerals</i>	Identifie les tensions croissantes sur les co-produits (hafnium, gallium, germanium)