

# Évaluation des vulnérabilités critiques

## Introduction

Ce rapport analyse les vulnérabilités de la chaîne de fabrication du numérique pour :

- les produits finaux : Serveur, Ordinateur portable, Smartphone
- les composants : Connectivité, Processeur x86, Écran Mini et Micro LED, Audio, Processeur ARM, Écran OLED, Écran LCD/TFT, Capteurs
- les minerais : Samarium, Scandium, Terbium, Yttrium, Gadolinium, Dysprosium

## Chemins critiques

### Chaînes avec risque critique

*Ces chaînes comprennent au moins une vulnérabilité combinée élevée à critique*

#### Serveur → Connectivité → Samarium

##### Vulnérabilités identifiées:

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 34 - Rouge
  - ISG combiné: 47 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 21 - Orange
  - ISG combiné: 39 - Vert
- Minerai (Samarium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.69 - Rouge
  - IVC: 35 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 57 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

#### Serveur → Processeur x86 → Scandium

##### Vulnérabilités identifiées:

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 34 - Rouge
  - ISG combiné: 47 - Orange
- Fabrication (Fabrication): MOYENNE
  - IHH: 48 - Rouge
  - ISG combiné: 39 - Vert
- Minerai (Scandium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.70 - Rouge
  - IVC: 108 - Rouge
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 32 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 31 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange

## **Ordinateur portable → Connectivité → Samarium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 21 - Orange
  - ISG combiné: 39 - Vert
- Minerai (Samarium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.69 - Rouge
  - IVC: 35 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 57 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## **Ordinateur portable → Processeur x86 → Scandium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): MOYENNE
  - IHH: 48 - Rouge
  - ISG combiné: 39 - Vert
- Minerai (Scandium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.70 - Rouge
  - IVC: 108 - Rouge
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 32 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 31 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange

## **Ordinateur portable → Écran Mini et Micro LED → Terbium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 21 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Terbium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.81 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 62 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange

## **Ordinateur portable → Écran Mini et Micro LED → Yttrium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 21 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Yttrium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.72 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 56 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 61 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## **Ordinateur portable → Audio → Dysprosium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 36 - Rouge
  - ISG combiné: 45 - Orange
- Minerai (Dysprosium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.70 - Rouge
  - IVC: 36 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 96 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 38 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## **Ordinateur portable → Processeur ARM → Scandium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): MOYENNE
  - IHH: 37 - Rouge
  - ISG combiné: 34 - Vert
- Minerai (Scandium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.70 - Rouge
  - IVC: 108 - Rouge
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 32 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 31 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange

## **Ordinateur portable → Écran OLED → Yttrium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): MOYENNE
  - IHH: 38 - Rouge
  - ISG combiné: 39 - Vert
- Minerai (Yttrium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.72 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 56 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 61 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## **Ordinateur portable → Écran LCD/TFT → Terbium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 28 - Rouge
  - ISG combiné: 42 - Orange
- Minerai (Terbium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.81 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 62 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange

## **Ordinateur portable → Capteurs → Samarium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 17 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Samarium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.69 - Rouge
  - IVC: 35 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 57 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## **Ordinateur portable → Capteurs → Gadolinium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 35 - Rouge
  - ISG combiné: 49 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 17 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Gadolinium): MOYENNE
  - ICS moyen: 0.74 - Rouge
  - IVC: 7 - Vert
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 52 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 41 - Rouge
  - ISG combiné: 48 - Orange

## **Smartphone → Connectivité → Samarium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 21 - Orange
  - ISG combiné: 39 - Vert
- Minerai (Samarium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.69 - Rouge
  - IVC: 35 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 57 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## **Smartphone → Écran Mini et Micro LED → Terbium**

### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 21 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Terbium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.81 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 62 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange

## Smartphone → Écran Mini et Micro LED → Yttrium

### Vulnérabilités identifiées:

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 21 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Yttrium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.72 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 56 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 61 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## Smartphone → Audio → Dysprosium

### Vulnérabilités identifiées:

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 36 - Rouge
  - ISG combiné: 45 - Orange
- Minerai (Dysprosium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.70 - Rouge
  - IVC: 36 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 96 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 38 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## Smartphone → Processeur ARM → Scandium

### Vulnérabilités identifiées:

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): MOYENNE
  - IHH: 37 - Rouge
  - ISG combiné: 34 - Vert
- Minerai (Scandium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.70 - Rouge
  - IVC: 108 - Rouge
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 32 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 31 - Rouge
  - ISG combiné: 55 - Orange

### **Smartphone → Écran OLED → Yttrium**

#### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): MOYENNE
  - IHH: 38 - Rouge
  - ISG combiné: 39 - Vert
- Minerai (Yttrium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.72 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 56 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 61 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

### **Smartphone → Écran LCD/TFT → Terbium**

#### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 28 - Rouge
  - ISG combiné: 42 - Orange
- Minerai (Terbium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.81 - Rouge
  - IVC: 28 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 62 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange

### **Smartphone → Capteurs → Samarium**

#### **Vulnérabilités identifiées:**

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 17 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Samarium): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - ICS moyen: 0.69 - Rouge
  - IVC: 35 - Orange
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 53 - Rouge
  - ISG combiné: 52 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 57 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange

## Smartphone → Capteurs → Gadolinium

### Vulnérabilités identifiées:

- Assemblage (Assemblage): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 45 - Rouge
  - ISG combiné: 53 - Orange
- Fabrication (Fabrication): FAIBLE
  - IHH: 17 - Orange
  - ISG combiné: 37 - Vert
- Minerai (Gadolinium): MOYENNE
  - ICS moyen: 0.74 - Rouge
  - IVC: 7 - Vert
- Extraction (Extraction): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 52 - Rouge
  - ISG combiné: 51 - Orange
- Traitement (Traitement): ÉLEVÉE à CRITIQUE
  - IHH: 41 - Rouge
  - ISG combiné: 48 - Orange

### Chaînes avec risque majeur

*Ces chaînes comprennent au moins trois vulnérabilités combinées moyennes*

Aucune chaîne à risque majeur identifiée.

### Chaînes avec risque moyen

*Ces chaînes comprennent au moins une vulnérabilité combinée moyenne*

Aucune chaîne à risque moyen identifiée.

## Détails des opérations

### Serveur et Assemblage

Les serveurs constituent l'épine dorsale critique de l'infrastructure numérique mondiale, avec un marché annuel d'environ 12 millions d'unités représentant une valeur supérieure à 90 milliards de dollars. Leur assemblage présente des exigences particulièrement élevées en termes de qualité, fiabilité et performances. Le processus d'assemblage comprend l'intégration de composants haute performance dans un châssis optimisé, incluant la mise en place des cartes mères et backplanes, l'installation des processeurs et mémoire, le montage des systèmes de stockage, l'intégration des alimentations redondantes et la mise en place des systèmes de refroidissement sophistiqués. Contrairement aux produits grand public, l'assemblage des serveurs se caractérise par une forte personnalisation selon les besoins spécifiques des clients, une proportion importante de tests et validation, et des protocoles rigoureux de contrôle qualité. La production est relativement concentrée entre quelques acteurs majeurs, avec une prépondérance en Asie et une présence significative aux États-Unis pour les équipements les plus sensibles ou spécialisés.

### Principaux assembleurs

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	Foxconn	Taïwan	21 %
Chine	Inventec	Taïwan	15 %
Chine	Quanta Computer	Taïwan	14 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>50 %</b>
États-Unis	Dell Technologies	États-Unis	11 %
États-Unis	HPE	États-Unis	8 %
États-Unis	Super Micro Computer	États-Unis	7 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>26 %</b>

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Taïwan	Wistron	Taïwan	10 %
Taïwan	Mitac	Taïwan	4 %
<b>Taïwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taïwan</b>	<b>14 %</b>
Mexique	Flex	États-Unis	5 %
<b>Mexique</b>	<b>Total</b>	<b>Mexique</b>	<b>5 %</b>

*Note: Les capacités indiquées représentent la capacité d'assemblage annuelle en 2024-2025. On observe une distinction entre les assembleurs asiatiques dominant le marché des serveurs hyperscale pour cloud et les entreprises américaines se concentrant davantage sur les équipements entreprise et spécialisés.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Mexique	5.0%	57	Orange (Intermédiaire)
Taiwan	14.0%	30	Vert (Stable)
États-Unis	26.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Chine	50.0%	54	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 47 - Orange (Intermédiaire) #####** Indice de Herfindahl-Hirschmann | **IHH** | **Faible** | **Modéré** | **Élevé** | | :- | :- | :- | :- | | **Acteurs** | **12** | | | **Pays** | | **34** |

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **12**, ce qui indique une **concentration faible**. Bien que **Foxconn (21 %)**, **Inventec (15 %)**, **Quanta Computer (14 %)** regroupent plus de 50 % du marché, plusieurs autres groupes viennent équilibrer le secteur. Cette structure permet une **certaine résilience industrielle**, avec plusieurs options en cas de tension sur un acteur majeur.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **34**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (50 %)**, **États-Unis (26 %)**, **Taïwan (14 %)**, représentant ensemble plus de 90 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs plutôt diversifiée** (IHH 12)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 34)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 34 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 47 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Ordinateur portable et Assemblage

Les ordinateurs portables représentent un segment majeur du marché des périphériques informatiques, avec environ 230 millions d'unités produites annuellement. Leur assemblage constitue un processus complexe combinant intégration électronique, mécanique de précision et optimisation thermique dans un format compact. Le processus comprend généralement l'installation de la carte mère, du processeur et du système de refroidissement, suivie du montage de l'écran, du clavier, du touchpad, de la batterie et du boîtier. Ces étapes sont complétées par des tests fonctionnels approfondis. Contrairement aux ordinateurs de bureau, les portables se caractérisent par leur haut niveau d'intégration et leur conception optimisée pour l'efficacité énergétique et la portabilité. La production est fortement concentrée en Asie, avec quelques initiatives récentes de diversification géographique pour certains modèles haut de gamme ou spécialisés (gaming, professionnels).

## Principaux assembleurs

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	Quanta Computer	Taiwan	24 %
Chine	Compal Electronics	Taiwan	20 %
Chine	Foxconn	Taiwan	13 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>56 %</b>
Taiwan	Wistron	Taiwan	9 %
Taiwan	Pegatron	Taiwan	7 %
<b>Taiwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taiwan</b>	<b>16 %</b>
Vietnam	Compal Vietnam	Taiwan	7 %
Vietnam	Foxconn Vietnam	Taiwan	4 %
<b>Vietnam</b>	<b>Total</b>	<b>Vietnam</b>	<b>11 %</b>
Mexique	Flex	États-Unis	3 %
<b>Mexique</b>	<b>Total</b>	<b>Mexique</b>	<b>3 %</b>
Brésil	Foxconn Brasil	Taiwan	2 %
Brésil	Positivo	Brésil	1 %
<b>Brésil</b>	<b>Total</b>	<b>Brésil</b>	<b>3 %</b>
Inde	Flex India	États-Unis	1 %
Inde	Dixon Technologies	Inde	1 %
<b>Inde</b>	<b>Total</b>	<b>Inde</b>	<b>2 %</b>

Unité : millions d'unités / an **Total** : 230

*Note: Les capacités indiquées représentent la capacité d'assemblage annuelle en 2024-2025. La diversification géographique progresse lentement, avec un déplacement partiel de la production de la Chine vers le Vietnam, mais l'Asie reste largement dominante.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Brésil	3.0%	55	Orange (Intermédiaire)
Chine	56.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Vietnam	11.0%	48	Orange (Intermédiaire)
Mexique	3.0%	57	Orange (Intermédiaire)
Inde	2.0%	60	Orange (Intermédiaire)
Taiwan	16.0%	30	Vert (Stable)

**ISG combiné: 49 - Orange (Intermédiaire) #####** Indice de Herfindahl-Hirschmann | **IHH** | **Faible** | **Modéré** | **Élevé** | | :- | :- | :- | :- | | **Acteurs** | **14** | | | **Pays** | | | **36** |

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **14**, ce qui indique une **concentration faible**. Bien que **Quanta Computer (24 %)**, **Compal Electronics (20 %)**, **Foxconn (13 %)** regroupent plus de 57 % du marché, plusieurs autres groupes viennent équilibrer le secteur. Cette structure permet une **certaine résilience industrielle**, avec plusieurs options en cas de tension sur un acteur majeur.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **36**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (57 %)**, **Taiwan (16 %)**, **Vietnam (11 %)**, représentant ensemble plus de 84 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs plutôt diversifiée** (IHH 14)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 36)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 35 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 49 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Smartphone et Assemblage

Le smartphone constitue l'un des périphériques numériques les plus répandus au monde, avec plus de 6 milliards d'utilisateurs. Son assemblage représente l'étape finale d'une chaîne de valeur mondiale complexe impliquant des dizaines de fournisseurs et sous-traitants répartis sur plusieurs continents. Cet assemblage se déroule principalement dans des usines spécialisées en Asie, où les différents composants (écran, processeur, batterie, caméras, etc.) sont intégrés pour former un appareil fonctionnel. Le processus d'assemblage comprend le montage de la carte mère, l'intégration des modules de connectivité, la fixation de l'écran et des caméras, l'installation de la batterie et la fermeture du boîtier. Chaque unité passe ensuite par des tests rigoureux de qualité et de fonctionnalité avant d'être emballée et expédiée vers les marchés mondiaux. La tendance actuelle montre une diversification géographique progressive des sites d'assemblage, avec un déplacement partiel de la concentration historique en Chine vers d'autres pays comme l'Inde, le Vietnam et le Brésil.

## Principaux assembleurs

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	Foxconn	Taiwan	40 %
Chine	Pegatron	Taiwan	15 %
Chine	Wistron	Taiwan	10 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>65 %</b>
Vietnam	Samsung Electronics Vietnam	Corée du Sud	9 %
Vietnam	LG Electronics Vietnam	Corée du Sud	3 %
<b>Vietnam</b>	<b>Total</b>	<b>Vietnam</b>	<b>12 %</b>
Inde	Foxconn India	Taiwan	6 %
Inde	Samsung Electronics India	Corée du Sud	5 %
<b>Inde</b>	<b>Total</b>	<b>Inde</b>	<b>11 %</b>
Brésil	Foxconn Brasil	Taiwan	4 %
Brésil	Samsung Electronics Brasil	Corée du Sud	2 %
<b>Brésil</b>	<b>Total</b>	<b>Brésil</b>	<b>6 %</b>
Corée du Sud	Samsung Electronics	Corée du Sud	4 %
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>4 %</b>

*Note: Les capacités indiquées représentent la capacité d'assemblage annuelle en 2024-2025. L'assemblage final est fortement concentré en Asie, avec une diversification progressive vers d'autres régions pour des raisons géopolitiques et économiques.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Corée du Sud	4.0%	33	Vert (Stable)
Brésil	6.0%	55	Orange (Intermédiaire)
Chine	65.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Inde	11.0%	60	Orange (Intermédiaire)
Vietnam	12.0%	48	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 53 - Orange (Intermédiaire) #####** Indice de Herfindahl-Hirschmann | **IHH** | **Faible** | **Modéré** | **Élevé** | | :- | :- | :- | :- | | **Acteurs** | | **21** | | | **Pays** | | | **45** |

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **21**, ce qui indique une **concentration modérée**. **Foxconn (40 %)**, **Pegatron (15 %)**, **Wistron (10 %)** regroupent une part importante du marché. Cette structure permet une **résilience relative**, mais dépend encore de quelques grands groupes.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **45**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (65 %)**, **Vietnam (12 %)**, **Inde (11 %)**, représentant ensemble plus de 88 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs moyennement concentrée** (IHH 21)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 45)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 45 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 53 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Connectivité et Fabrication

Les solutions de connectivité incluent les technologies et composants assurant la transmission sans fil ou filaire des données au sein des dispositifs électroniques. Les principaux protocoles incluent le Wi-Fi, Bluetooth, NFC, 5G, Ethernet, et les standards propriétaires. Avec l'expansion rapide de l'IoT et la nécessité de gérer des débits élevés avec une faible latence, la connectivité est devenue une composante critique des appareils modernes, des smartphones aux infrastructures industrielles.

Le marché mondial des modules de connectivité dépasse 50 milliards de dollars avec une croissance annuelle estimée à environ 10 %, tirée par les besoins croissants en bande passante et les usages en mobilité et domotique.

## Principaux fabricants

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Taïwan	MediaTek	Taïwan	15 %
Taïwan	TSMC	Taïwan	10 %
Taïwan	Realtek Semiconductor	Taïwan	6 %
<b>Taïwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taïwan</b>	<b>31 %</b>
États-Unis	Qualcomm	États-Unis	12 %
États-Unis	Broadcom	États-Unis	7 %
États-Unis	Intel	États-Unis	5 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>24 %</b>
Chine	HiSilicon (Huawei)	Chine	13 %
Chine	UNISOC	Chine	6 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>19 %</b>
Corée du Sud	Samsung Electronics	Corée du Sud	11 %
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>11 %</b>
Japon	Murata Manufacturing	Japon	6 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	<b>6 %</b>
Israël	Intel Israel	États-Unis	4 %
<b>Israël</b>	<b>Total</b>	<b>Israël</b>	<b>4 %</b>
Pays-Bas	NXP Semiconductors	Pays-Bas	3 %
<b>Pays-Bas</b>	<b>Total</b>	<b>Pays-Bas</b>	<b>3 %</b>

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Taiwan	31.0%	30	Vert (Stable)
Japon	6.0%	29	Vert (Stable)
Chine	19.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Corée du Sud	11.0%	33	Vert (Stable)
Pays-Bas	3.0%	28	Vert (Stable)
États-Unis	24.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Israël	4.0%	59	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 39 - Vert (Stable)**

## Indice de Herfindahl-Hirschmann

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs	10		
Pays		21	

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **10**, ce qui indique une **concentration faible**. Bien que **MediaTek (15 %)**, **HiSilicon (Huawei) (13 %)**, **Qualcomm (12 %)** regroupent plus de 40 % du marché, plusieurs autres groupes viennent équilibrer le secteur. Cette structure permet une **certaine résilience industrielle**, avec plusieurs options en cas de tension sur un acteur majeur.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **21**, révélant une **concentration géographique modérée**. La répartition est dominée par **Taiwan (31 %)**, **États-Unis (24 %)**, **Chine (19 %)**, représentant ensemble plus de 74 % des capacités.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs plutôt diversifiée** (IHH 10)
- La **concentration géographique est modérée** (IHH 21)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 21 - Orange (Modérée)
- ISG combiné: 39 - Vert (Stable)
- Poids combiné: 2
- Niveau de vulnérabilité: **FAIBLE**

## Processeur x86 et Fabrication

Les processeurs x86 représentent une famille d'architectures CISC (Complex Instruction Set Computing) initialement développée par Intel, qui s'est imposée comme la norme dominante pour les ordinateurs personnels et les serveurs. Cette architecture, apparue en 1978 avec le processeur 8086, a évolué sur plus de quatre décennies tout en maintenant une compatibilité ascendante avec les générations précédentes. Contrairement aux architectures ARM optimisées pour l'efficacité énergétique, les processeurs x86 privilégient traditionnellement la performance brute, avec des jeux d'instructions complexes et des fréquences élevées. Les puces x86 modernes intègrent désormais jusqu'à 64 cœurs (AMD Epyc/Threadripper) et atteignent des fréquences turbo dépassant 5.8 GHz (Intel Core de 13e/14e génération). La fabrication de ces processeurs requiert des procédés lithographiques extrêmement avancés, descendant jusqu'à 3-5 nanomètres pour les nœuds les plus récents. Les processeurs x86 équipent aujourd'hui la majorité des ordinateurs personnels, des postes de travail professionnels et des serveurs d'entreprise, représentant un marché mondial estimé à plus de 65 milliards de dollars.

## Principaux fabricants

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
États-Unis	Intel Foundry	États-Unis	65 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>65 %</b>
Taïwan	TSMC	Taïwan	22 %
<b>Taïwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taïwan</b>	<b>22 %</b>
Allemagne	GlobalFoundries	États-Unis	7 %
<b>Allemagne</b>	<b>Total</b>	<b>Allemagne</b>	<b>7 %</b>
Israël	Intel Fab 28	États-Unis	5 %
<b>Israël</b>	<b>Total</b>	<b>Israël</b>	<b>5 %</b>
Irlande	Intel Leixlip	États-Unis	1 %
<b>Irlande</b>	<b>Total</b>	<b>Irlande</b>	<b>1 %</b>

Unités : million d'unité/an

Total : 495

*Note: Cette fiche se concentre uniquement sur la fabrication physique des processeurs x86. La conception de ces processeurs, réalisée principalement par Intel et AMD, n'est pas couverte dans ce document.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
États-Unis	65.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Allemagne	7.0%	30	Vert (Stable)
Irlande	1.0%	25	Vert (Stable)
Taiwan	22.0%	30	Vert (Stable)
Israel	5.0%	59	Orange (Intermédiaire)

ISG combiné: 39 - Vert (Stable)

## Indice de Herfindahl-Hirschmann

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs			48
Pays			48

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **48**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **Intel Foundry (65 %)**, **TSMC (22 %)**, **GlobalFoundries (7 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels en cas de défaillance**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **48**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **États-Unis (65 %)**, **Taïwan (22 %)**, **Allemagne (7 %)**, représentant ensemble plus de 94 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 48)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 48)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 48 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 39 - Vert (Stable)
- Poids combiné: 3
- Niveau de vulnérabilité: **MOYENNE**

## Écran Mini et Micro LED et Fabrication

Les écrans Mini LED représentent une évolution majeure des technologies d'affichage, positionnée entre les écrans LCD traditionnels et les OLED. Cette technologie conserve la structure de base d'un écran LCD (couche de cristaux liquides entre deux substrats) mais révolutionne le système de rétroéclairage en remplaçant les quelques dizaines de LED conventionnelles par des milliers de mini-LED, chacune mesurant généralement entre 50 et 200 microns. Cette multiplication des sources lumineuses permet d'obtenir un contrôle beaucoup plus précis de l'éclairage par zones (local dimming), améliorant significativement le contraste, la luminosité maximale et la précision des noirs. Les écrans Mini LED atteignent ainsi des performances visuelles proches des OLED tout en conservant les avantages des LCD: durée de vie prolongée, absence de risque de marquage et luminosité supérieure. Cette technologie est principalement employée dans les téléviseurs premium, les moniteurs professionnels, les ordinateurs portables haut de gamme et certains appareils mobiles. Le marché mondial des écrans Mini LED connaît une croissance rapide, estimée à plus de 35% annuellement, atteignant environ 6 milliards de dollars en 2024.

## Principaux fabricants

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Taïwan	Epistar	Taïwan	12 %
Taïwan	AU Optronics	Taïwan	10 %
Taïwan	Innolux	Taïwan	8 %
<b>Taïwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taïwan</b>	<b>30 %</b>
Corée du Sud	Samsung Display	Corée du Sud	14 %
Corée du Sud	LG Display	Corée du Sud	11 %
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>25 %</b>
Chine	BOE Technology	Chine	11 %
Chine	CSOT (TCL)	Chine	9 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>20 %</b>
Japon	Sony	Japon	5 %
Japon	Sharp/Foxconn	Japon	4 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	<b>9 %</b>
États-Unis	Apple (design)	États-Unis	4 %
États-Unis	Lumileds	États-Unis	3 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>7 %</b>
Allemagne	OSRAM Opto	Allemagne	4 %
<b>Allemagne</b>	<b>Total</b>	<b>Allemagne</b>	<b>4 %</b>
Vietnam	Samsung Vietnam	Corée du Sud	3 %
<b>Vietnam</b>	<b>Total</b>	<b>Vietnam</b>	<b>3 %</b>

Unités : million d'unité/an

**Total : 81**

*Note: Les capacités de production concernent spécifiquement les écrans Mini LED (pas LCD standard) et sont estimées pour 2024-2025. Le marché est en évolution rapide avec une augmentation notable des capacités prévue dans les prochaines années.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Allemagne	4.0%	30	Vert (Stable)
Corée du Sud	25.0%	33	Vert (Stable)
Japon	9.0%	29	Vert (Stable)
Vietnam	3.0%	48	Orange (Intermédiaire)
États-Unis	7.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Chine	20.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Taiwan	30.0%	30	Vert (Stable)

**ISG combiné: 37 - Vert (Stable)**

#### Indice de Herfindahl-Hirschmann

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>	<b>9</b>		
<b>Pays</b>		<b>21</b>	

**IHH par entreprise (acteurs)** L’IHH pour les assembleurs est de **9**, ce qui indique une **concentration faible**. Bien que **Samsung Display (14 %)**, **Epistar (12 %)**, **LG Display (11 %)** regroupent plus de 37 % du marché, plusieurs autres groupes viennent équilibrer le secteur. Cette structure permet une **certaine résilience industrielle**, avec plusieurs options en cas de tension sur un acteur majeur.

**IHH par pays** L’IHH par pays atteint **21**, révélant une **concentration géographique modérée**. La répartition est dominée par **Taiwan (30 %)**, **Corée du Sud (25 %)**, **Chine (20 %)**, représentant ensemble plus de 75 % des capacités.

#### En résumé

- Le secteur présente une **structure d’acteurs plutôt diversifiée** (IHH 9)
- La **concentration géographique est modérée** (IHH 21)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 21 - Orange (Modérée)
- ISG combiné: 37 - Vert (Stable)
- Poids combiné: 2
- Niveau de vulnérabilité: **FAIBLE**

#### Audio et Fabrication

Les composants audio constituent un élément essentiel des appareils électroniques modernes, assurant la capture, le traitement et la reproduction du son. Cette catégorie englobe principalement les haut-parleurs, écouteurs, microphones, amplificateurs, codecs et circuits de traitement audio spécialisés. Les haut-parleurs et écouteurs, qui forment la majorité du marché, reposent sur des aimants permanents en terres rares pour générer le champ magnétique nécessaire à la conversion des signaux électriques en ondes sonores. Les microphones, quant à eux, fonctionnent selon divers principes (électrostatique, électrodynamique, piézoélectrique). L’industrie des composants audio représente un marché mondial de plus de 20 milliards de dollars, largement dominé par des acteurs asiatiques, avec une forte concentration en Chine. La fabrication à grande échelle nécessite des processus de précision pour les membranes et bobines acoustiques, ainsi qu’un approvisionnement fiable en terres rares pour les aimants hautes performances. La demande croissante de miniaturisation, de qualité sonore supérieure et d’efficacité énergétique oriente l’évolution des technologies et des procédés de fabrication.

#### Principaux fabricants

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	Goertek	Chine	24 %
Chine	AAC Technologies	Chine	18 %
Chine	Bose Manufacturing	États-Unis	9 %
Chine	Knowles Electronics	États-Unis	7 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>56 %</b>
Taïwan	Foxconn	Taïwan	6 %
Taïwan	MediaTek	Taïwan	5 %
Taïwan	Realtek	Taïwan	4 %
<b>Taïwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taïwan</b>	<b>15 %</b>
Corée du Sud	Samsung	Corée du Sud	7 %
	Electro-Mechanics		
Corée du Sud	LG Innotek	Corée du Sud	3 %
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>10 %</b>
Japon	Sony	Japon	4 %
Japon	Panasonic	Japon	3 %
Japon	Alps Alpine	Japon	1 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	<b>8 %</b>
États-Unis	Cirrus Logic	États-Unis	2 %
États-Unis	Texas Instruments	États-Unis	2 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>4 %</b>
Allemagne	Infineon	Allemagne	2 %
Allemagne	Beyer Dynamic	Allemagne	1 %
<b>Allemagne</b>	<b>Total</b>	<b>Allemagne</b>	<b>3 %</b>

Unités : million d'unité/an

Total : 3540

*Note: Les capacités indiquées représentent la production annuelle en 2024-2025. La concentration en Chine s'explique par l'intégration verticale avec les chaînes d'assemblage d'appareils électroniques.*

### ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Taiwan	15.0%	30	Vert (Stable)
Corée du Sud	10.0%	33	Vert (Stable)
Allemagne	3.0%	30	Vert (Stable)
Chine	56.0%	54	Orange (Intermédiaire)
États-Unis	4.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Japon	8.0%	29	Vert (Stable)

ISG combiné: 45 - Orange (Intermédiaire)

### Indice de Herfindahl-Hirschmann

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs	12		
Pays			36

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **12**, ce qui indique une **concentration faible**. Bien que **Goertek (24 %)**, **AAC Technologies (18 %)**, **Bose Manufacturing (9 %)** regroupent plus de 51 % du marché, plusieurs autres groupes viennent équilibrer le secteur. Cette structure permet une **certaine résilience industrielle**, avec plusieurs options en cas de tension sur un acteur majeur.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **36**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (56 %)**, **Taïwan (15 %)**, **Corée du Sud (10 %)**, représentant ensemble plus de 81 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

#### En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs plutôt diversifiée** (IHH 12)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 36)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 36 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 45 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

#### Processeur ARM et Fabrication

Les processeurs ARM représentent une famille d'architectures RISC (Reduced Instruction Set Computing) sous licence, dominante dans les appareils mobiles et l'informatique embarquée grâce à leur excellente efficacité énergétique. Contrairement aux architectures x86 (Intel/AMD) qui privilégient la performance brute, ARM optimise le rapport performance/consommation, permettant des autonomies prolongées pour les appareils sur batterie. Développée initialement par Acorn Computers puis ARM Holdings (aujourd'hui Arm Limited), cette architecture est commercialisée sous forme de licences de propriété intellectuelle. Les fabricants adaptent ensuite ces designs à leurs besoins spécifiques, créant une grande diversité d'implémentations. Les processeurs ARM modernes couvrent un large spectre de performances, des microcontrôleurs simples aux puces hautes performances comme l'Apple M3 (3nm) ou le Qualcomm Snapdragon 8 Gen 3, intégrant jusqu'à 16 cœurs et des fréquences dépassant 3.7 GHz. Cette omniprésence fait d'ARM un acteur stratégique dans l'écosystème technologique mondial, avec plus de 230 milliards de puces expédiées à ce jour.

#### Principaux fabricants

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Taïwan	TSMC	Taïwan	54 %
<b>Taïwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taïwan</b>	<b>54 %</b>
Corée du Sud	Samsung Foundry	Corée du Sud	22 %
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>22 %</b>
États-Unis	GlobalFoundries	États-Unis	11 %
États-Unis	Intel Foundry	États-Unis	3 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>14 %</b>
Chine	SMIC	Chine	8 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>8 %</b>
Singapour	GlobalFoundries	États-Unis	2 %
<b>Singapour</b>	<b>Total</b>	<b>Singapour</b>	<b>2 %</b>

Unités : million d'unité/an

**Total** : 1575

*Note: La production est assurée par des fonderies pour le compte de concepteurs sans usines (fabless). La conception des processeurs ARM n'est pas incluse dans cette fiche.*

#### ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Taiwan	54.0%	30	Vert (Stable)
Chine	8.0%	54	Orange (Intermédiaire)
États-Unis	14.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Corée du Sud	22.0%	33	Vert (Stable)
Singapour	2.0%	23	Vert (Stable)

**ISG combiné: 34 - Vert (Stable)**

**Indice de Herfindahl-Hirschmann**

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>			<b>36</b>
<b>Pays</b>			<b>37</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **36**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **TSMC (54 %)**, **Samsung Foundry (22 %)**, **GlobalFoundries (11 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels en cas de défaillance**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **37**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Taiwan (54 %)**, **Corée du Sud (22 %)**, **États-Unis (14 %)**, représentant ensemble plus de 90 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

**En résumé**

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 36)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 37)

**Vulnérabilité combinée IHH-ISG**

- IHH: 37 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 34 - Vert (Stable)
- Poids combiné: 3
- Niveau de vulnérabilité: **MOYENNE**

**Écran OLED et Fabrication**

Les écrans Mini LED représentent une évolution majeure des technologies d'affichage, positionnée entre les écrans LCD traditionnels et les OLED. Cette technologie conserve la structure de base d'un écran LCD (couche de cristaux liquides entre deux substrats) mais révolutionne le système de rétroéclairage en remplaçant les quelques dizaines de LED conventionnelles par des milliers de mini-LED, chacune mesurant généralement entre 50 et 200 microns. Cette multiplication des sources lumineuses permet d'obtenir un contrôle beaucoup plus précis de l'éclairage par zones (local dimming), améliorant significativement le contraste, la luminosité maximale et la précision des noirs. Les écrans Mini LED atteignent ainsi des performances visuelles proches des OLED tout en conservant les avantages des LCD: durée de vie prolongée, absence de risque de marquage et luminosité supérieure. Cette technologie est principalement employée dans les téléviseurs premium, les moniteurs professionnels, les ordinateurs portables haut de gamme et certains appareils mobiles. Le marché mondial des écrans Mini LED connaît une croissance rapide, estimée à plus de 35% annuellement, atteignant environ 6 milliards de dollars en 2024.

**Principaux fabricants**

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Taiwan	Epistar	Taiwan	12 %

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Taiwan	AU Optronics	Taiwan	10 %
Taiwan	Innolux	Taiwan	8 %
<b>Taiwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taiwan</b>	<b>30 %</b>
Corée du Sud	Samsung Display	Corée du Sud	14 %
Corée du Sud	LG Display	Corée du Sud	11 %
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>25 %</b>
Chine	BOE Technology	Chine	11 %
Chine	CSOT (TCL)	Chine	9 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>20 %</b>
Japon	Sony	Japon	5 %
Japon	Sharp/Foxconn	Japon	4 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	<b>9 %</b>
États-Unis	Apple (design)	États-Unis	4 %
États-Unis	Lumileds	États-Unis	3 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>7 %</b>
Allemagne	OSRAM Opto	Allemagne	4 %
<b>Allemagne</b>	<b>Total</b>	<b>Allemagne</b>	<b>4 %</b>
Vietnam	Samsung Vietnam	Corée du Sud	3 %
<b>Vietnam</b>	<b>Total</b>	<b>Vietnam</b>	<b>3 %</b>

Unités : million d'unité/an

Total : 81

*Note: Les capacités de production concernent spécifiquement les écrans Mini LED (pas LCD standard) et sont estimées pour 2024-2025. Le marché est en évolution rapide avec une augmentation notable des capacités prévue dans les prochaines années.*

#### ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Japon	9.0%	29	Vert (Stable)
Vietnam	2.0%	48	Orange (Intermédiaire)
États-Unis	2.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Corée du Sud	54.0%	33	Vert (Stable)
Chine	28.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Inde	0.0%	60	Orange (Intermédiaire)
Taiwan	3.0%	30	Vert (Stable)

ISG combiné: 39 - Vert (Stable)

#### Indice de Herfindahl-Hirschmann

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>	<b>9</b>		
<b>Pays</b>		<b>21</b>	

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **9**, ce qui indique une **concentration faible**. Bien que **Samsung Display (14 %)**, **Epistar (12 %)**, **LG Display (11 %)** regroupent plus de 37 % du marché, plusieurs autres groupes viennent équilibrer le secteur. Cette structure permet une **certaine résilience industrielle**, avec plusieurs options en cas de tension sur un acteur majeur.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **21**, révélant une **concentration géographique modérée**. La répartition est dominée par **Taïwan (30 %)**, **Corée du Sud (25 %)**, **Chine (20 %)**, représentant ensemble plus de 75 % des capacités.

#### En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs plutôt diversifiée** (IHH 9)
- La **concentration géographique est modérée** (IHH 21)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 38 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 39 - Vert (Stable)
- Poids combiné: 3
- Niveau de vulnérabilité: **MOYENNE**

#### Écran LCD/TFT et Fabrication

Les écrans LCD (Liquid Crystal Display) représentent une technologie d'affichage mature et largement répandue, utilisant les propriétés optiques des cristaux liquides pour moduler la lumière. Le principe fondamental repose sur des cristaux liquides emprisonnés entre deux plaques de verre polarisées, qui changent d'orientation sous l'effet d'un champ électrique, permettant ou bloquant ainsi le passage de la lumière émise par un rétroéclairage. La variante TFT (Thin-Film Transistor) ajoute une matrice active de transistors contrôlant individuellement chaque pixel, améliorant significativement la qualité d'image et le temps de réponse. Les écrans LCD modernes intègrent diverses technologies d'amélioration comme l'IPS (In-Plane Switching) pour des angles de vision plus larges, le VA (Vertical Alignment) pour un meilleur contraste, ou le local dimming pour des noirs plus profonds. Bien que concurrencés par les technologies OLED et Mini-LED sur le segment premium, les écrans LCD continuent de dominer le marché global grâce à leur excellent rapport coût/performance, leur longévité et leur adaptabilité à diverses tailles, des smartphones aux grands téléviseurs en passant par les moniteurs professionnels.

#### Principaux fabricants

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	BOE Technology	Chine	25 %
Chine	CSOT (TCL)	Chine	13 %
Chine	CEC-Panda	Chine	5 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>43 %</b>
Corée du Sud	LG Display	Corée du Sud	13 %
Corée du Sud	Samsung Display	Corée du Sud	12 %
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>25 %</b>
Taïwan	AU Optronics	Taïwan	9 %
Taïwan	Innolux	Taïwan	8 %
<b>Taïwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taïwan</b>	<b>17 %</b>
Japon	Sharp/Foxconn	Japon	4 %
Japon	Japan Display Inc.	Japon	3 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	<b>7 %</b>
Mexique	LG Display Mexico	Corée du Sud	3 %
<b>Mexique</b>	<b>Total</b>	<b>Mexique</b>	<b>3 %</b>
Pologne	LG Display Poland	Corée du Sud	2 %
<b>Pologne</b>	<b>Total</b>	<b>Pologne</b>	<b>2 %</b>
Vietnam	Samsung Display Vietnam	Corée du Sud	2 %
<b>Vietnam</b>	<b>Total</b>	<b>Vietnam</b>	<b>2 %</b>

**Unités** : million d'unité/an

**Total** : 707

*Note: Les capacités indiquées représentent la production annuelle estimée en 2024-2025. Le marché LCD connaît une concentration accrue suite à la concurrence des technologies OLED et Mini-LED sur les segments premium.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Pologne	2.0%	37	Vert (Stable)
Japon	7.0%	29	Vert (Stable)
Taiwan	17.0%	30	Vert (Stable)
Chine	43.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Corée du Sud	25.0%	33	Vert (Stable)
Vietnam	2.0%	48	Orange (Intermédiaire)
Mexique	3.0%	57	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 42 - Orange (Intermédiaire)**

## Indice de Herfindahl-Hirschmann

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>	<b>13</b>		
<b>Pays</b>			<b>28</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **13**, ce qui indique une **concentration faible**. Bien que **BOE Technology (25 %)**, **CSOT (TCL) (13 %)**, **LG Display (13 %)** regroupent plus de 51 % du marché, plusieurs autres groupes viennent équilibrer le secteur. Cette structure permet une **certaine résilience industrielle**, avec plusieurs options en cas de tension sur un acteur majeur.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **28**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (43 %)**, **Corée du Sud (25 %)**, **Taiwan (17 %)**, représentant ensemble plus de 85 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs plutôt diversifiée** (IHH 13)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 28)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 28 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 42 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Capteurs et Fabrication

Les capteurs représentent une classe diversifiée de composants électroniques qui convertissent des grandeurs physiques (lumière, mouvement, température, pression, etc.) en signaux électriques exploitables par les systèmes numériques. Ces interfaces critiques entre le monde physique et numérique se caractérisent par une miniaturisation croissante, une précision accrue et une intégration de plus en plus poussée. Le marché mondial des capteurs pour l'électronique grand public, estimé à 28 milliards de dollars en 2024, se structure autour de plusieurs familles clés : capteurs d'image (CMOS, CCD), capteurs inertiels (accéléromètres, gyroscopes), capteurs environnementaux (température, humidité, pression), capteurs biométriques (empreintes digitales, reconnaissance faciale) et capteurs de proximité/position. La fabrication de ces composants repose largement sur les technologies de micro-électromécanique (MEMS) et la photolithographie avancée pour les capteurs d'image. Le secteur connaît une croissance annuelle d'environ 9%, stimulée par l'expansion de l'IoT, la sophistication croissante des smartphones et l'électrification automobile.

## Principaux fabricants

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	Foxconn	Taiwan	20 %
Chine	Luxshare Precision	Chine	14 %
Chine	Lotes	Taiwan	8 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>42 %</b>
Taiwan	Foxconn Taiwan	Taiwan	12 %
Taiwan	Cheng Uei	Taiwan	6 %
<b>Taiwan</b>	<b>Total</b>	<b>Taiwan</b>	<b>18 %</b>
Japon	Hirose Electric	Japon	9 %
Japon	Japan Aviation Electronics	Japon	5 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	<b>14 %</b>
États-Unis	TE Connectivity	États-Unis	6 %
États-Unis	Amphenol	États-Unis	4 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>10 %</b>
Allemagne	HARTING	Allemagne	4 %
Allemagne	ERNI	Allemagne	3 %
<b>Allemagne</b>	<b>Total</b>	<b>Allemagne</b>	<b>7 %</b>
Corée du Sud	Samsung	Corée du Sud	5 %
	Electro-Mechanics		
<b>Corée du Sud</b>	<b>Total</b>	<b>Corée du Sud</b>	<b>5 %</b>
Suisse	Fischer Connectors	Suisse	2 %
<b>Suisse</b>	<b>Total</b>	<b>Suisse</b>	<b>2 %</b>

Unités : millions d'unités/an

Total : 4550

*Note: Les capacités de production sont à jour pour 2024-2025. Le marché des capteurs est particulièrement fragmenté avec des acteurs spécialisés par type de technologie et secteur d'application.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
États-Unis	16.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Chine	23.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Pays-Bas	3.0%	28	Vert (Stable)
Corée du Sud	9.0%	33	Vert (Stable)
Allemagne	12.0%	30	Vert (Stable)
Taiwan	7.0%	30	Vert (Stable)
Suisse	2.0%	22	Vert (Stable)
Japon	26.0%	29	Vert (Stable)

ISG combiné: 37 - Vert (Stable)

## Indice de Herfindahl-Hirschmann

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs	10		
Pays		17	

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **10**, signe d'une **concentration faible**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **17**, indiquant une **concentration géographique modérée**.

#### En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs plutôt diversifiée** (IHH 10)
- La **concentration géographique est modérée** (IHH 17)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG

- IHH: 17 - Orange (Modérée)
- ISG combiné: 37 - Vert (Stable)
- Poids combiné: 2
- Niveau de vulnérabilité: **FAIBLE**

#### Détails des minerais

##### Samarium

Le samarium est un métal des terres rares du groupe des lanthanides, caractérisé par son aspect argenté, sa forte malléabilité et son oxydabilité à l'air. Sa production implique un processus complexe de séparation des autres terres rares contenues dans les mêmes minerais, puis de multiples étapes d'affinage et de transformation pour obtenir le métal pur ou des alliages spécifiques. Le procédé de traitement commence généralement par l'extraction du minerai, principalement de la monazite, de la bastnäsite ou de la samarskite, suivi par la séparation des terres rares et enfin par des procédés de réduction pour obtenir le métal pur. La particularité du samarium, qui s'enflamme spontanément vers 150°C, nécessite des techniques spéciales de manipulation et de stockage, généralement sous atmosphère d'argon ou huile protectrice. La chaîne d'approvisionnement mondiale est dominée par la Chine, qui contrôle la majorité des capacités de traitement, ce qui soulève des préoccupations stratégiques pour les industries occidentales dépendantes de ce métal aux propriétés magnétiques exceptionnelles.

##### ICS

Composant	ICS	Faisabilité technique	Délai d'implémentation	Impact économique
Capteurs	0.74	0.80	0.70	0.70
Connectivité	0.64	0.70	0.60	0.60

##### Valeurs d'ICS par composant

Composant	ICS	Criticité
Connectivité	0.64	Rouge (Difficile)
Capteurs	0.74	Rouge (Difficile)

**ICS moyen : 0.69 - Rouge (Difficile)**

##### IVC IVC: 35 - Orange (Modérée)

*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

## Vulnérabilité combinée ICS-IVC

- ICS moyen: 0.69 - Rouge (Difficile)
- IVC: 35 - Orange (Modérée)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Extraction

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	China Northern Rare Earth Group	Chine	70 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>71 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	15 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>14 %</b>
Inde	Indian Rare Earths Limited	Inde	7 %
<b>Inde</b>	<b>Total</b>	<b>Inde</b>	<b>7 %</b>
Australie	Lynas Rare Earths	Australie	4 %
<b>Australie</b>	<b>Total</b>	<b>Australie</b>	<b>4 %</b>
Brésil	CBMM	Brésil	3 %
<b>Brésil</b>	<b>Total</b>	<b>Brésil</b>	<b>3 %</b>

Unités : t/an

Total : 700

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Inde	7.0%	60	Orange (Intermédiaire)
Chine	71.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Australie	4.0%	26	Vert (Stable)
Bresil	3.0%	55	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	14.0%	42	Orange (Intermédiaire)

ISG combiné: **52 - Orange (Intermédiaire)**

## Indice de Herfindahl-Hirschmann - Extraction

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>			<b>52</b>
<b>Pays</b>			<b>53</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **52**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **China Northern Rare Earth Group (70 %)**, **MP Materials (15 %)**, **Indian Rare Earths Limited (7 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels en cas de défaillance**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **53**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (71 %)**, **États-Unis (14 %)**, **Inde (7 %)**, représentant ensemble plus de 92 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 52)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 53)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour l'extraction

- IHH: 53 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 52 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Traitement

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Origines du minéral	Part de marché
Chine	China Northern Rare Earth Group	Chine	Chine (95%), Australie (10%)	50 %
Chine	Shenghe Resources	Chine	Chine (85%), Australie (15%)	12 %
Chine	China Minmetals	Chine	Chine (80%), Australie (10%)	8 %
Chine	Neo Performance Materials	Canada	Chine (70%), Australie (30%)	4 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	-	<b>74 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	États-Unis (100%)	10 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	-	<b>10 %</b>
Malaisie	Lynas Corporation	Australie	Australie (100%)	8 %
<b>Malaisie</b>	<b>Total</b>	<b>Malaisie</b>	-	<b>8 %</b>
Japon	Santoku Corporation	Japon	Chine (80%), Australie (15%)	3 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	-	<b>3 %</b>
Inde	Indian Rare Earths Limited	Inde	Inde (100%)	3 %
<b>Inde</b>	<b>Total</b>	<b>Inde</b>	-	<b>3 %</b>
Brésil	CBMM	Brésil	Brésil (100%)	2 %
<b>Brésil</b>	<b>Total</b>	<b>Brésil</b>	-	<b>2 %</b>

Unités : t/an

Total : 600

*Note: La capacité de traitement fait référence à la quantité de samarium (sous forme d'oxyde ou de métal) pouvant être produite annuellement.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Malaisie	8.0%	44	Orange (Intermédiaire)
Inde	3.0%	60	Orange (Intermédiaire)
Chine	74.0%	54	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	10.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Japon	3.0%	29	Vert (Stable)
Bresil	2.0%	55	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)**

## Indice de Herfindahl-Hirschmann - Traitement

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs			29
Pays			57

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **29**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **China Northern Rare Earth Group (50 %)**, **Shenghe Resources (12 %)**, **MP Materials (10 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels en cas de défaillance**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **57**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (74 %)**, **États-Unis (10 %)**, **Malaisie (8 %)**, représentant ensemble plus de 92 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

### En résumé

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 29)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 57)

### Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour le traitement

- IHH: 57 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Scandium

Le scandium est un métal de transition léger appartenant au groupe IIIB du tableau périodique, découvert en 1879 par le chimiste suédois Lars Fredrik Nilson. Ce métal blanc-argenté, malléable et ductile, se caractérise par son point de fusion élevé (1541°C), sa faible densité (2,99 g/cm<sup>3</sup>) et sa capacité à former des alliages remarquablement résistants, particulièrement avec l'aluminium. Le scandium est l'un des éléments les plus dispersés dans la croûte terrestre, présent en faibles concentrations dans plus de 800 minéraux, mais rarement en quantités permettant une exploitation économique directe. Son extraction implique des procédés complexes qui varient selon la source - principalement comme sous-produit de l'extraction d'autres métaux (titane, uranium, terres rares, nickel) ou à partir de résidus industriels. La production mondiale est limitée (15-25 tonnes par an) et concentrée principalement en Chine et en Russie. Malgré cette rareté, le scandium possède des applications stratégiques dans l'aérospatiale, l'industrie sportive de haute performance, les piles à combustible à oxyde solide et l'électronique, grâce à sa capacité à améliorer significativement les propriétés mécaniques et thermiques des alliages d'aluminium tout en réduisant leur poids.

## ICS

Composant	ICS	Faisabilité technique	Délai d'implémentation	Impact économique
ProcesseurARM	0.70	0.70	0.70	0.70
ProcesseurASIC	0.70	0.70	0.70	0.70
ProcesseurX86	0.70	0.70	0.70	0.70

### Valeurs d'ICS par composant

Composant	ICS	Criticité
Processeur x86	0.70	Rouge (Difficile)
Processeur ARM	0.70	Rouge (Difficile)

**ICS moyen : 0.70 - Rouge (Difficile)**

**IVC IVC: 108 - Rouge (Forte)**

*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

**Vulnérabilité combinée ICS-IVC**

- ICS moyen: 0.70 - Rouge (Difficile)
- IVC: 108 - Rouge (Forte)
- Poids combiné: 9
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

**Extraction**

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	China Northern Rare Earth Group	Chine	50 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>50 %</b>
Russie	Rosatom	Russie	20 %
<b>Russie</b>	<b>Total</b>	<b>Russie</b>	<b>20 %</b>
Philippines	Nickel Asia Corporation	Philippines	15 %
<b>Philippines</b>	<b>Total</b>	<b>Philippines</b>	<b>15 %</b>
Canada	Rio Tinto	Royaume-Uni	8 %
<b>Canada</b>	<b>Total</b>	<b>Canada</b>	<b>8 %</b>

**Unités : t/an**

**Total : 40**

**ISG des pays impliqués**

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Chine	50.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Canada	8.0%	26	Vert (Stable)
Russie	20.0%	65	Orange (Intermédiaire)
Philippines	15.0%	59	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 55 - Orange (Intermédiaire)**

**Indice de Herfindahl-Hirschmann - Extraction**

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs			32
Pays			32

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **32**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **China Northern Rare Earth Group (50 %)**, **Rosatom (20 %)**, **Nickel - Batteries**, revêtements conducteurs, alliages **Asia Corporation (15 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels en cas de défaillance**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **32**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (50 %)**, **Russie (20 %)**, **Philippines (15 %)**, représentant ensemble plus de 85 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

#### En résumé

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 32)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 32)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour l'extraction

- IHH: 32 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 55 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

#### Traitement

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Origines du minerai	Part de marché
Chine	Baogang Rare Earth	Chine		35 %
Chine	Hunan NonFerrous Metals	Chine		15 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	-	<b>50 %</b>
Russie	Urals Aluminum	Russie		20 %
<b>Russie</b>	<b>Total</b>	<b>Russie</b>	-	<b>20 %</b>
Ukraine	SRSU/ISM	Ukraine		10 %
<b>Ukraine</b>	<b>Total</b>	<b>Ukraine</b>	-	<b>10 %</b>
Philippines	Scandium International	Canada		8 %
<b>Philippines</b>	<b>Total</b>	<b>Philippines</b>	-	<b>8 %</b>
Australie	Clean TeQ Sunrise	Australie		5 %
<b>Australie</b>	<b>Total</b>	<b>Australie</b>	-	<b>5 %</b>
Japon	Sumitomo Metal Mining	Japon		4 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	-	<b>4 %</b>
Canada	Rio Tinto	Royaume-Uni		4 %
<b>Canada</b>	<b>Total</b>	<b>Canada</b>	-	<b>4 %</b>

Unités : t

Total : 20

ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Australie	5.0%	26	Vert (Stable)
Japon	4.0%	29	Vert (Stable)
Canada	4.0%	26	Vert (Stable)
Philippines	8.0%	59	Orange (Intermédiaire)
Russie	20.0%	65	Orange (Intermédiaire)
Chine	50.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Ukraine	10.0%	73	Rouge (Instable)

**ISG combiné: 55 - Orange (Intermédiaire)**

#### Indice de Herfindahl-Hirschmann - Traitement

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>			<b>21</b>
<b>Pays</b>			<b>31</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **21**, ce qui indique une **concentration modérée**. **Baogang Rare Earth (35 %)**, **Urals Aluminum (20 %)**, **Hunan NonFerrous Metals (15 %)** regroupent une part importante du marché. Cette structure permet une **résilience relative**, mais dépend encore de quelques grands groupes.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **31**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (50 %)**, **Russie (20 %)**, **Ukraine (10 %)**, représentant ensemble plus de 80 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

#### En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs moyennement concentrée** (IHH 21)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 31)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour le traitement

- IHH: 31 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 55 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

#### Terbium

Le terbium est un élément métallique du groupe des lanthanides, découvert en 1843 par Carl Gustaf Mosander lors de l'analyse de la "terre d'yttria". Ce métal de couleur gris-argenté, malléable et ductile se caractérise par sa relative stabilité à l'air, ses propriétés magnétiques remarquables et sa capacité à émettre une luminescence verte lorsqu'il est excité. Le terbium se trouve principalement dans des minéraux comme la bastnäsité, la monazite et la xénotime, toujours en association avec d'autres terres rares et en concentrations extrêmement faibles. Son extraction et sa séparation impliquent des procédés hydrometallurgiques complexes, notamment l'extraction par solvant et l'échange d'ions, rendus particulièrement difficiles par sa similitude chimique avec les autres lanthanides. La chaîne d'approvisionnement mondiale est fortement concentrée en Chine, qui contrôle environ 85% de la production. Malgré sa rareté (production mondiale d'environ 450 tonnes par an), le terbium est essentiel pour plusieurs applications de haute technologie, notamment les phosphores verts pour écrans, les disques magnéto-optiques, les aimants permanents Terfenol-D et les dispositifs sonar.

## ICS

Composant	ICS	Faisabilité technique	Délai d'implémentation	Impact économique
EcranLCD	0.81	0.90	0.80	0.70
EcranMiniLED	0.81	0.90	0.80	0.70

### Valeurs d'ICS par composant

Composant	ICS	Criticité
Écran Mini et Micro LED	0.81	Rouge (Difficile)
Écran LCD/TFT	0.81	Rouge (Difficile)

**ICS moyen : 0.81 - Rouge (Difficile)**

### IVC IVC: 28 - Orange (Modérée)

*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

### Vulnérabilité combinée ICS-IVC

- ICS moyen: 0.81 - Rouge (Difficile)
- IVC: 28 - Orange (Modérée)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

### Extraction

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	China Northern Rare Earth Group	Chine	71 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>71 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	14 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>14 %</b>
Myanmar	Diverses entreprises locales	Myanmar	7 %
<b>Myanmar</b>	<b>Total</b>	<b>Myanmar</b>	<b>7 %</b>
Australie	Lynas Rare Earths	Australie	4 %
<b>Australie</b>	<b>Total</b>	<b>Australie</b>	<b>4 %</b>
Brésil	CBMM	Brésil	3 %
<b>Brésil</b>	<b>Total</b>	<b>Brésil</b>	<b>3 %</b>

Unités : t/an

Total : 700

### ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Chine	71.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Myanmar	7.0%	84	Rouge (Instable)
Bresil	3.0%	55	Orange (Intermédiaire)
Australie	4.0%	26	Vert (Stable)
EtatsUnis	14.0%	42	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 53 - Orange (Intermédiaire)**

**Indice de Herfindahl-Hirschmann - Extraction**

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>			<b>53</b>
<b>Pays</b>			<b>53</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **53**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **China Northern Rare Earth Group (71 %)**, **MP Materials (14 %)**, **Diverses entreprises locales (7 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels en cas de défaillance**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **53**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (71 %)**, **États-Unis (14 %)**, **Myanmar (7 %)**, représentant ensemble plus de 92 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

**En résumé**

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 53)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 53)

**Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour l'extraction**

- IHH: 53 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 53 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

**Traitement**

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Origines du minerai	Part de marché
Chine	China Minmetals	Chine		33 %
Chine	China Northern Rare Earth	Chine		27 %
Chine	Xiamen Tungsten	Chine		18 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	-	<b>78 %</b>
Malaisie	Lynas Advanced Materials	Australie		7 %
<b>Malaisie</b>	<b>Total</b>	<b>Malaisie</b>	-	<b>7 %</b>
Estonie	NPM Silmet	Canada		4 %
<b>Estonie</b>	<b>Total</b>	<b>Estonie</b>	-	<b>4 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis		3 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	-	<b>3 %</b>
Inde	Indian Rare Earths	Inde		3 %
<b>Inde</b>	<b>Total</b>	<b>Inde</b>	-	<b>3 %</b>

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Origines du minerais	Part de marché
Vietnam	Vietnam Rare Earth	Vietnam		2 %
<b>Vietnam</b>	<b>Total</b>	<b>Vietnam</b>	<b>-</b>	<b>2 %</b>

Unités : t/an

Total : 450

*Note: Les capacités indiquées représentent la production d'oxyde de terbium (Tb O<sub>3</sub>). La Chine domine largement le marché mondial avec environ 78% de la capacité de traitement, notamment grâce à ses gisements d'argiles ioniques du sud du pays, particulièrement riches en terres rares lourdes.*

#### ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Chine	78.0%	54	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	3.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Inde	3.0%	60	Orange (Intermédiaire)
Vietnam	2.0%	48	Orange (Intermédiaire)
Malaisie	7.0%	44	Orange (Intermédiaire)
Estonie	4.0%	33	Vert (Stable)

ISG combiné: **52 - Orange (Intermédiaire)**

#### Indice de Herfindahl-Hirschmann - Traitement

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs		<b>22</b>	
Pays			<b>62</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **22**, ce qui indique une **concentration modérée**. **China Minmetals (33 %)**, **China Northern Rare Earth (27 %)**, **Xiamen Tungsten (18 %)** regroupent une part importante du marché. Cette structure permet une **résilience relative**, mais dépend encore de quelques grands groupes.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **62**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (78 %)**, **Malaisie (7 %)**, **Estonie (4 %)**, représentant ensemble plus de 89 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

#### En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs moyennement concentrée** (IHH 22)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 62)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour le traitement

- IHH: 62 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 52 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Yttrium

L'yttrium est un métal de transition du groupe 3, souvent classé parmi les terres rares bien qu'il ne soit pas un lanthanide. Découvert en 1794 par Johan Gadolin dans un minéral provenant du village d'Ytterby en Suède, ce métal gris-argenté se caractérise par sa stabilité relative à l'air, son point de fusion élevé (1522°C), et sa capacité à former des composés hautement luminescents. L'yttrium présente des propriétés chimiques remarquablement similaires à celles des lanthanides lourds, notamment l'holmium et le dysprosium, ce qui explique sa présence naturelle dans les mêmes gisements. On le trouve principalement dans les minéraux de xénotime, monazite et les argiles ioniques chinoises, généralement en association avec d'autres terres rares. Son extraction et sa séparation impliquent des procédés hydrometallurgiques complexes, rendus particulièrement difficiles par sa similitude chimique avec les autres terres rares. La chaîne d'approvisionnement mondiale est fortement dominée par la Chine, qui contrôle plus de 85% de la production. Malgré une abondance relative supérieure à celle de nombreuses autres terres rares, l'yttrium est considéré comme critique en raison de ses applications stratégiques dans les phosphores pour écrans, les céramiques hautes performances et les superalliages.

## ICS

Composant	ICS	Faisabilité technique	Délai d'implémentation	Impact économique
EcranMiniLED	0.74	0.80	0.70	0.70
EcranOLED	0.70	0.70	0.70	0.70

## Valeurs d'ICS par composant

Composant	ICS	Criticité
Écran Mini et Micro LED	0.74	Rouge (Difficile)
Écran OLED	0.70	Rouge (Difficile)

**ICS moyen : 0.72 - Rouge (Difficile)**

## IVC IVC: 28 - Orange (Modérée)

*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

## Vulnérabilité combinée ICS-IVC

- ICS moyen: 0.72 - Rouge (Difficile)
- IVC: 28 - Orange (Modérée)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Extraction

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	China Northern Rare Earth Group	Chine	71 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>71 %</b>
Myanmar	Diverses entreprises locales	Myanmar	13 %

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
<b>Myanmar</b>	<b>Total</b>	<b>Myanmar</b>	<b>13 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	7 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>7 %</b>
Australie	Lynas Rare Earths	Australie	4 %
<b>Australie</b>	<b>Total</b>	<b>Australie</b>	<b>4 %</b>
Inde	Indian Rare Earths Limited	Inde	3 %
<b>Inde</b>	<b>Total</b>	<b>Inde</b>	<b>3 %</b>

Unités : t/an

Total : 11200

#### ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Australie	4.0%	26	Vert (Stable)
Chine	71.0%	54	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	7.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Myanmar	13.0%	84	Rouge (Instable)
Inde	3.0%	60	Orange (Intermédiaire)

ISG combiné: **56 - Orange (Intermédiaire)**

#### Indice de Herfindahl-Hirschmann - Extraction

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>			<b>53</b>
<b>Pays</b>			<b>53</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **53**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **China Northern Rare Earth Group (71 %)**, **Diverses entreprises locales (13 %)**, **MP Materials (7 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels en cas de défaillance**.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **53**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (71 %)**, **Myanmar (13 %)**, **États-Unis (7 %)**, représentant ensemble plus de 91 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

#### En résumé

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 53)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 53)

#### Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour l'extraction

- IHH: 53 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 56 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Traitement

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Origines du minéral	Part de marché
Chine	China Minmetals	Chine		35 %
Chine	China Northern Rare Earth	Chine		25 %
Chine	Xiamen Tungsten	Chine		17 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	-	<b>77 %</b>
Malaisie	Lynas Advanced Materials	Australie		8 %
<b>Malaisie</b>	<b>Total</b>	<b>Malaisie</b>	-	<b>8 %</b>
Estonie	NPM Silmet	Canada		6 %
<b>Estonie</b>	<b>Total</b>	<b>Estonie</b>	-	<b>6 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis		5 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	-	<b>5 %</b>
Vietnam	Vietnam Rare Earth	Vietnam		2 %
<b>Vietnam</b>	<b>Total</b>	<b>Vietnam</b>	-	<b>2 %</b>

Unités : t/an

Total : 7150

*Note: Les capacités indiquées représentent la production d'oxyde d'yttrium (Y O ). La Chine domine largement le marché mondial grâce à ses gisements d'argiles ioniques du sud du pays, particulièrement riches en yttrium.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Malaisie	8.0%	44	Orange (Intermédiaire)
Chine	77.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Vietnam	2.0%	48	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	5.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Estonie	6.0%	33	Vert (Stable)

ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)

## Indice de Herfindahl-Hirschmann - Traitement

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs		23	
Pays			61

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **23**, ce qui indique une **concentration modérée**. **China Minmetals (35 %)**, **China Northern Rare Earth (25 %)**, **Xiamen Tungsten (17 %)** regroupent une part importante du marché. Cette structure permet une **résilience relative**, mais dépend encore de quelques grands groupes.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **61**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (77 %)**, **Malaisie (8 %)**, **Estonie (6 %)**, représentant ensemble plus de 91 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs moyennement concentrée** (IHH 23)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 61)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour le traitement

- IHH: 61 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Gadolinium

Le gadolinium est un métal rare, blanc-argenté, appartenant à la famille des lanthanides, découvert en 1794 par Johan Gadolin en Suède et isolé à l'état pur en 1886 par le chimiste français Paul Emile Lecoq de Boisbaudran. Ce métal se caractérise par ses propriétés paramagnétiques exceptionnelles, son comportement ferromagnétique en dessous de 20°C et sa forte section efficace d'absorption des neutrons. Le gadolinium n'existe pas à l'état natif dans la nature mais principalement dans des minéraux comme la monazite et la bastnäsité, avec la lépersonite (minéral rare d'Afrique équatoriale) comme seul minéral renfermant exclusivement du gadolinium parmi les lanthanides. Son extraction et son traitement impliquent des procédés métallurgiques et chimiques complexes, notamment pour le séparer des autres terres rares. Malgré sa toxicité intrinsèque, le gadolinium complexé par des macromolécules voit sa toxicité réduite d'un facteur 100 environ, ce qui permet son utilisation en médecine comme agent de contraste pour l'imagerie par résonance magnétique (IRM), sa principale application commerciale.

## ICS

Composant	ICS	Faisabilité technique	Délai d'implémentation	Impact économique
Capteurs	0.74	0.80	0.70	0.70

## Valeurs d'ICS par composant

Composant	ICS	Criticité
Capteurs	0.74	Rouge (Difficile)

**ICS moyen : 0.74 - Rouge (Difficile)**

## IVC IVC: 7 - Vert (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

## Vulnérabilité combinée ICS-IVC

- ICS moyen: 0.74 - Rouge (Difficile)
- IVC: 7 - Vert (Faible)
- Poids combiné: 3
- Niveau de vulnérabilité: **MOYENNE**

## Extraction

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	Baotou Steel RareEarth	Chine	30 %
Chine	Xiamen Tungsten	Chine	15 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>70 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	15 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>15 %</b>
Australie	Lynas Rare Earths Ltd	Australie	10 %
<b>Australie</b>	<b>Total</b>	<b>Australie</b>	<b>5 %</b>
Brésil	CBMM	Brésil	5 %
<b>Brésil</b>	<b>Total</b>	<b>Brésil</b>	<b>5 %</b>

Unités : t/an

Total : 400

*Note : Les données de production sont basées sur les estimations de 2024, les plus récentes disponibles.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Chine	70.0%	54	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	15.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Bresil	5.0%	55	Orange (Intermédiaire)
Australie	5.0%	26	Vert (Stable)

**ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)**

## Indice de Herfindahl-Hirschmann - Extraction

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>		<b>15</b>	
<b>Pays</b>			<b>52</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **15**, ce qui indique une **concentration modérée**. **Baotou Steel RareEarth (30 %)**, **Xiamen Tungsten (15 %)**, **MP Materials (15 %)** regroupent une part importante du marché. Cette structure permet une **résilience relative**, mais dépend encore de quelques grands groupes.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **52**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (70 %)**, **États-Unis (15 %)**, **Australie (5 %)**, représentant ensemble plus de 90 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs moyennement concentrée** (IHH 15)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 52)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour l'extraction

- IHH: 52 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Traitement

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Origines du minerai	Part de marché
Chine	China Minmetals	Chine	Chine (100%)	40 %
Chine	Shenghe Resources	Chine	Chine (100%)	21 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	-	<b>61 %</b>
Malaisie	Lynas Advanced Materials	Australie	Australie (100%), Brésil (40%)	12 %
<b>Malaisie</b>	<b>Total</b>	<b>Malaisie</b>	-	<b>12 %</b>
France	Solvay	France	Chine (60%), Brésil (40%)	9 %
<b>France</b>	<b>Total</b>	<b>France</b>	-	<b>9 %</b>
Estonie	NPM Silmet	Canada	États-Unis (100%), Brésil (40%)	8 %
<b>Estonie</b>	<b>Total</b>	<b>Estonie</b>	-	<b>8 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	États-Unis (100%), Brésil (40%)	5 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	-	<b>5 %</b>
Japon	ShinEtsu	Japon	Chine (70%)	4 %
<b>Japon</b>	<b>Total</b>	<b>Japon</b>	-	<b>4 %</b>

Unités : t/an

Total : 380

*Note: Les capacités indiquées représentent la production de gadolinium sous forme d'oxyde et de métal.*

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Malaisie	12.0%	44	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	5.0%	42	Orange (Intermédiaire)
France	9.0%	34	Vert (Stable)
Chine	61.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Estonie	8.0%	33	Vert (Stable)
Japon	4.0%	29	Vert (Stable)

**ISG combiné: 48 - Orange (Intermédiaire)**

## Indice de Herfindahl-Hirschmann - Traitement

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs		24	
Pays			41

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **24**, ce qui indique une **concentration modérée**. **China Minmetals (40 %)**, **Shenghe Resources (21 %)**, **Lynas Advanced Materials (12 %)** regroupent une part importante du marché. Cette structure permet une **résilience relative**, mais dépend encore de quelques grands groupes.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **41**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (61 %)**, **Malaisie (12 %)**, **France (9 %)**, représentant ensemble plus de 82 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs moyennement concentrée** (IHH 24)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 41)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour le traitement

- IHH: 41 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 48 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Dysprosium

Le dysprosium est un métal lanthanide rare de couleur blanc-argenté, découvert en 1886 par le Français Lecoq de Boisbaudran. Ce métal au nom issu du grec “dysprositos” (difficile à obtenir) se caractérise par sa malléabilité, sa ductilité, sa forte réactivité à l'air et à l'eau, et ses remarquables propriétés magnétiques. Classé parmi les terres rares lourdes, il est faiblement concentré dans la croûte terrestre (environ 0,3 ppm). Le dysprosium se distingue par sa capacité à renforcer considérablement la résistance à la démagnétisation à haute température des aimants permanents, propriété qui représente 98% de ses applications et en fait un élément stratégique pour les technologies de pointe. Sa production mondiale est largement dominée par la Chine, qui maintient une situation de quasi-monopole sur l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis l'extraction jusqu'à la transformation en produits finis.

## ICS

Composant	ICS	Faisabilité technique	Délai d'implémentation	Impact économique
Audio	0.70	0.70	0.70	0.70

## Valeurs d'ICS par composant

Composant	ICS	Criticité
Audio	0.70	Rouge (Difficile)

**ICS moyen : 0.70 - Rouge (Difficile)**

## IVC IVC: 36 - Orange (Modérée)

*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

## Vulnérabilité combinée ICS-IVC

- ICS moyen: 0.70 - Rouge (Difficile)
- IVC: 36 - Orange (Modérée)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Extraction

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Part de marché
Chine	China Northern Rare Earth Group	Chine	75 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	<b>98 %</b>
Australie	Northern Minerals	Australie	2 %
<b>Australie</b>	<b>Total</b>	<b>Australie</b>	<b>2 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	0 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	<b>0 %</b>

Unités : tonnes/an

Total : 1835

## ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
EtatsUnis	0.0%	42	Orange (Intermédiaire)
Chine	98.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Australie	2.0%	26	Vert (Stable)

**ISG combiné: 53 - Orange (Intermédiaire)**

## Indice de Herfindahl-Hirschmann - Extraction

IHH	Faible	Modéré	Élevé
<b>Acteurs</b>			<b>56</b>
<b>Pays</b>			<b>96</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **56**, signalant une **concentration élevée**. Le marché est largement dominé par **China Northern Rare Earth Group (75 %)**, **Northern Minerals (2 %)**, **MP Materials (0 %)**, ce qui pourrait poser des **risques industriels** en cas de défaillance.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **96**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (98 %)**, **Australie (2 %)**, **États-Unis (0 %)**, représentant ensemble plus de 100 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **concentration forte en nombre d'acteurs** (IHH 56)
- La **concentration géographique** est élevée (IHH 96)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour l'extraction

- IHH: 96 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 53 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Traitement

Pays d'implantation	Entreprise	Pays d'origine	Origines du minéral	Part de marché
Chine	China Minmetals	Chine	Chine (95%)	39 %
Chine	Northern Rare Earth	Chine	Chine (100%)	20 %
<b>Chine</b>	<b>Total</b>	<b>Chine</b>	-	<b>59 %</b>
Malaisie	Lynas Advanced Materials	Australie	Australie (100%)	13 %
<b>Malaisie</b>	<b>Total</b>	<b>Malaisie</b>	-	<b>13 %</b>
États-Unis	MP Materials	États-Unis	États-Unis (100%)	10 %
<b>États-Unis</b>	<b>Total</b>	<b>États-Unis</b>	-	<b>10 %</b>
Estonie	NPM Silmet	Canada	Australie (100%)	6 %
<b>Estonie</b>	<b>Total</b>	<b>Estonie</b>	-	<b>6 %</b>
Inde	Indian Rare Earths	Inde	Chine (100%)	5 %
<b>Inde</b>	<b>Total</b>	<b>Inde</b>	-	<b>5 %</b>
Russie	Solikamsk Magnesium	Russie	États-Unis (100%)	4 %
<b>Russie</b>	<b>Total</b>	<b>Russie</b>	-	<b>4 %</b>

Unités : tonnes/an

Total : 900

*Note: La production de dysprosium est étroitement liée à celle des autres terres rares, créant une interdépendance complexe entre l'offre et la demande des différents éléments.*

### ISG des pays impliqués

Pays	Part de marché	ISG	Criticité
Estonie	6.0%	33	Vert (Stable)
Russie	4.0%	65	Orange (Intermédiaire)
Chine	59.0%	54	Orange (Intermédiaire)
Inde	5.0%	60	Orange (Intermédiaire)
Malaisie	13.0%	44	Orange (Intermédiaire)
EtatsUnis	10.0%	42	Orange (Intermédiaire)

**ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)**

### Indice de Herfindahl-Hirschmann - Traitement

IHH	Faible	Modéré	Élevé
Acteurs		<b>23</b>	
Pays			<b>38</b>

**IHH par entreprise (acteurs)** L'IHH pour les assembleurs est de **23**, ce qui indique une **concentration modérée**. **China Minmetals (39 %)**, **Northern Rare Earth (20 %)**, **Lynas Advanced Materials (13 %)** regroupent une part importante du marché. Cette structure permet une **résilience relative**, mais dépend encore de quelques grands groupes.

**IHH par pays** L'IHH par pays atteint **38**, révélant une **concentration géographique élevée**. La répartition est dominée par **Chine (59 %)**, **Malaisie (13 %)**, **États-Unis (10 %)**, représentant ensemble plus de 82 % des capacités. Cette configuration expose la chaîne à des **risques géopolitiques ou logistiques localisés**.

## En résumé

- Le secteur présente une **structure d'acteurs moyennement concentrée** (IHH 23)
- La **concentration géographique est élevée** (IHH 38)

## Vulnérabilité combinée IHH-ISG pour le traitement

- IHH: 38 - Rouge (Élevée)
- ISG combiné: 51 - Orange (Intermédiaire)
- Poids combiné: 6
- Niveau de vulnérabilité: **ÉLEVÉE à CRITIQUE**

## Méthodologie d'analyse des risques

### Indices et seuils

La méthode d'évaluation intègre 4 indices et leurs combinaisons pour identifier les chemins critiques.

**IHH (Herfindahl-Hirschmann) : concentration géographiques ou industrielle d'une opération** Cet indice consiste à sommer les parts de marché au carré pour évaluer la concentration d'une industrie ou d'une zone géographique.

Plus l'IHH est faible (typiquement en dessous de 15), plus le secteur considéré est diversifié en acteurs ou en pays producteurs ; plus il est élevé (au-delà de 25), plus on se rapproche d'une situation de quasi-monopole ou de forte dépendance, qu'elle soit géopolitique ou industrielle ; un IHH de 100 indique un monopole.

$$IHH = \frac{\sum_{i=1}^N s_i^2}{100}$$

où : -  $N$  : Nombre total d'acteurs ou d'entités considérées. -  $s_i$  : Part relative de l'acteur  $i$ , exprimée en proportion mondiale (entre 1 et 100).

- Seuils :  $<15$  = Vert (Faible),  $15-25$  = Orange (Modérée),  $>25$  = Rouge (Élevée)

**ISG (Stabilité Géopolitique) : stabilité des pays** Cet indicateur synthétise trois bases reconnues :

- WGI (World Bank, "Political Stability & Absence of Violence"),
- FSI (Fragile States Index)
- et ND-GAIN (Climat & capacité d'adaptation)

afin de mesurer, pour chaque pays, la probabilité qu'un choc politique, social ou climatique perturbe la chaîne d'approvisionnement.

Plus l'indice est faible et plus la pays est stable.

$$ISG = \text{arrondi} \left( 100 \times \left( 50\% \times \frac{2.5 - WGI}{5} + 30\% \times \frac{FSI}{120} + 20\% \times \frac{100 - NDGAIN}{100} \right) \right)$$

- Seuils :  $<40$  = Vert (Stable),  $40-60$  = Orange,  $>60$  = Rouge (Instable)

**ICS (Criticité de Substituabilité) : capacité à remplacer / substituer un élément** La criticité a pour objectif de pondérer une part de marché qui se trouve sur un chemin critique de la chaîne d'approvisionnement. À titre d'exemple, un minerai utilisé dans le numérique et dont le traitement est réalisé à 95% par un acteur, mais dont la criticité est faible aura un moindre impact qu'un autre minerai à 80% de part de marché pour un acteur, mais avec une forte criticité.

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

$$ICS = 40\% \times F_{tech} + 30\% \times D_{impl} + 30\% \times I_{eco}$$

(où  $F_{tech}$  = faisabilité technique,  $D_{impl}$  = délai d'implémentation,  $I_{eco}$  = impact économique).

- Seuils : <0.3 = Vert (Facile), 0.3-0.6 = Orange (Moyenne), >0.6 = Rouge (Difficile)

**IVC (Vulnérabilité de Concurrence) : pression concurrentielle avec d'autres secteurs** 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 minerais.

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.

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

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

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*.

- Seuils : <5 = Vert (Faible), 5-15 = Orange (Modérée), >15 = Rouge (Forte)

## Combinaison des indices

### IHH et ISG

Ces deux indices s'appliquent à toutes les opérations et se combinent dans l'évaluation du risque (niveau d'impact et probabilité de survenance) :

- l'IHH donne le niveau d'impact => une forte concentration implique un fort impact si le risque est avéré
- l'ISG donne la probabilité de survenance => plus les pays sont instables (et donc plus l'ISG est élevé) et plus la survenance du risque est élevée

Pour évaluer le risque pour une opération, les ISG des pays sont pondérés par les parts de marché respectives pour donner un ISG combiné dont le calcul est :  $ISG\_combiné = (Somme\ des\ ISG\ des\ pays\ multipliée\ par\ leur\ part\ de\ marché) / Sommes\ de\ leur\ part\ de\ marché$

On établit alors une matrice (Vert = 1, Orange = 2, Rouge = 3) et en faisant le produit des poids de l'ISG combiné et de l'IHH

ISG combiné / IHH	Vert	Orange	Rouge
Vert	1	2	3
Orange	2	4	6
Rouge	3	6	9

Les vulnérabilités se classent en trois niveaux pour chaque opération :

- Vulnérabilité combinée élevée à critique : poids 6 et 9
- Vulnérabilité combinée moyenne : poids 3 et 4
- Vulnérabilité combinée faible : poids 1 et 2

### ICS et IVC

Ces deux indices se combinent dans l'évaluation du risque pour un minerai :

- l'ICS donne le niveau d'impact => une faible substituabilité (et donc un ICS élevé) implique un fort impact si le risque est avéré ; l'ICS est associé à la relation entre un composant et un minerai

- l'IVC donne la probabilité de l'impact => une forte concurrence intersectorielle (IVC élevé) implique une plus forte probabilité de survenance

Par simplification, on intègre un ICS moyen d'un minéral comme étant la moyenne des ICS pour chacun des composants dans lesquels il intervient.

On établit alors une matrice (Vert = 1, Orange = 2, Rouge = 3) et en faisant le produit des poids de l'ICS moyen et de l'IVC.

ICS_moyen / IVC	Vert	Orange	Rouge
Vert	1	2	3
Orange	2	4	6
Rouge	3	6	9

Les vulnérabilités se classent en trois niveaux pour chaque minéral :

- Vulnérabilité combinée élevée à critique : poids 6 et 9
- Vulnérabilité combinée moyenne : poids 3 et 4
- Vulnérabilité combinée faible : poids 1 et 2