

CUỘC CHIẾN KIM LOẠI HIỂM

Mặt tối của chuyển đổi số và
năng lượng sạch

LA GUERRE DES MÉTAUX RARES

© Les Liens qui Libèrent, 2023

This edition is published by arrangement with Les Liens qui Libèrent in conjunction with its duly appointed agent Books And More Agency #BAM, Paris, France. All rights reserved.

CUỘC CHIẾN KIM LOẠI HIẾM:

Mặt tối của chuyển đổi số và năng lượng sạch

Tác giả: Guillaume Pitron

Bản quyền tiếng Việt © Công ty Cổ phần Sách Omega Việt Nam, 2025

Bản dịch tiếng Việt © Công ty Cổ phần Sách Omega Việt Nam

Công ty Cổ phần Sách Omega Việt Nam xuất bản, bìa mềm, tay gấp, 2025

Thiết kế và trình bày: Công ty Cổ phần Sách Omega Việt Nam

Công ty Cổ phần Sách Omega Việt Nam – thành viên của Alpha Publishing Group.

CÔNG TY CP SÁCH OMEGA VIỆT NAM (OMEGA PLUS) thành lập tháng 9/2016 với định hướng xuất bản tri thức nền tảng trong lĩnh vực Khoa học Nhân văn, Khoa học Tự nhiên, Chính trị – Xã hội, Triết học, Nghệ thuật... Đến nay, chúng tôi đã xuất bản gần 500 đầu sách thuộc 7 tủ sách, bao gồm: Kinh điển, Sử Việt, Khoa học, Nhân vật Vĩ đại, Nghệ thuật, Tủ sách Đòi người, và Tủ sách Y sinh (Medinsights). Thông qua việc xuất bản các ấn phẩm có giá trị, mang hàm lượng tri thức cao, qua các hoạt động nhằm đưa tri thức hữu ích đến cộng đồng; Omega Plus mong muốn đóng góp theo cách riêng vào sự phát triển đang ngày càng mạnh mẽ của xã hội.

Không phần nào thuộc sở hữu của Công ty Cổ phần Sách Omega Việt Nam và được chủ sở hữu nhượng quyền trong xuất bản phẩm này được phép sao chép, lưu trữ trong hệ thống truy xuất hoặc truyền đi dưới bất kỳ hình thức nào hoặc bằng bất kỳ phương tiện nào gồm điện tử, cơ khí, sao chụp, ghi âm hoặc mọi hình thức và phương tiện khác mà không có sự cho phép trước bằng văn bản của Công ty Cổ phần Sách Omega Việt Nam. Chúng tôi luôn mong muốn nhận được những ý kiến đóng góp của quý vị độc giả để sách ngày càng hoàn thiện hơn.

Biên mục trên xuất bản phẩm của Thư viện Quốc gia Việt Nam

Pitron, Guillaume

Cuộc chiến kim loại hiếm : Mặt tối của chuyển đổi số và năng lượng sạch / Guillaume Pitron ; Nguyễn Trịnh dịch ; H.đ.: Phạm Nhung... – H. : Trí thức ; Công ty Sách Omega Việt Nam, 2025. – 364 tr. : minh hoạ ; 24 cm
Tên sách tiếng Pháp: Laguerredesmétauxrares : La face cachée de la transition énergétique et numérique
ISBN 978-604-484-907-2

1. Kinh tế công nghiệp 2. Kim loại đất hiếm
338.27494 – dc23
TCF0074p-CIP

Góp ý về sách, liên hệ về bản thảo và bản dịch: info@omegaplus.vn
Liên hệ ebooks, hợp tác xuất bản & truyền thông trên sách: truyenthong@omegaplus.vn
Liên hệ dịch vụ bản quyền, xuất bản, ký gửi và phát hành: dichvu@omegaplus.vn

GUILLAUME PITRON

CUỘC CHIẾN
KIM LOẠI
HIỆM

Mặt tối của
chuyển đổi số và
năng lượng sạch

Nguyễn Trịnh *dịch*
Phạm Nhung, Nguyễn Tiến Việt,
Nguyễn Ngọc Thảo *hiệu đính*

⊕MEGA⁺



NHÀ XUẤT BẢN
TRI THỨC

ĐỘI NGŨ TRIỂN KHAI OMEGA+

Phụ trách xuất bản: Trần Hoài Phương

Phụ trách bản quyền: Huyền Linh - Thiên Hương

Điều phối sản xuất: Nguyễn Hương & Dung Vũ

Biên tập viên: Đặng Quân

Thiết kế bìa: Hoàng Duy Khánh

Trình bày: Vũ Lê Thư

Thư ký xuất bản: Giang Vũ

ĐƠN VỊ HỢP TÁC TRUYỀN THÔNG



TRẠM ĐỌC

<https://www.facebook.com/tramdocvn>

website: <http://tramdoc.vn/>

Mục lục

Lời giới thiệu của dịch giả	9
Lời tựa	14
Lời tựa cho ấn bản mới	17
Giới thiệu	25
01. Lời nguyện kim loại hiếm	42
02. Góc khuất của các công nghệ xanh và kỹ thuật số	73
03. Dịch chuyển ô nhiễm	103
04. Phương Tây trong thời kỳ bị cấm vận	134
05. Thâu tóm công nghệ cao	163
06. Ngày Trung Quốc vượt qua phương Tây	192
07. Chạy đua tên lửa thông minh	218
08. Mở rộng các khu mỏ	244
09. Ngày tàn của những vùng đất thiêng cuối cùng	280
Lời kết	306
Tài liệu tham khảo	311
Phụ lục	326
Lời cảm ơn	351
Mục từ tra cứu	354

Cuốn sách này được hỗ trợ bởi chương trình
Brouillon d'un rêve của S.C.A.Mⁱ và chương trình
La Culture avec la Copie Privéeⁱⁱ

i. S.C.A.M là viết tắt của “Société civile des auteurs multimédia” (Hội tác giả đa phương tiện). “Brouillon d'un rêve” là một chương trình tài trợ cho các tác giả/dự án tiềm năng trong nhiều lĩnh vực như báo chí, văn học, phim tài liệu, v.v... (ND).
Lưu ý: Trong sách này, chú thích của người dịch sẽ ghi là (ND), của biên tập viên sẽ ghi là (BT), các chú thích còn lại là của tác giả.

ii. “La Culture avec la Copie Privée” là một chương trình hỗ trợ các hoạt động văn hóa/nghệ thuật bằng nguồn phí thu từ tác quyền. (ND)

Gửi tới cha

Gửi tới mẹ

“Có hai bi kịch trong cuộc sống.

Một là vượt mất điều ta khao khát nhất.

Hai là đạt được nó.”

— George Bernard Shaw

Lời giới thiệu của dịch giả

Thế kỷ 21 đang chứng kiến một cuộc cách mạng chưa từng có trong lĩnh vực năng lượng và công nghệ. Nhiều quốc gia trên thế giới đang nỗ lực chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch sang các nguồn năng lượng tái tạo, đồng thời thúc đẩy nền kinh tế số hóa toàn diện. Những khái niệm như xe điện, năng lượng gió, năng lượng mặt trời, trí tuệ nhân tạo hay mạng viễn thông 5G/6G dần trở thành biểu tượng của một tương lai xanh, sạch và bền vững. Tuy nhiên, phía sau cuộc cách mạng này là một thực tế ít được nhắc đến: sự phụ thuộc ngày càng lớn vào kim loại hiếm và những hệ lụy nghiêm trọng mà chúng có thể gây ra đối với môi trường, kinh tế và địa chính trị toàn cầu.

Cuốn sách *Cuộc chiến kim loại hiếm* kể về một hành trình điều tra công phu của tác giả Guillaume Pitron, hé lộ những góc khuất của quá trình chuyển dịch năng lượng và số hóa. Với ngòi bút sắc sảo cùng những nghiên cứu thực địa trải dài từ Trung Quốc, Cộng hòa Dân chủ Congo, Mông Cổ đến Hoa Kỳ, châu Âu và cả những quốc đảo xa xôi, tác giả đã đưa độc giả khám phá một thế giới ít ai biết đến – ngành công nghiệp khai thác kim loại hiếm. Những nguyên tố này đóng vai trò thiết yếu trong sản xuất các thiết bị công nghệ cao, từ điện thoại thông minh, xe điện đến tuabin gió và pin lưu trữ năng lượng. Tuy nhiên, quá trình khai thác và tinh chế chúng lại gây ra những tác động nghiêm trọng đến môi trường, khiến nhiều khu vực bị ô nhiễm nặng nề. Trong khi các quốc gia phương Tây dần đóng cửa các mỏ khai khoáng để bảo vệ hệ sinh thái, Trung Quốc đã tận dụng cơ hội để giành quyền kiểm soát

phần lớn chuỗi cung ứng kim loại hiếm toàn cầu, đẩy các nước khác vào thế bị động và phụ thuộc.

Cuốn sách tập trung khai thác những tác động nghiêm trọng nhất của ngành khai thác kim loại hiếm, trong đó trước tiên phải kể đến những tác động môi trường nghiêm trọng. Tại Trung Quốc, vùng Nội Mông – nơi sở hữu mỏ đất hiếm lớn nhất thế giới – đã trở thành một khu vực ô nhiễm nghiêm trọng với các hồ nước thải độc hại, không khí nhiễm xạ và đất đai bị tàn phá nặng nề. Đây chính là nghịch lý của cuộc cách mạng năng lượng sạch: để giảm lượng khí thải và tạo ra một thế giới “xanh” hơn, con người lại đang đẩy gánh nặng ô nhiễm sang một nơi khác, nơi phải chịu hậu quả môi trường nặng nề từ quá trình khai thác và chế biến nguyên liệu thô.

Không chỉ dừng lại ở vấn đề môi trường, cuốn sách còn đi sâu vào việc phân tích sự thống trị của Trung Quốc trong chuỗi cung ứng kim loại hiếm. Trong khi các nước phương Tây từ cuối thế kỷ 20 đã dần đóng cửa các mỏ đất hiếm do lo ngại về chi phí và tác động sinh thái, Trung Quốc lại nhìn thấy cơ hội và nhanh chóng vươn lên chiếm lĩnh thị trường. Ngày nay, khoảng 80-95% sản lượng đất hiếm tinh chế trên thế giới đến từ Trung Quốc, khiến nhiều quốc gia lâm vào thế bị động trong lĩnh vực công nghệ cao. Từ xe điện, tuabin gió, điện thoại thông minh cho đến các hệ thống phòng thủ quân sự, tất cả đều phụ thuộc vào nguồn cung đất hiếm, và Trung Quốc nắm trong tay chìa khóa kiểm soát chuỗi cung ứng này.

Bên cạnh đó, những nghịch lý của cuộc chuyển đổi xanh cũng được tác giả đề cập một cách sâu sắc. Thế giới đang từng bước rời xa nhiên liệu hóa thạch như dầu mỏ và than đá, nhưng đồng thời lại lao vào một cuộc chạy đua khai thác mới đối với lithium, coban và đất hiếm – những nguyên liệu không thể thiếu cho pin xe điện và các thiết bị công nghệ cao. Quá trình khai thác các kim loại này tiêu tốn một lượng năng lượng khổng lồ, sử dụng nhiều hóa chất

độc hại và để lại lượng chất thải đáng kể. Điều này đặt ra một câu hỏi quan trọng: liệu nhân loại có thực sự đang tiến tới một tương lai bền vững, hay đơn giản chỉ là chuyển từ một hình thức ô nhiễm này sang một hình thức ô nhiễm khác?

Hơn thế nữa, khi kim loại hiếm trở thành một tài nguyên chiến lược, những cuộc cạnh tranh địa chính trị xoay quanh chúng ngày càng trở nên căng thẳng. Các cường quốc như Mỹ và châu Âu đang tìm cách khôi phục lại năng lực khai thác và tinh chế kim loại hiếm nhằm giảm sự phụ thuộc vào Trung Quốc. Điều này đang tạo ra những biến động lớn trong quan hệ quốc tế, đồng thời ảnh hưởng trực tiếp đến các cuộc đàm phán chính trị và kinh tế toàn cầu, định hình lại bản đồ quyền lực trong thế kỷ 21.

Ngay từ khi ra mắt vào năm 2018, cuốn sách đã được dịch ra 12 ngôn ngữ (tiếng Việt là ngôn ngữ thứ 13) và trở thành tài liệu tham khảo quan trọng trong các cuộc thảo luận về chính sách tài nguyên và phát triển bền vững trên toàn cầu. Sự thành công của tác phẩm đã khẳng định tính cấp thiết của vấn đề, chất lượng nội dung của cuốn sách và thúc đẩy tác giả tiếp tục mở rộng nghiên cứu. Đến tháng 9 năm 2023, phiên bản tái bản hoàn toàn cập nhật của *Cuộc chiến kim loại hiếm* chính thức được xuất bản. Phiên bản mới này không chỉ phản ánh những biến động địa chính trị gần đây trong chuỗi cung ứng kim loại hiếm mà còn cập nhật các xu hướng công nghệ mới, từ sự phát triển mạnh mẽ của ngành xe điện đến cuộc đua của các cường quốc nhằm đảm bảo nguồn cung nguyên liệu thiết yếu. Việc tái bản cuốn sách không chỉ cho thấy tính thời sự của chủ đề này mà còn nhấn mạnh tầm quan trọng ngày càng lớn của kim loại hiếm trong bối cảnh thế giới đang đối mặt với những thách thức mới về năng lượng và môi trường.

Tác giả Guillaume Pitron là một nhà báo, nhà làm phim tài liệu và tác giả người Pháp, chuyên nghiên cứu về các vấn đề năng lượng, địa chính trị và môi trường. Ông có bằng luật và quan hệ

quốc tế tại Paris, đồng thời thường xuyên cộng tác với nhiều tờ báo Pháp và quốc tế uy tín (Le Figaro, BBC World Service, Bloomberg TV, Le Monde Diplomatique, National Geographic, v.v.) cũng như các diễn đàn, tổ chức quốc tế (Davos, IMF, Ủy ban Châu Âu, UNESCO, v.v.). Với hơn mười lăm năm điều tra về ngành khai khoáng và năng lượng, Pitron đã đặt chân đến nhiều khu vực quan trọng trên thế giới, từ Trung Quốc, Cộng hòa Dân chủ Congo đến Mỹ Latinh và Bắc Mỹ, để tìm hiểu thực tế đằng sau ngành công nghiệp kim loại hiếm. Ông là một trong những nhà báo tiên phong vạch trần mặt trái của cuộc chuyển đổi xanh, đặc biệt là sự phụ thuộc ngày càng sâu sắc của thế giới vào Trung Quốc trong chuỗi cung ứng kim loại hiếm. Ông không chỉ đơn thuần chỉ ra vấn đề mà còn đặt ra những câu hỏi quan trọng: Liệu cuộc cách mạng xanh có thực sự bền vững? Chúng ta có đang đánh đổi một dạng ô nhiễm này lấy một dạng ô nhiễm khác? Và quan trọng nhất, ai sẽ kiểm soát những tài nguyên chiến lược này trong tương lai? Những câu hỏi này không chỉ mang tính lý luận mà còn có ảnh hưởng trực tiếp đến chính sách tài nguyên và định hình cục diện kinh tế – chính trị toàn cầu trong những thập kỷ tới. Những nghiên cứu của ông không chỉ giúp các nhà hoạch định chính sách có cái nhìn toàn diện hơn về vấn đề này mà còn cảnh báo về những rủi ro tiềm ẩn nếu nhân loại tiếp tục theo đuổi mô hình phát triển thiếu bền vững như hiện nay.

Cuốn sách bạn đang cầm trên tay chính là bản dịch của phiên bản tái bản năm 2023. Đối với độc giả Việt Nam, cuốn sách này mang một ý nghĩa đặc biệt khi Việt Nam là một trong những quốc gia sở hữu trữ lượng đất hiếm lớn trên thế giới. Trong bối cảnh đất nước đang đẩy mạnh phát triển công nghệ cao, xe điện và năng lượng tái tạo, những vấn đề mà cuốn sách đặt ra không chỉ mang tính lý thuyết mà còn có tác động trực tiếp đến chiến lược phát triển kinh tế và ngoại giao quốc gia. Việc khai thác và quản lý tài

nguyên đất hiếm cần được xem xét một cách cẩn trọng nhằm cân bằng giữa lợi ích kinh tế, bảo vệ môi trường và đảm bảo tính tự chủ, tránh rơi vào thế phụ thuộc vào các cường quốc khác.

Không chỉ dành cho giới nghiên cứu hay các nhà hoạch định chính sách, cuốn sách này còn là một tài liệu quý giá cho bất kỳ ai quan tâm đến môi trường, công nghệ, địa chính trị và kinh tế toàn cầu. Nó giúp chúng ta nhận thức rõ ràng, để thực sự xây dựng một tương lai bền vững, cần có một cái nhìn toàn diện, khách quan và tránh những cái bẫy của tư duy đơn giản. Sự thật đôi khi không dễ chấp nhận, nhưng việc hiểu rõ những thách thức đang đặt ra trước mắt sẽ giúp chúng ta đưa ra những quyết định sáng suốt hơn cho tương lai.

Cuộc chiến kim loại hiếm không chỉ là một cuốn sách với những nhận định sắc bén mà còn là một lời cảnh báo về một thực tế mà thế giới ít khi nhắc đến. Nó buộc chúng ta phải suy nghĩ lại về chiến lược phát triển bền vững, về chủ quyền công nghệ và về tương lai của ngành công nghiệp năng lượng. Chúng tôi hy vọng rằng bản dịch tiếng Việt này sẽ giúp độc giả trong nước tiếp cận được những kiến thức quan trọng này, từ đó có góc nhìn sâu sắc hơn về những thách thức mà thời đại mới đang đặt ra.

Xin trân trọng giới thiệu cùng quý độc giả!

Lời tựa

Trong cuốn sách đánh thép và đẩy trần trở này, Guillaume Pitron đã gióng lên một hồi chuông mạnh mẽ và phơi bày một vấn đề thực sự nan giải.

Đó là lời cảnh báo mang tính địa chính trị: thế giới ngày càng cần nhiều đất hiếm, hay còn gọi là “kim loại hiếm”, cho sự phát triển kỹ thuật số, và do đó, là cho tất cả các công nghệ thông tin và truyền thông, để sản xuất điện thoại di động và các thiết bị khác. Xe điện và xe hybridⁱ cần lượng kim loại hiếm gấp đôi so với xe chạy bằng xăng, v.v..

Những kim loại hiếm này có khoảng 30 loại với các tên gốc Latinh như promethiumⁱⁱ, lẫn trong các kim loại phổ biến với tỷ lệ rất nhỏ. Chi phí cho việc khai thác và tinh chế chúng rất đắt đỏ. Vấn đề đầu tiên: Trung Quốc là nước nắm giữ hầu hết các nguồn kim loại hiếm này, và đương nhiên họ muốn tận dụng lợi thế này một cách triệt để. Những quốc gia khác cũng nắm giữ nguồn tài nguyên quý này dưới lòng đất, nhưng vì nhiều lý do khác nhau, họ đã từ bỏ hoặc coi nhẹ việc khai thác. Trong nhiều trường hợp, điều này đã đưa Trung Quốc vào thế độc quyền trong việc cung cấp các kim loại hiếm trên toàn cầu, và Bắc Kinh được mệnh danh là “Tân bá chủ kim loại hiếm”. Để củng cố luận điểm của mình và nhấn

i. Hay còn gọi là xe lai điện hay xe lai. Đây là loại xe sử dụng cả động cơ đốt trong và động cơ điện. Loại xe này được coi là thân thiện với môi trường hơn so với xe truyền thống chỉ dùng động cơ đốt trong. (ND)

ii. Prometi, hay tên Latinh là Promethium, là một nguyên tố hóa học có ký hiệu Pm và số nguyên tử bằng 61. (ND)

mạnh hiểm họa của sự phụ thuộc này, Guillaume Pitron trích dẫn nhiều trường hợp quản lý thiếu chặt chẽ hoặc sự hời hợt thấy rõ của các nước phương Tây, chẳng hạn như trường hợp các siêu nam châm hoặc việc cải tiến công nghệ tên lửa tầm xa. Giải pháp tưởng chừng rất hiển nhiên: khôi phục lại việc sản xuất kim loại hiếm ở tất cả các nước khác, kể cả ở Mỹ, Brazil, Nga, Nam Phi, Thái Lan, Thổ Nhĩ Kỳ và thậm chí cả ở Pháp (một “gã khai quặng khổng lồ đang ngủ say”), v.v..

Thế nhưng, vấn đề lại phức tạp và nan giải ở chỗ: khai thác các khoáng sản hiếm này đem lại nhiều lợi ích, trừ việc nó không hề sạch! “Năng lượng và các nguồn tài nguyên xanh đều có góc khuất của chúng”, tác giả nhấn mạnh. Thực vậy, việc khai thác và tinh chế các kim loại hiếm này đòi hỏi những công đoạn rất gây ô nhiễm. Việc tái chế cũng không được như kỳ vọng. Do đó, có một nghịch lý là thế giới của các công nghệ tiên tiến nhất, vốn được coi là “xanh” hơn và thân thiện với môi trường (một yếu tố thiết yếu để hạn chế sự suy giảm chất lượng môi trường), lại phụ thuộc rất nhiều vào các kim loại... “bẩn”. Ngành công nghệ thông tin và truyền thông thải ra lượng khí thải nhà kính nhiều hơn 50% so với ngành vận tải hàng không! Đây thực sự là một vòng luẩn quẩn!

Vậy làm sao để giải quyết mâu thuẫn này?

Hiển nhiên là cần khôi phục việc khai thác đất hiếm, và rộng hơn là khai thác các nguồn tài nguyên khoáng sản (điều này sẽ lại gây ra sự xung đột lợi ích giữa các chính phủ và các tập đoàn khai khoáng), nhưng các hoạt động này phải được thực hiện theo cách thân thiện với môi trường thông qua việc sử dụng các phương tiện kinh tế và công nghệ, hay cụ thể hơn là thông qua việc cấp vốn và vận dụng các đổi mới sáng tạo. Theo tác giả, ngày càng có nhiều người tiêu dùng trên thế giới sẵn sàng chi trả cho những điều này...

Sau khi đưa ra những phân tích sâu sắc về nghịch lý của ngành kim loại hiếm, tác giả kết thúc bằng một ghi chú đầy khích lệ: ông trích dẫn những ví dụ về “sự tỉnh thức trong ngành công nghiệp kim loại hiếm”.

Khi sự chuyển đổi sinh thái trong tất cả các hoạt động kinh tế của con người là điều rất cần thiết để bảo vệ không chỉ hành tinh này mà còn cả sự sống trên đó, chúng ta sẽ còn đối mặt với hàng trăm thách thức tương tự, những thế lưỡng nan cần vượt qua, những quyết định khó khăn cần đưa ra, những thành tựu khoa học cần đạt được, và những ý kiến cần được ủng hộ hoặc thuyết phục, để cuối cùng đẩy nhanh tốc độ của quá trình chuyển đổi sinh thái. Đây quả là một cuộc đua với thời gian...

Bằng cách tập trung sự chú ý của mình và của chúng ta vào một chủ đề cấp thiết nhưng chưa được quan tâm đúng mức, Guillaume Pitron đã thực sự đưa ra những cảnh báo rất đúng lúc.

HUBERT VÉDRINE

Tháng 11 năm 2017

Lời tựa cho ấn bản mới

Vào mùa xuân năm 2023, chúng tôi nhận thấy rõ ràng cần nhanh chóng phát hành một ấn bản cập nhật hoàn toàn mới của cuốn sách *Cuộc chiến kim loại hiếm*, được xuất bản lần đầu vào năm 2018. Đây chính là ấn bản mới mà bạn đang cầm trên tay.

Thực vậy, trong những năm gần đây, tin tức liên quan đến các kim loại hiếm, cấp bách và chiến lược, đang ngày càng dày đặc. Lý do là vào năm 2023, Nghị viện Châu Âu đã chính thức ban hành những chính sách buộc các nhà sản xuất ô tô từ năm 2035 chỉ được bán xe chạy bằng 100% năng lượng điện ở lục địa già. Điều này đã đóng vai trò như một chất xúc tác quan trọng cho nhu cầu về pin cũng như thúc đẩy sự ra đời của hàng trăm nhà máy sản xuất, được gọi là *gigafactories* (tức “siêu nhà máy”), tại châu Âu và trên toàn thế giới, biểu tượng hữu hình cho cuộc chuyển dịch xanh mà nhân loại hiện đang thực hiện.

Nhưng làm thế nào để sản xuất các công nghệ này mà không cần khai thác các nguồn tài nguyên khoáng sản? Một nghiên cứu đã chỉ ra rằng để đáp ứng chỉ riêng nhu cầu pin cho xe điện vào năm 2035, sẽ cần đưa vào khai thác 400 mỏ mới trên toàn thế giới (bao gồm 97 mỏ graphiteⁱⁱ, 74 mỏ lithi, và 72 mỏ nickel)ⁱⁱⁱ. Chính sự bùng

i. *Gigafactory* là thuật ngữ chung dùng để chỉ cơ sở sản xuất sản xuất các thành phần và sản phẩm liên quan đến công nghệ xe điện. Thuật ngữ này được hãng xe điện Tesla sử dụng lần đầu vào năm 2013 để gọi tên cơ sở sản xuất quy mô lớn đầu tiên của công ty. (ND)

ii. Hay còn gọi là than chì tự nhiên. (ND)

iii. “Cần tới gần 400 mỏ mới để đáp ứng nhu cầu của pin cho xe điện”, Tech Informed, ngày 27 tháng 09 năm 2022.

nỗ lực cầu về các kim loại này đang dần đánh thức Mỹ và châu Âu khỏi giấc ngủ dài. Hiện nay, các quốc gia và nhà sản xuất ô tô đang lần lượt ký những thỏa thuận đối tác cung cấp kim loại với các quốc gia có nhiều mỏ khoáng sản (Chile, Indonesia, Ghana, Canada...), những nước bất ngờ có được vị thế mới. Chúng ta có thể nói gì về những thách thức sinh thái và kinh tế mà việc khai thác các nguồn tài nguyên này gây ra? Những rủi ro môi trường liên quan đến các hoạt động khai khoáng này đã dẫn đến việc ngày càng nhiều nhà hoạt động môi trường và chính trị gia có những cuộc tranh luận gay gắt giống như cuộc tranh luận về việc tái định vị một phần sản xuất kim loại ở phương Tây và khai thác các nốt đa kimⁱ dưới đáy đại dương.

Một bối cảnh khác – lần này mang tính địa chính trị hơn – đã góp phần làm gia tăng tầm quan trọng của các chủ đề được đề cập trong cuốn sách này. Theo đó, các cuộc khủng hoảng do Covid và khí đốt từ Nga đã khiến các quốc gia châu Âu, nhận ra sự phụ thuộc vào các vật tư y tế (như khẩu trang) và các nguồn tài nguyên (như khí đốt) được cung ứng từ các quốc gia có chiến lược phát triển khác chúng ta. Chỉ sau hai năm ngắn ngủi kể từ đợt phong tỏa đầu tiên đến xung đột quân sự Nga – Ukraine, nhận thức của chúng ta về toàn cầu hóa đã đảo lộn hoàn toàn: trong khi “bàn tay vô hình của thị trường”ⁱⁱ từng được cho là sẽ đảm

i. Nốt đa kim là các cấu trúc khoáng vật dạng khối tròn hoặc bầu dục hình thành ở đáy đại dương. Chúng chứa nhiều loại kim loại có giá trị, được kết tủa từ nước biển hoặc từ lớp trầm tích đáy biển trong một quá trình kéo dài hàng triệu năm. Nốt đa kim có thể chứa các kim loại như mangan (Mn), nickel (Ni), đồng (Cu), và coban (Co). Một số loại còn có thêm các nguyên tố đất hiếm và các kim loại quý khác. Tuy nhiên, việc khai thác tài nguyên này gây nhiều xáo trộn về môi trường và hệ sinh thái biển. (ND)

ii. Lý thuyết “bàn tay vô hình” (The Invisible Hand) là một khái niệm nổi tiếng trong kinh tế học, được nhà kinh tế học người Scotland Adam Smith đưa ra trong tác phẩm *The Wealth of Nations* (tạm dịch: Sự thịnh vượng của các quốc gia) xuất bản năm 1776. Theo lý thuyết này, “bàn tay vô hình” đề cập đến một cơ chế tự điều chỉnh

bảo quyền tiếp cận không giới hạn vào các nguồn tài nguyên, thì giờ đây nó lại bị xem là nguyên nhân tạo ra sự phụ thuộc kinh tế và những điểm yếu chiến lược.

Một lý do khác khiến ấn bản này phải được phát hành là bởi tiếng vang của ấn bản trước trong các hiệu sách không hề suy giảm. Với 100.000 bản đã được bán ra, cuốn sách đã được dịch (hoặc đang trong quá trình dịch) sang 11 ngôn ngữ và ở khoảng 15 quốc gia... và không có dấu hiệu nào cho thấy xu hướng quan tâm này sẽ hạ nhiệt bởi sự phát triển trong tương lai của nhân loại sẽ đòi hỏi sử dụng nhiều các tài nguyên khoáng sản được ví như “dầu mỏ mới” của thế giới. Mục tiêu của chúng tôi là qua mỗi lần tái bản, *Cuộc chiến kim loại hiếm* vẫn sẽ là một tài liệu tham khảo hàng đầu về chủ đề này.

Tuy nhiên, chúng tôi xin được khẳng định lại một cách chắc chắn rằng: nghiên cứu và viết về “mặt trái” của quá trình chuyển dịch năng lượng không có nghĩa là loài người không nên có lối sống carbon thấp... Trái lại! “Chúng ta không nên nhầm lẫn mục tiêu”, Olivier Vidal, nhà nghiên cứu tại Trung tâm Nghiên cứu Khoa học Quốc gia Pháp (CNRS) đồng thời là chuyên gia về tài nguyên khoáng sản, xác nhận. “Quá trình chuyển dịch này sẽ cần được đầu tư nhiều cho đến năm 2050, nhưng sau đó chúng ta sẽ thu được lợi ích trong 5 thế kỷ tiếp theoⁱ.” Xin nhắc lại: chúng tôi nghiên cứu và viết về chủ đề này để quá trình chuyển dịch năng lượng không những không bị hạn chế mà còn được đẩy nhanh với các tác động tiêu cực được giảm nhẹ – một thách thức mà dù muốn hay không cũng cần được giải quyết bằng một quá trình đổi mới khai thác quy mô lớn và... có trách nhiệm.

trong nền kinh tế thị trường. Adam Smith cho rằng, khi mỗi cá nhân theo đuổi lợi ích riêng một cách tự do trong thị trường cạnh tranh, thì tổng thể xã hội cũng đạt được lợi ích chung, ngay cả khi không có sự can thiệp từ chính phủ hay một lực lượng tập trung nào. (ND)

i. Phỏng vấn Olivier Vidal năm 2023.

Có thể quá trình chuyển dịch năng lượng thực sự là con đường khả thi duy nhất, nhưng nghiên cứu về các kim loại hiếm lại đặt ra hàng loạt câu hỏi khó – và mở ra những viễn cảnh đáng lo ngại.

Làm sao để chúng ta có thể chia sẻ một cách công bằng các chi phí và lợi ích của quá trình chuyển dịch năng lượng khi mà ngày càng nhiều quốc gia đang phát triển phải gánh chịu tác động sinh thái từ việc khai thác đất hiếm để người dân ở các nước phương Tây thoải mái lái những chiếc SUVⁱ điện “không phát thải khí”ⁱⁱ?

Và làm sao để hài hòa được nền dân chủ và sinh thái, khi nhiều dự án nhằm mở lại các mỏ lithi và đất hiếm cần thiết cho công nghệ xanh, có thể bị ngăn chặn vì gặp phải sự phản đối của người dân? Cuối cùng, đại chúng sẽ thay đổi hành vi tiêu dùng của mình ở mức độ nào khi mà nền kinh tế tuần hoàn vẫn chưa thành hìnhⁱⁱⁱ? Hãy lưu ý rằng để đáp ứng nhu cầu của một người dân ở châu Âu thì cần khai thác 20 tấn tài nguyên từ lòng đất mỗi năm^{iv}... đây thực sự là một con số không phù hợp với lối sống bền vững của chúng ta.

Đi tìm câu trả lời cho những câu hỏi trên không hề dễ dàng; những thực tế gần đây khi thì cho thấy sự sáng suốt, khi lại bộc lộ sự thiếu nhất quán của con người trước những thách thức to lớn

i. Xe thể thao đa dụng. (BT)

ii. Một báo cáo đã tính toán rằng nước Pháp sẽ phải đầu tư 300 tỷ euro từ nay đến năm 2030 để thực hiện quá trình chuyển dịch năng lượng: “Les incidences économiques de l’action pour le climat” (Các tác động kinh tế của chương trình hành động vì khí hậu) của Jean Pisani-Ferry và Selma Mahfouz, France Stratégie, tháng 5 năm 2023.

iii. Tham khảo Báo cáo Circularity Gap, được công ty kiểm toán và tư vấn Deloitte công bố hằng năm. Theo báo cáo năm 2023, nền kinh tế toàn cầu chỉ đạt mức tuần hoàn 7,2%, giảm so với 9,1% vào năm 2018.

iv. “Métaux critiques: “Nous devons exploiter tous les gisements d’Europe” (Kim loại chiến lược: “Chúng ta cần phải khai thác tất cả các mỏ ở châu Âu), phát biểu của Philippe Varin, cựu Chủ tịch Orano”, *Euractiv*, ngày 10 tháng 1 năm 2023.

này. Tuy nhiên, có một số diễn biến gần đây khiến chúng tôi đặc biệt quan tâm.

Hãy bắt đầu với một dự án khai thác kim loại dưới đáy biển được chính phủ Na Uy cấp phép hoạt động trong vùng đặc quyền kinh tế của quốc gia này vào tháng 6 năm 2023. Một câu hỏi đặt ra là chi phí môi trường sinh thái của những dự án khai khoáng này sẽ được tính toán như thế nào? Mặc dù đến nay chưa biết rõ chi tiết, nhưng hãy thử xem xét những thiết bị xây dựng đã được xuất xưởng khỏi công ty SMD (Soil Machine Dynamics) Mining Project của Anh có thể cày xới lòng đại dương trong tương lai gần. Đó là một loại máy xúc với nhiều lưỡi cắt (*bulk cutter*) có bánh xe, nặng 300 tấn, dài 15 mét, được trang bị hai động cơ 800 mã lực, bước đầu dùng để khai thác kim loại ở ngoài khơi Papua – New Guineaⁱ. Nếu như tại Hội nghị COP 21ⁱⁱ năm 2015, chúng ta được cảnh báo rằng để giảm phụ thuộc vào dầu mỏ, ngày hôm nay các chúng ta sẽ phải thảo luận về việc triển khai loại máy xúc này ở độ sâu hàng nghìn mét dưới mặt nước biển, thì liệu mọi người có còn ăn mừng về việc đạt được Thỏa thuận Parisⁱⁱⁱ với sự phấn khởi như trước không?

Năm 2021, một thông báo từ Rolls-Royce đã khiến chúng tôi cũng vô cùng băn khoăn. Trong quá trình chuyển đổi sang sản xuất xe điện, hãng ô tô của Anh đã công bố sẽ ra mắt dòng xe Spectre (với biểu tượng linh vật Spirit of Ecstasy của hãng được cập nhật), dự kiến vào cuối năm 2023, một mẫu xe coupe điện

i. Tham khảo tài liệu quảng cáo về dự án khai khoáng của công ty SMD, có trên trang web của công ty khoáng sản SMD (smd.co.uk).

ii. COP Hội nghị cấp cao các Bên tham gia Công ước khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi Khí hậu là một cuộc họp hằng năm của các quốc gia. COP 21 được tổ chức cuối năm 2015 tại Paris. (ND)

iii. Thỏa thuận Paris về khí hậu là một trong những thỏa thuận lịch sử quan trọng nhất về hành động chung của các quốc gia trên toàn thế giới nhằm đạt được các mục tiêu về phát thải carbon và biến đổi khí hậu. (ND)

mới với trọng lượng không tải lên đến 2.975 kg. Khi có thêm người lái và hành khách, tổng trọng lượng cho phép (PTAC) của chiếc xe sẽ đạt gần 3,5 tấn... nếu vượt qua ngưỡng này, các xe sẽ được coi là xe hạng nặng, và yêu cầu bằng lái hạng C! Chính vì vậy, Bentley, một nhà sản xuất ô tô khác, đã đề xuất Ủy ban Châu Âu nâng giới hạn này lên vì các dòng xe điện hạng sang trong tương lai có thể vượt qua ngưỡng nàyⁱ. Chiến lược kinh doanh này liệu có thật sự phù hợp với tinh thần và nội dung của quá trình chuyển đổi “xanh”?

May mắn thay, hai xu hướng gần đây mang lại hy vọng cho chúng ta:

Trước tiên là chỉ thị CSRD (Chỉ thị về Báo cáo Phát triển Bền vững của Doanh nghiệp) do châu Âu ban hành vào năm 2022 và được áp dụng dần dần từ ngày 1 tháng 1 năm 2024. Chỉ thị này yêu cầu nhiều doanh nghiệp, ngoài báo cáo kế toán truyền thống, phải thực hiện báo cáo về tác động của các hoạt động của họ đối với con người và môi trường. Hệ thống kế toán “ba dạng vốn” (kinh tế, xã hội và sinh thái) này sẽ làm rõ các lợi ích hoặc tác động xấu về mặt sinh thái và xã hội của các tác nhân kinh tế, trong khi các phương pháp kế toán truyền thống chỉ ghi nhận lợi nhuận hoặc thua lỗ thuần túy về mặt tài chính. Chỉ thị CSRD chắc chắn sẽ tạo ra một cuộc cách mạng Copernicⁱⁱ vì nó giúp mọi người hiểu rằng chúng ta chưa bao giờ chỉ trả đúng với mức giá thực sự của các sản phẩm tiêu dùng. Giá cả thực tế đã thấp hơn – có thể nói là bị giảm sâu – khi chưa tính đến các tác động đối với sức khỏe, sự đa dạng sinh học, hoặc sự màu mỡ của đất do việc khai thác tài nguyên gây ra.

i. “Le poids problématique des nouveaux SUV électriques” (Trọng lượng gây tranh cãi của các mẫu xe SUV điện mới), *Caradisiac*, ngày 22 tháng 11 năm 2022.

ii. Nhà thiên văn học người Ba Lan (1473-1543), người đầu tiên nêu thuyết nhật tâm trong thời điểm thuyết địa tâm đang thống trị trong tư tưởng nhân loại. (BT)

Hệ thống thuế sẽ xử lý thế nào đối với nghĩa vụ báo cáo này trong tương lai? Và sau đó, tác động của nó đến sức mua của người dân sẽ như thế nào? Chúng ta có thể dự đoán: kế toán ba dạng vốn có thể trở thành một vấn đề gây tranh cãi khi người tiêu dùng ngày càng muốn tận hưởng lợi ích từ các công nghệ xung quanh mình – bao gồm cả những công nghệ “xanh” nhất – nhưng không phải chịu bất kỳ phiền toái nào từ chúng.

Một điều mang lại hy vọng nữa là số lượng sinh viên Pháp, châu Âu và Mỹ liên hệ với chúng tôi để xin tư vấn hoặc cung cấp thêm thông tin nhằm phục vụ việc viết luận văn, luận án của họ về chủ đề kim loại. Sự quan tâm ngày càng tăng của giới trẻ đối với ảnh hưởng địa chính trị của lithi, nickel và các loại đất hiếm cao hơn hẳn so với sự thờ ơ của các chính trị gia, dù ở bất kỳ đảng phái nào. Quả thực, thế hệ trẻ gồm các nhà hóa học, địa chất học, kinh tế học, nhà ngoại giao, nhà báo và các chuyên gia khác đang chuẩn bị nghiên cứu sâu hơn về chủ đề vẫn còn mới mẻ này từ nhiều khía cạnh khác nhau.

Trên thực tế, việc nghiên cứu về các kim loại hiếm vừa hấp dẫn và còn mang tính chiến lược. Nó đòi hỏi sự phối hợp giữa nhiều lĩnh vực đa dạng như địa chính trị, kinh tế và khoa học vật liệu, đồng thời gắn liền với thách thức bảo vệ ngôi nhà chung của loài người – một vấn đề chưa từng được đặt ra cách đây một thế kỷ, khi dầu mỏ bắt đầu xâm nhập vào đời sống của loài người. Các kim loại hiếm dường như khiến chúng ta phải suy nghĩ về thế giới và vạn vật ở mức độ phức tạp cao hơn.

Những kim loại hiếm này vừa kể lại quá khứ, vừa hé mở một phần của tương lai, và qua đó bộc lộ sự nhỏ bé cũng như tầm vóc trí tuệ của loài người. Chúng giúp chúng ta hình dung thế giới “xanh” đang đến gần, vừa hấp dẫn lại vừa vô cùng phức tạp. Chúng là một ô cửa mà qua đó chúng ta có thể nhìn rõ hơn mối quan hệ của các thế

lực ngoại giao và lợi ích từ những đột phá công nghệ gần đây. Nhờ đó, chúng ta sẽ quan sát rõ hơn các tầng địa chất, các đáy đại dương và thậm chí cả những tài nguyên tiềm ẩn trong các rặng núi của các tiểu hành tinh trong không gian. Kim loại hiếm chính là những lăng kính giúp chúng ta ngắm nhìn vũ trụ.

Paris, ngày 28 tháng 8 năm 2023

Giới thiệu

Trong suốt 400.000 năm, nhân loại chỉ có lửa, sức mạnh của gió và nước làm công cụ, cùng sự cần mẫn của sức người và sức ngựa để di chuyển, xây dựng các pháo đài và canh tác. Trong thế giới nơi mà các nguồn năng lượng đều khan hiếm và quý giá đó, mọi hoạt động diễn ra chậm rãi, tăng trưởng kinh tế thường chậm chạp, và mọi tiến bộ xã hội chỉ mang tính đơn lẻ. Trong bối cảnh như vậy, lịch sử cũng chỉ tiến từng bước nhỏ.

Và rồi sang thế kỷ 19, loài người đã ứng dụng rộng rãi một phát minh: động cơ hơi nước. Loại động cơ này được dùng để vận hành các máy dệt cơ học, đẩy các đầu máy tàu hỏa và chạy các tàu chiến hạm, đưa chúng nhanh chóng thống trị các đại dương. Động cơ hơi nước đã tạo ra cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ nhất, đồng thời cũng là quá trình chuyển dịch năng lượng đầu tiên trong lịch sử. Cuộc chuyển dịch này dựa trên việc khai thác một nguồn nhiên liệu thiết yếu: thứ đá màu đen được gọi là than đá.

Đến thế kỷ 20, loài người dần thay thế động cơ hơi nước bằng một phát minh khác: động cơ đốt trong (còn gọi là động cơ xăng). Công nghệ này đã giúp tăng đáng kể công suất của các phương tiện giao thông, tàu thuyền, xe tăng, và lúc này một phương tiện giao thông mới, máy bay, đã đủ sức để cất cánh khỏi mặt đất. Cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ hai mà động cơ đốt trong là một yếu tố góp phần thúc đẩy, cũng chính là một quá trình chuyển dịch năng lượng, lần này là dựa trên việc khai thác một tài nguyên khác: loại dầu nằm trong các lớp đất đá, gọi là dầu mỏ.

Từ đầu thế kỷ 21, với những lo ngại về tình trạng biến đổi

khí hậu gây ra bởi quá trình đốt cháy năng lượng hóa thạch, loài người đã phát triển những công nghệ mới có hiệu suất cao hơn, sạch hơn và có thể kết nối với các hệ thống điện cao áp, đó là tuabin gió, pin mặt trời, pin lưu trữ điện. Sau động cơ hơi nước và động cơ đốt trong, những công nghệ được gọi là “xanh” này đang đưa nhân loại vào cuộc cách mạng năng lượng và công nghiệp lần thứ ba. Cuộc cách mạng đang dần thay đổi cả thế giới. Tương tự như hai cuộc cách mạng năng lượng/công nghiệp trước đó, cuộc cách mạng lần này cũng dựa trên một nguồn tài nguyên quan trọng. Nó quan trọng đến mức các chuyên gia năng lượng, các nhà dự báo công nghệ, các nguyên thủ quốc gia và thậm chí cả các chiến lược gia quân sự đã gọi nó là “*the next oil*”, tức “dầu mỏ của thế kỷ 21”.

Vậy đó là dạng tài nguyên gì?

Công chúng dường như chưa có chút khái niệm gì về nó.

Sự thay đổi cách thức sản xuất (và từ đó là thói quen tiêu thụ) năng lượng chính là cuộc phiêu lưu vĩ đại mới tiếp theo của nhân loại. Các chính trị gia, các doanh nhân của Thung lũng Silicon, các chuyên gia về “sự giản đơn hạnh phúc”ⁱ, Giáo hoàng Francis và các tổ chức môi trường đều đồng loạt kêu gọi thực hiện mục tiêu này nhằm kiểm soát tình trạng nóng lên toàn cầu – và cứu nhân loại khỏi một trận “Đại hồng thủy” mới. Đây là một dự án có khả năng đoàn kết toàn thế giới theo cách mà chưa một đế chế, tôn giáo hay hệ thống tiền tệ nào có thể làm được trước đâyⁱⁱ. Bằng chứng là

i. Khái niệm này bắt nguồn từ nhà văn, nhà tư tưởng đồng thời là một nông dân Pierre Rabhi (1938-2021). Ông ủng hộ sự điều độ và đơn giản hơn trong lối sống của con người. Xem *Vers la sobriété heureuse* (tạm dịch: Hướng tới hạnh phúc giản đơn), Pierre Rabhi, Actes Sud, 2010.

ii. Yuval Noah Harari, *Sapien: Lược sử loài người* (phiên bản tiếng Việt do Omega Plus xuất bản và phát hành).

“thỏa thuận chung đầu tiên trong lịch sử của nhân loại”, theo lời cựu Tổng thống Pháp François Hollande, không phải là một hiệp ước hòa bình, thương mại hay liên quan đến quy chế tài chính; mà chính là Thỏa thuận Paris, được ký kết vào năm 2015 sau COP 21ⁱ, đó là... một hiệp ước về năng lượng!

Tuy nhiên, dù các công nghệ chúng ta sử dụng hàng ngày có thể thay đổi nhiều, song nhu cầu cơ bản về tài nguyên năng lượng vẫn không hề biến mất. Cho tới nay, loài người vẫn chưa tìm ra được câu trả lời thực sự trước câu hỏi cần thay thế dầu mỏ và than đá bằng nguồn tài nguyên nào để tiến tới một thế giới xanh hơn. Tổ tiên chúng ta ở thế kỷ 19 đã hiểu rõ tầm quan trọng của than đá, và con người hiện đại của thế kỷ 20 không thể không biết đến sự thiết yếu của dầu mỏ. Còn ở thế kỷ 21, chúng ta thậm chí còn không nhận ra rằng việc xây dựng một thế giới bền vững hơn phụ thuộc phần lớn vào những khoáng chất được gọi là “kim loại hiếm”.

Con người từ lâu nay đã khai thác các kim loại phổ biến như sắt, vàng, bạc, đồng, chì, nhôm, v.v.. Tuy nhiên, từ những năm 1970, con người bắt đầu tận dụng các tính chất từ tính, xúc tác và quang học tuyệt vời của hàng loạt kim loại hiếm, chứa trong lớp vỏ Trái đất với tỷ lệ rất nhỏ. Nhóm kim loại này bao gồm nhiều thành viên với những cái tên đầy bí ẩn: đất hiếm, vanadi, germani, nhóm kim loại platin, vonfram, antimon, beryli, rheni, tantal, niobi... Các kim loại hiếm này tạo thành một tập hợp chặt chẽ gồm khoảng 30 nguyên liệu thô với đặc điểm chung là thường nằm lẫn trong các kim loại có trữ lượng dồi dào nhất trong tự nhiên.

i. “COP 21: Fabius présente un projet d'accord ‘juridiquement contraignant’” (COP 21: Fabius trình bày một dự thảo thỏa thuận có tính “ràng buộc về mặt pháp lý”), *Libération*, ngày 12 tháng 12 năm 2015.

ii. COP 21 – Hội nghị lần thứ 21 của các Bên tham gia Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu.

Cũng giống như mọi thứ được khai thác từ thiên nhiên với liều lượng rất nhỏ, kim loại hiếm là những chất cô đặc mang trong mình các đặc tính vượt trội. Ví dụ như chưng cất tinh dầu hoa camⁱ là một quá trình dài và buồn tẻ, nhưng hương thơm và những công dụng trị liệu của chỉ một giọt thứ tinh dầu này vẫn luôn khiến các nhà nghiên cứu kinh ngạc. Một ví dụ nữa là việc sản xuất cocain tận sâu trong rừng rậm Colombiaⁱⁱ cũng không hề dễ dàng hơn, nhưng tác dụng kích thích thần kinh của chỉ một gam loại bột này có thể làm rối loạn hoàn toàn hệ thần kinh trung ương của một người.

Cũng tương tự đối với các kim loại hiếm hoặc rất hiếm... Chúng ta phải tinh lọc 8,5 tấn đá để sản xuất ra 1 kg vanadi, 16 tấn cho 1 kg ceri, 50 tấn cho 1 kg gali, và con số đáng kinh ngạc là 1.200 tấn để có được vón vện 1 kg thứ kim loại còn hiếm hơn nữa, lutetiⁱⁱⁱ (tham khảo Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, phụ lục 1). Có thể nói, những thành phẩm này chính là “hoạt chất” của vỏ Trái đất: một tập hợp các nguyên tử có những đặc tính đáng kinh ngạc, đó là những gì tốt nhất mà hàng tỷ năm hoạt động địa chất có thể mang lại cho chúng ta. Khi được ứng dụng trong công nghiệp, chỉ một lượng nhỏ các kim loại này có thể phát ra từ trường đủ mạnh để tạo ra nhiều năng lượng hơn so với năng lượng tạo ra từ cùng một lượng than đá hoặc dầu mỏ. Đây chính là chìa khóa của “chủ nghĩa tư bản xanh”: chúng ta thay thế các nguồn nhiên liệu thải ra hàng tỷ tấn khí carbonic bằng những tài nguyên không cháy – và do đó không tạo ra một gam CO₂ nào.

Ít gây ô nhiễm hơn nhưng lại tạo ra nhiều năng lượng hơn. Vì thế không phải ngẫu nhiên mà một trong những nguyên tố

i. Một tấn cánh hoa cam chưng cất chỉ tạo ra được 1 kg tinh dầu.

ii. Cần 500 kg lá coca để sản xuất một kg cocain.

iii. 1 kg đá chứa trung bình 120 mg vanadi, 66,5 mg ceri, 19 mg gali và 0,8 mg luteti.

này được đặt tên là “promethi” khi nó được nhà hóa học Charles Coryell phát hiện vào những năm 1940ⁱ: chính Grace Marie, vợ của ông, đã gợi ý cho chồng mình tên gọi này với cảm hứng từ thần thoại Hy Lạp về Prometheus. Với sự giúp đỡ của nữ thần Athena, vị thần khổng lồ Prometheus đã lên vào lãnh địa của các vị thần, đỉnh Olympus, để đánh cắp ngọn lửa thiêng... và trao tặng nó cho loài người.

Và tên gọi này đã nói lên rất nhiều về quyền năng “sánh ngang Prometheus” mà con người đạt được khi kiểm soát các kim loại hiếm. Giống như những đấng tạo hóa, loài người đã nhân rộng việc sử dụng các kim loại hiếm trong hai lĩnh vực then chốt của quá trình chuyển dịch năng lượng: các công nghệ “xanh” và kỹ thuật số. Bởi hiện nay, người ta giải thích rằng chính sự hội tụ giữa công nghệ xanh (*green tech*) và công nghệ tin học sẽ là cơ sở để hình thành một thế giới tốt đẹp hơn. Nhờ sử dụng kim loại hiếm, các công nghệ xanh (như tuabin gió, tấm pin năng lượng mặt trời, xe điện) có thể sản xuất ra năng lượng phi carbon và sẽ truyền tải qua các mạng lưới điện “siêu hiệu quả” giúp tiết kiệm năng lượng. Và những mạng lưới này được điều khiển bởi công nghệ số, vốn cũng gồm nhiều thiết bị chứa đầy các kim loại hiếm (tham khảo phụ lục 13 về các ứng dụng công nghiệp chính của các kim loại và khoáng sản hiếm).

Jeremy Rifkin, nhà lý thuyết hàng đầu người Mỹ về quá trình chuyển dịch năng lượng và cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ ba đi cùng với đó, thậm chí còn đưa ra những dự báo xa hơn.ⁱⁱ Theo ông, sự kết hợp giữa các công nghệ xanh với công nghệ thông tin và truyền thông (NTIC) mới cho phép mỗi người trong chúng ta có

i. Cùng Jacob A. Marinsky và Lawrence E. Glendenin.

ii. Jeremy Rifkin, *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, Nxb Palgrave Macmillan, 2011. Tiếng Pháp: *La Troisième Révolution industrielle* (tạm dịch: Cách mạng công nghiệp lần thứ ba), Nxb Les Liens qui Libèrent, 2012.

khả năng sản xuất và chia sẻ nguồn điện “xanh” dồi dào và giá rẻ của riêng mình. Nói cách khác, các thiết bị như điện thoại di động, iPad và máy tính mà chúng ta sử dụng hằng ngày đã trở thành những nhân tố không thể thiếu trong một mô hình kinh tế thân thiện hơn với môi trường. Những dự báo của Rifkin đã gây ấn tượng mạnh mẽ đến mức ông hiện đang là cố vấn cho nhiều nguyên thủ quốc gia và đã tư vấn cho vùng Hauts-de-Franceⁱ của Pháp trong việc xây dựng các mô hình năng lượng mới.ⁱⁱ

Sự phát triển của ngành năng lượng trong những thập niên gần đây cũng củng cố thêm cho những dự báo của Jeremy Rifkin: trong vòng 10 năm, năng lượng gió đã tăng gấp 7 lần và năng

i. Vùng phía Bắc nước Pháp. (ND)

ii. Jeremy Rifkin đã thực hiện các “quy hoạch tổng thể” cho một số thành phố và vùng (San Antonio ở Texas, Monaco, Rome, Utrecht, Luxembourg). Tuy nhiên, các kết quả là khá khác nhau, thậm chí gây tranh cãi.

Xem bài viết của Erwan Seznec, “Hauts-de-France: mais où est donc passée la troisième révolution industrielle?” (Hauts-de-France: Nhưng cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba đã đi đến đâu?), *Mediacités*, 4 tháng 12 năm 2020. Năm 2022, Vùng Hauts-de-France đã ghi nhận 1.200 dự án do các doanh nghiệp, các tổ chức, hiệp hội, cơ sở giáo dục và nghiên cứu thực hiện trong các lĩnh vực xây dựng, năng lượng, giao thông và sản xuất công nghiệp hoặc nông nghiệp đề xuất. Chính quyền khu vực này sau đó đã sửa đổi các mục tiêu, đồng thời tích hợp các vấn đề về trữ lượng tài nguyên, bảo tồn đa dạng sinh học và tác động đến sức khỏe con người. Xem báo cáo “Rev3. Une prospective 2022-2032”, của Claude Lenglet và cộng sự, CCI Hauts-de-France, tháng 10 năm 2022.

Kết quả thực hiện tại Luxembourg cũng không rõ ràng, nhưng vào cuối năm 2021, Bộ trưởng Kinh tế đã gia hạn chiến lược để đáp ứng các mục tiêu khí hậu đã được nêu ra trong Thỏa thuận Paris năm 2015. Xem báo cáo “Étude stratégique de la 3^e révolution industrielle pour le Luxembourg: état des lieux 2021 des 49 mesures stratégiques” (Nghiên cứu chiến lược về cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba cho Luxembourg: Tình trạng 49 biện pháp chiến lược năm 2021), Phòng Thương mại và Thúc đẩy Phát triển Bền vững (IMS) Luxembourg, 2021.

Từ tháng 12 năm 2022, Jeremy Rifkin cố vấn cho đảng đối lập chính Thổ Nhĩ Kỳ. Xem “CHP leader appoints US economist as advisor” (Lãnh đạo CHP bổ nhiệm nhà kinh tế Mỹ làm cố vấn), *Hürriyet Daily News*, ngày 1 tháng 12 năm 2022.