

Les robots humanoïdes pourraient stimuler une nouvelle demande en minerais critiques

Publié le 9 mars 2026

Baoqi Zhu

Senior Associate, Quantitative Research and Multi Asset Solutions

- Les humanoïdes reposent sur deux systèmes fortement consommateurs de minerais : les actionneurs, qui stimulent la demande d'aimants aux terres rares et de cuivre, et les batteries, qui soutiennent la demande de lithium.
- Les récents progrès de l'IA rendent un déploiement à grande échelle plus plausible. Si les humanoïdes passent de projets pilotes à des flottes opérationnelles, la demande en minerais pourrait augmenter rapidement.
- L'offre pourrait peiner à suivre. Le développement de nouvelles mines et capacités de transformation nécessite de nombreuses années, de sorte que même des hausses modérées de la demande peuvent tendre les marchés.
- Un autre risque réside dans la concentration des chaînes d'approvisionnement. Le raffinage et la production d'aimants sont souvent plus concentrés que l'extraction, ce qui accroît les risques géopolitiques et de volatilité des prix en cas de montée en puissance.

Les minerais critiques gagnent en importance. La demande est portée par la modernisation des réseaux électriques, l'adoption rapide des véhicules électriques¹ et des tensions géopolitiques croissantes autour des chaînes d'approvisionnement. Mais un moteur potentiel reste sous-estimé : l'essor des robots humanoïdes pourrait ajouter une nouvelle couche de demande et accroître le risque de déficits pour certains minerais.

Lorsque Jensen Huang a présenté de nouveaux modèles d'IA physique² pour robots, il a déclaré que le « moment ChatGPT de l'IA physique est arrivé ». Au-delà de l'IA, cette affirmation soulève une question concrète pour les investisseurs : que signifierait un déploiement massif d'humanoïdes pour les minerais critiques ?

Construire un humanoïde : les minerais critiques nécessaires

Actionneurs : NdPr et cuivre

Un humanoïde nécessite de nombreux moteurs pour articuler ses mouvements. Par exemple, l'Optimus Gen 23 de Tesla utilise 28 moteurs pour ses articulations majeures, telles que les épaules, les coudes, la taille et les jambes. Il utilise également des micromoteurs supplémentaires dans les mains pour le mouvement des doigts et améliorer la précision.

Beaucoup de ces moteurs utilisent des aimants permanents puissants permettant une réduction de la taille tout en augmentant la puissance. Ces aimants sont généralement fabriqués en NdFeB4 et contiennent des terres rares, principalement le néodyme et le praséodyme (NdPr). Le cuivre constitue l'autre intrant essentiel, largement utilisé dans les bobinages.

À mesure que les humanoïdes se développent, davantage de degrés de liberté seront nécessaires pour améliorer la dextérité, notamment au niveau des mains. Cela implique davantage d'actionneurs et de moteurs, et donc une demande accrue en minerais (tant que les moteurs à aimants permanents restent la norme).

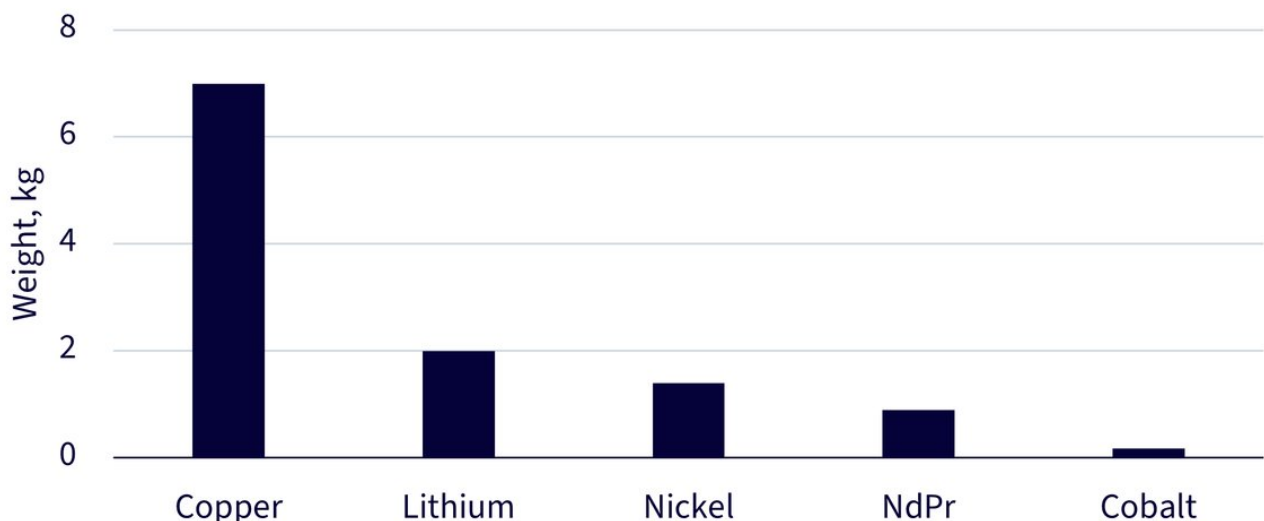
Batteries : lithium, nickel, cobalt, cuivre

Contrairement aux véhicules électriques, les humanoïdes nécessitent une batterie plus petite pour alimenter le corps. Ainsi, les batteries à plus forte densité énergétique, comme les batteries NCA (oxyde de lithium-nickel-cobalt-aluminium) et NMC (nickel-manganèse-cobalt), sont mieux adaptées aux humanoïdes. Le cuivre est également essentiel pour les batteries, utilisé dans les couches métalliques internes et les connexions.

Câblage, puces et recharge

Le cuivre intervient aussi dans le câblage du robot, qui transporte l'énergie et les données à travers le corps et les articulations. L'infrastructure de charge peut accroître la demande en cuivre à mesure que les flottes se déploient. Les puces peuvent utiliser certains matériaux comme le gallium, mais les quantités restent très faibles comparées au cuivre.

Figure 1 : Estimation des quantités de minerais critiques nécessaires par humanoïde



Source : Morgan Stanley : « The robots are coming...for critical minerals », 21 mai 2025. Les estimations correspondent au scénario central. **Les prévisions ne sont pas un indicateur des performances futures et tout investissement est soumis à des risques et à des incertitudes.**

Pourquoi les récents progrès technologiques comptent pour la demande en minerais

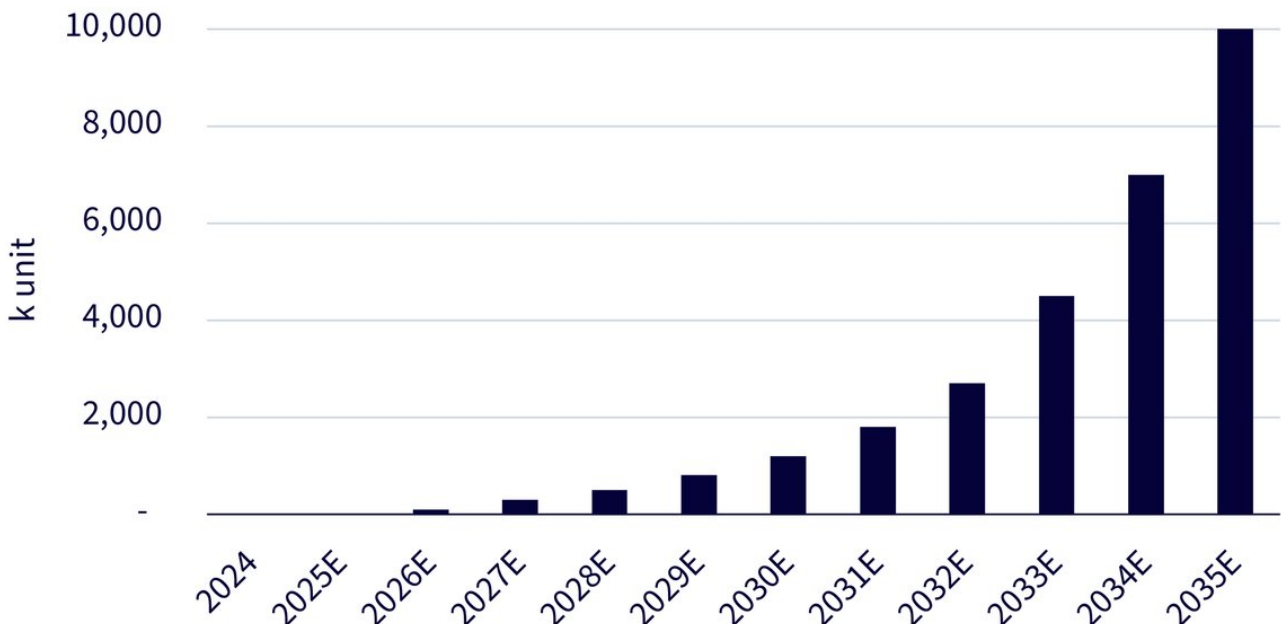
La demande en minerais critiques liée aux humanoïdes dépendra de l'ampleur du déploiement. Les développements récents renforcent cette perspective et, si les humanoïdes passent des pilotes aux flottes, la demande en minerais augmentera avec les volumes produits.

Sur le plan logiciel, entraîner des robots à opérer dans le monde physique a historiquement été coûteux et long, contrairement à l'entraînement de modèles numériques, car les données doivent être collectées via des expériences physiques. Cependant, avec le développement des modèles de vision-langage et l'utilisation accrue de simulations et de données synthétiques, les développeurs peuvent générer davantage de situations et itérer plus rapidement qu'avec des tests physiques seuls. Ensemble, ces avancées pourraient raccourcir les cycles de développement et réduire les coûts d'intégration pour les fabricants.

Côté matériel, la standardisation des conceptions et la montée en cadence devraient réduire le coût des composants clés, comme les actionneurs. Combinées aux avancées logicielles, ces évolutions devraient rendre les humanoïdes plus intelligents et plus abordables.

Wall Street publie des prévisions relativement positives concernant le déploiement des humanoïdes. Morgan Stanley estime que le stock cumulé d'humanoïdes pourrait atteindre 1 milliard d'unités et les ventes annuelles 200 millions d'unités d'ici 2050. Bank of America prévoit que 10 millions d'humanoïdes seront déployés d'ici 2036. Ces chiffres reflètent également le sentiment des marchés.

Figure 2 : Projection des livraisons annuelles de robots humanoïdes



Source : Bank of America : « AI left the chat! Physical AI Primer ». jeudi 5 février 2026. **Les prévisions ne sont pas un indicateur des performances futures et tout investissement est soumis à des risques et à des incertitudes.**

Enjeux pour les chaînes d'approvisionnement

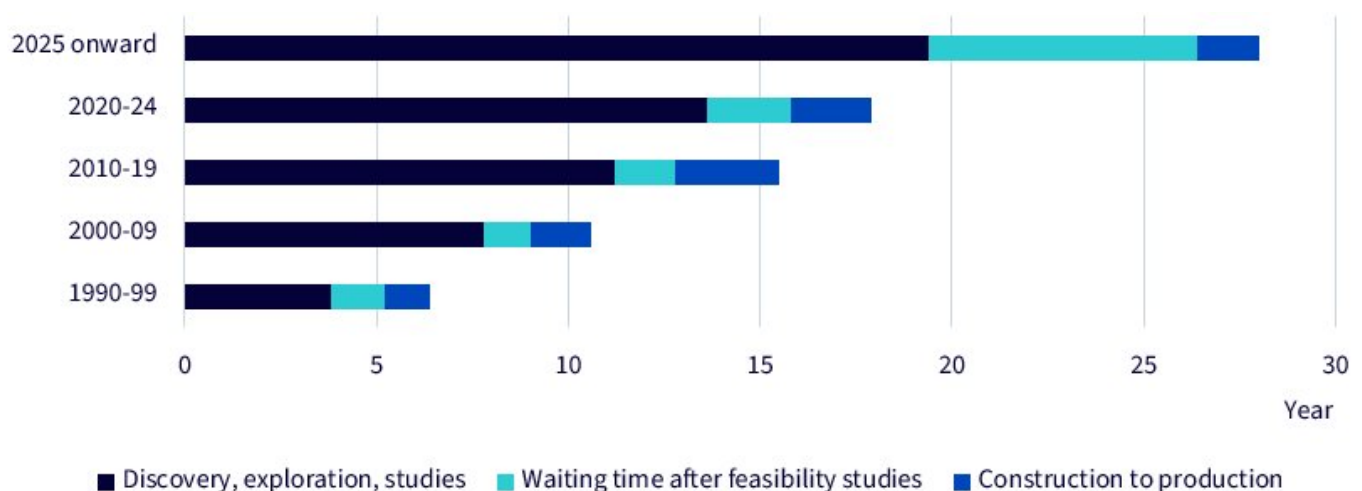
Un déploiement massif potentiel des humanoïdes pourrait influencer les balances commerciales via la demande en minerais critiques. Prenons l'exemple du lithium. La production mondiale en 2024 s'élevait à environ 240 000 tonnes. Si un humanoïde nécessite 2 kg de lithium, alors 10 millions d'unités représenteraient 20 000 tonnes, soit environ 8 % de la production mondiale de 2024. Même si un déploiement massif n'a pas encore eu lieu, deux caractéristiques des chaînes d'approvisionnement en minerais critiques doivent être prises en compte :

1. Les délais de mise en production et le risque de déficits

Si la demande liée aux humanoïdes se matérialise, elle pourrait croître rapidement, tandis que l'offre aurait du mal à suivre. La mise en production de nouvelles mines est longue, et les délais se sont allongés depuis les années 1990. Pour de nombreux projets, le passage de la découverte à la production dépasse souvent 10 ans, et les cohortes récentes se rapprochent plutôt de 18 ans en moyenne. La majorité de ce délai ne concerne pas la construction. Il correspond à l'exploration, les études de faisabilité, les permis et le financement.

Cela crée un risque évident de déficits. Si le déploiement des humanoïdes s'accélère alors que la demande liée aux véhicules électriques et aux réseaux reste forte, la demande en minerais clés pourrait croître plus vite que l'offre.

Figure 3 : Délai moyen de mise en production des mines depuis 1990

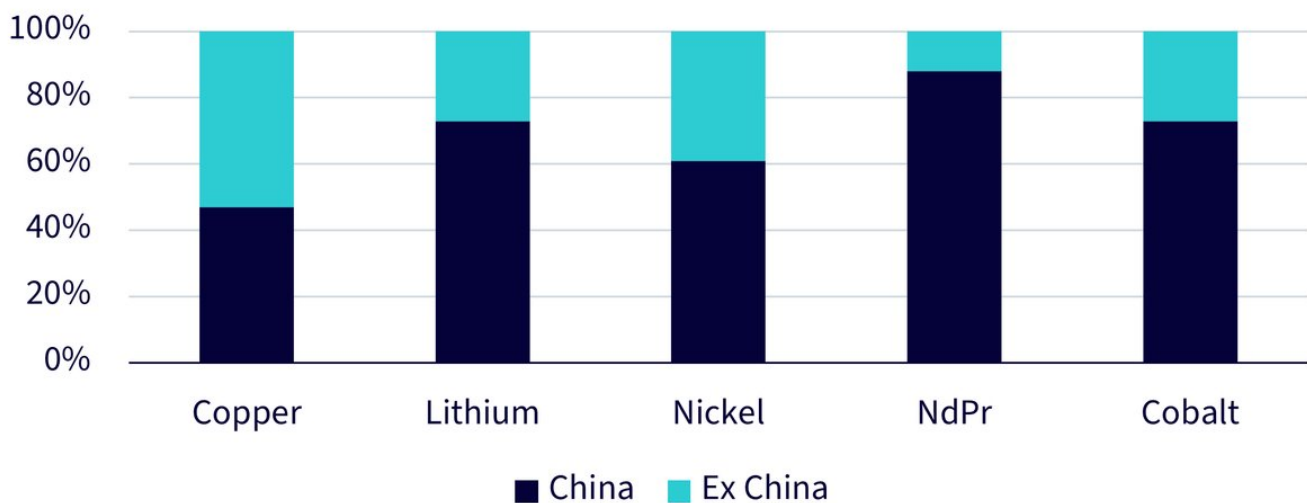


Source : S&P Global : From 6 years to 18 years: The increasing trend of mine lead times. 11 avril 2025. **Les performances passées ne préjugent pas des performances futures et tout investissement peut perdre de la valeur.**

2. Concentration en Chine et risque géopolitique

Pour plusieurs minerais liés aux humanoïdes, la dépendance est souvent plus forte au niveau du raffinage qu'au niveau de l'extraction. Les terres rares en sont l'exemple le plus clair. L'extraction est répartie entre plusieurs pays, mais la séparation, la métallurgie et la production d'aimants permanents sont beaucoup plus concentrées, la Chine étant dominante. Les matériaux pour batteries suivent une dynamique similaire, la Chine et les sociétés chinoises étant fortement impliquées dans le raffinage et la fabrication. Cela crée un risque de concentration dans les chaînes d'approvisionnement.

Figure 4 : Approvisionnement raffiné en principaux minerais critiques liés aux humanoïdes



Source : Morgan Stanley, Wood Mackenzie. Les parts attribuées à la Chine incluent les sociétés chinoises et celles détenues par des intérêts chinois. L'approvisionnement raffiné en nickel ne semble pas concentré en Chine, jusqu'à ce que l'on tienne compte de l'Indonésie (dont la production est estimée à au moins 75 % sous contrôle chinois). **Les prévisions ne sont pas un indicateur des performances futures et tout investissement est soumis à des risques et à des incertitudes.**

Saisir l'opportunité avec WisdomTree

- [WisdomTree Strategic Metals and Rare Earths Miners UCITS ETF \(RARE\)](#) offre un accès diversifié mais ciblé à la chaîne de valeur des métaux et des terres rares (via les sociétés minières), essentiels dans un monde de plus en plus énergivore.
- [WisdomTree Strategic Metals UCITS ETF \(WENU\)](#) offre une exposition raffinée à un panier diversifié de métaux essentiels à l'électrification, à la sécurité énergétique, à la décarbonation et aux infrastructures numériques.

- [WisdomTree Physical AI Humanoids and Drones UCITS ETF \(WPAI\)](#) offre une exposition ciblée à la transformation de l'IA physique en investissant dans des sociétés développant des systèmes incarnés et autonomes ainsi que du matériel, des composants et des plates-formes qui permettent aux machines intelligentes de fonctionner dans des environnements du monde réel.

1 Véhicules électriques.

2 Intelligence artificielle.

3 Optimus Gen 2 est un robot humanoïde avancé et léger conçu par Tesla pour des tâches industrielles et domestiques.

4 Le NdFeB est un alliage de néodyme, de fer et de bore.

5 Source : Morgan Stanley : « A \$5 Trillion Global Market », 29 avril 2025.

6 Source : Bank of America : « AI left the chat! Physical AI Primer ». 05 février 2026.

Important Risks Related to this Article

IMPORTANT INFORMATION

Marketing communications issued in the European Economic Area (“EEA”): This document has been issued and approved by WisdomTree Ireland Limited, which is authorised and regulated by the Central Bank of Ireland.

Marketing communications issued in jurisdictions outside of the EEA: This document has been issued and approved by WisdomTree UK Limited, which is authorised and regulated by the United Kingdom Financial Conduct Authority.

WisdomTree Ireland Limited and WisdomTree UK Limited are each referred to as “WisdomTree” (as applicable). Our Conflicts of Interest Policy and Inventory are available on request.

This marketing communication has been prepared for professional investors, but the WisdomTree products set out in this document may be available in some jurisdictions to any investors, subject to applicable laws and regulations. As the product may not be authorised or its offering may be restricted in your jurisdiction, it is the responsibility of every person or entity to satisfy themselves as to the full observance of the laws and regulations of the relevant jurisdiction. Prior to any application investors are advised to take all necessary legal, regulatory, tax and investment advice on the suitability and consequences of an investment in the products. Past performance is not a reliable indicator of future performance. Any historical performance included in this document may be based on back testing. Back testing is the process of evaluating an investment strategy by applying it to historical data to simulate what the performance of such strategy would have been. Back tested performance is purely hypothetical and is provided in this document solely for informational purposes. Back tested data does not represent actual performance and should not be interpreted as an indication of actual or future performance. The value of any investment may be affected by exchange rate movements. Any decision to invest should be based on the information contained in the appropriate prospectus and after seeking independent investment, tax and legal advice. These products may not be available in your market or suitable for you. The content of this document does not constitute investment advice nor an offer for sale nor a solicitation of an offer to buy any product or make any investment.

An investment in exchange-traded products (“ETPs”) is dependent on the performance of the underlying index, less costs, but it is not expected to match that performance precisely. ETPs involve numerous risks including among others, general market risks relating to the relevant underlying index, credit risks on the provider of index swaps utilised in the ETP, exchange rate risks, interest rate risks, inflationary risks, liquidity risks and legal and regulatory risks.

The information contained in this document is not, and under no circumstances is to be construed as, an advertisement or any other step in furtherance of a public offering of shares in the United States or any province or territory thereof, where none of the issuers or their products are authorised or registered for distribution and where no prospectus of any of the issuers has been filed with any securities commission or regulatory authority. No document or information in this document should be taken, transmitted or

distributed (directly or indirectly) into the United States. None of the issuers, nor any securities issued by them, have been or will be registered under the United States Securities Act of 1933 or the Investment Company Act of 1940 or qualified under any applicable state securities statutes.

This document may contain independent market commentary prepared by WisdomTree based on publicly available information. Although WisdomTree endeavours to ensure the accuracy of the content in this document, WisdomTree does not warrant or guarantee its accuracy or correctness. Any third party data providers used to source the information in this document make no warranties or representation of any kind relating to such data. Where WisdomTree has expressed its own opinions related to product or market activity, these views may change. Neither WisdomTree, nor any affiliate, nor any of their respective officers, directors, partners, or employees accepts any liability whatsoever for any direct or consequential loss arising from any use of this document or its contents.

This document may contain forward looking statements including statements regarding our belief or current expectations with regards to the performance of certain assets classes and/or sectors. Forward looking statements are subject to certain risks, uncertainties and assumptions. There can be no assurance that such statements will be accurate and actual results could differ materially from those anticipated in such statements. WisdomTree strongly recommends that you do not place undue reliance on these forward-looking statements.

WisdomTree Issuer ICAV

The products discussed in this document are issued by WisdomTree Issuer ICAV ("WT Issuer"). WT Issuer is an umbrella investment company with variable capital having segregated liability between its funds organised under the laws of Ireland as an Irish Collective Asset-management Vehicle and authorised by the Central Bank of Ireland ("CBI"). WT Issuer is organised as an Undertaking for Collective Investment in Transferable Securities ("UCITS") under the laws of Ireland and shall issue a separate class of shares ("Shares") representing each fund.

The Fund is described in a Key Information Document (KID) or Key Investor Information Document (KIID) for UK investors, and the prospectus of WT Issuer ("WT Prospectus"). A copy of the WT Prospectus and the KID / KIID is available, for EEA/UK only, in English at www.wisdomtree.eu. Where required under national rules, the KID will also be available in the local language of the relevant EEA Member State. Investors should read the WT Prospectus before investing and should refer to the section of the WT Prospectus entitled »Risk Factors¼ for further details of risks associated with an investment in the Shares.

The [summary of investor rights](#) associated with an investment in the fund is available in English on WisdomTree Europe's website. WisdomTree Management Limited may decide to terminate the arrangements made for the marketing of its collective investment undertakings. In such circumstances, shareholders in the affected EEA Member State will be notified of this decision and will be provided with the opportunity to redeem their shareholding in the fund free of any charges or deductions for at least 30 working days from the date of such notification.

For Investors in Switzerland:

This document constitutes an advertisement of the financial product(s) mentioned herein.

The prospectus (in English only) and the key investor information documents (KID) (in German, French and Italian) are available from WisdomTree's website <https://www.wisdomtree.eu/en-ch/resource-library/prospectus-and-regulatory-reports>

For WisdomTree UCITS products only: the representative and paying agent of the ETPs in Switzerland is Société Générale Paris, Zurich Branch, Talacker 50, PO Box 5070, 8021 Zurich, Switzerland. The prospectus, the key investor information documents (KIID), the articles of association and the annual and semi-annual reports of the sub-funds are available free of charge from the representative and paying agent. As regards distribution in Switzerland, the place of jurisdiction and performance is at the registered seat of the representative and paying agent. Some of the sub-funds referred to in this document may not have been registered with the Swiss Financial Market Supervisory Authority ("FINMA"). In Switzerland, such sub-funds that have not been registered with FINMA may only be available to Qualified Investors.

For Investors in France:

The information in this document is intended exclusively for professional investors (as defined under the MiFID) investing for their own account and this material may not in any way be distributed to the public. The distribution of the Prospectus and the offering, sale and delivery of Shares in other jurisdictions may be restricted by law. WT Issuer is a UCITS governed by Irish legislation, and approved by the Financial Regulatory as UCITS compliant with European regulations although may not have to comply with the same rules as those applicable to a similar product approved in France. The Fund has been registered for marketing in France by the Financial Markets Authority (Autorité des Marchés Financiers) and may be distributed to investors in France. Copies of all documents (i.e. the Prospectus, the Key Investor Information Document, any supplements or addenda thereto, the latest annual reports and the memorandum of incorporation and articles of association) are available in France, free of charge at the French centralizing agent, Societe Generale at 29, Boulevard Haussmann, 75009, Paris, France. Any subscription for Shares of the Fund will be made on the basis of the terms of the prospectus and any supplements or addenda thereto.

For Investors in Malta: This document does not constitute or form part of any offer or invitation to the public to subscribe for or purchase shares in the Fund and shall not be construed as such and no person other than the person to whom this document has been addressed or delivered shall be eligible to subscribe for or purchase shares in the Fund. Shares in the

Fund will not in any event be marketed to the public in Malta without the prior authorisation of the Maltese Financial Services Authority.

For Investors in Monaco: This communication is only intended for duly registered banks and/or licensed portfolio management companies in Monaco. This communication must not be sent to the public in Monaco.

For Investors in Israel: Offering materials for the offering of the Shares and securities have not been filed with or approved or disapproved by the United States Securities and Exchange Commission or any other state or federal regulatory authority, nor has any such regulatory authority passed upon or endorsed the merits of this offering or passed upon the accuracy or completeness of any offering materials. Any representation to the contrary is unlawful. The products mentioned herein have not been approved by the Israel Securities Authority and will only be distributed to Israeli residents in a manner that will not constitute “an offer to the public” under sections 15 and 15a of the Israel Securities Law, 5728-1968 (“the Securities Law”) or section 25 of the Joint Investment Trusts Law, 5754-1994 (“the Joint Investment Trusts Law”), as applicable. The products are being offered to a limited number of investors (35 investors or fewer during any given 12 month period) and/or those categories of investors listed in the First Addendum (“the Addendum”) to the Securities Law, “Sophisticated Investors”) who in each case have provided written confirmation that they qualify as Sophisticated Investors, and that they are aware of the consequences of such designation and agree thereto; in all cases under circumstances that will fall within the private placement or other exemptions of the Joint Investment Trusts Law, the Securities Law and any applicable guidelines, pronouncements or rulings issued from time to time by the Israel Securities Authority.

This prospectus or this document may not be reproduced or used for any other purpose, nor be furnished to any other person other than those to whom copies have been sent. Any offeree who purchases a product is purchasing such product for its own benefit and account and not with the aim or intention of distributing or offering such product to other parties (other than, in the case of an offeree which is a Sophisticated Investor by virtue of it being a banking corporation, portfolio manager or member of the Tel-Aviv Stock Exchange, as defined in the Addendum, where such offeree is purchasing a product for another party which is a Sophisticated Investor).

Nothing in this document should be considered investment advice or investment marketing as defined in the Regulation of Investment Counselling, Investment Marketing and Portfolio Management Law, 5755-1995. Investors are encouraged to seek competent investment counselling from a locally licensed investment counsel prior to making the investment. A recipient of this document may be required to provide confirmation that it is a Sophisticated Investor purchasing a product for its own account or, where applicable, for other Sophisticated Investors.