وماذا لو ...

بعد النفط

وماذا لو عشنا بدون طاقة أحفورية؟

جيروم لو بورسيكو



منشورات إنريك بي

جدول المحتويات

عنوان
حقوق الطبع والنشر
جدول المحتويات
التحقيق
مقدمة
مقدمة: على طريق مستقبل ما بعد النفط، هاوية
الحياة بدون وقود أحفوري
أولاً: فن استبدال مصدر طاقة لا مثيل له
1. الطاقة النووية: تقارب طبيعي وعقبات كبيرة
2. لا تُعتبر الطاقات المتجددة مستدامة دائمًا
3. قيود التقنية
4. ما هو مزيج الطاقة الذي سيدوم لقرون؟
ثانيًا: مرحبًا بكم في الحضارة الخالية من النفط
1. الرصانة والمرونة: بعض النصائح لتجاوز العاصفة
2. مخطط لاقتصاد خالٍ من الكربون
3. عندما يهدد المناخ والطاقة مجتمعاتنا
4. هل عدد سكان الأرض كبير جداً؟
5. وسائل نقل لا تدمر الكوكب
6. الغوص في مدن وأقاليم المستقبل
7. المباني والرجال
8. الأشياء اليومية بدون زيت
9. نظام الغذاء المستدام، من المزرعة إلى المائدة
10. الصحة تتعرض للاختبار بسبب الصدمات

ء

11. هل تستطيع التكنولوجيا الرقمية الصمود أمام السقوط؟
12. استمتع دون إتلاف
خاتمة
خيالي
1. نورا (بريطانيا العظمى)
2. السقوط والصعود (فرنسا)
3. المنفى (فوق المحيط)
4. الهبوط (بريطانيا العظمى)
5. إحياء الريف
6. الابتلاع (فرنسا)
7. التباطؤ وإمكانية الشعور بالفرح (بريطانيا العظمى)
8. الطاقات والأصداف
9. البحر والذرة
10. الاختناق (فرنسا)
11. الليلاب والجر (بريطانيا العظمى)
12. جوناثان (فرنسا)
13. الهجوم
14. شجرة يان
15. الزمن والمعاناة (بريطانيا العظمى)
16. على القضبان
17. الخطابات العظيمة
18. هنا في الأسفل باتجاه الشمال (فرنسا)
19. هارب
20. ما الذي قد يحدث بعد ذلك؟
الملحق: مزيج الطاقة الكهربائية في فرنسا (2016)

شكرًا
قائمة مراجع غير شاملة
حقوق الصور

JÉROME LE BOURSICOT

APRÈS LE PÉTROLE

ET SI ON VIVAIT SANS ÉNERGIES FOSSILES ?

Enrick B. ÉDITIONS

جميع الحقوق محفوظة لشركة Enrick B. Editions، ٢٠٢٠

تصميم الغلاف: ماري دورتييه، إنتاج الغلاف: كوماندجو

www.enrickb-editions.com

رقم الكتاب المعياري الدولي: 978-2-35644-481-3

هذا العمل محمي بموجب حقوق النشر، وهو مخصص للاستخدام الشخصي للعميل فقط. يُحظر منعًا باتًا أي نسخ أو توزيع لهذا العمل، كليًا أو جزئيًا، على أطراف ثالثة، سواء مجانًا أو مقابل أجر، ويُعد ذلك انتهاكًا يُعاقب عليه بموجب وما يليها من قانون الملكية الفكرية الفرنسي. ويحتفظ الناشر L 335-2 المواد بحقه في مقاضاة أي انتهاك لحقوق الملكية الفكرية الخاصة به أمام المحاكم المدنية أو الجنائية.

تم إنشاء هذه الوثيقة الرقمية بواسطة تحليل المكونات الرئيسية

بينما أُنهي كتابة هذا الكتاب، يهزّ وباءٌ العالم. انهارت أسعار النفط، وتراجع الطلب عليه. يدخل الاقتصاد في ركودٍ حاد. يُخيّم شبح البطالة الجماعية على السكان. ويُهدّد الفقر الفئات الأكثر ضعفاً. هل تُؤكّد هذه الكارثة تنبؤات علماء الانهيار، مُفكّري انهيار الحضارة الصناعية؟ سنرى.

أبرزت جائحة فيروس كورونا هشاشة مجتمعاتنا المعولمة، وأكدت الحاجة المُلحة لمواجهة المخاطر الأخرى التي قد تقضي على الحياة على الأرض في المستقبل القريب. من المرجح أن ينتعش الطلب على النفط بمجرد انتهاء الأزمة، وبالتالي، سنندفع بوتيرة أسرع نحو الفوضى المناخية وذروة إنتاج النفط.

كيف لنا أن نتنبأ بهذه المخاطر؟ كيف لنا أن نعيش بلا نفط، وأن نستغني عن الوقود الأحفوري الذي يقوم عليه اقتصادنا الصناعي؟ يحاول هذا الكتاب الإجابة عن هذه التساؤلات من خلال رسم ملامح مستقبل أكثر استدامة. ولكن لأن الأفكار وحدها لا تكفي لإدراك حجم التحولات القادمة، فلا بدٍ لنا من ابتكار رؤى جديدة. لذا، يتضمن هذا الكتاب سردًا روائيًا يتبع مقالًا. يُثري المقال السرد الروائي، الذي بدوره يروي أحد الاحتمالات المستقبلية الممكنة واحد من بين مليارات الاحتمالات. تنبع هذه الرؤية من منظور شخصي بحت - لمؤلفها، الذي يأمل أن تُسهم، بطريقتها المتواضعة، في تجديد الوعي الجمعي.

تعصف الرياح بكلاب الزلاجات المتجمعة على الثلج. لا بد أن درجة الحرارة تصل إلى -20 درجة مئوية؛ فهي تتمتع بغذاء وفير. فقد أهداها إريك إيتوكالاك قطعًا من لحم الفظ المجمد، وهو حيوان ثديي بحري اصطاده في رحلة تجديف حديثة. أخطأت الطلقة الأولى هدفها، لكن الثانية مكنته من جلب أكياس ضخمة مليئة باللحم إلى القرية. تقع قرية بوفيرنيتوك في نونافيك، وهي ركن من القطب الشمالي في كيبيك، بحجم إسبانيا تقريبًا، موطن لـ 12,000 من الإنويت. في هذه المناطق النائية من أقصى الشمال، حتى أرخص شرائح اللحم باهظة الثمن للغاية. لا توجد طرق برية، ويصل كل شيء تقريبًا بالطائرة من جنوب كندا. لذلك، ما زالوا يمارسون الصيد، من الحيتان إلى الفقمات، بما في ذلك حيوان الرنة. يكفي حيوان رنة واحد لإطعام القرية بأكملها لفترة طويلة.

يحلّ الليل، فتعوي الكلاب قليلاً وتنام في العراء. أما أنا، فسأنام في كوخ إسكيمو، وهو المسكن التقليدي الذي كان مخصصاً للسياح والصحفيين القلائل الذين يمرون من هنا. لم يعد إريك وعائلته يعيشون كما كانوا يفعلون سابقاً، حين اتخذ شعبهم، على مدى أربعة آلاف عام، من الثلج مسكناً لهم، وعظام الحيوانات أدوات، وكلاب الزلاجات وسيلة نقل، وأفضل حليف لهم في الصيد والبقاء. في خمسينيات القرن الماضي، ارتكب البيض مذبحة بحق كلاب الإنويت في نونافيك، وأجبروهم على الاستقرار. دفعوهم بوحشية إلى العالم الغربي، وأغرقوهم في بؤس اجتماعي.

الآن، تقوم طائرة أو اثنتان بتزويد القرية بالوقود أسبوعيًا. وتأتي سفينتان أو ثلاث سنويًا حاملةً زيت الوقود المخزن في مستودع كبير. يُستخدم هذا الوقود لتدفئة المنازل في ظل انخفاض درجات الحرارة الخارجية إلى ما دون 50 درجة مئوية تحت الصفر. كما يُستخدم لتشغيل الحافلات والشاحنات الصغيرة وعربات الثلج. ويُستخدم أيضًا لنقل المعلمين والأطباء والبريد. تعتمد القرية كليًا على النفط للبقاء. ومثل عالمنا، أصبحت مدمنة عليه في غضون عقود قليلة.

الحيتان، الليل المظلم، والنوم الطويل

بدأ كل شيء بقصة الظلام والحيتان. في القرن التاسع عشر، لم يعد بإمكان صائدي الحيتان تلبية الطلب على النفط. كان يُستخدم لإضاءة الطريق للبشر عند حلول الليل. لكن أسلافنا قتلوا أعدادًا هائلة من الحيتان، فارتفع سعر نفطها بشكلٍ كبير. عندها انطلق إنتاج النفط. قام العالم الكندي أبراهام بينيو جيسنر بتحويله إلى كيروسين، فأضاء "النفط الصخري" -وهو مصطلح

يُطلق على النفط الصخري- أماكن ظلت مظلمة لفترة طويلة، وذلك بتكلفة زهيدة.

استُخدم النفط أيضًا كمادة تشحيم لمحركات البخار، التي ازداد عددها بشكل هائل. واستمر الطلب على النفط في الارتفاع الصاروخي. وبعد أن كان استخدامه محدودًا لدى بعض الإغريق القدماء لصنع أسلحة حارقة، ولدى حفنة من سكان بلاد ما بين النهرين، أصبح النفط بمثابة الذهب الأسود في القرن التاسع عشر. أيقظ الإنسان الصناعي النفط من سبات طويل تحت الأرض. ومثل الفحم والغاز، ظل النفط خامدًا لملايين السنين في أعماق الأرض. هذه المدة الطويلة وحدها هي التي منحته قوته التي أسرت الإنسان العاقل. وفي قرن واحد فقط، احترق ما يقارب تريليون برميل منه.

قوة الأحافير

تستمد قوة النفط هذه من كثافة طاقته الاستثنائية، التي تفوق كثافة طاقة الفحم الأحفوري. ومع ذلك، فقد أحدث هو الآخر ثورة في العالم. فمنذ القرن الثامن عشر، بدأ استخراج الفحم على نطاق واسع في أوروبا. وبفضل التقدم التكنولوجي، أصبح استخراجه فعالاً وغير مكلف، مما سهّل إنتاج الحديد والصلب، اللذين أصبحا شائعين. وامتلأت المنازل بالمواقد والأواني. وطُوّرت مدافع جديدة، وظهرت السفن المدرعة. وكان الفحم يُستخدم لتشغيل السفن والقاطرات والمصانع، مما قلل المسافات وأوقات السفر، التي سرعان ما تم تنظيمها من خلال إدخال جداول مواعيد القطارات. وكتب ويليام ستانلي جيفونز في عام 1865: "بفضل الفحم، أصبح كل شيء تقريبًا ممكنًا، بل وسهلًا"[1]. بفضل هذا الوقود، أحدثت الثورة الصناعية الأولى وصعود الإمبراطوريات الأوروبية تحولاً جذرياً في كوكب الأرض. وحتى اليوم، لا يزال يساهم بنسبة 40% من إنتاج الكهرباء. وهو أيضاً أكثر أنواع الوقود الأحفوري تلويثاً للبيئة، ما يجعله كارثة مناخية.

بسرعة ضوء الزيت

كان الفحم والمحرك البخاري يدفعان بالفعل الأشخاص والأشياء التي تزن آلاف الأطنان بسرعات ومسافات غير مسبوقة. وقد ساهم النفط في تكثيف التجارة، مُحدثًا ثورة حقيقية في سفر البشر. أولًا، من خلال تشكيل ثالوثٍ شكّل بداية النقل البري: محرك الاحتراق الداخلي (1) الذي يُغذّى بكفاءة بالنفط، والذي يُستخدم أيضًا في بناء الطرق (2)، المثالية لإطارات المطاط الصناعي (3) المُستخرجة من الذهب الأسود. ثم، وبسرعة كبيرة، مكّن النفط من إرسال البشر جوًا على نطاق واسع. لم تكن الطائرة لتوجد لولا كثافة الطاقة الهائلة لوقود البترول. وفي البحار، حلّت قوة هذا السائل شبه السحري محل قوة الفحم في الملاحة التجارية والعسكرية.

الذهب الأسود، صانع التاريخ

لم يعد بإمكان الجيوش تحقيق النصر بدونه. ولا تزال البحرية الملكية البريطانية تهيمن على العالم الغربي لأن ونستون تشرشل، وزير البحرية عام

١٩١٠، فضّل بجراة زيت الوقود الثقيل، المستخرج بعيدًا عن الوطن الأم، على الفحم البريطاني الذي كان يُستخدم لتشغيل سفنه الحربية. وكتب كليمنصو، الذي واجه مشكلة تزويد الجيش الفرنسي بالوقود خلال أول صراع عالمي، أن البنزين أصبح "ضروريًا كالدماء في معارك الغد".[2] كان رئيس الوزراء محقًا. فقد استهلكت الأسلحة الحاسمة الجديدة (الدبابات والطائرات وغيرها) كميات هائلة من النفط الخام. وتفاقم الإدمان على النفط خلال الحرب العالمية الثانية، وهي حربٌ ذات طابع آليّ للغاية. وأدرك قادة العالم الغربي أنه في العصر الصناعي، يتمتع من يمتلك موارد الفحم أو النفط بميزة كبيرة. وطوال الحرب، سعى هتلر بلا هوادة وراء النفط. لم تكن لدى ألمانيا وإيطاليا واليابان أي احتياطيات نفطية. وبسبب افتقارها لهذه الاحتياطيات، لم يكن طياروها مدربين تدريبًا كافيًا. في المقابل، استفاد الحلفاء من إمدادات نفطية غير محدودة تقريبًا. وأُلقيت قنابلهم على محطات الوقود الألمانية. وبعد إنزال الحلفاء في نورماندي، انطلقت مئات الطائرات من الجيوش الأنجلو-أمريكية، وهي الجيوش الوحيدة ذات الطابع الآلي الكامل، نحو قلب ألمانيا النازية بفضل براعة صناعة النفط البريطانية، التي مدت خطوط أنابيب تحت بحر المانش.

كانت القوتان العظميان اللتان خرجتا منتصرتين من الصراع، الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة، المنتجين الرئيسيين للنفط. وفي ظل السلام الذي أعقب ذلك، ازدهرت الحياة الأمريكية بفضل النفط. وقد مكّن هذا السائل من استكشاف الفضاء. ومنذ ذلك الحين، ارتبط كل رئيس أمريكي بصناعة النفط.

هذا هو زيتي

لكن عندما بلغ إنتاج النفط التقليدي ذروته في الولايات المتحدة عام 1970، موطن أكبر الاحتياطيات. ونشبت حروب الموارد في الشرق الأوسط. وقد أشار المحافظ الأمريكي الجديد جون بولتون إلى "هذه المناطق الحيوية لإنتاج النفط والغاز الطبيعي التي خضنا من أجلها حروبًا عديدة، في محاولة لحماية اقتصادنا من العواقب الوخيمة لفقدان هذا الإمداد أو الحصول عليه بأسعار باهظة للغاية"[3]... في أبريل 2018، أصبح مستشار الأمن القومي لإدارة ترامب.

بنية جسدية جذابة تدر دخلاً جيداً

حتى ترامب يدرك ذلك: النفط سائل. وهذا ما يجعله أسهل استخراجًا وتخزينًا ونقلًا من الغاز والفحم. هذه الخصائص الفيزيائية المثالية تُدرّ أرباحًا طائلة لمن يستغله. يكفي حفر بئر في الأرض ليتدفق النفط: يرتفع هذا السائل الثمين من تلقاء نفسه بفعل ضغطه. ويجني رواد الأعمال دخلًا ثابتًا لسنوات، دون استثمارات ضخمة. بالنسبة لماثيو أوزانو، المتخصص في تاريخ النفط، يُجسّد روكفلر هذا الثراء الهائل والسريع. فهو الذي سيطر على أكثر من 90% من حجم النفط الأمريكي المكرر في بداية القرن العشرين،

سرعان ما أصبح أغنى رجل في التاريخ. على مر العصور. وربما أغنى من" ستيف جوبز أو بيل غيتس بالقيمة الثابتة للدولار [بعد تعديلها وفقًا للتضخم][4]لقد بشّرت إمبراطوريته بالعولمة"، بحسب خبير اقتصادي من" .جامعة بيركلي

حتى اليوم، لا تزال الدول المنتجة الرئيسية تُقدّر هذه الثروة. وتتصدر الولايات المتحدة القائمة، تليها السعودية وروسيا وإيران وكندا والعراق. كما تمتلك بعض هذه الدول احتياطيات هائلة من ثالث أكبر مصدر للطاقة في العالم: الغاز الطبيعي. أما في مجال الهيدروكربونات، فتعتمد أوروبا اعتمادًا كبيرًا، حيث يهيمن النفط على السوق. ويتزايد احتياج العالم للنفط عامًا بعد عام، إذ يستهلك كل ثانية ما يقارب 1000 برميل (البرميل الواحد = 159 لترًا من النفط)[5]كان الذهب الأسود أحد المحركات الرئيسية للتاريخ الحديث. ولا .يزال مصدراً لقوة هائلة، حيث يشكل الأمم ويصوغ النشاط البشري

في فرنسا، يأتي أكثر من 70% من الطاقة المستهلكة من الوقود الأحفوري[6]يُعدّ النفط، الذي يُستورد. منه، المصدر الرئيسي للطاقة بلا منازع، متقدماً على الغاز والفحم. وعلى عكس الاعتقاد السائد، 99% .(فإن حصة الكهرباء ضئيلة للغاية (22% من إجمالي استهلاك الطاقة[7].
في المتوسط، ينتج سكان الأرض 350 مليون طن من البلاستيك سنوياً[8]هذا وزن يعادل 389 ضعف وزن. برج المملكة المستقبلي، وهو البرج الذي يبلغ ارتفاعه كيلومترًا واحدًا والذي يجري بناؤه في المملكة .العربية السعودية

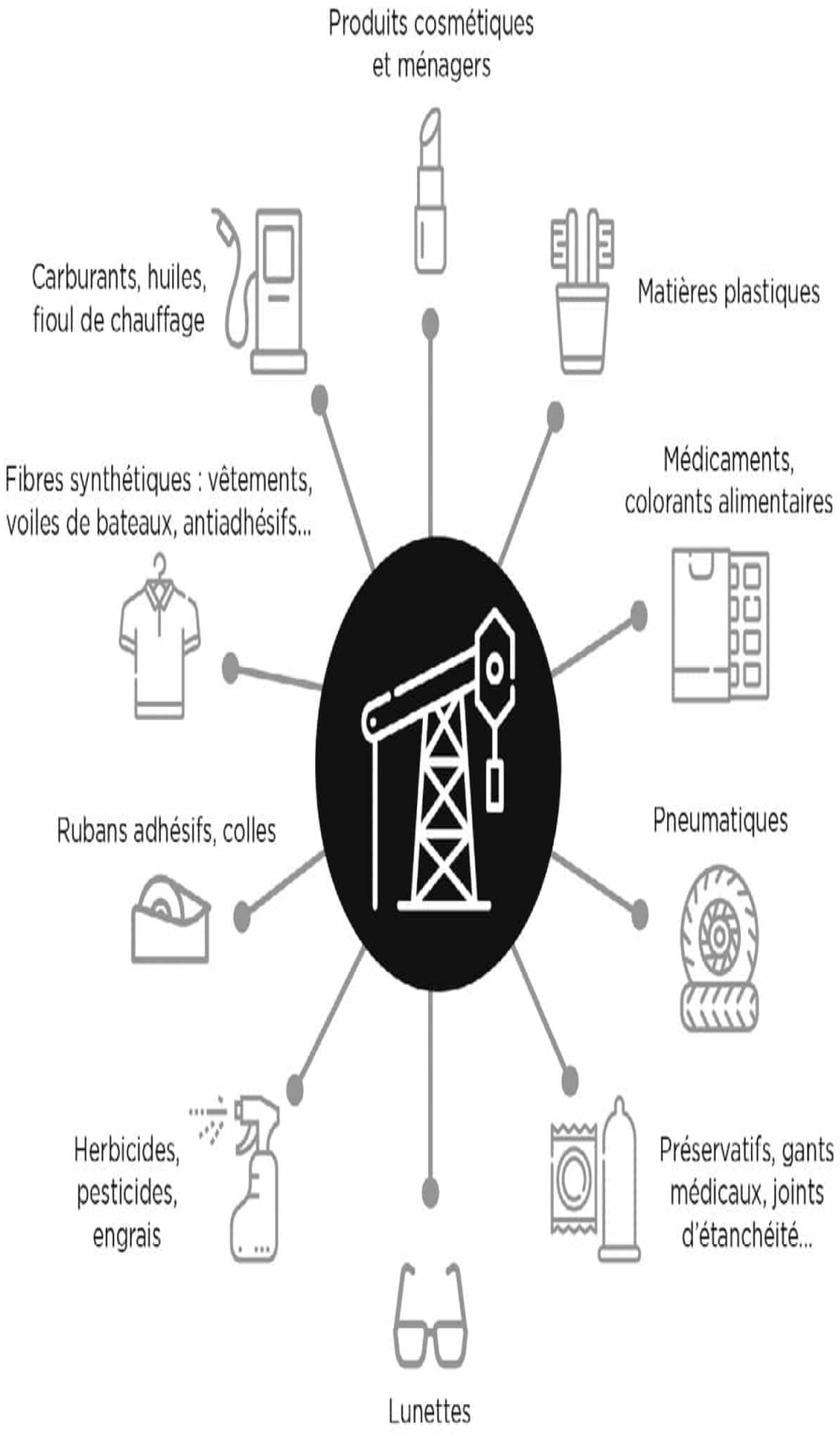
تُظهر هذه الأرقام الوفرة الهائلة للنفط. فإلى جانب الغاز والفحم، حلّ النفط محلّ بعض المصانع والمغذيات التي كانت تُغذي عضلاتنا وعضلات حيوانات الجر. وتُشغّل الوقود الأحفوري، بدوره، الآلات. جيشٌ حقيقيٌّ لدعم المجتمع الصناعي: الجرافات، والمناشير الآلية، والجرارات، والسفن، والشاحنات، والطائرات، والمضخات، والرافعات، والغلايات، وأجهزة ...الكمبيوتر، والخوادم

عالم الآلات

نحن نساعدهم فقط. هم من يقومون بمعظم العمل. هذا العالم موجود فقط لأن الوقود الأحفوري رخيص. "في لتر واحد من البنزين، لديك نفس القدرة على تغيير البيئة التي تُحدثها 10 إلى 100 يوم من العمل اليدوي ".لشخص واحد. لذا، في الواقع، الطاقة لا قيمة لها[9]يقول جان مارك يانكوفيتشي، المتخصص في مجال الطاقة: "إن استخدام النفط أرخص بمئات، بل بآلاف المرات، من استخدام عضلاتنا". وقد حسب المهندس أن شاحنة واحدة تعادل 4000 زوج من الأرجل. ويضيف: "إن مصنع الدرفلة الصناعي (100 ميغاواط)، الذي يشغله شخص واحد في أي لحظة، يُضاهي

في قوته منطقة إيل دو فرانس باكملها (10 ملايين ذراع)، والذين كنت سأمنحهم مطرقة لضرب الصفائح المعدنية".

LES OBJETS DU QUOTIDIEN ISSUS DU PÉTROLE



لقد منحتنا هذه الآلات فائقة القوة، التي تستهلك كميات هائلة من الوقود، راحة مادية. في هذا المجتمع الاستهلاكي، تتكاثر الثلاجات والشاشات والألعاب وأنابيب معجون الأسنان والأدوية ومستحضرات التجميل والمنتجات المنزلية، وغيرها الكثير من الأدوات اليومية، حتى تتكدس في زاوية من منازلنا المتزايدة الاتساع والحرارة، حيث تفوح منها رائحة البلاستيك والمنتجات البترولية الاصطناعية. فبينما كان متوسط مساحة معيشة الفرد الفرنسي حوالي 23 مترًا مربعًا عام 1970، أصبح الآن 40 مترًا مربعًا[10]شكرًا للرافعات، والحفارات، والكسارات، والمثاقب، والشاحنات، وخلاطات الإسمنت... الراحة تعني أيضًا امتداد المساحة إلى الخارج. قبل طفرة النفط، كان معظم الناس يولدون ويعيشون ويموتون ضمن نطاق صغير نسبيًا، غالبًا ما لا يتجاوز بضع عشرات من الكيلومترات. أما الآن، فنحن نعيش ونعمل ونسافر إلى أقصى فرنسا أو إلى أي مكان في العالم.

نحن نأكل النفط

في فرنسا وحدها، تستهلك الآلات التي تنقلنا ما يقرب من 50 مليار لتر من وقود البترول كل عام[11]هذا يعادل 20 ألف مسبح أولمبي! اليوم، لا يمكن لقطاع النقل أن يوجد بدون هذه المنتجات البترولية، التي يتزايد استهلاكها باستمرار. "وبدونها، لا يمكن لأي نشاط اقتصادي أن يكون ممكناً[12]معظم ما يحركنا يستهلك النفط. ونحن أنفسنا 'نستهلك النفط[13]'".

بفضل الكهرباء، تسير الجرارات وتُنتج الحقول طعامنا؛ وتُزوّد الشاحنات المتاجر الكبرى بالبقالة، والبنوك بالسيولة، والشركات بالمواد الخام... وبفضل الكهرباء، ننقل الوقود والعمال إلى محطات الطاقة النووية (التي تُنتج معظم كهرباء فرنسا). ولكن ماذا يحدث عندما ينضب هذا المصدر؟ في عام 2000، خلال إضراب سائقي الشاحنات، كانت بريطانيا العظمى على بُعد يومين فقط من أزمة غذاء. وذلك لأننا فككنا المرونة التي كانت تُشكّل أساس نظامنا الغذائي واستبدلناها بسلاسل إمداد هشة للغاية[14]في حال حدوث نقص، هل سيقتصر اكتفاء باريس الذاتي من الغذاء على يومين أو ثلاثة أيام في الأسبوع؟ كل خطوة في هذا النظام الخطي تستهلك الوقود الأحفوري. ما هي هذه الخطوات؟ حرث الأرض بالجرار، تشغيل نظام الري، إنتاج الأسمدة المصنوعة من البوتاس والفوسفات المستخرجين من قارات أخرى) باستخدام النفط) والمبيدات الحشرية (المشتقة من النفط)، معالجة المنتجات الغذائية، تبريد مناطق التخزين، تغليفها بالبلاستيك، توزيعها، طهيها، معالجة النفايات الناتجة عنها، وربط كل ذلك بشبكة النقل[15].

أرض ستصبح قريباً غير صالحة للسكن

"نحن الآن نواجه كارثة عالمية من صنع الإنسان. إنه اكبر تهديد يواجهنا منذ آلاف السنين: تغير المناخ. إذا لم نتحرك، فإن انهيار حضاراتنا وفناء جزء كبير من العالم الطبيعي ينتظرنا."
السير ديفيد أتينبورو، عالم الطبيعة والكاتب، مؤتمر الأمم المتحدة للمناخ، بولندا، ديسمبر 2018

قبل 252 مليون سنة، انقرضت أنواعٌ عديدة من الكائنات الحية. شكّل هذا بداية إحدى موجات الانقراض الخمس الكبرى التي لعب فيها تغير المناخ دورًا محوريًا. ارتفعت درجة حرارة المناخ العالمي بمقدار 5 درجات مئوية، ونفق من الكائنات الحية على الأرض. واليوم، يرتفع مستوى الكربون في 97% الغلاف الجوي بمعدل أسرع بعشر مرات على الأقل مما كان عليه آنذاك، وهذا المعدل يتسارع.[16]

قبل حوالي 56 مليون سنة، غطت الغابات المطيرة والمستنقعات معظم كوكب الأرض. كانت الأرض بأكملها تُشبه فلوريدا. ونمت أشجار النخيل في ألاسكا. كان ذلك عصر الثدييات الصغيرة، التي بدت أكثر تكيفًا مع الحرارة: ظهرت الرئيسيات والخيول. مرحبًا بكم في عصر الإيوسين. تطور كوكبنا الأزرق نحو هذا المناخ على مدى عشرين ألف سنة. أما التغير الحالي فهو أكثر حدة بمئة مرة. ووفقًا لباحثين أمريكيين، سيبدأ المناخ في التشابه مع الإيوسين بحلول عام 2100، وسيصل إليه بحلول عام 2150 إذا لم نغير مسارنا. قد لا يكون لدى الحياة الوقت الكافي للتكيف.[17،18]

على حافة كارثة مناخية

صيف 2018، صيف 2019... الكوكب يختنق. ما يقارب 35 درجة مئوية خارج الدائرة القطبية الشمالية، في النرويج والسويد. كل عام يمر، تُحطم أرقام قياسية جديدة في درجات الحرارة. فيضانات مميتة في اليابان. حرائق غابات غير مسبوقة في الدول الاسكندنافية. العطش يقتل الأشجار: في جبال الفوج، ماتت واحدة من كل عشر أشجار صنوبر. ومثلها من أشجار الزان في سويسرا، نفقت أشجار الزان بسبب الجفاف[19] آلاف الهكتارات من الحقول الفرنسية تشتعل فيها النيران[20] في الهند، يشهد موسم الرياح الموسمية تأخراً تاريخياً. تتجاوز درجات الحرارة 50 درجة مئوية: تتساقط الطيور من السماء، ويتسلق البشر إلى داخلها، ومئات القرى مهجورة[21] قبل عام، وخلال موسم أمطار موسمية شديدة غير مسبوقة، نزح مليون شخص، ولقي 1200 حتفهم. اشتعلت النيران في اليونان، وكذلك في أستراليا، حيث التهمت النيران مساحة بحجم أيرلندا. لم تشهد كاليفورنيا مثل هذه الحرائق من قبل. وتحدث حاكم الولاية الأمريكية عن "الوضع الطبيعي الجديد"[22] عالم آخر. كوكب يتعرض لضربة قوية من واقع تغير المناخ، والذي يؤكد لنا العلم

بالإجماع أنه لم يعد بالإمكان التشكيك في أصله: غازات الاحتباس الحراري[23] منتجات النشاط البشري، وعلى رأسها احتراق الهيدروكربونات[24]."

لم تشهد الأرض مثل هذه الحرارة منذ ألفي عام على الأقل[25]. لقد بدأت الآلة بالعمل. لا رجعة فيها. "حتى لو توقف جميع البشر عن التنفس اليوم، ستستمر درجات الحرارة العالمية في الارتفاع لعقود بسبب بطء معدل انتشار ثاني أكسيد الكربون المخزن في المحيطات إلى الغلاف الجوي[26]." كتب أعضاء مجلس الشيوخ في تقرير قدموه إلى الحكومة الفرنسية في يونيو 2019: "إن مستقبل البلاد القريب، بحلول عام 2050، مكتوب بالفعل[27]". الجفاف الشديد، والسواحل المغمورة، والحرائق المدمرة حيث لم يكن يُعتقد أنها ممكنة، وجفاف المياه الجوفية، ودرجات الحرارة التي تصل إلى 55 درجة مئوية في بعض الأماكن خلال موجات الحر... سرد هؤلاء المسؤولون المنتخبون عواقب "الصدمة المناخية الحتمية" التي تلوح في الأفق بحلول عام 2050، وأدلوا بملاحظة بسيطة: فرنسا ليست مستعدة لمواجهتها.

ليس أكثر من العالم أجمع. كيف لنا أن نستعد لهذا؟ ثلثا المدن الكبرى والأراضي الزراعية غارقة تحت الماء، وجفاف دائم في أوروبا، وتحول أجزاء شاسعة من الكوكب إلى صحاري غير صالحة للسكن، ونقص حاد في المياه... هذه لمحة عما سيكون عليه العالم خلال بضعة عقود إذا لم نوقف هذا التدهور الآن، كما يحذر علماء المناخ. إننا نجعل الأرض غير صالحة للسكن. إنه أمر وشيك. إنه واقع نعيشه بالفعل. ترتفع درجة حرارة الأرض بوتيرة أسرع بكثير مما كان متوقعًا[28]. إن وضع كوكب الأرض أسوأ بكثير مما توقعته أكثر سيناريوهات المناخ تشاؤماً قبل بضع سنوات فقط. ووفقاً لعدة دراسات علمية، بدأت سلسلة من التداعيات الخطيرة، وبلغت نقاط التحول ذروتها، وخرج النظام عن السيطرة، مما تسبب في تداعيات متتالية، وأصبح من المستحيل إيقاف هذا المسار المنحدر نحو الهاوية[29].

الأرض أصبحت أكثر خطورة بالفعل. فبحسب الباحثين، أدت الصدمات المناخية إلى تفاقم الصراعات في دارفور ونيجيريا وتشاد، ما أسفر عن مجازر. كما ساهم اضطراب المناخ في اندلاع الصراع السوري، الذي حصد أرواح مئات الآلاف وتسبب في هجرات جماعية. في الواقع، كانت موارد المياه في سوريا تتضاءل لسنوات عديدة قبل أن يضرب البلاد جفاف شديد قبيل ثورة 2011. وقد أدى هذا الجفاف إلى تحركات سكانية، أعقبها نمو سكاني هائل في المدن الكبرى. ونتيجة لذلك، ارتفعت الإيجارات بشكل كبير، وتفاقمت البطالة، وبرزت ضغوط على السلع الأساسية[30]. وبالتالي، أدى تغير المناخ إلى تفاقم التوترات السياسية بشكل كبير.

انهيار الطبيعة

لكن هل سنموت جوعا قبل أن نموت من الحر والحرب؟ في الهند، ترتفع درجات الحرارة، ويتزايد عدد حالات انتحار المزارعين. تشير التقديرات إلى أن أكثر من 300 ألف مزارع قد أقدموا على الإنتحار منذ عام 1995، مع انعدام المحاصيل تقريباً وتراكم الديون. ومؤخراً، انهارت محاصيل القمح بسبب الجفاف في السويد وأستراليا وروسيا وغيرها. في فرنسا، في خليج السوم، انخفضت كثافة الأسماك بنسبة 80% خلال ثلاثين عاماً بسبب ارتفاع درجة حرارة المياه. وإلى الجنوب، يتقلص حجم سمك السردين. في جميع أنحاء العالم، تتراجع القيمة الغذائية لمعظم المحاصيل، وتنخفض غلتها.[31] تتلاشى الأراضي الصالحة للزراعة بمعدل ينذر بالخطر تحت وطأة الخرسانة وعوامل التعرية. ففي كل ثانية، تفقد فرنسا ستة وعشرين متراً مربعاً من الأراضي الصالحة للزراعة بسبب التوسع العمراني.[32] كان هذا الأمر غير وارد قبل فترة وجيزة: الجبال السداسية تنهار تحت تأثير تغير المناخ. الأمراض المنقولة بالنواقل تنتشر. الأشجار تموت بمعدل ضعف ما كانت عليه من قبل.

لكن الوقود الأحفوري لا يقتصر فقط على اضطراب المناخ، والتسربات النفطية الهائلة، والتلوث المتفشي وما يصاحبه من أمراض من جميع الأنواع، والهواء الملوث الأكثر فتكاً من التبغ على نطاق عالمي.[33] وهي مسؤولة عن وفاة 60 ألف فرنسي سنوياً. كما أنها سمّ المبيدات الحشرية، التي لم يعد وجودها في أجسام الجميع أمراً مفاجئاً عند التدقيق فيها. مشتقات البترول التي تلوث تربة مارتينيك منذ سبعة قرون، وتساهم في ظهور العديد من الأمراض، من مرض باركنسون إلى اضطرابات النمو لدى الأطفال، فضلاً عن السرطانات.

تُسبب هذه المواد الكيميائية الموت في أريافنا. وهي المسؤولة إلى حد كبير عن هذه الكارثة: فخلال السنوات الخمس والعشرين الماضية، اختفى ما يقرب من 80% من الحشرات الطائرة في أوروبا. ومن المرجح أن يكون الضرر الذي لحق بالسلسلة الغذائية لا رجعة فيه.[34] كيف يمكننا إنتاج الغذاء في حين أن أعداد النحل تتناقص، وأن ما يقرب من ثلاثة أرباع النباتات المزروعة تعتمد جزئياً على الأقل على التلقيح بواسطة الحشرات الطائرة؟[35]؟

بلاستيك، سمك وبطاطس مقلية

منحت الهيدروكربونات الإنسان العاقل قدرة تدميرية هائلة. ويتسبب الضغط البشري فيما يسميه العلماء انقراضًا جماعيًا للأنواع، وهو الأول منذ انقراض الديناصورات. فقد اختفى أكثر من نصف الفقاريات خلال أربعين عامًا. الموت ينتشر. ويقدر العلماء أن 50% من جميع أنواع الحيوانات والنباتات ستختفي بحلول نهاية القرن، وهي كارثة سيستغرق تعافي الأرض منها ملايين السنين.[36] هيا بنا نسرع ونركب طائرة ملوثة لنرى آخر القرود في

البرية! وماذا عن رحلة جانبية إلى قارة البلاستيك السابعة؟ ربما سنخلق يوما ما قارة ثامنة: فبحلول عام 2050، قد يفوق البلاستيك كمية الأسماك في المحيطات، وفقاً لدراسة. ولم يتبقَّ سوى 10% فقط من أعداد الأسماك الكبيرة مقارنةً بفترة ما بين الحربين العالميتين[37]إن النهب الذي يؤدي إلى النقص يؤثر أيضاً على الرمال والفوسفات والعديد من المعادن، وكلها مواد أساسية للبناء والزراعة الحديثة والصناعة. ويمكننا أن نسهب في وصف مدى سرعة تدميرنا للنظم البيئية، وهي أساس الحياة البشرية.

لم تكتفِ المواد البلاستيكية باستعمار كل بيئة أرضية تقريبًا، بل تسللت حتى إلى مياه الصنبور على شكل جزيئات دقيقة، مُسببةً نفوقًا فادحًا للحيوانات البحرية وتلوثًا هائلًا، بل باتت تغزو أجسامنا وتُمرضنا. تُعدّ المواد البلاستيكية مصادر رئيسية للتعرض لمُختلّات الغدد الصماء، وهي مواد قادرة على تغيير وظائف الهرمونات، ويُشتبه في أنها تُسبب عددًا متزايدًا من المشاكل الصحية: اضطرابات عصبية وسلوكية وإدراكية، والسمنة وداء السكري من النوع الثاني، وأنواع السرطان المرتبطة بالهرمونات، والعقم، وأمراض الغدة الدرقية. تُلوّثنا الحاويات البلاستيكية جميعًا. يبتلع كلٌّ منا ما يُقارب خمسة غرامات من جزيئات البلاستيك أسبوعيًا، أي ما يُعادل وزن بطاقة ائتمان[38].

عجزنا

دعونا نواجه الحقيقة المُرّة. لقد تحقّقنا: استهلاك الوقود الأحفوري، وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، واستخدام المبيدات الحشرية... لا شيء يتناقص. بل على العكس، كل شيء في ازدياد. رغم خطط الحكومة، ورغم المسيرات والعرائض ومقالات الرأي التي كتبها العلماء في الصحف. ورغم أننا نعرف ذلك منذ منتصف القرن العشرين. في الولايات المتحدة، كانت شركات الوقود الأحفوري مثل إكسون على دراية بمخاطر تغيّر المناخ منذ خمسينيات القرن الماضي. في بلد مُنكري تغيّر المناخ، حتى أن الديمقراطيين والجمهوريين اتفقوا على اتخاذ إجراءات، قبل أن يتمكن جماعات الضغط، بملايين الدولارات، من عرقلة كل شيء[39]وقد حسب أحد علماء المناخ ذات مرة أنه بالمعدل الحالي، لن يكتمل التحول في مجال الطاقة لمدة 363 عامًا أخرى[40]حينها، كم عدد البشر الذين سيبقون على الأرض؟ هل سنكون عاجزين؟

العقبات كثيرة: عقيدة النمو الاقتصادي غير المحدود، ومسؤولونا المنتخبون الذين وقعوا في فخ هذه الأيديولوجية، عاجزين عن الفوز في الانتخابات بالدعوة إلى تدابير ضرورية ولكنها غير شعبية. غياب الطاقة والمادة والطبيعة في النظريات الاقتصادية التي تحير الفيزيائيين. الحاجز النفسي أمام التغيير. الطبيعة غير الملموسة للخطر البيئي، الذي لم يهيئنا له التطور. الإنكار الواسع النطاق، لأن التغيير سيزعزع يقينياتنا وعاداتنا الراسخة. المسارات التكنولوجية والاجتماعية والاقتصادية، مثل السيارة وبنيتها التحتية، التي تُلزم المجتمع لعقود. القيم المرتبطة بالتقدم الخطي الذي يتجه نحو كميات متزايدة باستمرار من الغذاء، نحو الحداثة، نحو مفهوم الطبيعة كشيء خارجي عن البشرية، نحو النزعة الاستهلاكية. منذ لحظة

وجودي، وأنا أستهلك بإفراط. أريد همبرغر وزنه 100 غرام؟ هذا يعني 1350 لترًا من الماء، من فضلك. أحصل على قرض بنكي؟ البنوك الفرنسية الكبرى تمول بشكل متزايد الوقود الأحفوري على حساب مصادر الطاقة المتجددة[41]. أريد طفلاً؟ لكي يعيش، سيتطلب ذلك باستمرار طاقة ما بين 500 إلى 600 عبد[42].

هل يؤدي النمو الأسي إلى الإرهاق؟

لا خيار أمامنا: لتجنب الانقراض، علينا إيجاد طريقة للتخلص التدريجي من هذه الظاهرة. يجب أن نغير العصور الجيولوجية تغييراً جذرياً. بما أننا نعيش في عصر الأنثروبوسين، فقد أصبحت البشرية الصناعية قوة جيولوجية تنافس الطبيعة (مع أنها جزء منها). وبفضل الوقود الأحفوري، اكتسبت القدرة على تغيير النظام الكوكبي وتوازناته[43]. لقد عرّض وجوده للخطر. السكان، والناتج المحلي الإجمالي العالمي، واستهلاك الطاقة الأولية، والأسمدة، والمياه، والهواتف، وتحمض المحيطات، وإزالة الغابات، وانقراض الأنواع، وتركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان في الغلاف الجوي... مؤشرات مجتمعنا وتأثيره على الكوكب تتصاعد بشكل خطير. المنحنيات تتسارع بشكل كبير، لكنها لا تستطيع تجاوز حدودها. للكوكب حدودٌ فيزيائية. لو عاش جميع البشر كما عاش الفرنسيون، لاحتجنا إلى ثلاثة كواكب أرضية. نعلم أنه يجب علينا تجاوز عصر النفط لنحظى بأي فرصة للبقاء. إلا إذا أجبرنا نقص النفط على ذلك، بالطبع؟



لم يكن إدوين لورنتين دريك (على اليمين) بحاجة إلى الحفر عميقاً حتى يتدفق النفط.

عندما بدأ إدوين دريك الحفر، وجد النفط على عمق 20 متراً فقط[44]في ذلك الوقت، كان النفط يتمتع بجودة ممتازة. أما الآن، فنحن مضطرون لاستخراج نفط أقل جودة من أعماق آلاف الأمتار تحت المحيطات، أو حتى في الظروف القاسية للقطب الشمالي. هذه العملية معقدة للغاية ومكلفة جدًا، على الرغم من التقدم التكنولوجي. ونتيجة لذلك، فإن منحنى الإنتاج المتزايد باستمرار يتعثر في نهاية المطاف، ثم يتوقف، ثم ينخفض في النهاية. هذه هي ذروة إنتاج النفط. بالنسبة للنفط التقليدي، فقد تم بلوغ هذه الذروة بين عامي 2008 و2010، وهي تشكل في الواقع مرحلة استقرار، وفقًا لبيير رينيه بوكيس، الجيولوجي والاقتصادي والمدير السابق للاستراتيجية والتخطيط في شركة توتال[46]السؤال الذي يقلق الخبراء هو: إلى متى يمكن للنفط الصخري أن يعوض عن الانخفاض الحتمي للموارد التقليدية؟.

يشير مصطلح النفط التقليدي إلى جميع أنواع البترول باستثناء النفط الصخري، والرمال النفطية (مزيج من الرمل والبيتومين)، والنفط الخام الثقيل أو شديد الثقل، ونفط المكامن المحكمة. تُسمى هذه الهيدروكربونات بالنفط غير التقليدي. عمومًا، يتميز النفط التقليدي بجودة أعلى وسهولة استخراجه، وبالتالي انخفاض تكلفة إنتاجه. يُحتجز النفط والغاز الصخريان داخل الصخور (ولا يُحفظان تحت طبقة غير منفذة، كما هو الحال مع الرواسب التقليدية)، مما يستلزم تكسيرهما باستخدام الماء المضغوط (الممزوج ببعض الإضافات (التكسير الهيدروليكي، الذي ينتقده البعض لكونه شديد التلوث.

تلوح في الأفق نواقص في الإنتاج.

أثار ازدهار النفط الصخري الأمريكي دهشة جميع الخبراء. لكن هذا الذهب الأسود سينضب يوماً ما، شأنه شأن أي مورد غير متجدد. إنه أمر لا مفر منه. وبدلاً من أن يكون حلاً للأزمة، يعتقد بعض الخبراء أن صعود النفط الصخري هو في الواقع عرض من أعراض ندرة النفط. فبحسب رأيهم، لا ينبغي الاعتماد على السعر في المواد الخام، فهو متقلب. ما يدل حقاً على الندرة هو تزايد كثافة رأس المال: فالحصول على المواد الخام يتطلب استثمارات متزايدة باستمرار. استخراج النفط الصخري مكلف للغاية، وأكثر تكلفة بكثير من النفط التقليدي[47]يشير ماثيو أوزانو إلى أن الشركات. الأمريكية الصغيرة في هذا القطاع، المثقلة بالديون، لم تحقق أرباحاً منذ عقد من الزمان، "على الرغم من انخفاض أسعار الفائدة إلى مستويات تاريخية[48]مما يتيح تمويلاً سهلاً للغاية عن طريق الاقتراض. وذلك على الرغم". من التقدم التكنولوجي الكبير وارتفاع أسعار النفط منذ عام 2017.

في قطاع النفط الصخري المثقل بالديون[49]الأمور تزداد سوءًا لدرجة أن حالات الإفلاس تتزايد باستمرار. حتى الشركات العملاقة لم تسلم من ذلك. فشركة إكسون، الرائدة في مجال النفط الأمريكي، تشهد ركودًا في إنتاجها

رغم تسجيلها رقمًا قياسيًا في عمليات الحفر خلال النصف الأول من عام ٢٠١٩. ومؤخرًا، حذرت شركة تشيسابيك، عملاق النفط الصخري، من أنها لن تستطيع الصمود لعام آخر. مع ذلك، لم تكن قد احتلت سوى مؤخرًا المرتبة الثانية بين أكبر منتجي النفط في أمريكا.

الوضع عبر المحيط الأطلسي هو أنه بعد طفرة النفط الصخري، يعتقد المتخصصون الآن أن الولايات المتحدة تقترب من ذروة إنتاجها النفطي[50] بمعدل الإنتاج الحالي، الاحتياطيات المؤكدة"[51] في حوض بيرميان[52] هذه المنطقة الصحراوية الشاسعة، التي تفسر إلى حد كبير ارتفاع" إنتاج النفط الصخري، ستنفد في غضون ... أقل من ست سنوات!" يحذر بنجامين لوفيت، مدير السلع في شركة إدارة الأصول OFI AM.[53]

ثم هناك النفط الصخري، الذي لا يمثل سوى قطرة في محيط. لا تزال الموارد التقليدية تُغطي ثلاثة أرباع احتياجات الكوكب، لكنها ستشهد انخفاضًا. وبطبيعة الحال، يتناقص الإنتاج من كل حقل عامًا بعد عام، ولم تكن الاكتشافات يومًا بهذا الانخفاض[54] لا تعوّض عن هذه الخسارة: ففي كل عام، لا نكتشف سوى ربع ما نستهلكه[55] على الرغم من استثمار مئات المليارات من الدولارات، فإن الطلب على النفط يتزايد باستمرار. وتشير تقديرات وكالة الطاقة الدولية إلى أن إنتاج النفط الصخري سيحتاج إلى الضعف أو حتى ثلاثة أضعاف بحلول عام 2025 لسد الفجوة[56] سيكون هذا نموًا غير مسبوق وتاريخيًا. لكن بدلًا من هذا التقدم، فإن الاتجاه الذي لاحظه المتخصصون مؤخرًا هو عكس ذلك تمامًا. لم يكن من الممكن أن ينمو إنتاج النفط الصخري بوتيرة أبطأ فحسب[57] لكنها قد تتراجع[58].

نقص الوقود في أوروبا؟

إذن، ذروة إنتاج النفط باتت وشيكة، خلال السنوات أو العقود القليلة القادمة. تتوقع إكسون، بتفاؤل، أن تحدث في عام 2040. سيكون التحدي هائلاً بالفعل. لكن وكالة الطاقة الدولية والرئيس التنفيذي لشركة توتال، بالإضافة إلى العديد من الجهات الفاعلة في القطاع، يخشون من حدوث نقص في النفط في وقت مبكر من العقد الحالي. غداً[59]!

ويشير المراقبون إلى أن الانفجار في أوروبا من المرجح أن يكون أكثر حدة[60] لأننا لا ننتج شيئًا تقريبًا، ومحاطون بموردين جيران إما أن إنتاجهم يتراجع (بحر الشمال، الجزائر) أو على وشك الانهيار، كما هو الحال في روسيا. تُزوّد روسيا ربع استهلاكنا. إذا ما واجهنا نقصًا في الإمدادات، فقد يكون الوضع متفجرًا حرفيًا. خاصةً عندما نرى أن زيادة طفيفة قدرها تسعة سنتات في سعر البنزين أشعلت شرارة حركة "السترات الصفراء"، كما يشير ماثيو أوزانو.

ستنام القطرة الأخيرة بسلام.

~

قد تكون احتياطيات النفط الحالية هائلة، لكن البشرية لن تستخرج اخر قطرة نفط من أعماق الكوكب. كم برميلاً سنحتاج لاستخراجها؟ سنتوقف عن الحفر قبل ذلك بكثير. وفقًا للعلماء، فإن صافي الطاقة في انخفاض حاد. وهو فائض الطاقة المتبقي بعد خصم موارد الطاقة المستخدمة في إنتاجه، كالنفط والكهرباء. نحن نستنزف قاع الأرض والمحيطات والقطب الشمالي. مواردنا البشرية على وشك النفاد. في بداية القرن العشرين، كان استثمار برميل واحد يُدرّ عائدًا قدره مئة برميل. أما اليوم، مع النفط التقليدي، فلا يُدرّ سوى عشرين برميلًا تقريبًا. والوضع أسوأ مع النفط غير التقليدي. ولا يبدو الوضع أفضل حالًا مع مصادر الطاقة الأخرى. لذا، يرى البعض أننا نقترب من نهاية عصر الأنثروبوسين. من الحقائق المؤكدة أنه لبناء المطارات والطرق السريعة وناطحات السحاب والمدن العملاقة التي يبلغ عدد سكانها 30 مليون نسمة، يجب أن يتوفر لدينا فائض كافٍ من الطاقة. [...] ومع ذلك، هناك حد أدنى لا يمكن للمجتمع أن ينهار دونه دون أن يُعرّض نشاطه الاقتصادي ووظائفه الاجتماعية للخطر. فإذا استُخدمت الطاقة فقط لإنتاج الطاقة، فلن يتبقى شيء يسمح للمجتمع بالعمل.[61] يكتب مهندس الطاقة بينوا ثيفارد.

ويضيف لوران هورفاث، الخبير الاقتصادي الجيولوجي المتخصص في الطاقة: "نحن ننتج المزيد والمزيد من النفط، بجودة أقل بشكل متزايد ولكن بتكلفة أعلى. ولا يوجد حل لهذه المعادلة في النظام الاقتصادي الحالي".[62]

عندما ينهار كل شيء

الانهيار. النهاية الحتمية لحضارتنا الصناعية. بالنسبة لنظرية الانهيار (أولئك الذين يتنبأون بانهيار الحضارة الصناعية الحرارية)، كل شيء ينهار، أو على وشك الانهيار: النظام المناخي، والطاقة، والغذاء، والغابات، وموارد الصيد، والتنوع البيولوجي، والاقتصاد، والديمقراطية... يصفهم البعض بالمتشائمين. بينما يعتبرون أنفسهم واقعيين وذوي رؤية ثاقبة. كما يعتقد عدد متزايد من المؤلفين والعلماء والسياسيين والمواطنين أننا على حافة كارثة. بل يعتقد البعض أن النهاية قد بدأت بالفعل، لكننا ربما لم نبلغ ذروتها بعد. لقد ولّى زمن التحول البيئي". وولّى زمن "الأزمة". هذه الكلمات غير كافية لوصف الاضطراب القادم، وفقًا لنظرية الانهيار، الذين لا يرون أي عودة إلى الوضع الطبيعي. فبحسبهم، حضارتنا ليست مرنة بما يكفي، والصدمات، بتضافرها، ستؤدي إلى سقوطها.

يُؤخذ هذا الأمر على محمل الجد. ففي المعهد الوطني الفرنسي لأبحاث علوم الحاسوب والأتمتة (INRIA)، يدرس فريق "ستيب" (الاستدامة، والأقاليم، والبيئة، والاقتصاد، والسياسة) ظاهرة الانهيار المجتمعي، ويُقدّم أدوات لصنع القرار لمعالجتها. كما يُجري الجيشان الفرنسي والأمريكي دراسةً لهذه المسألة. وفي عام 2010، قدّر الجيش الألماني أنه "على المدى

المتوسط، قد ينهار النظام الاقتصادي العالمي، فضلاً عن كل اقتصاد وطني"[63]".بسبب ذروة إنتاج النفط على وجه الخصوص".

حتى رئيس الوزراء، إدوارد فيليب، يخشى الانهيار: "إذا لم نتخذ القرارات الصحيحة، فسوف ينهار مجتمع بأكمله حرفياً، وسيختفي. أجد هذا السؤال هاجساً حقيقياً؛ إنه يقلقني أكثر بكثير مما قد يتصوره البعض[64]الأمر لا يتعلق" بالإيمان أو عدم الإيمان بإمكانية حدوث انهيار وشيك؛ فالعلم يثبت ذلك كحقيقة[65]".ويضيف باسكال كانفين، عضو البرلمان الأوروبي الذي ترأس سابقًا الصندوق العالمي للطبيعة: "لقد تجاوزنا، في رأيه، "نقطة اللاعودة". ويبدو أن الفرنسيين يتفقون معه في ذلك، إذ أظهر استطلاع رأي أجري في ديسمبر/كانون الأول 2019 أن ستة من كل عشرة فرنسيين يخشون انهيار حضارتنا[66].

انخفاض حاد في عدد السكان

وقد انهارت العديد من الحضارات بالفعل جزئياً لأسباب بيئية، وفقاً للجغرافي الأمريكي جاريد دايموند، الذي كتب كتاباً حول هذا الموضوع[67].وهو يعرّف "الانهيار" بأنه "انخفاض حاد في عدد السكان و/أو التعقيد السياسي/ الاقتصادي/الاجتماعي، على مساحة واسعة وفترة زمنية طويلة".

قبل جاريد دايموند، وتحديدًا في عام 1972، لم يتوقع تقرير ميدوز سوى الانهيار. وقد وضع هذا التقرير، الذي أعده باحثون في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) لصالح نادي روما، ثلاثة عشر مسارًا لحضارتنا استنادًا إلى محاكاة التفاعلات بين السكان والنمو الصناعي وإنتاج الغذاء وحدود النظام البيئي. وبعد أربعة عقود، "لا شك أن سيناريو الانهيار هو السائد[68]هذا ما» قاله دينيس ميدوز، أحد مؤلفي الدراسة، لصحيفة ليبراسيون عام ٢٠١٢». ويشاركه غراهام تيرنر هذا الرأي. ففي عام ٢٠١٤، قارن هذا العالم الأسترالي الأرقام الحالية بتلك التي تنبأ بها تقرير ميدوز قبل أربعين عامًا: كل شيء متطابق، والمنحنيات التي رسمها فريق معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا تتوافق بشكل كبير مع الإحصاءات الواقعية. وخلص قبل أربع سنوات إلى أن الانهيار وشيك إذا استمرينا على هذا المنوال. ووفقًا له، فإن ذروة إنتاج النفط والأبحاث الحديثة حول انخفاض صافي الطاقة تدعم هذا السيناريو الكارثي.

هل سنشهد فوضى غداً؟

يعتقد بعض الباحثين أن أزمة النفط قد تكون الشرارة التي تُشعل فتيل هذه اللحظة الحرجة. ستتضافر هذه الأزمة مع انهيار مالي، مما يؤدي إلى كساد اقتصادي حاد، يتفاقم بفعل الكوارث المناخية، وفقدان التنوع البيولوجي، واستنزاف التربة، وغيرها. وقد يكون تغير المناخ نفسه هو الشرارة، إذ تشير دراسة علمية حديثة إلى أن اضطرابه قد يُفضي إلى كارثة اقتصادية أسوأ من كارثة عام 2008.

والنتيجة، بحسب إيف كوشيه، وزير البيئة السابق، ستكون "العملية التي في نهايتها لن يتم توفير الاحتياجات الأساسية (المياه، والغذاء، والسكن، والملابس، والطاقة، وما إلى ذلك) بتكلفة معقولة لأغلبية السكان من خلال الخدمات التي ينظمها القانون"[69] من بين العواقب المحتملة طويلة الأمد، يبرز في خطاب منظري الانهيار ثلاثي كارثي: المرض، والحرب، والمجاعة. كما يتحدثون عن تبسيط جذري لمجتمع لا يبقى على قيد الحياة إلا بفضل كميات هائلة من الطاقة.

مع ذلك، لن نكون بالضرورة بصدد الدخول في مستقبل ما بعد نهاية العالم كما تصوره هوليوود. يلخص الباحثون غوتييه شابيل، وبابلو سيرفين، ورافائيل ستيفنز، قائلين: "نتصور انهيار الحضارة الصناعية الحرارية (أو ما هو أسوأ) كعملية غير متجانسة جغرافياً، بدأت بالفعل ولكنها لم تصل بعد إلى مرحلتها الأكثر خطورة، وستستمر لفترة غير محددة"[70] إنه بعيد وقريب في آن واحد، بطيء وسريع، تدريجي ووحشي."

هل يمكننا الانحراف لتجنب الاصطدام بالجدار؟ يزعم هؤلاء المؤلفون أن ذلك مستحيل، لأن عجلة القيادة ودواسة الوقود مقفلتان، وهما القفلان المذكوران سابقًا. هذا يوضح مدى التعقيد الذي يوقعنا في مأزق: إذا أردنا تحقيق انتقال حقيقي إلى الطاقات المتجددة، فنحن بحاجة إلى نمو اقتصادي، الأمر الذي يُفاقم مشكلة المناخ والطاقة. في الواقع، لا تزال البشرية عاجزة عن فصل نمو الناتج المحلي الإجمالي تمامًا عن زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ويعود ذلك أساسًا إلى الهيدروكربونات التي تُغذي اقتصادنا. باختصار، لا يمكننا أن نحظى باقتصاد بدون نمو، ولا يمكننا أن نحظى بنمو بدون زيادة التلوث الذي يُدمر الحياة.

نهاية العالم أم بداية جديدة؟

النتيجة الإيجابية الوحيدة، وفقًا لنظريات الانهيار، هي تخفيف حدة الانهيار. إنها ليست نهاية العالم، بل خلق عالم جديد على أنقاض القديم. من عصرنا الذي سيزول قريبًا، من حياتنا اليومية، لن يبقى لنا سوى الذكريات. وكما يتخيل دينيس ميدوز: "في غضون ثلاثين عامًا تقريبًا، ستصبح معظم أفعالنا اليومية جزءًا من الذاكرة الجماعية؛ سنقول لأنفسنا: "أتذكر، في السابق، كان يكفي ركوب السيارة للذهاب إلى أي مكان نريده"، أو "أتذكر، في السابق، كان بإمكاننا ببساطة ركوب الطائرة". بالنسبة للأثرياء، سيستمر الأمر لفترة أطول قليلًا، أما بالنسبة لبقية السكان، فقد انتهى الأمر"[71] « .

يجد صدى متزايداً في فرنسا[72] ومع ذلك، تتعرض نظرية الانهيار للنقد. "لست مقتنعاً بأن الخوف هو أفضل دافع للعمل"[73] يقول عالم المناخ لوران بوب: "هذا مفهوم خاطئ". علاوة على ذلك، فإن هذا النهج يركز بشكل كبير على الغرب: فالكوارث التي تُخشى في مناطقنا قد عانى منها بالفعل جزء

كبير من سكان العالم لبعض الوقت. ناهيك عن أن منطق علماء الانهيارات، وفقًا لبعض الآراء، يتجاهل أحيانًا العوامل الاجتماعية والسياسية، وهي بطبيعتها شديدة التباين[74].

وأخيرًا، ستكون نظرية الانهيار "علمًا غير عقلاني للمخاطر، لأنها ببساطة تُصر على الأسوأ"[75]. صحيح أن أنصار هذه النظرية يعتمدون في تحليلاتهم جزئيًا على الحدس، إلى جانب العلم. وهذا لا يُقلل من شأن جهودهم الجبارة في تجميع آلاف الدراسات العلمية في مختلف التخصصات. فهل ينبغي لنا إذًا أن نتجاهل اللاعقلانية لنتمكن من اتخاذ القرارات الصائبة؟ المؤكد هو أن لا شيء مؤكد. وكما يُشير بابلو سيرفين أحيانًا، من المستحيل إثبات وقوع الانهيار، تمامًا كما يستحيل إثبات عدم وقوعه.

أرض

سواء حدث انهيار عالمي أم لا، يبقى التحدي هائلاً. فنحن نواجه مدرجًا مدمرًا، وعلينا أن نهبط عليه بطائرة فائقة القوة ولكنها عفا عليها الزمن، بأقصى قدر من اللطف. يكتب جان مارك يانكوفيتشي: "سيهز هذا التحدي الديمقراطية بعنف، ومعتقداتنا الاقتصادية، وبعض قناعاتنا الدينية، ومكاسبنا الاجتماعية - باختصار، كل ما وُلد في هذا العالم النامي الذي كان لنا لثمانية أجيال، ولكنه بدأ يتلاشى أمام أعيننا". ومع ذلك، يجب علينا تحويل كل هذا إلى مشروع أمل[76]« .

1أوجو باردي، *النهب العظيم: كيف نستنزف موارد الكوكب*، Les Petits Matins، 2015.
2. https://www.lhistoire.fr/le-si%C3%A8cle-de-lor-noir
3. http://petrole.blog.lemonde.fr/2018/11/01/minuit-et-quart/
4في "النفط، تاريخ لا يُقدّر بثمن"، مجلة فرانس كالتشر: https://www.franceculture.fr/emissions/les-tetes-chercheuses/le-petrole-une-histoire-sans-prix-par-matthieu-auzanneau
5مراجعة بي بي الإحصائية للطاقة العالمية، يونيو 2018. https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf
6وهو مركز أبحاث يعمل على تحقيق اقتصاد خالٍ من قيود، Shift وفقًا لمشروع الكربون. https://theshiftproject.org/
7بحسب وكالة أديمي. https://www.ademe.fr/en/particuliers-eco-citoyens/dossiers-comprendre/dossier/lenergie-france/dou-vient-lenergie-france
8. https://www.lequipe.fr/Adrenaline/Tous-sports/Actualites/Le-fleau-ecologique-de-la-pollution-plastique-des-oceans/929197
9متى ستحدث ثورة الطاقة؟، مؤتمر في مدينة العلوم، 21 نوفمبر 2017. https://www.youtube.com/watch?v=2JH6TwaDYW4&feature=youtu.be
10. https://abonnes.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/05/21/1968-2018-logement-consommation-etudes-comment-la-france-a-change-en-cinquante-ans_5302144_4355770.html
11بحسب الاتحاد الدولي لسياسات الاستثمار (Ufip). http://www.ufip.fr/uploads/img/Conf%C3%A9rence%20de%20presse%2006%20mars%202018%20version%20finale%20Paris%20version%20internet.pdf
12. جان بيير فافينيك، مستقبل النفط، ساينس بو – سيري – سي إن آر إس، 2010
13إيف كوشيه، نهاية العالم للنفط، فيارد، 2005
14عرض فيديو لدليل الانتقال من إعداد روب هوبكنز: https://www.youtube.com/watch?v=18EfSfefDEk
15محاضرة ألقاها بابلو سيرفين، الحاصل على درجة الدكتوراه في علم الزراعة ومؤلف تقرير "إطعام أوروبا في أوقات الأزمات"، بتكليف من المجموعة الخضراء في البرلمان الأوروبي: https://www.youtube.com/watch?v=ZscgkqTe5Y4&index=10&list=PLWc4f52qB9yq3IuyWi6GrjGT7V43wAN3Z
16. https://usbeketrica.com/article/changement-climatique-les-8-apocalypses-a-venir;http://nymag.com/intelligencer/2017/07/climate-change-earth-too-hot-for-humans.html?gtm=top
17. https://www.theguardian.com/environment/2018/dec/06/global-warming-extinction-report-the-great-dying
18. https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/rechauffement-climatique-rechauffement-climatique-vers-climat-ressemble-celui-regnait-il-y-50-millions-annees-63474/
19. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/07/24/la-secheresse-et-la-canicule-deciment-les-forets-francaises_5492869_3244.html
20. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/07/26/la-canicule-persiste-dans-l-est-la-pluie-arrive_5493924_3244.html
21. http://www.lefigaro.fr/actualite-france/50-8degc-dans-le-nord-de-l-inde-la-chaleur-extreme-a-deja-fait-pres-de-80-victimes-20190620
22. https://abonnes.lemonde.fr/planete/article/2018/08/09/en-californie-des-incendies-record-incontrolables_5340793_3244.html
23...والميثان، وأكسيد النيتروز، (CO2) ثاني أكسيد الكربون
24الحائزة على (IPCC)، وفقًا لأحدث تقرير صادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ جائزة نوبل للسلام في عام 2007، والتي تقوم بتجميع وتلخيص عشرات الآلاف من الدراسات العلمية حول المناخ من جميع أنحاء العالم)، فإن استنتاجات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، كونها تستند إلى توافق في الآراء، بعيدة كل البعد عن عكس النتائج والسيناريوهات العلمية الأكثر تشاؤمًا.
25. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/07/24/la-quasi-totalite-de-la-planete-vit-sa-periode-la-plus-chaude-depuis-l-an-zero_5493029_3244.html

https://www.lemonde.fr/long-format/article/2018/11/22/jared-diamond-quatre-.26
dangers-menacent-l-existence-humaine_5387017_5345421.html?
fbclid=IwAR3hAMHGt_nqxl_SK3ptzhgIajAGSOmPgKggPiJeOng860ISn1QVN3MtD6Q
https://www.franceculture.fr/environnement/la-france-en-2050-sadapter-pour-survivre-.27
au-climat
https://www.carbonbrief.org/major-correction-to-satellite-data-shows-140-faster-.28
warming-since-1998
29من بين هذه النقاط الحرجة ذوبان التربة الصقيعية، وهي الأرض المتجمدة في القطب الشمالي، والتي قد تطلق غاز الميثان، وهو غاز دفيئة أقوى بثلاثين مرة من ثاني أكسيد الكربون؛ كما أن الغطاء الجليدي لشرق القارة القطبية الجنوبية، وهو الأكبر في العالم، والذي يحتوي على حوالي نصف احتياطيات المياه العذبة على كوكب الأرض، يذوب أيضًا بوتيرة أسرع من أي وقت مضى؛ كما أن دوران المحيط الأطلسي (أحد الأنظمة الرئيسية لدوران حرارة الأرض، والمسؤول جزئيًا عن المناخ المعتدل الموجود في أوروبا الغربية) يتباطأ وهو في أضعف حالاته منذ 1600
https://usbeketrica.com/article/climat-des-reactions-en-chaine-hors-de-controle-عام...
pourraient-deja-etre-enclenchees
http://www.liberation.fr/planete/2018/03/15/dans-la-guerre-en-syrie-le-changement-.30
climatique-a-eu-un-effet-catalyseur_1635831
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/09/02/riz-mais-ble-des-cultures-moins-.31
productives-et-moins-nutritives_5505503_3244.html
https://www.latribune.fr/actualites/economie/france/20111221trib000672707/chaque-.32
seconde-26m-de-terres-agricoles-disparaissent-en-france.html
https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/vie-pollution-air-tue-2-fois-plus-quon-.33
/ne-pensait-63256
34أكدت دراسة علمية نُشرت في نهاية عام 2019 انهيار الحياة الذي أبلغت عنه دراسة أجريت في عام 2017، وتوصلت إلى هذه النتائج: على مدى العقد الماضي، انخفض الوزن الإجمالي للمفصليات (فئة من الحيوانات تشمل الحشرات، وأم أربعة وأربعين، والعناكب، وما إلى ذلك، وهي أكبر عدد من الأنواع في المملكة الحيوانية) في الأراضي العشبية بمقدار الثلثين، وانخفض عدد الأفراد الذين تم اصطيادهم بأكثر من ثلاثة أرباع.https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/11/09/l-effondrement-de-la-
vie-sous-nos-latitudes-reste-largement-sous-le-radar-
https://lemonde.fr/planete/article/2018/04/28/les-;mediatique_6018609_3232.html
populations-d-insectes-volants-pourraient-avoir-diminue-en-europe-de-pres-de-
html.3244_5291862_80
https://usbeketrica.com/article/des-habitats-solaires-pour-sauver-les-abeilles.35
https://www.lemonde.fr/festival/article/2019/07/24/marianne-durano-l-idee-de-fin-du-.36
monde-est-un-remede-necessaire-al-absence-de-sens-de-la-civilisation-
industrielle_5492684_4415198.html
https://www.liberation.fr/debats/2018/11/07/la-collapsologie-un-discours-.37
reactionnaire_1690596
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/12/04/le-plastique-enjeu-majeur-de-.38
sante-publique_6021650_3244.html
https://www.nytimes.com/interactive/2018/08/01/magazine/climate-change-losing-.39
earth.html#epilogue
https://energieetenvironnement.com/2018/03/14/la-transition-energetique-prendra-.40
/363-ans
41بحسب دراسة أجرتها منظمة أوكسفام، عندما تخصص المؤسسات عشرة يورو لتمويل مشاريع الطاقة، يذهب سبعة يورو منها إلى الطاقة الملوثة، واثنان إلى الطاقة النظيفة. ويشير تقرير آخر للمنظمة غير الحكومية إلى أن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن أنشطة التمويل التي تقوم بها البنوك الفرنسية الأربعة الكبرى (بي إن بي باريبا، وكريدي أجريكول، وسوسيتيه جنرال، وبي بي سي إي) في قطاع الوقود الأحفوري قد تجاوزت ملياري طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل 4.5 أضعاف انبعاثات فرنسا.https://www.lemonde.fr/economie/article/2018/11/24/les-banques-francaises-
financent-toujours-massivement-les-energies-
https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/11/28/les-;fossiles_5387920_3234.html
banques-francaises-accusees-de-participer-activement-au-rechauffement-
climatique_6020800_3234.html
42.. *متى سيحدث انهيار الطاقة؟، محاضرة لجان مارك جانكوفيتشي، المرجع السابق*
43.تتعطل دورات الماء والكربون والنيتروجين، وما إلى ذلك

44جان لوك وينجرت،.*الحياة بعد النفط. من الندرة إلى الطاقات الجديدة، اوترمون*، 2005
45.أوجو باردي، المرجع السابق
46.https://www.franceculture.fr/emissions/entendez-vous-leco/entendez-vous-leco-emission-du-mercredi-05-juin-2019
47.https://www.vie-publique.fr/eclairage/271741-lavenir-du-petrole-entre-imperatif-economique-et-urgence-ecologique
48.https://www.presages.fr/blog/2018/matthieu-auzanneau
49بحسب بنجامين لوفيت، مدير السلع في شركة OFI AM:https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/petrole-de-schiste-americain-vers-la-fin-de-lage-dor-1029393
50.https://blogs.letemps.ch/laurent-horvath/2019/12/01/energies-economie-petrole-revue-mondiale-novembre-2019/
51الاحتياطيات المؤكدة هي كميات الهيدروكربونات التي، وفقًا للمعلومات الجيولوجية والتقنية المتاحة، لديها احتمالية عالية (>90%) لاستخراجها في المستقبل من المكامن المعروفة في ظل الظروف التقنية والاقتصادية الحالية. ولذلك، يُعاد تقييم هذا التقدير باستمرار بناءً على الاكتشافات الجديدة، وتقلبات الأسعار، والتحسينات في الاستخراج من الحقول القائمة.
52.منطقة تقع غرب تكساس، تنتج ما يعادل إنتاج دولة منتجة للنفط مثل العراق
53.https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/petrole-de-schiste-americain-vers-la-fin-de-lage-dor-1029393
54.https://www.lemonde.fr/blog/petrole/2018/11/01/minuit-et-quart/
55.https://www.franceculture.fr/emissions/entendez-vous-leco/entendez-vous-leco-emission-du-mercredi-05-juin-2019
56.https://www.lemonde.fr/blog/petrole/2019/02/04/pic-petrolier-probable-dici-a-2025-selon-lagence-internationale-de-lenergie/
57.https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/08/12/le-modele-du-petrole-de-schiste-americain-suscite-des-interrogations_5498675_3234.html
58lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/petrole-de-schiste-americain-vers-la-fin-de-lage-dor-1029393
59.https://www.lemonde.fr/blog/petrole/2019/09/13/la-production-americaine-de-petrole-a-cesse-de-croitre/
60..*المرجع نفسه*
61بينوا ثيفارد، "انخفاض صافي الطاقة، الحدود النهائية للأنثروبوسين"، ندوة ألقيت في معهد مونتوم، 2013. http://www.institutmomentum.org/wp-content/uploads/2014/01/La-diminution-de-l%E2%80%99%C3%A9nergie-nette.pdf
62http://www.2000watts.org/index.php/energytrend/petrole/peak-oil/1307-lavenir-petrolier-americain-depend-du-venezuela.html
63.https://www.liberation.fr/debats/2018/11/07/effondrement-le-debut-de-la-fin_1690594
64.https://usbeketrica.com/article/edouard-philippe-et-nicolas-hulot-papotent-theorie-de-l-effondrement
65.https://www.liberation.fr/planete/2019/07/29/effondrement-l-humanite-rongee-par-la-fin_1742749
66.https://www.huffingtonpost.fr/entry/6-francais-sur-10-redoutent-un-effondrement-de-notre-civilisation-sondage-exclusif_fr_5ddd09bee4b00149f723b6e7?utm_hp_ref=fr-homepage
67جاريد دايموند،.*الانهيار. كيف تقرر المجتمعات ما إذا كانت ستختفي أم ستبقى، غاليمار*، 2006
68.https://www.liberation.fr/debats/2018/11/07/effondrement-le-debut-de-la-fin_1690594
69.https://www.20minutes.fr/arts-stars/culture/2314475-20180806-fin-proche-collapsologie-science-predit-effondrement-monde
70.غوتييه شابيل، بابلو سيرفين ورافائيل ستيفنز، نهاية أخرى للعالم ممكنة، سوي، 2018 .
71.https://www.liberation.fr/amphtml/futurs/2012/06/15/le-scenario-de-l-effondrement-l-emporte_826664?__twitter_impression=true
72قد يعود هذا الصدى جزئياً إلى الشعور السائد بالتراجع في بلدنا، والذي غالباً ما تبرزه استطلاعات الرأي، والذي يمكن تفسيره بأسباب مختلفة: التراجع الدبلوماسي والاقتصادي بعد فترة تاريخية مزدهرة لفرنسا (قوة وطنية، إمبراطورية، إلخ)، وفقدان البوصلة في عالم معولم...
73.https://bibliobs.nouvelobs.com/idees/20181122.OBS5889/climat-la-peur-n-est-pas-le-meilleur-moteur-de-l-action.html

74. http://www.barricade.be/sites/default/files/publications/pdf/2019_etude_l-effondrement-parlons-en.pdf
75. https://usbeketrica.com/article/le-survivalisme-loisir-nantis
76 جان مارك جانكوفيتشي،*النوم بهدوء حتى عام* 2100، *وسوء الفهم الآخر حول المناخ والطاقة*، *أوديل جاكوب*، 2015.

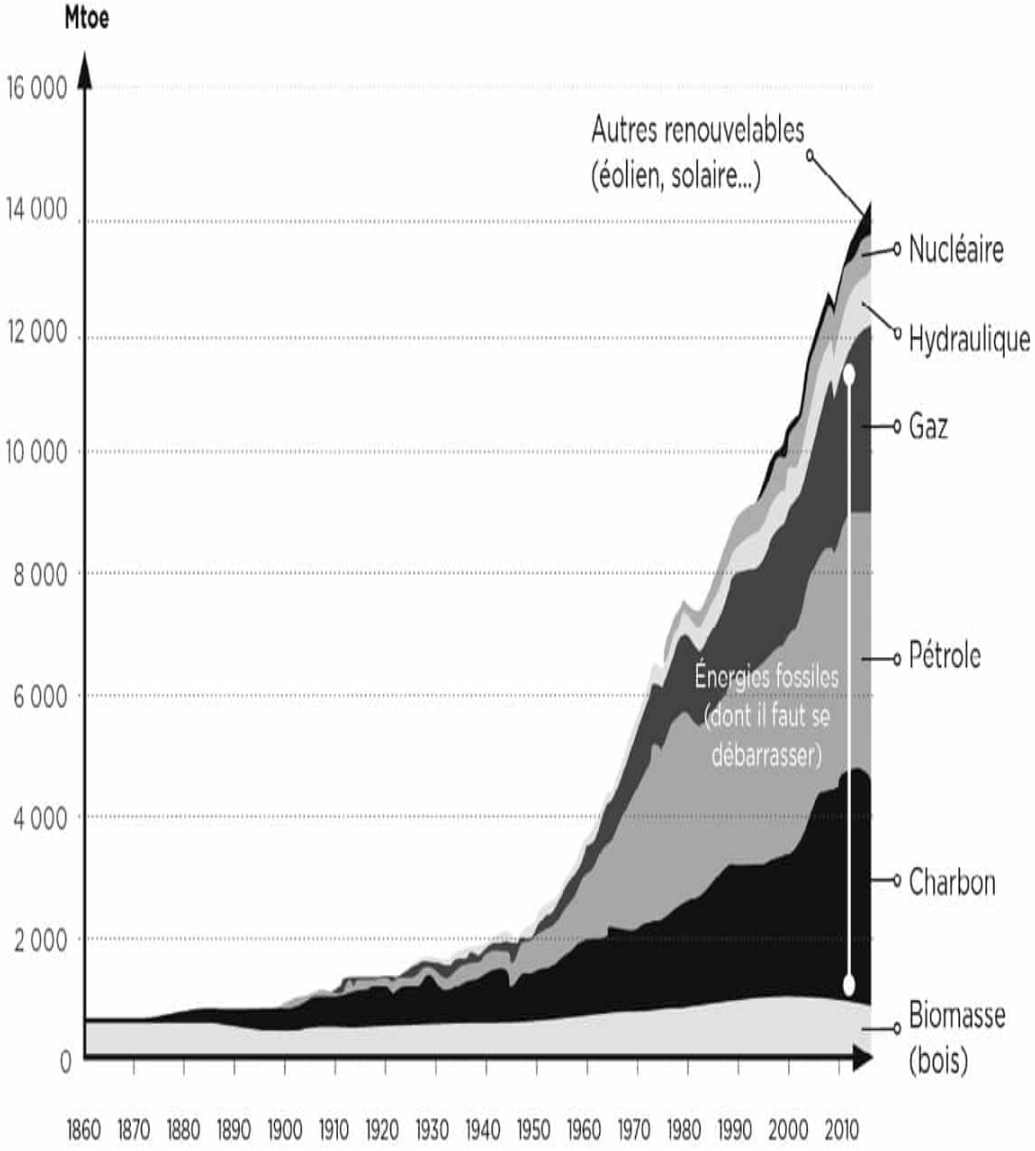
كيف سيبدو مجتمع خالٍ من الكربون؟ مجتمع مستدام حقاً، قادر على الصمود بعد مرحلة انتقالية دون تعريض الحياة على الأرض للخطر؟ هل يمكن لمصادر الطاقة البديلة أن تحل محل الهيدروكربونات بشكل فعال، علماً بأن احتياجات الطاقة العالمية قد تزداد بنسبة 40% بحلول عام 2035، وفقاً لبعض خبراء التنبؤ؟[1]سنحاول الإجابة على هذه الأسئلة. الهدف: التركيز أكثر على الحياة الخالية من الوقود الأحفوري بدلاً من التركيز على المرحلة الانتقالية المؤدية إليها. نقترح وجهة محتملة (عالم مستدام)، دون الخوض كثيراً في تفاصيل المسار الذي يجب اتباعه.

نقطة حاسمة: يجب الوصول إلى نهاية المطاف غدًا، لا بعد غد. يجب تحقيق التحول بموارد اليوم، لا بموارد الغد. لا وقت للانتظار. لقد وصل مستوى ثاني أكسيد الكربون الحالي في الغلاف الجوي إلى مستواه قبل ثلاثة ملايين سنة، عندما كان مستوى سطح البحر أعلى بما يصل إلى 25 مترًا[2]حتى لو توقفنا عن الاستهلاك تماماً الآن، فسنتعرض لصدمة هائلة. لذا علينا الإسراع لتجنب الضربة القاضية.

أولاً: فن استبدال مصدر طاقة لا مثيل له

علينا استبدال أقوى مصادر الطاقة وأكثرها تأثيرًا التي عرفناها على الإطلاق. هذه مشكلة غير مسبوقة للبشرية. حتى الآن، كانت مصادر الطاقة الجديدة تُضاف ببساطة إلى القديمة. تاريخيًا، لم يحل النفط محل الفحم قط. وأنظمة الطاقة المتجددة التي تُركّب بوتيرة متسارعة تُضيف طاقة كهربائية. لكنها في الوقت الراهن لا تحل محل مصادر الطاقة الأخرى الأكثر تلويثًا، مثل النفط والفحم والغاز. هذه هي ما يُطلق عليه المؤرخ جان بابتيست فريسو "إضافات الطاقة"[3] وليس هذا تحولاً في مجال الطاقة. يوضح قائلاً: "لم يُلغِ استخدام الغاز الإضاءةَ بالشموع، ولم تحل المحركات البخارية محلّ القوة العضلية؛ بل على العكس، ازدهر إنتاج الشموع في القرن التاسع عشر، وبلغ عدد الخيول ذروته التاريخية في مطلع القرن العشرين. حتى في صناعة الحديد والصلب، حيث كان استخدام الفحم مبكراً، ظلّ الخشب هو المصدر الرئيسي للطاقة حتى ستينيات القرن التاسع عشر في فرنسا، وحتى القرن العشرين في السويد. نحن لا ننتقل ببساطة من الخشب إلى الفحم، ثم من الفحم إلى النفط، ثم من النفط إلى الطاقة النووية؛ بل تراكمت مصادر الطاقة هذه مع مرور الوقت. وبينما انخفض استخدام الفحم مقارنةً بالنفط خلال القرن العشرين، استمر استهلاكه في النمو، ولم نحرق قطّ كميةً من الفحم كما فعلنا في عام ٢٠١٧[4]«. "

CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE MONDE 1860-2016



Mtoe = Milliards de tonnes équivalent pétrole (unité de mesure qui correspond au pouvoir calorifique d'une tonne de pétrole «moyenne»)

1. الطاقة النووية: تقارب طبيعي وعقبات كبيرة

لماذا كل هذا العناء؟ ألا توفر الطاقة النووية كهرباء رخيصة بوفرة؟ يقترح البعض تطوير هذا المصدر للطاقة. فرنسا هي بالفعل أكثر دول العالم اعتمادًا على الطاقة النووية. انطلقت صناعة الطاقة النووية المدنية بعد أن تضاعفت أسعار النفط أربع مرات في عام 1973. واليوم، تنتشر 58 مفاعلًا نوويًا في 19 محطة طاقة.

رخيص لفترة طويلة؟

يُتيح الاعتماد الكبير للطاقة النووية في مزيج الطاقة الكهربائية الوطني حوالي 75% من الكهرباء؛ انظر التفاصيل في الملحق) لبلادنا دفع تكلفة أقل) للكهرباء مقارنةً بمعظم جيرانها الأوروبيين. ويعود هذا الانخفاض في التكلفة جزئيًا إلى قِدم المنشآت، حيث تم استهلاك قيمة استثماراتها بالكامل.

لكن نصف المفاعلات، المصممة لتدوم أربعين عامًا، ستصل إلى نهاية عمرها الافتراضي بحلول عام 2025. وتخطط شركة كهرباء فرنسا (EDF) لإنفاق ما لا يقل عن 55 مليار يورو لتمديد عمرها الافتراضي لعشر سنوات. ومع ذلك، يقدر ديوان المحاسبة أن تكلفة هذا العمل ستقارب 100 مليار يورو... ونتيجة لذلك، من المتوقع أن يرتفع سعر الكهرباء المولدة من الطاقة النووية، حتى مع ازدياد تنافسية مصادر الطاقة المتجددة.

حوادث كارثية

فوكوشيما. مدينة اشتهرت بحادثة مروعة. اندلعت الكارثة النووية في اليابان عام 2011 إثر زلزال أعقبه تسونامي، ما دفع ألمانيا إلى الالتزام بالتخلص التدريجي من الطاقة النووية. وتخطط فرنسا أيضاً للقيام بذلك تدريجياً، ولكن ليس بالسرعة نفسها.

حصيلة كارثة فوكوشيما: وفاة عامل واحد بسبب الإشعاع وفقاً للسلطات، وتأكيد مخاطر الإصابة بالسرطان، وأمراض وحالات انتحار مرتبطة بضغوط الكارثة، وتشريد ما يقرب من 160 ألف ساكن، وضياع طفولة وتدمير حياة[5]. خسائر تتجاوز 200 مليار دولار، ومنطقة إخلاء شاسعة، وتربة ملوثة منذ قرون... لكن الأثر الصحي لا يزال غير مؤكد. تتوقع بعض المنظمات زيادة في حالات السرطان، حيث يُتوقع أن تتراوح بين 10,000 و66,000 حالة بحلول عام 2026. ولا تزال الكارثة خارجة عن السيطرة. بعد سبع سنوات، يتعين على شركة طوكيو للطاقة الكهربائية (تيبكو)، المشغلة للمحطة، ضخ 140 مترًا مكعبًا من المياه العذبة في المفاعلات يوميًا. الهدف: منع خليط الوقود النووي والهياكل المعدنية المنصهرة من تكوين بخار وتلويث الغلاف الجوي بشكل كبير. تخزن مجموعة من الخزانات ما يزيد قليلاً عن مليون متر مكعب من المياه الملوثة، والتي لا تعرف تيبكو ماذا تفعل بها. على الرغم من ذلك،

تتسرب المياه السامة وتختلط بالمياه الجوفية. قامت الشركة ببناء جدار خرساني يبلغ طوله حوالي 900 متر وارتفاعه حوالي 35 مترًا لمنع جريان المياه إلى المحيط. لحماية منسوب المياه الجوفية، أطلقت الشركة مشروعًا ضخمًا: بناء "جدار جليدي". بفضل شبكة تضم أكثر من 1500 أنبوب مدفونة على عمق 30 متراً تحت الأرض، تمكن المشغل حتى الآن من "تجميد" منطقة تزيد مساحتها قليلاً عن 1500 متر. ومن المتوقع أن تستمر عملية تفكيك المنشأة حتى عام 2050، أو حتى 2060. إنها مهمة ضخمة لاحتواء تداعيات الحادث.

يُعتقد أن حادثة تشيرنوبيل في أوكرانيا قد تسببت في انتشار السرطان في أماكن بعيدة مثل فرنسا. وقد تأثرت حياة ما يقارب 270 ألف شخص. ولا تزال المنطقة المحيطة بمدينة تشيرنوبيل مهجورة. وقد ظل عدد الضحايا موضع جدل على مدى ثلاثة عقود. وتتراوح التقديرات لعدد الوفيات الناجمة عن الكارثة النووية بين 50 ومليون شخص. بعض هذه الأرقام هي تقديرات للضحايا في وقت محدد، بينما البعض الآخر هو توقعات لإجمالي عدد الوفيات المتوقع، مع الأخذ في الاعتبار آثار الأمراض على مدى أجيال عديدة. وفي عام 2006، قدرت الأمم المتحدة عدد الوفيات بما بين 4000 و93000[6].

خسائر فادحة. لكن بالنسبة لخبير الطاقة جان مارك يانكوفيتشي، تبقى الطاقة النووية الطريقة الأكثر أمانًا لإنتاج الكهرباء على نطاق واسع. ووفقًا لهذا الخبير الاستشاري، الذي يعتمد على إحصاءات الأمم المتحدة، فقد تسببت الحوادث المتعلقة بالطاقة الكهرومائية (انهيار السدود) في وفيات أكثر بكثير من الحوادث النووية[7]. ويضيف أن الطاقة النووية أقل خطورة من المواد الكيميائية أو النفط أو الفحم[8]. علاوة على ذلك، فإن سمية الجرعات المنخفضة من النشاط الإشعاعي التي لا تزال قابلة للقياس في منطقتي تشيرنوبيل وفوكوشيما، لا تزال غير مفهومة بشكل كافٍ، وفقًا للمختصين. وفي فرنسا، يضيف مؤيدو الطاقة النووية أن معايير السلامة النووية عالية جدًا مقارنةً ببقية دول العالم، ويجادلون بأن هذه المعايير من شأنها أن تجعل الآليات التي أدت إلى الحادثين المذكورين مستحيلة.

[9].

خطر الإرهاب

يشير المؤيدون للتخلص التدريجي من الطاقة النووية إلى خطر يعتبرونه جسيمًا: الإرهاب. وقد قام باحث من جامعة برينستون بحساب تأثير هجوم إرهابي على محطة إنديان بوينت للطاقة النووية، التي تبعد 54 كيلومترًا عن مانهاتن في الولايات المتحدة. في حال وقوع هجوم، وبحسب الأحوال الجوية، سيحتاج ما يصل إلى 35 مليون شخص - أي ما يعادل نصف سكان فرنسا - إلى الإجلاء بسبب التلوث الإشعاعي. أما العواقب من حيث عمليات التطهير

والأضرار المالية فهي تفوق التصور. إن وقوع حادث يؤدي إلى انصهار نووي سيكون كارثيًا بكل المقاييس.

بحسب غاري أكرمان، مدير مركز ستارت، وهو اتحاد الولايات المتحدة الوطني لدراسة الإرهاب، فإن مخاطر الهجمات ليست مبالغًا فيها. فقد خطط إرهابيو 11 سبتمبر في البداية لمهاجمة محطة طاقة نووية. وفي وقت لاحق، تجسس أعضاء تنظيم داعش على منزل فيزيائي في أكبر مركز أبحاث نووية في بلجيكا. وكان الهدف: صنع قنبلة تحتوي على مواد مشعة. ومن بين الأوروبيين "المتطرفين" الذين ذهبوا إلى سوريا، أفادت التقارير أن بعضهم عمل في محطات الطاقة النووية البلجيكية. وفي ألمانيا، يشعر المسؤولون المنتخبون بالقلق إزاء المفاعلات المعرضة لخطر تحطم الطائرات. وفي فرنسا، سار نشطاء منظمة غرينبيس خلف سياج منشأة نووية دون عوائق لعدة دقائق. هجمات الطائرات المسيرة المحملة بالمتفجرات، والهجمات الإلكترونية... إن مواطن الضعف مثيرة للقلق[10].

عبء التفكيك

تتواصل قائمة المشاكل، بدءًا من تفكيك المنشآت المتقادمة. وقد دقّ ديوان المحاسبة ناقوس الخطر مرارًا وتكرارًا: فشركة كهرباء فرنسا (EDF)، التي تعاني من صعوبات مالية جسيمة، لا تخصص أموالًا كافية لتفكيك منشآتها النووية. علاوة على ذلك، بالنسبة لمحطة طاقة نووية، قد تستغرق عملية التفكيك عقودًا، أي أطول من عمرها التشغيلي، كما يشير باتريس فرانسوا من المعهد الفرنسي للحماية من الإشعاع والسلامة النووية[11]. تظهر كميات هائلة من النفايات، بعضها ملوث. ماذا نفعل بها؟

نفايات مشعة لا نعرف كيفية إدارتها

ستبقى بعض هذه المواد خطرة لآلاف السنين. وتؤكد الصناعة أن 96% من الوقود المستخدم في المفاعلات قابل لإعادة التدوير. ولا تمثل هذه المادة سوى جزء من النفايات المشعة. وفي الواقع، لا يبدو أن هناك حلاً مُرضياً للتخلص من جميع النفايات النووية[12]. في فرنسا، تتراكم 1.5 مليون متر مكعب من النفايات المشعة في مرافق التخزين، أي ما يعادل أربعة أضعاف حجم برج مونبارناس. وتركز فنلندا وفرنسا على التخلص الجيولوجي العميق من أخطر النفايات. لكن لا يوجد ما يضمن استقرار الأرض لآلاف السنين. في فرنسا، يجري التحضير لهذا التخلص في بور. في أوائل عام 2018، سلط رئيس هيئة السلامة النووية الضوء على خطر اشتعال النفايات نتيجة تفاعل كيميائي، ما قد يتسبب في حريق. وحتى الآن، لم تكن تجارب الاحتواء في الخارج حاسمة. وأخيرًا، من يضمن ألا ينهب أحفادنا هذا الموقع النووي كما فعل علماء الآثار مع الأهرامات؟ وكيف لنا أن نضمن أن تستخدم الأجيال القادمة اللغة نفسها التي نستخدمها لتحذيرهم من هذا الخطر المحدق؟ يجيب جان مارك يانكوفيتشي: "من الأجدر معالجة تغير المناخ وغيره من الاضطرابات الكوكبية، بدلًا من القلق بشأن مستقبل النفايات".

يُعد تغير المناخ احد العوامل.

في الواقع، تتزايد موجات الحر بشكل ملحوظ، وقد بدأ إنتاج الطاقة النووية يتأثر بالفعل. ففي أوائل أغسطس/آب 2018، أعلنت شركة كهرباء فرنسا (EDF) إغلاق مفاعلين نوويين وخفض إنتاج الطاقة لمفاعلين آخرين للحد من تأثير ذلك على درجة حرارة المياه. هذه المياه، المستخدمة لتبريد المفاعلات، غير ملوثة، ولكنها تُصرف بدرجة حرارة أعلى بكثير من درجة حرارتها عند سحبها، مما قد يضر بالنظام البيئي النهري. ومن المتوقع أيضاً أن يؤدي الاحتباس الحراري في المستقبل إلى انخفاض تدفق الأنهار الفرنسية، مما سيجبر محطات الطاقة على خفض نشاطها. وإذا ما بُنيت مفاعلات مستقبلية، فسيتعين حينها وضعها بالقرب من البحر لتبريدها، وهو ما يُرجح أن يرتفع منسوبه بشكل كبير.

ما هو الحل الأقل سوءًا؟

لذلك، تمثل الطاقة النووية مخاطر ومشاكل عديدة! لكن بالنسبة لجان مارك جانكوفيتشي، تكمن القيود الحقيقية للطاقة النووية في صعوبة "ازدهارها في بيئة يحركها السوق".[13] إن طول فترات الإنشاء ومتطلبات رأس المال الهائلة تُثبط حماس المستثمرين والممولين. ويشير إلى أن هذا المصدر للطاقة يستهلك معادن أقل بكثير من مصادر الطاقة المتجددة (وسنعود إلى هذه النقطة لاحقًا). ووفقًا له، فإن السباق مع الزمن للحفاظ على كوكب الأرض يتطلب إعطاء الأولوية للتخلص من الوقود الأحفوري، لا سيما في قطاع النقل. ويشاركه هذا الرأي علماء آخرون، مع أنهم يعتقدون أن الطاقة النووية ليست مُقدرة للاستمرار إلى الأبد.[14] على غرار المهندس، يعتقدون أن الطاقة النووية هي أقل الطرق إشكالية لإنتاج الكهرباء عند مستوى إنتاج محدد. يرى جان مارك يانكوفيتشي أن "الطاقة النووية لن تمنع التدهور الشامل"، لكنها وسيلة مرحب بها للتخفيف من انكماش الطاقة: فبدونها، سنواجه أزمة أشد، لكنني لا أعرف إلى أي مدى!". تُستخدم الطاقة النووية حاليًا لمنافسة الفحم. مع ذلك، كلما طال اعتمادنا على الفحم لتوليد الكهرباء، تسارعت وتيرة تدميرنا للنظام المناخي الذي سمح للحضارة بالتطور. لذا، ومن باب تقييم المخاطر، أرغب في رؤية استخدام أوسع للطاقة النووية في الدول التي تمتلك هذه التقنية بالفعل.[15] ومع ذلك، إذا أصبحت الطاقة النووية سمة دائمة في فرنسا، فلا يمكن تقديمها على أنها الاستجابة الوحيدة والأساسية لحالة الطوارئ المناخية.[16].

الطاقة النووية، مصدر طاقة منخفض الكربون عند الطلب...

لكن هذه التقنية، بلا شك، تتمتع ببعض المزايا. فهي تتيح توفيرًا كبيرًا في المواد والمساحة. والأهم من ذلك، أنها توفر كهرباء منخفضة الكربون عند الطلب. لدرجة أن خبراء الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) ومنظمات أخرى يدرجونها في سيناريوهات الطاقة الخاصة بهم للتخفيف من

مخاطر تغير المناخ. وقد حسب اثنان من علماء المناخ ان الطاقة النووية، على مدى أربعة عقود، قد تجنبت انبعاثات غازات دفيئة عالمية تعادل تقريبًا انبعاثات عام ونصف من مزيج الفحم والغاز المتوسط.[17]في الواقع، فإن البصمة الكربونية للطاقة النووية أفضل بكثير من تلك الخاصة بالفحم والغاز، وهي من نفس رتبة حجم تلك الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح البرية أو البحرية.[18]يمكن أن يثبت هذا الأداء استدامته. ويشير الصحفي العلمي سيلفستر هويه إلى أنه مع الصيانة المناسبة، من المرجح أن تدوم وسائل الإنتاج لعقود.[19]بغض النظر عن الرأي في الطاقة النووية، لا يمكن تجاهل هذا الرقم، المنسوب إلى عالمي المناخ المذكورين سابقًا: فبين عامي 1971 و2009، أنقذت الطاقة النووية ما يقارب ألف حالة وفاة مبكرة في فرنسا (و1.8 مليون حالة وفاة على مستوى 290 العالم). وكانت هذه الوفيات، إحصائيًا، ستُعزى خلال هذه الفترة إلى الانبعاثات الملوثة (الجسيمات الدقيقة، ثاني أكسيد الكبريت، إلخ) من الوقود الأحفوري اللازم لإنتاج الكمية نفسها من الطاقة.[20]

ولكنه لا يزال ملوثاً ...

على الرغم من كونها "منخفضة الكربون"، إلا أن الكهرباء النووية لا تزال مصدرًا للتلوث. فهي تنشأ من "سلسلة إمداد طويلة تبدأ من مناجم اليورانيوم في كندا أو أستراليا أو النيجر، وتنتهي في حاويات عالية الأمان تُخزن، على سبيل المثال، في لاهاي (فرنسا)"، كما يوضح الباحث بابلو سيرفين. والمفاعل النووي الذي يحرق قضبان اليورانيوم لتسخين الماء ليس سوى حلقة صغيرة في هذه السلسلة. "صحيح أنه لا يتسرب ثاني أكسيد الكربون من المفاعل نفسه، ولكن هل ينطبق الأمر نفسه على بقية العملية؟ ما كمية النفط اللازمة لتشغيل موقع بناء محطة طاقة، وإنتاج الهياكل الخرسانية والمعدنية، ونقل المواد والفنيين والمهندسين؟" وماذا عن صيانة محطات الطاقة وتحديثها؟ وماذا عن بناء مرافق التخزين، وتشغيل الآلات التي تعالج براميل النفايات" المشعة، وحتى تصنيع تلك البراميل؟" دعونا نختصر هذه القائمة التي وضعها المؤلف، والتي تعود إلى القوات المسلحة التي كانت تؤمّن مواقع تعدين اليورانيوم في النيجر. كما أشار إلى الأشكال المختلفة للتلوث الناجم عن تعدين اليورانيوم وتخصيبه.[21].نحن نفهم تماماً: الذرة ليست نظيفة

في مواجهة نقص اليورانيوم

إضافةً إلى تأثيرها البيئي النسبي، تعتمد الطاقة النووية على وقود محدود: اليورانيوم. لدينا مخزون من اليورانيوم يكفينا لنحو 130 عامًا، بافتراض ثبات الاستهلاك. لكن الطلب يتزايد، لا سيما مع عشرات مشاريع المفاعلات النووية الصينية. وبحسب بعض العلماء، قد تحدث أولى حالات النقص في وقت أقرب بكثير، اعتمادًا على أسعار اليورانيوم، والوضع الجيوسياسي، والطاقة الإنتاجية. أو قد تحدث لاحقًا، إذا استغللنا موارد لا تزال افتراضية أو ذات تكاليف استخراج أعلى.[22].

مفاعلات المستقبل البعيد جدا

هنا تبرز أهمية مفاعلات المستقبل. فإذا ما تحققت، ستتمكن مفاعلات الجيل الرابع من حل العديد من المشاكل التي تواجه الصناعة النووية. فمقارنةً بالتكنولوجيا الحالية، ستتيح كمية ضئيلة من اليورانيوم الطبيعي توليد كميات هائلة من الكهرباء[23]ومع ذلك، فإن النشر الصناعي غير مؤكد للغاية في الوقت الحالي.

في فرنسا، كان هناك مشروع أستريد، الذي توقف فجأة عام ٢٠١٩. مع أستريد، كان المخزون الوحيد من اليورانيوم المنضب في فرنسا (٣٠٠ ألف طن) كافيًا لتوليد الكهرباء في البلاد لأكثر من ألف عام. وكان من شأن ذلك أن يقلل بشكل كبير من مدة الآثار الضارة للنفايات النووية. لكن سيستغرق الأمر ثلاثين عامًا على الأقل قبل أن تتمكن هذه التقنية من تزويد شبكة الكهرباء بالطاقة! أما بالنسبة لمفاعلات الثوريوم - وهو معدن أكثر وفرة من اليورانيوم والتي تتميز بإمكانية إعادة استخدام نفايات الانشطار النووي والحد من - مخاطر الحوادث، فسيتعين علينا التحلي بمزيد من الصبر: ربما لن يكون ذلك قبل عام ٢٠٧٠، إذا سارت الأمور على ما يرام. أما بالنسبة لمفاعلات الاندماج النووي، التي تحاكي شمسنا، فربما يستفيد منها الجيل القادم[24]لكن الوقت ينفد. ودعونا لا نتطرق إلى المخاطر الكامنة في هذه التقنيات.

يراهن الملياردير بيل غيتس، من جانبه، على المفاعلات المعيارية الصغيرة (SMRs)، التي تنطوي على مخاطر مالية وبيئية أقل بكثير، مثل تلك التي طورتها شركة NuScale. قد تكون هذه التقنية جاهزة في غضون عشر سنوات تقريبًا. مرة أخرى، هذه مدة طويلة جدًا. مع ذلك، في نهاية عام 2018، كان هناك حوالي خمسين مشروعًا للمفاعلات المعيارية الصغيرة، بما في ذلك مشروع في فرنسا، مع العديد من العمليات المختلفة قيد الدراسة.

صعوبات السجل الطبي الإلكتروني

قبل المفاعلات النووية الصغيرة والمتوسطة ومفاعلات الجيل الرابع، كانت هناك مفاعلات الماء المضغوط. وقد أنتجت الصناعة النووية الفرنسية هذه الآلة الجديدة فائقة القوة، والتي تعمل بالفعل في الخارج. بدأ تشغيل أول مفاعل من نوعه في الصين صيف عام ٢٠١٨. وبينما قد تكون تكلفة هذه الطاقة جذابة للغاية في الصين، يبقى الأمر غير واضح بالنسبة لفرنسا. وتُثير تأخيرات التسليم، بالإضافة إلى التجاوزات الهائلة في التكاليف، قلق شركة كهرباء فرنسا (EDF) والحكومة الفرنسية.[25]وهكذا، أصبح مفاعل الجيل الثالث رمزًا لجميع الصعوبات التي تواجه صناعة الطاقة النووية الفرنسية، التي ترزح تحت وطأة ديون بمليارات اليورو، نتيجةً لعيوب التصنيع، والتأخيرات المتواصلة التي أدت إلى أكثر من عشر سنوات من النكسات، وفاتورة تضاعفت أكثر من ثلاث مرات (11 مليار يورو). وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن فرنسا فقدت خبراتها

في العقود الآخيرة بسبب فشلها في بناء محطات طاقة جديدة. وإذا لم تنهار هذه الصناعة، فمن الممكن أن تدوم المفاعلات المستقبلية ستين عامًا على الأقل، وهو عمر افتراضي لا يضاهيه إلا عمر الطاقة الكهرومائية.

الطاقة النووية، المكون الأخف وزناً في مزيج الطاقة الذي يعتمد على النفط

لا يزال بعض الخبراء يؤمنون بمستقبل الطاقة النووية، نظراً لمزاياها. مع ذلك، تبقى مشكلة رئيسية قائمة: صغر حجم الذرة. فالمفاعلات النووية الـ 453 العاملة في ثلاثين دولة لا تُغطي سوى ما يزيد قليلاً عن 2% من استهلاك الطاقة العالمي، ولا تتجاوز نسبة استهلاك الكهرباء وحدها 10%.[26] حتى في فرنسا، وهي دولة تحصل على ثلاثة أرباع كهربائها من الطاقة النووية، فإن الطاقة النووية لا تنتج سوى 16 إلى 17% من الطاقة النهائية المستهلكة.[27]

يرى بابلو سيرفين أن الطاقة النووية ليست قوية ولا فعّالة بما يكفي لتحل محل النفط. ويقول: "إن العيش في عالم يتناقص فيه النفط باستمرار أمر غير مناسب تمامًا لهذا القطاع، لأنه يستهلك كميات هائلة من الطاقة ويتطلب بنية تحتية ضخمة (طرق، ممرات ملاحية، قوات مسلحة، جرافات، إلخ) لا يمكن توفيرها إلا من خلال النفط. ولكن ماذا سيحدث لو نفدت الموارد في إحدى مراحل هذه العملية؟"

قد يُعيق نقص الطاقة استمرار هذه الصناعة: تشير دراسة أجراها الصحفي الأمريكي وخبير الطاقة ريتشارد هاينبرغ إلى أن تفكيك وتأمين النفايات السابقة والمستقبلية سيتطلب، في المستقبل القريب، طاقةً تفوق ما يمكن أن توفره الخامات المتبقية. الخيار الوحيد المتاح: إغلاق المفاعلات وتركيب أغطية واقية طارئة لإحكام إغلاقها.

لا يعتقد إيف كوشيه، وزير البيئة السابق، أن الطاقة النووية هي الحل الأمثل للتخفيف من التدهور العام الذي يتوقعه. يقول: "إذا تجاهلنا الاعتبارات الاقتصادية، فإن الطاقة النووية، في رأيي، لا يمكنها العمل إلا في مجتمعات مستقرة وديمقراطية ومتقدمة تقنيًا. هذه الشروط الثلاثة ضرورية لإدارة النفايات النووية، التي يستمر إشعاعها لعشرات آلاف السنين. الآن، من يضمن أن تحافظ فرنسا، أو أوروبا، على نفس الاستقرار، ونفس المستوى التكنولوجي، ونفس النظام الديمقراطي في ظل الأزمة التي ستُميّز القرن الحادي والعشرين، وربما القرن الثاني والعشرين؟ إذا وجدنا أنفسنا في حالة من عدم الاستقرار، أو حتى في حالة من الهمجية والفوضى، وسوء استخدام المواد الانشطارية...[28] يصبح ذلك احتمالاً وارداً. بالنظر إلى وجود عدة أطنان من البلوتونيوم في محطة لاهاي لإعادة معالجة الوقود النووي، تخيّل عواقب عطل في الخدمة العامة كتلك التي حدثت في الولايات المتحدة خلال إعصار كاترينا. أو عواقب توقف نظام التبريد في أحواض الوقود المستهلك في لاهاي.[29] ».

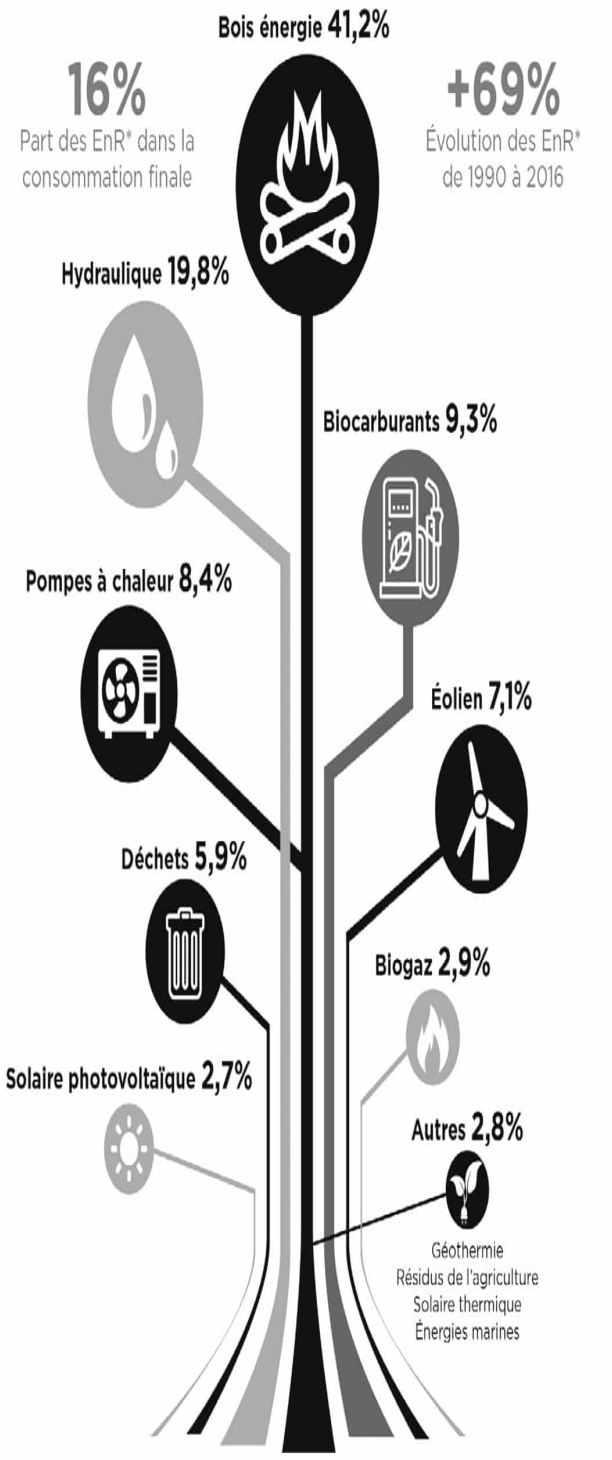
2. لا تُعتبر الطاقات المتجددة مستدامة دائمًا

يُقدَّم لنا "حل" جاهز: الطاقات المتجددة، التي تعمل دون وقود أحفوري. يُفترض أنها "نظيفة". وبالتأكيد، عمليًا، لا تستهلك موارد محدودة (بل تعتمد على الرياح، وأشعة الشمس، وما إلى ذلك) ولا تُصدر غازات دفيئة. لكن هذا فقط في الواقع: إذ يجب تصنيعها، وتوزيعها، وتركيبها، وصيانتها، وإعادة تدويرها، وما إلى ذلك. هذه العمليات أحيانًا كثيفة الاستهلاك للطاقة والموارد.

نظرياً، تبدو الإمكانات هائلة. فالطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض وحدها تفوق استهلاك البشرية الحالي من الكهرباء بعشرة آلاف ضعف. ويلخص هيرفيه بيرسيغول، الفيزيائي في هيئة الطاقة الذرية والطاقات البديلة (CEA)، الفرنسية قائلاً: "هناك طاقة كافية لعيش البشرية حياة كريمة". ويضيف الباحث: "يكمن التحدي في مدى كفاءة تحويل هذا التدفق"[30].

ميزة هامة: مصادر الطاقة المتجددة، على عكس الوقود الأحفوري أو الطاقة النووية، "غالباً ما تكون متاحة محلياً، مما يسمح بتطوير القطاعات والمناطق"، كما يضيف جان بابتيست لوبرون، مدير شبكة كلير - شبكة التحول الطاقي[31].

لا تتساوى جميع الدول في هذا المجال. ففي أوروغواي، تُستمد 55% من الطاقة من مصادر متجددة، مقارنةً بـ 14% عالميًا. أما بالنسبة للكهرباء وحدها، فيأتي ما لا يقل عن 97% منها من مصادر متجددة في هذه الدولة الصغيرة ذات النشاط الملحوظ، والتي استفادت أيضًا من ميزة هامة: سدودها الكهرومائية. تمتلك فرنسا، ببنيتها التحتية المحدودة نسبيًا للطاقة المتجددة، إمكانات استثنائية. وهذا قد يؤدي إلى مزيج طاقة متجددة بنسبة 100%، وفقًا والعديد من التقارير. ومع (CLER) لمهندس من مركز الطاقة وتغير المناخ ذلك، يتطلب هذا الهدف "جهودًا كبيرة لخفض الاستهلاك". قد يبدو النمو الكبير للطاقة الشمسية والوقود الحيوي وطاقة الرياح ومضخات الحرارة مشجعًا. وقد تنخفض التكلفة الإجمالية للكهرباء. لكن فرنسا متأخرة كثيرًا عن تحقيق أهدافها. فبينما يُعدّ ذلك ممكنًا نظريًا، إلا أن التحديات التكنولوجية والمادية والاقتصادية والاجتماعية هائلة.



LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN FRANCE

EnR* = énergies renouvelables

مجموعة من الطاقات

في السيناريوهات التي وضعها الخبراء، لا يوجد مصدر طاقة واحد، بل مزيج متوازن بعناية من عدة مصادر للطاقة المتجددة بالإضافة إلى أنماط إنتاج أخرى.

الكتلة الحيوية والآمال الكاذبة للوقود الحيوي

تُعدّ الكتلة الحيوية أحد أهم مصادر إنتاج الطاقة المحددة في قانون التحول الطاقي. وتمثل ثلثي إنتاج الطاقة المتجددة الحالي، ويرجع ذلك أساساً إلى طاقة الخشب (41%) والوقود الحيوي (9%).

وُعدنا بطائرات تعمل بالوقود الحيوي. يا ليت الأرض لا نهائية... لأن الجيل الأول من الوقود الحيوي يستهلك كميات هائلة من الموارد. فهو يلتهم الأراضي الزراعية التي كان من الممكن أن تُطعمنا. يُصنع هذا الوقود من بذور اللفت، وعباد الشمس، والبنجر، وقصب السكر، والقمح... والنتيجة، للأسف، هي إنتاج طاقة منخفض للغاية. في بعض الأحيان، تُستهلك طاقة في إنتاجه أكثر مما سيوفره لنا في نهاية المطاف...

بالتأكيد، توليد الطاقة من الموارد الزراعية ليس بالأمر الجديد: ففي عام 1950، كان الشوفان، الذي كان يشغل أكثر من ربع مساحة الحبوب الفرنسية، يستخدم لإطعام حيوانات الجر، والتي كانت المصدر الرئيسي للطاقة المستخدمة في العمل الزراعي[32]. لكن في غضون ذلك، ازداد عدد السكان، والتهمت الخرسانة الأراضي الزراعية. ولتلبية احتياجات الوقود من خلال استيراد الوقود الحيوي المصنّع في فرنسا، سيتعين تخصيص غالبية الأراضي الصالحة للزراعة في البلاد لإنتاج الطاقة... ثم إن البصمة الكربونية تترك مجالاً واسعاً للتحسين: فالعملية تستهلك كميات هائلة من الطاقة (الآلات الزراعية، ومصافي التكرير الحيوي، إلخ)، وأحياناً تحوّل المراعي والغابات التي تخزن كميات كبيرة من الكربون إلى تربة أقل قدرة على تخزينه.

تأتي أنواع الوقود الحيوي من الجيل الثاني لإنقاذ الموقف. فهي تُصنع حصراً من مواد خشبية، كالأخشاب والقش ومخلفات المحاصيل. ولا تُنافس إنتاج الغذاء لأنها تُصنع من الأجزاء غير الصالحة للأكل من النباتات. إلا أن إنتاجها من الطاقة غير كافٍ. علاوة على ذلك، ووفقاً للمهندس والمؤلف فيليب بيهويكس، فإن مشكلة مساحة الأرض "تبقى قائمة دون حل حتى لو تم قطع جميع غابات العالم بشكل منهجي[33]": "لم نتمكن من استبدال كمية الوقود المستهلكة حاليًا بالوقود الحيوي من الجيل الثاني، وذلك بسبب نقص المساحة على الأرض لإنتاجها".

لم يثنِ ذلك العلماء، فهم يعملون على جيل ثالث: بطاريات عملاقة من الطحالب الدقيقة، قادرة على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء أو الانبعاثات الصناعية (من مصانع الإسمنت، على سبيل المثال) لإنتاج الوقود. إلا

ان هذه العملية تتطلب ضغوطا ودرجات حرارة عالية، وبالتالي كمية هائلة من الطاقة. أما إنتاج الطاقة؟ فهو ضئيل للغاية. ناهيك عن الكميات الهائلة من الماء والفوسفور اللازمة للتصنيع، أو كتلة المواد المختلفة المستخدمة في تركيب وصيانة واستبدال ملايين الأنابيب التي تحتوي على الطحالب، وذلك للحصول على إنتاج كافٍ من الوقود.

لا يبدو أن هذا الأمر يثني الصناعة. إذ تهدف شركتا إكسون موبيل وسينثيتيك جينوميكس إلى إنتاج 10 آلاف برميل من الوقود المصنوع من زيت الطحالب بحلول عام 2025. وهي كمية ضئيلة مقارنة بـ 100 مليار برميل من النفط تُحرق يومياً.

غاز التخضير

قد يكون لنوع آخر من الوقود الحيوي مستقبل أكثر إشراقاً، وهو الغاز الحيوي. في الطبيعة، يتجلى هذا النوع بطرق غريبة: كالأضواء الخافتة في المقابر أو الاحتراق التلقائي لمكبات النفايات غير الخاضعة للرقابة.

يُنتج الغاز الحيوي الاصطناعي عن طريق تخمير المواد العضوية مثل مخلفات الطعام، ورقائق الخشب، وقصاصات العشب، والقش، والسماد، ومخلفات المحاصيل، وغيرها. لذا، فهو ينشأ من مكبات النفايات، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، ومفاعلات هضم النفايات العضوية. وتقوم هذه المفاعلات، التي تُسمى أيضًا بالميثان، بمعالجة المخلفات الزراعية (سماد الحيوانات) أو النفايات العضوية من صناعات تجهيز الأغذية والورق. وتقوم البكتيريا بعملية التحلل في حجرة محكمة الإغلاق، حيث تُنتج الحرارة أو الكهرباء أو الغاز (الميثان الحيوي)، الذي يُضخ في شبكات الغاز. ويمكن استخدام هذا الميثان الحيوي كوقود للمركبات. إلا أن كمية الميثان الحيوي المُنتجة في نهاية عام ٢٠١٧ لم تكن كافية إلا لتشغيل ما يعادل ١٦٠٠ شاحنة أو حافلة.

على الرغم من التطور السريع، لا يمثل الغاز الحيوي حاليًا سوى 3% من إنتاج الطاقة المتجددة على المستوى الوطني. ويعتبره الباحثون واعدًا[34]. إذن، هل يكفينا دفعة سريعة من الغاز الحيوي لنكون جاهزين؟ لن يكون هذا الغاز قادراً أبداً على استبدال جميع أنواع الوقود البترولي التي تُحرق حالياً في البلاد. وكما هو الحال غالباً، يجب الحذر من التفاؤل المفرط. في أبسط صوره، يُنتقد إنتاج الميثان. فهو يُنتج مخلفات عضوية صلبة أو سائلة تُستخدم كسماد، بدلاً من الأسمدة الكيميائية المُصنّعة من أصل أحفوري (المنتجة صناعياً، وبالتالي كثيفة الاستهلاك للموارد). وماذا في ذلك؟ قد تُعيق هذه المخلفات نمو النباتات. كما يُتهم أيضاً بتدمير الكائنات الحية الدقيقة في التربة وغيرها من الحيوانات، كالنحل، والتسبب بالتلوث. ويشعر البعض بالقلق أيضاً من خطر التنافس بين المحاصيل التي تُغذي الحيوانات وتلك التي تُغذي المفاعلات الحيوية[35]. علاوة على ذلك، لا يمكن استخدام العناصر الغذائية التي تستهلكها الكائنات المنتجة للميثان لتجديد تربتنا المستنزفة بالفعل.

الحطب القديم الجيد

إنه وقود عريق قدم التاريخ. في فرنسا، يستخدمه 7.8 مليون منزل للتدفئة، مما يجعله المصدر الرئيسي للطاقة الحرارية المتجددة. تغطي الغابات الفرنسية، رابع أكبر غابات أوروبا، ما يقارب ثلث مساحة البلاد. وهي في ازدياد مستمر، إذ تتوسع بمقدار 26 مترًا مربعًا كل ثانية. ووفقًا للوكالة الفرنسية للانتقال البيئي (أديم)، يمكن استغلالها على نطاق أوسع.

أحد الالتزامات: إدارة الموارد بشكل مستدام. على مر التاريخ، استنزفها البشر مرات عديدة. ومؤخرًا، أثبت تحويل محطة توليد طاقة تعمل بالفحم في إنجلترا إلى محطة تعمل بالكتلة الحيوية باستخدام الخشب، أنه أمر بالغ الصعوبة. إذ يتطلب توفيرها 120% من إجمالي إنتاج المملكة المتحدة السنوي من الخشب. ونتيجة لذلك، زادت المملكة المتحدة وارداتها بشكل كبير في غضون سنوات قليلة فقط، وفقًا لتقرير منظمة أصدقاء الأرض غير الحكومية. وفي فرنسا، تثير مشاريع مماثلة قلقًا، مثل محطة كوردميه لتوليد الطاقة بالفحم. "في تقييمها للأثر البيئي، تُقر شركة EDF بأن هذا سيستلزم قوافل من الشاحنات على طول ساحل المحيط الأطلسي بأكمله، من نورماندي العليا إلى إقليم الباسك"[36]. "ناهيك عن مخاطر إزالة الغابات."

لا نريد أن نضر أنفسنا! فمع أن حرق الخشب يُطلق غازات كربونية ملوثة، إلا أن الغابة نفسها تخزن الكربون. وكلما زاد عمرها، زادت كمية ثاني أكسيد الكربون التي تمتصها. تخيل أنك تمشي في غابة فرنسية عمرها آلاف السنين، قبل أن يُزيلها الإنسان. قبل أستريكس والغاليين. كنا سنكون محاطين بأشجار ضخمة، لم نعد نرى مثيلها هنا، تخزن كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون[37]. لذا فإن قطع الأشجار التي يبلغ عمرها قرناً من الزمان (فقط) ليس حلاً سحرياً.

يمكن للأراضي المغطاة بالغابات أن تُحدث تغييرًا جذريًا في المناخ. مع وصول الأوروبيين إلى الأمريكتين، انهار عدد السكان الأصليين، حيث انخفض من 55 مليون نسمة إلى 5 ملايين فقط بين عامي 1492 و1650. وقد تركت هذه الإبادة الجماعية بصمتها على علماء المناخ. إذ تحولت أكثر من 50 مليون هكتار من الأراضي الزراعية إلى أراضٍ شجرية وغابات، مما ساهم في امتصاص الكربون من الغلاف الجوي. ويدعو العلماء الآن إلى إعادة تشجير واسعة النطاق لكوكب الأرض لتخزين المزيد من الكربون[38].

لا تُعدّ الغابات المصدر الوحيد للطاقة الخشبية. "يمكن أن ينتج سياج نباتي مُدار بشكل جيد ما يصل إلى خمسة إلى ستة أطنان من الخشب لكل كيلومتر في السنة"[39]. يوضح الباحثان كريستيان دي بيرثويس وكوم بيلارد: "مع ذلك، فقد اقتُلعت أكثر من مليون كيلومتر من التحوطات في القرن العشرين، ويعود ذلك أساسًا إلى السياسات الزراعية. والآن، تُبذل جهود لحماية ما تبقى منها. ويمكن

للزراعة الحراجية (انظر فصل "نظام الغذاء المستدام، من المزرعة إلى المائدة") أن توسع هذا المخزون المحتمل من الحطب.

لذا، يُعدّ استخدام الخشب كمصدر طاقة إضافي خيارًا ممكنًا، مع ما يترتب عليه من قيود. وتعتقد "مجموعة المواطنين من أجل الديمقراطية المستدامة"، المؤلفة من نحو خمسين شخصًا جُمعوا في البداية ضمن اللجنة الوطنية المعنية بالبيئة والاستدامة في "نوفيل دون"، وبمساعدة عدد من المتخصصين في قضايا الطاقة والبيئة، أن استخدام الخشب كمصدر للطاقة قد يكون مُجديًا لبعض البلديات، ولكن ليس للمناطق الحضرية الكبيرة"[40] يشرح قائلاً: "كفاءة الطاقة منخفضة؛ وقطع الأشجار - حتى في ظل الإدارة المستدامة - يؤدي إلى تراجع التنوع البيولوجي (زراعة أحادية النوع)؛ وحرق الأخشاب أحد الأسباب الرئيسية للجسيمات الدقيقة الضارة المحمولة جواً؛ وأخيراً، هناك شكوك حول البصمة الكربونية الإجمالية لهذا القطاع". علاوة على ذلك، في وقت تختفي فيه مساحة تعادل مساحة مقاطعة فرنسية بأكملها (زراعية في المقام الأول) تحت الخرسانة كل سبع إلى عشر سنوات، ألا ينبغي الحفاظ على الغطاء الحرجي، بل وتوسيعه؟ ألا يجب علينا النضال من أجل الحياة التي يحتضنها، الحياة التي تمثلها الأشجار نفسها، من خلال التوقف عن اعتبارها مجرد موارد؟ هل يجب علينا التوقف عن التفكير كمديرين للحياة النباتية والحيوانية، بمنطق محاسبي بحت، ومنطق اقتصادي بحت أدى إلى الكارثة الحالية؟ هذه هي الصعوبة الكاملة في التفكير بشكل مختلف اليوم بشأن علاقتنا ببيئتنا، بالطبيعة التي تفهمنا: نحن نحتاجها، لتدفئة أنفسنا أو الطهي، إنها الحياة، مثلنا، والتي يجب أن نتوقف عن الرغبة في السيطرة عليها ببساطة على حساب استمرار ديناميكية مميتة.

الطاقة الحرارية الأرضية

لنعد إلى الجانب المتعلق بالطاقة فقط. استخدم الرومان الطاقة الحرارية الأرضية لتسخين حماماتهم، وذلك بتسخير حرارة باطن الأرض. وهو مصدر طاقة ذو إمكانات هائلة، بحسب الحكومة[41] تُعدّ التربة التحتية في الألزاس، من بين أمور أخرى، مواتية للغاية لتطويرها. إذ تحتوي المنطقة على مياه جوفية تصل درجة حرارتها إلى حوالي 140 درجة مئوية على عمق 2000 متر فقط. يتم استخراج هذه المياه الساخنة من بئر، ثم تُحوّل إلى حرارة أو كهرباء، قبل أن يُعاد حقنها من بئر أخرى بعد تبريدها على السطح، في باطن الأرض ليتم تسخينها مرة أخرى.

توفر الطاقة الحرارية الأرضية، غير المتقطعة، طاقة عالية الكفاءة بأسعار مستقرة على المدى الطويل. في أيسلندا، الدولة الرائدة الغنية بإمكانيات الطاقة الحرارية الأرضية، توجد خطط لمدّ كابل بحري يصل إلى بريطانيا العظمى لتزويد القارة الأوروبية بالكهرباء. لكنّ المخاطر المحتملة عديدة، منها الزلازل الصغيرة، وانفجار غرف الصهارة، وانبعاث المواد السامة، والأمطار الحمضية. إلا أن الباحثين يبذلون جهودًا حثيثة لإيجاد حلول.

هذه المضخات التي تدفئنا

تزدهر هذه المضخات في المباني الجديدة وعمليات التجديد. وعندما لا تستخدم الطاقة الحرارية الأرضية، فإنها تعمل كمضخات حرارية هوائية، حيث تستخدم هذه التقنية الهواء كمصدر للحرارة. وتُشغَّل هذه المضخات عادةً بالكهرباء، وتُستخدم للتدفئة وتوفير الماء الساخن للاستخدام المنزلي. تتمتع هذه المضخات بإمكانيات هائلة، إذ يُمكن تجهيز أي منزل تقريبًا بها. علاوة على ذلك، خلال فترات الحر الشديد، يُمكن لهذه التقنية العمل بشكل عكسي، لتُصبح بمثابة مكيف هواء موفر للطاقة.

لكن، بحسب تيري نيل، رئيس الجمعية الفرنسية لمضخات الحرارة أفباك)، فإن هذه الأجهزة ليست مصممة لاستبدال جميع الغلايات الحرارية) النفطية والغازية وغيرها). ويؤكد قائلاً: "لا يمكننا تغيير كل شيء بين عشية) وضحاها، حتى على مدى ثلاثين أو خمسين عامًا". ومع ذلك، تخطط أفباك لتركيب ملايين منها، ما سيساهم في الحد من انبعاثات الكربون الهائلة في الغلاف الجوي.[42] ولتقليل استهلاك المواد الخام، أطلقت الجمعية فريق عمل يدرس، على وجه الخصوص، إمكانية إعادة تدوير وتأجير المضخات الحرارية.

استعادة الحرارة المفقودة

في باريس، تبقى درجة حرارة مياه حوضي السباحة في بوت أو كاي ثابتة عند 27 درجة مئوية. ويعود الفضل في ذلك إلى مركز البيانات الموجود أسفلهما، حيث يتم استعادة الحرارة الناتجة عن خوادم الكمبيوتر. لولا ذلك، لكانت هذه الحرارة مهدرة. في وقت تستهلك فيه مراكز البيانات أكثر من 3% من الكهرباء في فرنسا، يُعدّ هذا مورداً قيماً، حتى وإن لم يكن مصدره متجدداً. ومن التطبيقات الأخرى لما يُعرف باستعادة الحرارة المهدرة، استفادة المساكن الاجتماعية في باريس من الحرارة الناتجة عن خط مترو الأنفاق رقم 11. وتتزايد المبادرات المماثلة. كما يمكن تحويل الحرارة المستعادة إلى كهرباء.

المصانع، والمستشفيات، ومحطات حرق النفايات، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي... مواقع لا حصر لها يمكنها الاستفادة من الحرارة المهدرة. ومصادرها وفيرة. ففي الصناعة، على سبيل المثال، عند تشغيل الفرن، تكون خسائر الحرارة هائلة: إذ لا تتجاوز نسبة الحرارة المفيدة (الموجودة في المنتج الناتج من الفرن، أو المستخدمة في المعالجة) 20 إلى 40% من الطاقة المستمدة من الوقود المستخدم. وهذا يترك ما بين 60 إلى 80% من الحرارة المهدرة التي يمكن استعادتها. وفي الصناعة وحدها، تعادل إمكانية استعادة الحرارة المهدرة أكثر من ثلث استهلاك الوقود، وفقًا لوكالة أديم (الوكالة الفرنسية للانتقال البيئي).[43] ثمة نهج آخر محتمل، وأكثر إثارة للدهشة: وهو التقاط الحرارة من المياه التي يتم تصريفها في مجاري الصرف الصحي لدينا.

الحرس القديم للهيدروليكا

في الرابع من نوفمبر/تشرين الثاني عام 2006، شهدت أوروبا الغربية انقطاعًا للتيار الكهربائي. وفي فرنسا، تمّ تشغيل 5000 ميغاواط من الطاقة

الكهرومائية على الفور، ما حال دون حدوث شلل تام في شبكة الكهرباء على مستوى البلاد. تُعدّ هذه ميزة رئيسية للطاقة الكهرومائية، إذ يُمكن تخزين طاقتها، ما يسمح بنشرها بسرعة ويمنع انقطاع التيار الكهربائي. وبفضل كفاءتها العالية في استهلاك الطاقة، تُعتبر هذه الطاقة ثاني أكبر مصدر للطاقة المتجددة في فرنسا، والمصدر الرئيسي للكهرباء وحدها (حيث تُمثّل حوالي 20% من إجمالي الطاقة الإنتاجية). وقد أنشأت فرنسا أولى محطاتها الكهرومائية في مطلع القرن العشرين، لتُصبح ثاني أكبر دولة في أوروبا من حيث سعة الطاقة الكهرومائية، بعد النرويج. ويتكوّن النوع الأكثر شيوعًا من هذه المحطات من سدّ وتوربين يعملان بمياه بحيرة أو نهر.

بناء المزيد من السدود؟ هذا ممكن، لكن جزءًا كبيرًا من الأراضي الصالحة للاستخدام في الجبال مُستغلٌّ بالفعل. الاعتماد على الأمطار، والأضرار الجسيمة التي تلحق بالنظم البيئية أثناء البناء... الطاقة الكهرومائية لا تخلو من عيوبها.

لن نتطرق إلى سد رانس في بريتاني، وهو منشأة فريدة وغير مكلفة تستفيد من طاقة المد والجزر، ولكن من الصعب إعادة إنتاجها، لأن الظروف الجغرافية اللازمة محددة والتأثير على النظم البيئية ثقيل للغاية.

توربينات المد والجزر: طواحين المياه الجديدة

بعد ستة أسابيع فقط من افتتاحه في يوليو 2018، أُغلق المصنع. كان عمر المصنع الأول في شيربورغ قصيرًا للغاية، إذ كان من المفترض أن ينتج حوالي عشرين توربينًا مدّيًا، تُركّب في قاع البحر لتسخير طاقة الأمواج باستخدام مراوح. وقد أُشير حينها إلى افتقار فرنسا للطموح في إطلاق هذا القطاع. في الواقع، أهملت الحكومة طاقة المدّ والرياح البحرية، معتبرةً إياها تقنيات ناشئة غير قادرة على المنافسة بما فيه الكفاية.

في المرحلة التجريبية الحالية، يُغطي توربين مدّي من شركة سابيلا، مغمور على عمق 55 مترًا، 10% من احتياجات جزيرة أوسان من الطاقة. تُعدّ هذه إحدى مزايا هذا القطاع البحري: توفير الطاقة للمناطق النائية بتكلفة أقل بكثير من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالنفط والتي تُستخدم بكثرة اليوم. بالنسبة لجان فرانسوا دافيو، رئيس شركة سابيلا، فإنّ الإمكانات الكامنة، والمتمركزة أساسًا في بريتاني، تُعادل طاقة ثلاثة من أقدم المفاعلات النووية الفرنسية. وعلى الصعيد العالمي، يُمكن نظريًا أن تُنتج طاقة تيارات المحيطات أكثر من ستة أضعاف إجمالي استهلاك الكهرباء.[44] تُعد توربينات المد والجزر أقوى من توربينات الرياح، كما أنها أكثر قابلية للتنبؤ: فعلى عكس الرياح، يمكن التنبؤ بالتيارات المحيطية على المدى الطويل.

تم تركيب آلات في نهري غارون ورون. لكن يبدو أن هذه التوربينات النهرية أقل إنتاجية من التوربينات البحرية. ويبدو نوع آخر من الآلات أكثر جدوى، EEL Energy والمتوقع طرحه تجاريًا بحلول عام 2020، مستوحى من أسماك الراي أو ثعابين البحر: إذ يحتوي

على غشاء من الألياف الزجاجية او البوليمر يتماوج مع التيار. تتميز هذه الأنظمة بأنها لطيفة للغاية، فلا تشوه المنظر الطبيعي، ولا تتطلب مساحة أو موارد كبيرة، كما أنها غير ضارة بالحيوانات والنباتات. بل إن أحد الدلافين، بحسب ما ورد، جاء ليلعب بالغشاء خلال التجارب البحرية. وبفضل إمكانية تركيبها في الأنهار، تستطيع هذه الآلة تغطية مساحة ساحلية واسعة جدًا، على عكس التوربينات الأخرى.

الموج، والملوحة، ودرجة الحرارة... الطاقات الخفية للبحر

تخيل ثعبانًا بحريًا بحجم قطار فائق السرعة. نظامًا يُولّد الطاقة عن طريق التذبذب في أعقاب الأمواج. تُجرى حاليًا تجارب على أنواع أخرى من الأجهزة. ولكن نظرًا لأن هذه الصناعة لا تزال في طور التطور، فمن الصعب التنبؤ بمستقبل طاقة الأمواج. وينطبق الأمر نفسه على التقنيات البحرية المذكورة أدناه. علاوة على ذلك، فإن بعضها معقد للغاية في التنفيذ، بينما لا يمكن تركيب البعض الآخر إلا في مواقع نادرة قليلة بشروط محددة. فما هي هذه التقنيات؟

– الطاقة الحرارية البحرية، التي تستغل الطاقة من سعرات مياه البحر.
– الطاقة المستمدة من فرق درجة الحرارة بين المياه السطحية والمياه العميقة.
– تكييف الهواء في المباني باستخدام المياه المستخرجة من قاع المحيط.
– الطاقة الأسموزية، التي تستفيد من الفرق في تركيز الملح بين مياه الأنهار العذبة ومياه البحر.

أشعة الشمس

استغلال طاقة الشمس، كما تفعل النباتات منذ القدم. يشهد قطاع الطاقة الشمسية ازدهاراً ملحوظاً، لكن في عام 2018، لم تُسهم أشعة الشمس إلا بنسبة ضئيلة جداً من استهلاك فرنسا للكهرباء.

يمكن لهذا الإشعاع أن يولد نوعين من الطاقة:

– الكهرباء، عبر الألواح الكهروضوئية أو الأجهزة الشمسية الحرارية.

– الحرارة، عبر الأنظمة الحرارية.

"45



توفر محطة الطاقة الحرارية الشمسية التي أطلقتها شركة نيوهيت في يونيو 2019 المياه الساخنة لمصانع الورق في كوندات.

ء ء

اما الطاقة الشمسية المركزة، فتركز الطاقة لتوليد هواء ساخن او بخار، يُستخدم بدوره لإنتاج الكهرباء. ونظرًا لتعقيدها وتكلفتها الاستثمارية العالية، فهي مخصصة حاليًا بشكل رئيسي للدول المشمسة جدًا. لذا، فهي غير مناسبة لنا. دعونا لا نتطرق إلى أبراج الطاقة الشمسية الضخمة في إسرائيل أو الولايات المتحدة، التي تتطلب ضوء شمس ساطعًا وتوفر كهرباء لا تزال باهظة الثمن. أو إلى مشاريع مزارع الطاقة الشمسية الضخمة التي ستضعها الصين قريبًا في المدار، والتي ستتحرر بذلك من قيود الطقس. فنحن لا نعرف حتى الآن بدقة كيف ستُنقل هذه الطاقة إلى الأرض[46].

الإله إيولوس والسداسي

على الرغم من وفرة رياحها، لا تستغل فرنسا هذه الميزة بالشكل الأمثل، وفقًا لمؤيدي طاقة الرياح. تتباهى فرنسا بثاني أكبر إمكانات طاقة الرياح في القارة الأوروبية، بعد بريطانيا العظمى، سواءً لتوربينات الرياح البرية أو البحرية. ومع ذلك، يبدو أن تركيب التوربينات في البحر هو الحل الأمثل إذا كان الهدف هو استبدال محطات الطاقة النووية. لماذا؟ لأن المساحة شاسعة، ولا تُسبب أي إزعاج (تقريبًا) للسكان، وتسمح بتركيب توربينات كبيرة وأكثر إنتاجية بفضل الرياح الأقوى والأكثر استقرارًا في عرض البحر. يمكن لمزرعة رياح تضم حوالي مئة توربينة أن تولد طاقة تُضاهي طاقة مفاعل نووي. تُسلط وكالة الطاقة الدولية الضوء على الإمكانات "غير المحدودة عمليًا" لطاقة الرياح البحرية، والتي انخفضت تكاليفها بشكل كبير. ويرى ستيفان هيس، خبير المناخ في الوكالة الفرنسية للتنمية، أن طاقة الرياح البحرية قد تُصبح المصدر الرئيسي للكهرباء في القارة الأوروبية بحلول عام 2040[47].

لكن، على الرغم من الخبرة الفرنسية، فإن رياح الاحتجاج تُبطئ العديد من المشاريع: القدرة التنافسية المنتقدة (على الرغم من ترويج الصناعة لها)، والتهديدات للحياة البحرية عندما تكون التوربينات قريبة من الساحل (مع ذلك، يمكن وضعها على بعد يصل إلى 100 كيلومتر منه)، والتأثير على المناظر الطبيعية وبالتالي السياحة، والتشغيل المتقطع للغاية، وتصنيع البحر...

مشكلة أخرى: "يتم تصنيع توربينات الرياح بواسطة شركات متعددة الجنسيات تعتمد خبرتها الفنية وإمداداتها من قطع الغيار على شبكات التصنيع العالمية والموارد من دول ليست بالضرورة مستقرة سياسياً[48]« .".

تحديات وقيود مصادر الطاقة غير المستدامة

تستثمر الحكومة بكثافة في الطاقة المتجددة. وتُعدّ الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح المصدرين الأكثر نمواً بحلول عام 2030، وفقاً لهيئة إدارة الطاقة والبيئة (Ademe).[49]هل هذا هو الحل الأمثل؟ دعونا نحاول تسليط الضوء على هذا النقاش، وتجسيده من خلال شخصيتين خياليتين: رافائيل وميغيل، اللذان يمتلكان بالطبع آراءهما الخاصة في هذا الشأن.

م. - تحدثتُ مع مرجانة، تلك التي تعمل في مجال الطاقة الشمسية. حماسها مُعدٍ. تُعدد كل هذه الأرقام بسرعة. خلال عشرين عامًا، انخفضت أسعار الطاقة المتجددة انخفاضًا حادًا. لم يُصدق أحد ذلك، لكنها أصبحت تنافسية قبل عشر سنوات من الموعد المُتوقع. وتستمر التكلفة في الانخفاض. في هذه الأيام، تُكلف الطاقة الشمسية نفس تكلفة الكهرباء التقليدية والطاقة النووية في سوق الجملة.

ر. - نعم، يُقال إن طاقة الرياح قد تتبع ذلك. مع ذلك، من المتوقع أن تكلف الكهرباء المنتجة من مفاعلات الطاقة النووية المعززة (EPR)، وهي الجيل القادم من محطات الطاقة النووية، ضعف التكلفة على الأقل... وإذا أخذنا في الاعتبار الطاقة المنتجة من القطاع النووي بأكمله في عام 2025، فستصبح أغلى من تلك المنتجة من الألواح الكهروضوئية، وفقًا لمكتب المدققين[50].

السيد - يزعم خبراء الطاقة المتجددة أنه ببذل جهود كبيرة، يمكننا الحصول على نظام كهرباء متجددة منخفض الكربون مثل النظام الحالي، الذي يعتمد بشكل أساسي على الطاقة النووية. ويتضمن سيناريوهم إغلاق العديد من المفاعلات النووية. ولكن هل سنحصل يومًا ما على كهرباء متجددة بنسبة 100% بنفس سعر اليوم؟ يعتقد البعض أن مثل هذا النظام سيكون أكثر تكلفة، وأن وجوده نفسه سيعتمد على التقدم في مجال البطاريات ومرونة الطلب...

أموال طائلة

ر. - من يدري... البطاريات تُشكّل إشكالية من نواحٍ عديدة. سيتعين علينا تصنيع وتركيب كمية هائلة منها في وقت قصير جدًا. هل هذا ممكن؟ لست متأكدًا. إنها مشكلة تتعلق بالحجم. وفي الوقت الحالي، وعلى مدار عمرها الافتراضي، لا تُخزّن البطاريات سوى ما بين ضعفين إلى عشرة أضعاف الطاقة اللازمة لتصنيعها... كنت تتحدث عن التمويل... وفقًا لتقرير صادر عن ديوان المحاسبة، أنفقت الحكومة 121 مليار يورو قبل عام 2017 لدعم طاقة الرياح والطاقة الشمسية[51] لا تكفي إلا لإنتاج نسبة ضئيلة من احتياجاتنا من الكهرباء حالياً. أليست الطاقة المتجددة مدمرة بعض الشيء؟

سيدي، فهمتُ وجهة نظرك. وفقًا لمؤلفي التقرير، بنفس المبلغ، يُمكننا تمديد عمر المفاعلات النووية القائمة لعشرين عامًا، وإطلاق العديد من مشاريع بناء مفاعلات EPR. في هذه الحالة، سيُصبح بالإمكان إنتاج ثلاثة أرباع كهرباء فرنسا، كما هو الحال اليوم. وهذا يختلف تمامًا عن الإنتاج الضئيل للكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة حاليًا. إنه لأمرٌ يدعو للتأمل حقًا.

ر. - نتفق. ويقترح المؤلفون أنه بدلاً من التركيز على مصادر الطاقة المتجددة التي تنتج الكهرباء، ينبغي على فرنسا أن تستثمر بكثافة في الطاقة الشمسية الحرارية وغيرها من مصادر الحرارة المتجددة، مثل الخشب

والطاقة الحرارية الأرضية واستعادة الحرارة المهدرة... منطقهم سليم: يمكن لهذه الطاقات أن تحل محل الهيدروكربونات، التي تُعد شديدة التلوث عند استخدامها لتشغيل أنظمة التدفئة لدينا، وما إلى ذلك. في حين أن الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح يمكن أن تحل محل الكهرباء النووية، وهي أقل تلويثًا.

السيد: نعم، هذا صحيح. ولكن فيما يتعلق بالتكلفة، مرة أخرى، تختلف سيناريو (Ademe) الآراء اختلافاً كبيراً. وقد وضعت وكالة إدارة الطاقة والبيئة يُفترض فيه أن تكون الطاقة المتجددة أرخص بحلول عام 2060[52]ثم يتغير كل شيء إذا أضفنا إلى تكلفة الطاقة النووية تكلفة حادث نووي كبير محتمل: 400 مليار يورو، وفقًا لمعهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية!

هل إنلايدي هي أرض الطاقة المتجددة؟

ر. - هذا مجرد افتراض... هل سبق أن وُصفتَ بالمتشائم؟ مع ذلك، هناك حجة واحدة تثير اهتمامي: لو اعتمد المجتمع كلياً على طاقة الرياح والطاقة الشمسية، لكان علينا تغطية مساحة شاسعة من فرنسا بتوربينات الرياح والألواح الشمسية. حتى لو استهلكنا نصف الكمية الحالية. ستكون العواقب وخيمة: تدمير الطبيعة والمناظر الطبيعية. دمار بدأ بالفعل في بعض المناطق الريفية.

السيد: نعم، هذا يفسر جزءًا من معارضة المشاريع. لكن الأمر برمته يعتمد على المواقع المختارة لتركيب هذه الأجهزة: ففي الأراضي الرطبة والغابات الطبيعية، وهي محميات للتنوع البيولوجي تتلاشى بالفعل، ليس من الحكمة فعل ذلك. لكنه أمر شائع.

ر. – نعم. في حين أن الألواح الشمسية على الأسطح، ومواقف السيارات، والأراضي الخرسانية المهملة، أو المناجم القديمة تبدو أكثر منطقية.

السيد - بالضبط! وبلدنا مليء بمواقع من هذا النوع.

جدار كفاءة الطاقة

ر. - لا تبالغ في التفاؤل. ثمة عقبة كبيرة: من تصنيع توربينات الرياح والألواح الكهروضوئية إلى نهاية عمرها الافتراضي، يتطلب الأمر كمية هائلة من الطاقة. هل هذا مستدام؟

م. - ومحطات الطاقة النووية، هل هي مستدامة؟ في الواقع، أنت تشير إلى صافي الطاقة: هل نسبة الطاقة المستثمرة إلى الطاقة القابلة للاستخدام كافية لتزويد المجتمع بالطاقة؟ صحيح أن مصادر الطاقة المتجددة لا تتمتع بمعدل عائد مرتفع للغاية. طاقة الرياح أفضل قليلاً من الطاقة الشمسية. لكن كفاءة الطاقة آخذة في الازدياد، لا سيما بفضل التقدم التكنولوجي.

ولبعض الكابلات الإضافية...

ر. - نعم، إلا ان الاعتماد المستمر على التقدم التكنولوجي قد يكون خطيرا. سنتحدث عن ذلك لاحقاً. ولكن قبل ذلك، أود أن أعرف ما قالته مرجانة عن إمكانية بناء نظام أكثر لا مركزية، مثل نظام يعمل كلياً على مصادر الطاقة المتجددة.

م. - حسب ذاكرتي: تكمن ميزة النظام اللامركزي الذي يعتمد على مصادر الطاقة المتجددة المُدارة محليًا في قدرته على التكيف مع الاستهلاك المحلي وتجنب فاقد الطاقة في الشبكة المركزية، مثل الطاقة النووية. في رأيي، ستكون البلديات والأفراد الذين يُنشئون أنظمتهم الخاصة أكثر استقلالية، وربما يُحسنون إدارة الموارد.

ر. - هذا جيد جدًا. المشكلة هي أن ربط آلاف توربينات الرياح بالشبكة يتطلب كابلات وخنادق للحفر، وما إلى ذلك، أكثر بكثير من ربط بضع محطات طاقة نووية بالشبكة نفسها... يقول البعض إن الأمر يتطلب من عشرة إلى مئة ضعف[53] مرحباً بالضرر البيئي واستنزاف الموارد! ناهيك عن التكلفة الباهظة لتكييف شبكة الكهرباء[54] ثم، بشكل عام، يقول خبراء مثل جان مارك جانكوفيتشي إنه مع النظام اللامركزي، سيكون من الضروري بالضرورة زيادة إجمالي الطاقة الإنتاجية.

التخزين للتخفيف من تقلبات الطبيعة الأم

السيد - ليس كثيراً، إذا لم تتصل بالشبكة، وإذا قللت من نفقات الطاقة الخاصة بك، وإذا صنعت توربينات الرياح الخاصة بك من مواد معاد تدويرها.

ر. – آه، لم أكن أعرف أن اسمك ماكجايفر... وكيف ستدير الشركات أمورها؟

م. - أنت تمزح، لكن المزيد والمزيد من الناس يعيشون حياة موفرة للطاقة، حتى لو كان ذلك يعني تقليل استهلاكهم. الأمر أكثر تعقيدًا بالنسبة للشركات والمدن، أوافقك الرأي... لكن ربما يومًا ما... لا، ما يقلقني حقًا بشأن الطاقة المتجددة هو التخزين. بما أن الشمس لا تشرق ليلًا، وأقل سطوعًا في الشتاء، وأحيانًا لا توجد نسمة هواء لتشغيل توربينات الرياح، يصبح تخزين الطاقة عند توفرها ضرورة.

ر. – لتجاوز تعقيدات التخزين، ألا يمكن للتضامن بين الدول أن يساعد؟ على سبيل المثال، عندما تفتقر إسبانيا إلى الطاقة، تزودها فرنسا بها. والعكس صحيح.

السيد: نعم، النظام يعمل بهذه الطريقة بالفعل. لكن في بعض الأحيان لا تهب الرياح في جميع أنحاء أوروبا. ومن هنا تأتي الحاجة إلى تخزين الطاقة في البطاريات. المشكلة: المعادن المستخدمة في صناعتها ستنفد يوماً ما. لا مفر من ذلك. ناهيك عن العيوب التي ذكرتها سابقاً.

ر. – ثم إن بناء خزانات مياه جديدة لتخزين الكهرباء، امر لا يؤيده محبو الطبيعة.

السيد - أحسنت! "سعة التخزين هي الحدود الجديدة." هذا ما تقوله مرجانة أحيانًا.

ر. – ألا توجد خيارات تخزين أخرى؟

السيد: جميعهم موجودون على هاتفي. انظر:

يقوم نظام تخزين الطاقة بالهواء المضغوط (CAES)، كما يوحي اسمه، بضغط الهواء في خزان إلى ضغط عالٍ جدًا أثناء زيادة إنتاج الكهرباء، ثم يقوم بحقن هذا الهواء في خزّان لإطلاقه بواسطة التوربين عند الحاجة إلى الطاقة.

تقوم محطات الطاقة الكهرومائية ذات التخزين بالضخ بضخ المياه من خزان إلى آخر يقع على ارتفاع أعلى. ويمكن استخدام هذا الخزان لتوليد الكهرباء في أي وقت، إذا تم فتح الصمامات.

تقوم تقنية تحويل الطاقة إلى غاز (P2G) بتحويل الكهرباء إلى هيدروجين أو ميثان صناعي (عن طريق عملية الميثنة). ويمكن استخدام هذا الغاز في شبكة الغاز أو تحويله مرة أخرى إلى كهرباء بعد فترة من التخزين في الحالة الغازية.

البطاريات.

ر. - حسناً. وماذا عن عملية إنتاج الميثان؟ وماذا عن ضغط الهواء؟

السيد: هذا ليس سيئاً أيضاً. ما زلنا بحاجة إلى تحسين الإنتاجية، وخفض التكاليف، وفوق كل ذلك، نشرها على نطاق واسع...

ر. – حسناً. هناك أيضاً الهيدروجين... مهلاً، إليك مقال يتحدث عن ذلك.

التهافت على الهيدروجين


TAXI
071
TOYOTA
Déplacez-vous en taxi hydrogène
EV-405-TV
hype

مركبتان تعملان بالهيدروجين من طراز "هايب" تابعتان لشركة "إير ليكيد"، بالقرب من محطة التزود بالوقود الخاصة بهما في باريس.

لكن الأمر ليس بهذه البساطة. لنأخذ النقل كمثال. يمكن للسفن والطائرات والشاحنات وجميع وسائل النقل الأخرى استبدال الوقود الأحفوري بخلايا الوقود، التي تحول الهيدروجين إلى كهرباء. تتحدث شركات الطاقة الكبرى وشركات صناعة السيارات عن الحل الأمثل للطاقة النظيفة. على سبيل المثال، تعوّل تويوتا على أسطول من مليون مركبة بحلول عام 2030 وآلاف محطات التزود بالوقود. لكن تويوتا غير واقعية، بحسب أوليفييه أبّيرت، رئيس المجلس الفرنسي للطاقة: فالشبكة شبه معدومة، والمشاريع قليلة ومتباعدة.

لذا، ولجعل محطات التزود بالوقود، التي لا تزال باهظة الثمن، مربحة وتعزيز السوق، تعتمد شركة "إير ليكيد" جزئيًا على أسطول خاص من المركبات الكهربائية التي تعمل بالهيدروجين، والتي تعود بانتظام إلى نفس الموقع للتزود بالوقود. هذه هي سيارات الأجرة "هايب". وتراهن الحكومة على أساطيل مستقبلية من مركبات مماثلة متعددة الاستخدامات أو مركبات نقل البضائع الثقيلة لتسريع نشر محطات التزود بالوقود.

ماذا عن القطارات؟ يمكن للهيدروجين أن يحل محل عملية كهربة جزء من الشبكة المكلفة. ويتوقع يورغ نيكوتا، رئيس شركة ألستوم في ألمانيا والنمسا، أن "قطارات الهيدروجين ستحل محل قطارات الديزل بطريقة أكثر اقتصادية بكثير"[55]. أما بالنسبة للحافلات، فقد دخلت أولى المركبات التي تستخدم خلايا الوقود الخدمة في عام 2019 في عدد قليل من المدن الفرنسية[56]. يتم شحنها بشكل أسرع بكثير من النماذج التي تعمل بالبطارية، والتي تتميز أيضًا بعمر بطارية أقصر.

هذا أمرٌ مُشجّع. مع ذلك، لكي يكون الهيدروجين مُستدامًا، بغض النظر عن استخدامه، يجب إنتاجه من مصادر الطاقة المُتجددة. حاليًا، يأتي 99% من الهيدروجين من الغاز أو الفحم... وإنتاج مليون طن من هذه الجزيئة الرائعة يُعادل ما يقرب من 3% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية في فرنسا.

ألا يوجد لديك بنزين أرخص؟

لإنتاج الهيدروجين "النظيف"، تُستخدم عملية التحليل الكهربائي للماء بشكل أساسي. لا تزال هذه العملية مكلفة، لكنها تشهد تحسناً. وتتمثل الفكرة في تخزين فائض الكهرباء المتجددة، غير المستهلكة فوراً، على شكل هيدروجين. إلا أن هذه الفكرة "غير واقعية على الإطلاق"، بحسب أوليفييه أبّيرت. وقد تخلت ألمانيا عن هذه الفكرة. ويخلص الخبراء إلى أنها مكلفة للغاية وغير فعالة. فتكلفة تخزين الغاز باهظة، وكذلك تكلفة نقله، إذ يتطلب تهيئته ضغوطاً هائلة. ويقول أحد المتخصصين من وكالة الطاقة الدولية:

الهيدروجين مثير للاهتمام، لكن ليس في البداية لنقل الكهرباء او تخزينها. إن" أكبر مجال لتطبيقه [لهذه الجزيئة] هو الصناعة الكيميائية. وهنا قد تتغير الأمور خلال السنوات العشر القادمة".

إذا انخفضت تكاليف الإنتاج، فسيكون لقطاع النقل بالهيدروجين فرصة للتطور. وينطبق الأمر نفسه على تخزين الكهرباء. مع ذلك، أكد مسؤول تنفيذي في قطاع الطاقة في يونيو 2018: "لا يوجد نموذج اقتصادي في الوقت الراهن". ويرى بعض الباحثين ونظريات الانهيار أن الهيدروجين لا مستقبل له. ويرفض معهد مومنتوم هذا الرأي قائلاً: "إنتاجه مكلف للغاية، ونقله مكلف للغاية، وتخزينه (في المركبات) مكلف للغاية، وتحويله إلى كهرباء مكلف للغاية، كما أن التعامل معه شديد الخطورة. الهيدروجين غير وارد".[57]

بطاريات، بطاريات، دائماً بطاريات

ر. - وكنت تتحدث عن البطاريات. على الرغم من محدوديتها، فإن هذا القطاع يشهد ازدهاراً كبيراً...

السيد - لا شك في ذلك. يستخدمها الناس لتخزين الطاقة الكهربائية من الألواح الشمسية الموجودة على أسطح منازلهم، على سبيل المثال.

ر. – تتراجع التكاليف بشكل كبير. هناك بعض المشاريع الضخمة قيد التنفيذ، وأخرى تعمل بالفعل، مثل مرافق تخزين الطاقة المقترنة بمصادر الطاقة المتجددة، ومصانع البطاريات العملاقة...

السيد: يمكننا أيضاً استخدام بطاريات السيارات الكهربائية لتخزين الطاقة عندما تكون متوقفة، أو بعد استخدامها كسيارة. يبدو أن هناك إمكانات كبيرة.

ر. - قرأتُ أن الباحثين يعملون على أنواع مختلفة من البطاريات لتحسين سعتها. لكن، حسنًا، ما زلنا نفتقر إلى رؤية شاملة. يعمل الباحثون في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا على نوع من "الشمس في صندوق"، مصنوع من خزان قطره 10 أمتار. لو اقترن بتوربينات الرياح أو الألواح الشمسية، لكان كافيًا لضمان الاكتفاء الذاتي من الكهرباء لمدينة مثل غرونوبل.[58]

م. - هناك الكثير من الأبحاث التي تُجرى على البطاريات، لكنها تبقى جميعها في المختبرات... لا يتم إنتاج أي شيء في المصانع. هذه هي المشكلة. ولا يوجد وقت كافٍ لتغيير النموذج.

هل تعاني صناعة التكنولوجيا من نقص في المعادن؟

م. - وبالعودة إلى المعادن المستخدمة في أجهزة التخزين، كالبطاريات، فإنها مشكلة حقيقية طويلة الأمد. يتزايد استهلاك جميع المعادن تقريبًا، وبعض مصادر الطاقة المتجددة الحالية تحتوي على معادن نادرة نسبيًا، ذات أسماء معقدة، مثل الإيريديوم والنيوديميوم والغاليوم والسيلينيوم...

ر. – يخشى الخبراء حدوث نقص في النحاس في المستقبل القريب.

[59]!

ر. - ثمّة مشكلة أخرى، وهي النفط، الذي بات استخراجه صعباً بشكل متزايد، ما يستلزم كميات متزايدة من المعادن. وهذا بدوره يستلزم منصات معدنية بحرية ضخمة، وسفن إمداد ومروحيات عديدة، وتقنيات حفر متطورة... يعتقد المهندس فيليب بيهويكس أن الاعتماد على التكنولوجيا المتقدمة يخلق مشكلة مستعصية. استمعوا إليه في هذه الحلقة من البودكاست:

"*لا مفر من حدوث نقص. عاجلاً أم آجلاً، لأننا نعتمد على مورد محدود. قد يكون ضخماً، لكنه محدود. ويعتمد هذا المورد، علاوة على ذلك، على توافر الطاقة. فكلما زاد عمق استخراجه، أو كلما قلّ احتواء الخامات على المعادن، زادت كمية الموارد المتاحة. بالنسبة لي، تكمن المشكلة في الطاقة والجيولوجيا. فهناك بالفعل مشاكل تتعلق بندرة بعض المعادن أو توزيعها غير المتكافئ في قشرة الأرض. لقد استغل أسلافنا ونحن الموارد الأكثر تركيزاً. عاجلاً أم آجلاً، سنصل إلى نقطة النضوب. والخبر السيئ هو أن هذا الموعد النهائي قد يقترب بسبب عدم توافر الوقود الأحفوري بوفرة، إما لأننا تجاوزنا ذروة إنتاج النفط، أو لأننا لا نستطيع تحمل تكلفة استخراج هذا النفط أو الغاز لأسباب مناخية. نحن نحاول الانتقال إلى الموارد المتجددة، المتوفرة بالفعل بكميات شبه* [...]
غير محدودة، مثل الطاقة الشمسية. ولكن لسوء الحظ، نحتاج إلى المعادن لالتقاط هذه الطاقة وتحويلها وتخزينها. وهذه المعادن ليست متوفرة إلى ما لا نهاية. لو امتلكنا كل المعادن التي نريدها، وواجهنا مشكلة في الطاقة والمناخ، لكنا دخلنا الثورة الصناعية الثالثة: لغطينا الكوكب بألواح الطاقة الشمسية، وتوربينات المد والجزر، ومصادر طاقة أخرى، كطاقة الأمواج، ولما واجهنا مشاكل في الموارد - دون النظر إلى عواقب ذلك على التنوع البيولوجي. لكننا لا نملك وقودًا أحفوريًا لا ينضب، ولا معادن لا تنضب. نحن عالقون في حلقة مفرغة: المعادن تتطلب طاقة متزايدة، والطاقة تتطلب المزيد من المعادن[60].
»

م. - إنه لأمرٌ مُرعب. في أحد كتبه، يتحدث أيضاً عن محطات الطاقة النووية التي لا يُمكن إعادة بنائها باستخدام معادنها المُشعّة. وعن الفكرة الخاطئة لاستخراج المعادن من القمر أو الكويكبات: فهذا سيتطلب طاقةً هائلة.

ر. – ناهيك عن نقص الكوادر المؤهلة! فقد تم توظيف عدد قليل جداً من الجيولوجيين خلال العقدين الماضيين. وهناك أيضاً المخاطر المرتبطة بالأزمات الاقتصادية، والمناطق غير المستقرة التي يصعب الوصول إليها...

سراب إعادة التدوير، ونقص المواد

م. - أجل، ربما تبالغ قليلاً. المشكلة الأساسية، في رأيي، هي أننا لا نستطيع إعادة تدوير المعادن التي استخرجناها إلى ما لا نهاية. هناك دائمًا خسائر في

هذه العملية: اثناء إعادة التدوير والاستخدام. وهذا ينطبق على جميع المواد. بعضها يصبح غير قابل للاستخدام بعد الاستخدام الأول، مثل مواد تغليف الطعام أو الأدوية. بعض البوليمرات، مثل البلاستيك، لا يمكن إعادة صهرها.

ر. - لنأخذ هذا الهاتف كمثال: كم من المكونات يحتوي؟ مكونات صغيرة جدًا بحيث لا يمكن إعادة تدويرها. في الواقع، نستخدم الكثير من الأشياء المعقدة جدًا بحيث لا يمكن إعادة تدويرها بشكل صحيح، أليس كذلك؟

م. - بالتأكيد. بالنسبة للعديد من المعادن، لا يمكننا استعادة أكثر من ربع الكمية بعد ثلاث دورات استخدام. وهذا لا يشمل أصباغ الحبر والطلاء، والأسمدة، والمواد المضافة في الزجاج والبلاستيك، والمبيدات الحشرية، وجزيئات الفضة النانوية في الجوارب... عناصر معدنية يستحيل استعادتها!

ر. - صحيح أن مفهوم "الاقتصاد الدائري" رائج، إلا أنه يعاني من قيود خطيرة على المدى البعيد. ولتحسين عمليات إعادة التدوير، نحتاج إلى إعادة النظر جذرياً في كيفية تصميم منتجاتنا، واختيار المواد الخام... هذا ما يوصي به فيليب بيهويكس.

السيد - لقد لاحظت مقطعاً من كتابه: "بالاعتماد فقط على التكنولوجيا في حربنا ضد تغير المناخ، فإننا نخاطر بخلق نقص جديد (والذي يتطلب بدوره زيادة في استخدام الطاقة) وتسريع النظام دون قصد[61]« .".

R. – هذا هو الخطر... يكتب غيوم بيترون، وهو صحفي متخصص في المعادن النادرة، أن صناعة التعدين، التي تعتبر بالتالي ضرورية لإنتاج الطاقة المتجددة والعديد من المنتجات عالية التقنية مثل السيارات الكهربائية، هي أكثر تلويثًا من صناعة النفط[62].

م. – في الواقع، للحفاظ على الخدمات الحالية لمجتمعنا من خلال تزويدها بالطاقة المتجددة، سنحتاج إلى عدد كبير من توربينات الرياح والألواح الكهروضوئية وأنظمة التخزين المتصلة بشبكات ذكية، تلك الشبكات الذكية الشهيرة التي توازن بين إمدادات الطاقة المتقطعة والطلب المتغير... باختصار، سنحتاج إلى عدد كبير من القطع والأجزاء المعدنية بحيث لا يكون النموذج الحالي مستدامًا على المدى الطويل.

ر. – مع ذلك، يرى بعض المراقبين أننا ما زلنا بعيدين عن بلوغ حدود مواردنا المادية، وأنه بإمكاننا تشديد معايير استخراجها، وأن السوق يجب أن يأخذ هذه التكاليف في الحسبان لجعل النشاط أكثر نظافة.

السيد - ربما في عالم مثالي...

ر. - ربما. في الوقت نفسه، يبدو أنك تؤمن بإمكانات الطاقة المتجددة... صحيح أن الأبحاث تتقدم بسرعة كبيرة. على ما يبدو، يعمل باحثون سويديون على طريقة لإنتاج ألواح شمسية باستخدام الحديد، وهو عنصر متوفر بكثرة.

بالطبع، قد لا يحدث الإنتاج الصناعي ابدًا، او قد ياتي متاخرًا جدًا. لكن لدينا بالفعل خلايا كهروضوئية مصنوعة في النرويج دون استخدام الوقود الأحفوري، بفضل الطاقة الكهرومائية. ويبدو مستقبل إعادة التدوير واعدًا. قد نتمكن قريبًا من إعادة تدوير نماذج شائعة جدًا من الألواح الشمسية بنسبة 100%[63] علاوة على ذلك، افتتحت شركة فيوليا موقعًا لإعادة تدوير جميع مكونات الألواح تقريبًا. وفيما يتعلق بتوربينات الرياح البرية الحديثة، فإن 90% من كتلتها قابلة لإعادة التدوير، وفقًا لهيئة إدارة البيئة والتعدين (Ademe).

السيد - كما ترى، يبدو أنك تصدق ذلك قليلاً أيضاً، رغم كل العقبات. لو طورنا سلسلة إنتاج متكاملة للألواح الكهروضوئية المصنعة في أوروبا، من التعدين إلى التركيب، لكانت البصمة الكربونية أفضل بكثير مما هي عليه الآن. بالطبع، سنظل مضطرين لقبول وجود منشآت تعدين في فرنسا، وما يصاحب ذلك من مشاكل بيئية. فضلاً عن ذلك، هل يوجد منجم نظيف أصلاً؟ أو على الأقل نظيف إلى حد ما؟

ر. - لا أعرف. ولكن إذا كان الأمر كذلك، وإذا قمنا ببناء مصنع لتصنيع الألواح الشمسية في فرنسا[64] يمكننا نشر كمية هائلة من الطاقة الكهربائية المتجددة بسرعة. بالتأكيد بوتيرة أسرع بكثير من بناء عدة مفاعلات كهربائية حيوية، نظراً للتأخيرات التي واجهها النموذج الأول.

م. - علينا التريث قليلاً. التأخيرات المتعلقة بالمشاريع الرائدة في القطاع النووي أمر شائع. بعد ذلك، تسير الأمور بوتيرة أسرع. ولكن مرة أخرى، إذا نظرنا إلى المدى البعيد، أو حتى البعيد جداً، فهل يُعدّ مزيج الطاقة الكهربائية المتجدد بشكل أساسي، والذي يعتمد على الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، مستداماً، مع الأخذ في الاعتبار وجود خسائر مادية دائماً قبل نهاية عمر هذه المشاريع، وأن دورات إعادة التدوير ليست لانهائية؟

قم ببيع هاتفك الذكي واشترِ توربينًا هوائيًا

ر. - سؤال وجيه... من جهة أخرى، ليس من المناسب انتقاد استهلاك المعادن فقط فيما يتعلق بالطاقة المتجددة. فهي تستهلك معادن أقل من باقي قطاعات اقتصادنا. فكر في جميع تلك المنتجات الإلكترونية اليومية: الهواتف المحمولة، وأجهزة الكمبيوتر... وفقًا لباحث في هيئة الطاقة الذرية والطاقات البديلة الفرنسية (CEA)، فإن 3% فقط من الطاقة الشمسية غير قابلة لإعادة التدوير. أما باقي المواد فتتكون أساسًا من السيليكون، ثاني أكثر العناصر وفرة في قشرة الأرض[65].

السيد - هذا صحيح بالتأكيد. وبالمثل، نحتاج إلى وضع مسألة الخرسانة المستخدمة في مشاريع الطاقة المتجددة في سياقها الصحيح. يزعم معارضو طاقة الرياح أن تركيب 20 ألف توربين رياح مُخطط لها بحلول عام 2030 سيتطلب 30 مليون طن من الخرسانة. في مقال، يقدم أحد المتخصصين وجهة نظر أكثر دقة: تدوم هذه المنشآت عشرين عامًا على الأقل، لذا فهي لا تمثل،

على اساس سنوي، سوى جزء صغير جدًا من الخرسانة المستهلكة في فرنسا. وللمقارنة مع الطاقة النووية، سيتطلب موقع تخزين النفايات المشعة المستقبلي في بور كمية من الخرسانة تعادل ما تحتاجه 14 مفاعلًا من أو 10 آلاف توربين رياح EPR مفاعلات[66]!.

ر. - أنا شخصياً، لا أستبعد الطاقة النووية بسرعة. على الأقل ليس قبل أن نتخلص من الوقود الأحفوري.

معاهدة الصداقة بين الطاقة النووية والطاقة المتجددة

م. - هناك من يدعو إلى شراكة بين مصادر الطاقة. ووفقًا لهم، يمكن للطاقة النووية والطاقة المتجددة أن تتقدما معًا. وسيصاحب تعزيز أسطول المفاعلات نشر طاقة الرياح والطاقة الشمسية. لست متأكدًا تمامًا... لكن المؤكد هو أن جميع مصادر الطاقة هذه تعتمد على النفط والاقتصاد الذي يدعمه.

ر. - نعم، ومن غير المرجح أن يتغير ذلك في أي وقت قريب. بالتأكيد ليس في العقد القادم. في الواقع، هذا أحد الأسباب التي تجعل البعض يتحدث عن انهيار الحضارة الصناعية الحرارية. والآن، ها أنا ذا، ألعب دور المتنبئ بالهلاك...

الكهرباء في فرنسا: مزيج طاقة بنسبة 50% نووية و50% متجددة بحلول عام 2035

ينص قانون الطاقة والمناخ، الذي أُقرّ في سبتمبر/أيلول 2019، على هدف واضح: تحقيق مزيج طاقة كهربائية بحلول عام 2035 يتألف من 50% طاقة نووية و50% مصادر طاقة متجددة. ويتطلب هذا الهدف إغلاق 14 مفاعلاً نووياً وتوسيعاً كبيراً في استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية. ومع ذلك، ينص القانون أيضاً على تمديد عمر بعض المفاعلات لمدة عشر أو عشرين عاماً، رهناً بموافقة هيئة السلامة النووية. هذه هي الخطة التي تعتزم الحكومة الحالية اتباعها، والمُكرّسة في القانون وفي خطة الطاقة متعددة السنوات. علاوة على ذلك، تدرس الحكومة إطلاق برنامج جديد لستة مفاعلات نووية من نوع EPR، بتكلفة قد تصل إلى 46 مليار يورو على الأقل.

3. قيود التقنية

من الصوان إلى الإنترنت، يمكن النظر إلى تاريخ البشرية من خلال عدسة تقنياتها. لكن للتكنولوجيا حدودها: "الرياح، والطاقة الشمسية، والغاز الحيوي، والكتلة الحيوية، والوقود الحيوي، والطحالب أو البكتيريا المعدلة وراثيًا، والهيدروجين، والميثنة - مهما كانت التقنيات أو الأجيال أو الوسائل، فسوف نتجاوزها حتمًا أحد العوامل الفيزيائية: استحالة إعادة تدوير المواد [...]، أو توافر المعادن، أو استهلاك الأراضي، أو عدم انتظام الإنتاج وعدم كفايته"[67]«.

يتفق العديد من الخبراء على أنه إذا اخترنا مصادر الطاقة المتجددة، فلن تتمكن أبدًا من توفير الطاقة والكمية التي يوفرها النفط والوقود الأحفوري الآخر. قبل الخوض في تفاصيل مزيج الطاقة الذي قد يسمح لنا بالاكتفاء الذاتي

باستهلاك اقل للطاقة، دعونا نتناول بعض قيود التكنولوجيا عندما تُوصف بانها تكنولوجيا متقدمة، وعندما يكون الابتكار هو المحرك الأساسي لها.

تأثير الحديقة: كم من العقود نحتاج للتكيف؟

لنفترض ظهور بعض الابتكارات المثيرة للاهتمام. تكمن المشكلة في كيفية استبدال النظام الحالي بهذه التقنيات الجديدة في الوقت المناسب. هنا نواجه تحديًا يتمثل في تأثير أسطول السيارات. فإذا استغرق تحديث جميع السيارات إلى أحدث المعايير عشر أو عشرين عامًا، فكم من العقود سيستغرق تغيير نظام الطاقة الحالي؟ مع ذلك، الوقت عامل حاسم. ويذكر سيدريك ريجنباخ، المتخصص في شؤون المناخ، قائلًا: "حتى لو طورنا الطاقات المتجددة بسرعة كبيرة، فإنها لا تمثل سوى جزء ضئيل من الطاقة المنتجة. هناك حاليًا بعض معدلات النمو المبهرة، لكننا نبدأ من الصفر"[68]. علاوة على ذلك، إذا اعتمدنا كلياً على مصادر الطاقة المتجددة، فسيتعين علينا بناء العديد من محطات إنتاج الطاقة المتجددة في فترة زمنية قصيرة للغاية، مما سيؤدي إلى ارتفاع استهلاك الموارد، وبالتالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، بشكل كبير. وهذا من شأنه أن يزيد من تفاقم تغير المناخ."

خيال السيارات الكهربائية بالكامل

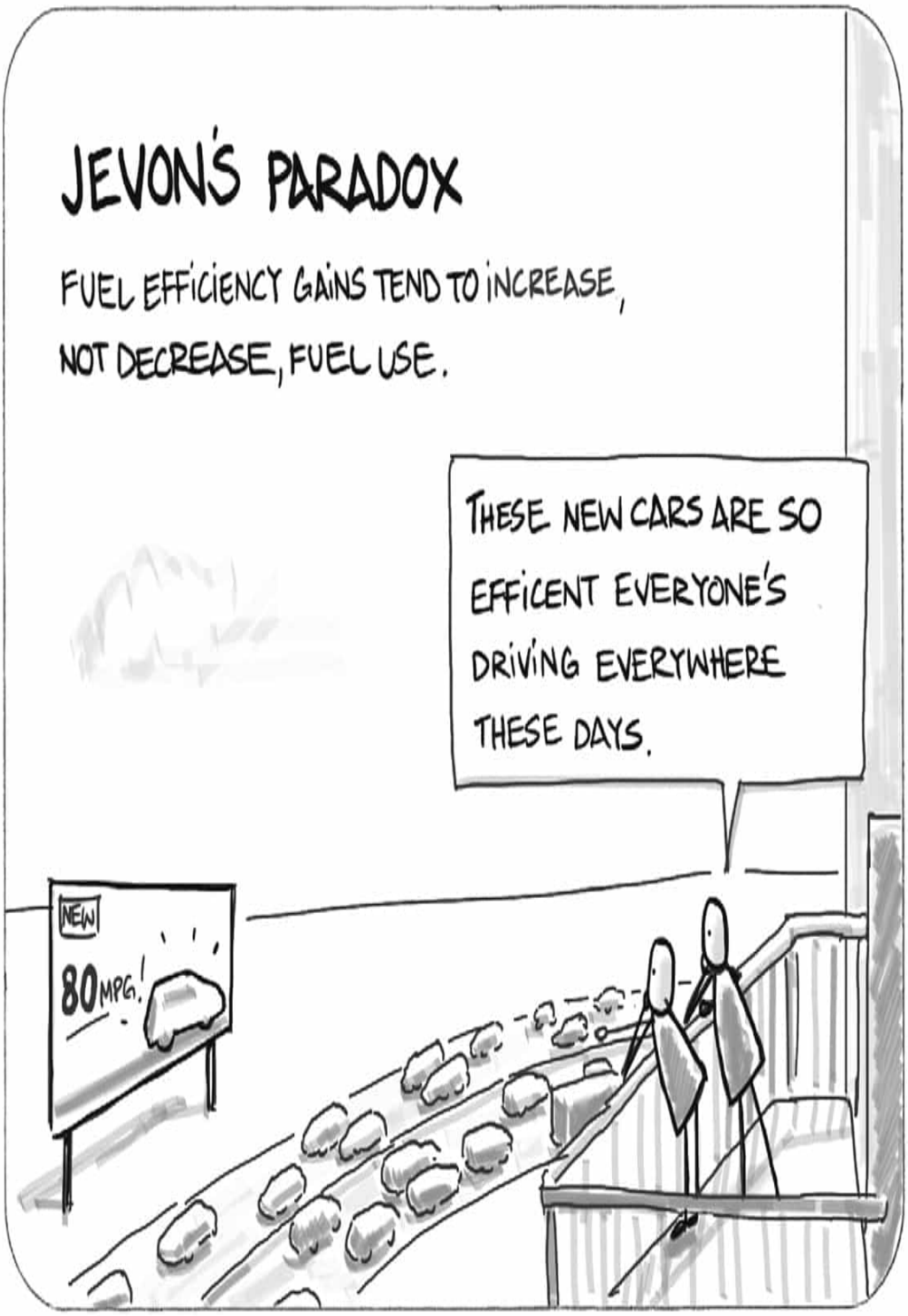
لا تُحلّ الكهرباء جميع المشاكل، فهي لا تمثل سوى 23% من الطاقة المستهلكة في فرنسا. ومع ذلك، فإن العديد من الحلول المقترحة - كالطاقة الريحية، وطاقة المد والجزر، والطاقة الشمسية الكهروضوئية، وحتى الطاقة النووية - لا تُنتج سوى الكهرباء.

إلى جانب مشكلة التخزين، تكمن العقبة الرئيسية في قطاع النقل. فنحن نسافر في المقام الأول باستخدام النفط. وتخيل مستقبلاً يضم مئات الملايين من المركبات التي تعمل بالهيدروجين[أنا]... إن انتشار المركبات الكهربائية في مدننا ليس واقعياً، لا سيما بسبب نقص المواد المناسبة على الأرض. ويشير متخصصون آخرون إلى المساحة الشاسعة من الأراضي اللازمة لبناء آلاف محطات الشحن التي تفوق مساحة محطات الوقود الحالية، مع الحفاظ في الوقت نفسه على التربة الطبيعية لإنتاج الغذاء[69]. وأخيراً، ينبغي بناء العديد من مفاعلات الطاقة النووية الإضافية من طراز EPR لتلبية ذروة الطلب على الكهرباء لأسطول من 40 مليون مركبة في فرنسا[70]. هل لدينا الوقت والموارد اللازمة لكل هذا؟

تأثير الارتداد: عندما يصبح توفير الطاقة مجرد وهم

في سبعينيات القرن الثامن عشر، عمل مهندسان بريطانيان بلا كلل على تطوير المحرك البخاري. وبفضل جهود جون سميتون، وخاصة جيمس وات، انخفض استهلاكه للطاقة عشرة أضعاف خلال قرن. ونتيجة لذلك، بيعت كميات

كبيرة من الفحم بكميات هائلة لتشغيل الة حققت نجاحًا متزايدًا. وقد حل هذا الخام محل الخشب في التدفئة والحيوانات في ضخ المياه في المناجم. وفي عام 1865، كتب الخبير الاقتصادي ويليام ستانلي جيفونز، صاحب نظرية الارتداد الاقتصادي، أن استهلاك الفحم في المملكة المتحدة ازداد خلال القرن نفسه بمقدار اثنين وعشرين ضعفًا[71].


JEVON'S PARADOX
FUEL EFFICIENCY GAINS TEND TO INCREASE, NOT DECREASE, FUEL USE.
THESE NEW CARS ARE SO EFFICENT EVERYONE'S DRIVING EVERYWHERE THESE DAYS.
NEW
80 MPG!
sketchplanations

هذه مفارقة وثقها العلماء على نطاق واسع[72]تؤدي كفاءة الطاقة إلى انخفاض تكلفة السلعة أو الخدمة، مما يؤدي بدوره إلى زيادة الاستهلاك. وبالتالي، يتم استهلاك المزيد من الطاقة. لذا، قد يكون للاستثمار أثر عكسي في المحصلة النهائية. وقد لوحظ هذا الأثر العكسي مع العديد من الابتكارات، مثل محرك الاحتراق الداخلي، والثلاجة، ومكيف الهواء، والإضاءة، وخدمة أوبر، وحتى مشاركة السيارات. فمع أن هذه المنتجات والخدمات أصبحت أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة، إلا أنها أصبحت أرخص وأكثر انتشارًا، وارتفع إجمالي استهلاك الطاقة الناتج عنها بشكل كبير[73]يتوقع العلماء أن يتم تطبيق تأثير الارتداد بشكل كامل إذا انتشرت المركبات ذاتية القيادة على نطاق واسع.

تتزايد احتياجات الطاقة بشكل كبير

كما أكدنا سابقاً، يشهد عالمنا نمواً متسارعاً. فمع معدل نمو سنوي يقارب 7% في السنوات الأخيرة، يتضاعف حجم الاقتصاد الصيني كل عشر سنوات، ويتضاعف أربع مرات كل عشرين عاماً. وتشير التقارير إلى أنه تضاعف 32 مرة خلال نصف قرن[74]تسير الهند على نفس النهج. لا يمكننا لوم هذه الدول، فهي تُصنّع سلعنا اليومية وتستعيد مكانتها في العالم بما يتناسب مع عدد سكانها وقوتها. ونتيجةً لذلك، ضاعفت الصين والهند استهلاكهما للفحم، وهو المصدر الأكثر تلويثًا للطاقة، بأكثر من ثلاثة أضعاف خلال خمسة وعشرين عامًا، حيث ساهم بنسبة 39% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام 2015، متجاوزًا بذلك النفط. ورغم ازدهار مصادر الطاقة المتجددة وارتفاع إنتاجها، إلا أنها لن تتمكن أبدًا من منافسة هذا النمو الهائل.
احتياجات الطاقة. بين عامي 2000 و2017، زاد استهلاك الفحم خمسة عشر ضعفاً مقارنةً بالطاقة الشمسية، وسبعة أضعاف مقارنةً بطاقة الرياح! وخلال الفترة نفسها، انضم النفط والغاز إلى الفحم، ملك الطاقة"، على منصة مصادر الطاقة الأسرع نمواً في الاستهلاك"[75].

مازق التكنولوجيا المتقدمة وأحلام الباحثين

تتضح عيوب هذه التقنية بشكلٍ جليّ كلما ازدادت تعقيداً. حينها، تتطلب موارد صناعية ضخمة ومستوى عالٍ من التطور، وغالباً ما تكون النتائج عكسية. هل هي تذكرة ذهاب بلا عودة إلى طريق مسدود في عالم الطاقة؟

الرقمنة، حلم بعيد المنال

أرسل بريدًا إلكترونيًا بسيطًا بحجم ميغابايت واحد. ستكون قد استهلكت طاقة تعادل استهلاك مصباح كهربائي بقوة 60 واط لمدة 25 دقيقة، وفقًا اعتقد البعض أن الاقتصاد .(CNRS) للمركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي الرقمي أصبح غير مادي، كسحابة بخارية. لا يهم، وبالتالي لم يتم حشد أي طاقة. أليس البريد الإلكتروني مجرد حرف أقل؟ هذا يتجاهل تأثير الارتداد. فمنذ ظهور الإنترنت والهواتف المحمولة والتجارة الإلكترونية وغيرها، ازدادت التدفقات المادية في العالم الحقيقي، وليس العكس. وهذا يعني نقل المزيد من البضائع بالشاحنات، وإنتاج المزيد من السيارات، وطباعة المزيد من الأوراق، واستخراج المزيد من الموارد الطبيعية[76]...

يقول جان مارك جانكوفيتشي: "في الواقع، فكرة ان يصبح الجميع "غير ماديين" هي مجرد وهم[77]نشر مشروع "ذا شيفت"، وهو مركز أبحاث متخصص في إزالة الكربون من الاقتصاد ويرأسه الرئيس، مسودة أولية لتقرير حول الأثر البيئي للتكنولوجيا الرقمية في عام 2018. وجاء في التقرير: "يحدث الجزء الأكبر من استهلاك الطاقة الرقمية أثناء التصنيع. وكثيراً ما نتحدث عن الطاقة المستخدمة لتشغيل خوادم جوجل، لكن هذا ليس سوى جزء صغير. فعلى سبيل المثال، بالنسبة للهواتف الذكية، يحدث 80% من استهلاك الطاقة قبل شرائها."

ملوثة للبيئة تماماً مثل جميع السيارات

حسبت الصحفية كريس دي ديكر أنه لو أردنا تزويد النظام الرقمي بالكهرباء اللازمة في عام 2012 باستخدام مولدات تعمل بدواسات القدم، لاحتجنا إلى 8.2 مليار شخص يعملون بنظام المناوبات سبعة أيام في الأسبوع، يومًا في السنة. وتستهلك التكنولوجيا الرقمية طاقة متزايدة باستمرار: 365 بنسبة 9% سنويًا! ومن الطبيعي أن يزداد التلوث تبعًا لذلك. فبحلول عام 2025، قد تعادل حصة القطاع الرقمي من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية التلوث الحالي الناتج عن قطاع السيارات! ولو كان النظام الرقمي دولة، لكان من المتوقع أن ينبعث منه في عام 2020 ما يعادل ما انبعث من الهند في عام 2015، وذلك لسكانها البالغ عددهم 1.3 مليار نسمة، والذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود الأحفوري."[78].

بفضل التكنولوجيا الرقمية، نقلنا جزءًا من استهلاك الطاقة وآثاره الضارة إلى أماكن أخرى. ففي الصين، على سبيل المثال، يدمر التعدين المناطق الريفية لنتمكن من استخدام هواتفنا الذكية. أما المعادن الأساسية في صناعة المنتجات عالية التقنية، مثل الإنديوم والغاليوم والجرمانيوم، فلا يُعاد تدويرها إلا بنسبة تقل عن 1%.

ألا يُقلل التقدم التكنولوجي من استهلاك الطاقة؟ على الإطلاق. "بلغ معدل تحسن كفاءة الطاقة خلال الخمسين عامًا الماضية 0.8% سنويًا." وهذا المعدل آخذ في التباطؤ. "في الواقع، هناك العديد من الآثار العكسية مع كل تقدم. فعندما تُصنع بطاريات أكثر كفاءة، فإنها تسمح باستخدام تطبيقات تستهلك طاقة أكبر. لذلك، نعيد شحنها بنفس القدر كما في السابق[79]« ."

عندما يغادر الحاسوب الكمومي المختبرات

يُعدّ الذكاء الاصطناعي والمركبات ذاتية القيادة جزءًا من ديناميكية واحدة تستهلك موارد وطاقة هائلة. ورغم أنها قد توفر لنا بعض الموارد في البداية، إلا أنها ستزيد بلا شك من الاحتياجات في مجالات أخرى. إن رقمنة المجتمع برمته ستؤدي إلى انهيار أسرع. تقول فرانسواز بيرثود، مهندسة حاسوب وباحثة في المركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي: "من خلال تسريع تدفقات رأس

المال والسلع والأفراد والإنتاج، تُسهم التكنولوجيا الرقمية في تضخيم اثار جميع أنشطتنا".[80]

ألا يوجد أمل في هذه التقنيات الثورية التي تُثير حماس عالم التكنولوجيا؟ يُخبرنا الناس عن جهاز أقوى بألف مرة من الحواسيب الحالية، وأكثر كفاءة في استهلاك الطاقة عند أداء العمليات نفسها. إنه الحاسوب الكمومي. في أفضل الأحوال، لن يصبح منتجًا صناعيًا متاحًا للجميع قبل عام 2030، وفقًا لهوغز فيريبوف من مشروع شيفت. وهذا دون احتساب الوقت اللازم لاستبدال أسطول الحواسيب الحالي بالكامل. إنه وقت طويل جدًا!

أن تصادف تقنية النانو

يُفترض أننا نعيش العصر الذهبي لتقنية النانو. فالأبعاد المتناهية الصغر ستكون موفرة للطاقة. بإمكان تقنيات النانو تحسين أداء أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وطاقة الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة النووية، وحتى أجهزة تخزين الطاقة. ولكن هنا أيضاً، ينتهي بنا المطاف بتطبيقات متفرقة: فنحن نُدخل جزيئات معدنية (ناقصة) دون القدرة على إعادة تدويرها مستقبلاً. أو حتى إن أمكن، فسيكون ذلك بالغ الصعوبة، ولن يكون إلا لجزء ضئيل جداً منها.[81]

هل يتم إنتاج أنواع الوقود باستخدام الغلاف الجوي؟

هل سيصبح من الممكن يوماً ما القيادة باستخدام ثاني أكسيد الكربون؟ تعمل فرق بحثية على إيجاد بدائل محتملة للوقود الأحفوري، تقوم بتخزين ثاني أكسيد الكربون باستخدام الطاقة الشمسية. ويقر مارك فونتيكاف من كوليج دو فرانس قائلاً: "إنه هدف صعب المنال".[82] يعمل الكيميائي بجد على "التمثيل الضوئي الاصطناعي". يحاول فريقه محاكاة الآلية الأساسية للنباتات. إذ تمتص النباتات الكربون من الهواء، وتدمجه مع الماء، وتحول هذين العنصرين إلى جميع الجزيئات الموجودة في الكائن الحي"، مستخدمةً طاقة الشمس. يطرح" هذا الاحتمال المثير تحديًا ثلاثيًا:

– احتجاز ثاني أكسيد الكربون.

– تخزين الطاقة الشمسية، على شكل وقود، لإعادة استخدامها عندما لا تكون هناك شمس.

– تصنيع جزيئات مفيدة للكيمياء دون استخدام مشتقات البترول.

ستعتمد التقنيات المطورة على مواد خام وفيرة مثل ثاني أكسيد الكربون والماء والنيتروجين والأكسجين، من أجل تحويلها إلى وقود ومواد كيميائية.[83] يوضح الفيزيائي هيرفيه بيرسيغول أن كل هذا يتم بكفاءة عالية جداً. ويضيف: "سنتمكن من تخزين ثاني أكسيد الكربون لفترات زمنية مختلفة: بضعة أشهر في الوقود، وبضعة عقود في المواد الكيميائية، أو حتى لفترة أطول في مواد البناء".[84] الصبر هو المفتاح، لأنه في حين أن بعض الحلول"

المحتملة تتمتع بمستوى عالٍ من النضج التكنولوجي، فإن البعض الآخر يتطلب عشر سنوات من البحث قبل أن يصبح قابلاً للتسويق." ويقترح مارك فونتيكاف "بل عشرين عاماً"[85] مرة أخرى، ونظراً للضرورة الملحة، ألا ينبغي لنا أن ننفق مواردنا الوفيرة حتى الآن باستخدام التقنيات المتاحة حالياً والتي أثبتت جدواها بالفعل؟"

التلاعب بالمناخ؟

في مواجهة خطر تغير المناخ، يُطلق المهندسون العنان لإبداعهم. ومن بين المقترحات التي تُثير جدلاً واسعاً الهندسة الجيولوجية. يُوصي أحدث تقرير للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ باستخدامها إذا تأخرنا كثيراً في خفض انبعاثاتنا بشكل جذري. بعض هذه التقنيات تعمل على امتصاص الكربون من الغلاف الجوي. هذا هو الحال، على سبيل المثال، مع مشروع D الذي سيُجرى اختباره قريباً في موقع مصنع للصلب في دونكيرك. من المتوقع أن يمتص النموذج التجريبي 0.5 طن من ثاني أكسيد الكربون في الساعة من الغازات الصناعية، وهي كمية ضئيلة مقارنةً بـ 1100 طن انبعثت كل ثانية في عام 2017 على مستوى العالم[86]. كم عدد المصانع التي ستكون مطلوبة لإحداث تأثير كبير؟ أقل من 250 ألف مصنع التي خططت لها شركة سويسرية ناشئة لاستخراج 1% فقط من ثاني أكسيد الكربون العالمي بحلول عام 2025[87]. كم من الموارد يلزم لبنائها وتشغيلها؟ تتضح عيوب هذه المشاريع. فهي، التي تدعمها أحيانًا شركات النفط، تُرسّخ نمط حياة استغلالي مفرط يُعدّ جوهر المشكلة. إنها مجرد حلول ترقيعية، بينما المطلوب هو إصلاح شامل للنظام.

هناك تقنيات أخرى أكثر خطورة. إحدى هذه التقنيات تتضمن عكس ضوء الشمس إلى الفضاء باستخدام غازات تُوضع في طبقة الستراتوسفير. تُذكّر هذه الأساليب الهندسية الجيولوجية بتجارب البشر في التلاعب بالطبيعة. في الوقت الراهن، يعتبر العديد من العلماء هذه التقنيات بالغة الخطورة على الأرض، فضلاً عن أنها لن تكون قابلة للتطبيق على نطاق واسع في المستقبل القريب.

أسطورة التكنولوجيا

الهندسة الجيولوجية، وإزالة المواد... يُعتقد غالبًا أن التكنولوجيا محايدة. لكن في الواقع، تتأثر التكنولوجيا بالأيديولوجية السائدة. فإذا كانت هذه الأيديولوجية تدعو إلى تقدم خطي غير محدود في عالم محدود، وإذا كانت تفصل البشرية عن الطبيعة، فيمكننا التشكيك في جدواها وقدرتها على إخراجنا من عصر الأنثروبوسين عبر التكنولوجيا.

دعونا نتأمل في هذه العبارة: "ليست التكنولوجيا هي التي تستعبدنا، بل نقل المقدس إلى التكنولوجيا هو ما يمنعنا من ممارسة تفكيرنا النقدي بشأن التنمية البشرية"[88]. صحيح أن التكنولوجيا تُرفع في كثير من الأحيان إلى مرتبة الإله، فهي قادرة على فعل أي شيء." يقول جاك بلامون، المدير السابق

إنه كان يؤمن بهذه ،(CNES) للمركز الوطني الفرنسي للدراسات الفضائية الخرافة في الماضي، لكنه لم يعد كذلك: "لا يمكنك تغيير وضع سببته التكنولوجيا بإضافة المزيد منها. [...] فكلما حدث تقدم تكنولوجي، حدث تقدم في الاستهلاك"[89] .

.[90]

ولا ينبغي لنا أن نكون متخوفين من العلم أو التكنولوجيا. ربما في يوم من الأيام، سيتبنى العلم والتكنولوجيا نهجًا أكثر استدامة. وكما سنرى، فإن التقنيات البسيطة توفر حلولاً أكثر استدامة. ورغم بساطتها، إلا أنها قادرة على المساهمة في تحقيق مزيج طاقة قادر، نظريًا، إذا تكاتفت جهود البشرية جمعاء (لنكن متفائلين)، على الاستمرار لقرون.

4. ما هو مزيج الطاقة الذي سيدوم لقرون؟

كيف لنا أن نستغني عن نظام عالي التقنية يستهلك كميات هائلة من الطاقة والموارد؟ اليوم، تعمل شبكة التوزيع بفضل عدد كبير من الحواسيب والأنظمة الآلية، القادرة على تكييف العرض مع الطلب المتغير باستمرار. من المؤكد أن الشبكات الذكية ستتيح ضبط العرض بدقة لتلبية احتياجات الطاقة، وبالتالي توفير الطاقة. لكن هذه الشبكات الذكية ستزيد من استهلاك النظام الحالي للموارد، خاصةً بتزويده بعدد كبير من العدادات الذكية وأجهزة الاستشعار.

لا يقل النظام المقترح استهلاكًا للموارد من حيث الإنتاج. فبضعة مفاعلات نووية أو عشرات الآلاف من توربينات الرياح عالية الطاقة والألواح الكهروضوئية تتطلب كميات هائلة من الموارد. وستحتاج جميع وسائل الإنتاج هذه إلى التجديد كل ثلاثين إلى أربعين عامًا (وربما لفترة أطول قليلًا بالنسبة للمفاعلات). لا محالة ستصبح المواد شحيحة، إذ لا يمكن إعادة تدويرها بشكل صحيح ودائم، لا سيما بسبب تدهورها أثناء الاستخدام. وسيزيد نقص مواد محددة والوقود الأحفوري من تعقيد الأمور. ناهيك عن الاعتماد على النظام الصناعي المعولم. ويخلص مؤلفون مثل فيليب بيهويكس إلى أنه من المستحيل وجود عالم مستقر لقرون أو آلاف السنين إذا كان قائمًا على هذه التقنيات[91].

لنستمد الإلهام من أسلافنا

يقولون إن النظام، في أحسن الأحوال، سيستمر لعقود، مُهدرًا الطاقة والموارد. وسيستمر اندفاع عالمنا المحموم، مدفوعًا بما يُفترض أنه نمو أخضر. لقد حان الوقت لإجراء التحول الحقيقي، مرة واحدة وإلى الأبد! كيف؟ يقترح فيليب بيهويكس "أنظمة أقل عدوانية، محلية للغاية ومتكيفة مع بيئتها"، تعتمد على حلول بسيطة. يمكن تصنيع هذه الأجهزة وإصلاحها واستبدالها محليًا، حتى لو فُقد بعض الكفاءة والأداء في هذه العملية. ستكون أنظمة مستقلة ومرنة،

تُدار من قِبل الشركات المحلية والسكان المحليين. في هذا النموذج، وداعًا لتوربينات الرياح القوية الحالية، تلك "الوحوش التقنية" المليئة بالإلكترونيات، والتي لا تستطيع إنتاجها وصيانتها إلا الشركات متعددة الجنسيات العاملة ضمن نظام إنتاج عالمي وتستخدم موارد باهظة الثمن (الرافعات، ومحاكاة الحاسوب، وما إلى ذلك). مرحبًا بتوربينات الرياح الصغيرة والمستدامة التي يمكن تجميعها بسهولة مثل الدراجة، في ورشتك[92]ربما باستخدام خطط مرخصة مفتوحة ومواد معاد تدويرها.

ستشمل هذه الأنظمة أيضًا الطاقة الشمسية الحرارية للطهي وتسخين المياه، والكتلة الحيوية والغاز الحيوي ضمن الحدود المذكورة سابقًا، وبعض المضخات الحرارية. كما ستتضمن الطاقة الكهرومائية الصغيرة والمتوسطة، ولكن ليس بشكل مفرط حتى لا تُخلّ بالتوازن البيئي الهش لأنهارنا (التي يُمكن أن تُصبح مجددًا مصدرًا للغذاء المائي إذا ما استعادت الحياة الوفيرة التي كانت تدعمها سابقًا). ستوفر هذه الطاقة الكهرومائية الجزء الأكبر من الطاقة، باستخدام السدود القائمة مدعومة بمحطات طاقة صغيرة: طواحين لتوليد الكهرباء وأخرى تستخرج الطاقة الميكانيكية مباشرة، مما يُجنّبنا خسائر الكفاءة المتأصلة في المولدات والمحركات.

هذا يعني استلهام الأفكار من أسلافنا الذين عاشوا لقرون طويلة معتمدين على الطاقة المتجددة. فمنذ عام 1100، أصبحت أوروبا أول حضارة تستخدم طواحين المياه والهواء على نطاق واسع، واستمر هذا حتى بداية الثورة الصناعية: إذ بلغ عدد طواحين الهواء 200 ألف طاحونة، وعدد طواحين المياه ألف طاحونة، كما يوضح الصحفي كريس دي ديكر، مؤسس مجلة "لو-تك". ومنذ عام 1600، تنوعت استخدامات هذه الطواحين (التي كانت تُستخدم حتى ذلك الحين بشكل أساسي لطحن الحبوب وضخ المياه). فبدأ استخدامها في تقطيع الأخشاب، وصناعة الزجاج والورق والأنابيب، وغيرها. وبحلول نهاية القرن الثامن عشر، تم تحديد أكثر من مئة عملية صناعية تعمل بالطاقة الريحية أو المائية[93]في ذلك الوقت، كانت المواد المستخدمة متينة. "لأكثر من ألفي عام، بُنيت طواحين الهواء بمواد قابلة لإعادة التدوير أو الاستخدام: الخشب، والحجر، والطوب، والقماش، والمعادن. وعندما ظهرت التوربينات الكهربائية في ثمانينيات القرن التاسع عشر، لم تتغير المواد. ولم يبدأ إنتاج النفايات السامة التي ينتهي بها المطاف في مكبات النفايات إلا مع ظهور الشفرات البلاستيكية المركبة في ثمانينيات القرن العشرين."



تقوم شركة InnoVentum بتصنيع توربينات رياح صغيرة مصنوعة بشكل أساسي (أو حتى بالكامل) من الخشب، وهي أرخص وأسهل في التجميع وأكثر ملاءمة للبيئة وأجمل من الآلات التقليدية.

تتيح التقنيات الحديثة إمكانية "بناء توربينات رياح أكبر حجماً من الخشب بالكامل تقريباً - ليس فقط الشفرات، بل باقي الهيكل أيضاً. وهذا من شأنه أن يحل مشكلة النفايات ويجعل صناعة توربينات الرياح مستقلة إلى حد كبير عن

الوقود الأحفوري ومواد التعدين". ولم لا نزرع غابة بين توربينات الرياح لتوفير الخشب اللازم للجيل القادم من التوربينات؟[94]؟

مستوى الطاقة في عالم أبطأ

يقترح فيليب بيهويكس أن نموذجًا كهذا قد يُغطي ما بين 20 و25% من احتياجاتنا الحالية من الطاقة، وسيتعين علينا الاكتفاء بذلك. ويحذر المهندس من أنه مع هذا المزيج الأكثر استدامة للطاقة، سنودع انتشار المصاعد، والمنتجات الاستهلاكية، والمركبات فائقة السرعة، والمواقع الصناعية الكيميائية والكهربائية المعدنية الضخمة. وبدلاً من ذلك، سيتعين علينا الاعتماد على العمل الجاد، واستعادة وإعادة استخدام الأشياء والمواد كلما أمكن. لن تستطيع هذه الأنظمة توفير الطاقة (الحرارة والكهرباء) اللازمة لتشغيل المباني الكبيرة والحياة السريعة. سيكون مستوى الطاقة أشبه بعالم أبطأ، عالم يتكيف مع ازدياد سرعة الرياح وشروق الشمس، كما كان حال أسلافنا قبل الثورة الصناعية، وذلك بسبب عدم القدرة على نشر البطاريات وأنظمة التخزين الأخرى على نطاق واسع.

تخيّل معهد مومنتوم سيناريو لمنطقة إيل دو فرانس بعد انهيارها عام 2050. وفيما يخص الطاقة، يتوقع المعهد أيضاً هذا التحول الجذري في المنطق الحالي: لن يعود إنتاج الطاقة مدفوعاً بالطلب، بل سيتكيف الطلب مع تقطع مصادر الطاقة المتجددة. والنتيجة: "سينخفض استهلاك الطاقة في منطقة إيل دو فرانس بمقدار 2.6 ضعف"، مع انخفاض عدد السكان إلى النصف تقريباً. وسيصبح متوسط استهلاك الطاقة للفرد في منطقة إيل دو فرانس "متوسط استهلاك الفرد الكوبي"[95] وستكون الطاقة من الكتلة الحيوية الصلبة، والزيوت النباتية النقية، والميثان الحيوي، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية الكهروضوئية والحرارية، والطاقة الكهرومائية، والطاقة الحرارية الأرضية، وما إلى ذلك"[96].

توسيع نطاق القبول الاجتماعي

تقترح جمعية الخبراء "نيغا وات" مزيجًا أقل جذرية للطاقة المتجددة بنسبة 100%. يعتمد هذا النموذج بشكل أكبر على طاقة الرياح التقليدية (مع تركيب 19000 توربين، مقارنةً بحوالي 6500 توربين حاليًا) والكتلة الحيوية الصلبة (القش، ورقائق الخشب، وجذوع الأشجار، إلخ). يلي ذلك الطاقة الشمسية الكهروضوئية والغاز الحيوي. يتوقع هذا السيناريو التخلص التدريجي من الطاقة النووية بحلول عام 2035، ويتطلب زيادة قدرها 3.4 أضعاف في إنتاج الطاقة المتجددة، المولدة بالكامل داخل فرنسا، بحلول عام 2050. مع ذلك، يتوقع خبراء الطاقة هؤلاء، مثل فيليب بيهوي والعديد من المراقبين الآخرين، انخفاضًا حادًا في استهلاكنا للطاقة، في حين يتوقعون زيادة سكانية قدرها سبعة ملايين نسمة. الشرط الأساسي: تبني كفاءة طاقة عالية وبذل كل ما في وسعنا، في جميع القطاعات (المباني، والصناعة، والنقل، والزراعة)، لتحسين الكفاءة. في الواقع، "بعد تجاوز حد معين، لم يعد الاستهلاك يُترجم إلى تحسين في ظروف

المعيشة. يمكن تلبية معظم الاحتياجات باستهلاك اقل بمقدار النصف او الثلث أو حتى عشرة أضعاف، باستخدام التقنيات الحالية"، إذا كان المرء منظمًا جيدًا، كما يقول خبير الطاقة إريك فيدالينك[97].

ومع ذلك، فإن مشروع التحول لا يستبعد الطاقة النووية ويدعو إلى استبدال جميع محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم بالطاقة المتجددة أو النووية "بناءً على إعادة تقييم التكاليف الاقتصادية والبيئية[98]في كل قطاع." بالنسبة لرئيس هذه الجمعية، جان مارك يانكوفيتشي، فإن التوجه الذي اتخذته الطاقة النووية المدنية، مع مفاعل EPR شديد التعقيد، ليس هو التوجه الصحيح: من الأفضل الحفاظ على محطات الطاقة القديمة الأقل تطوراً تقنياً من خلال تجديدها. قد يشمل ذلك بناء محطات أخرى من نفس النوع للتخفيف من خسائر الطاقة والخسائر الاقتصادية (والتي سنناقشها لاحقاً)، واستكمال مزيج الطاقة ببعض مصادر الطاقة المتجددة."

تختلف هذه الخلطات. أقر إيف مارينياك، من جمعية نيغا وات، في عام 2015 بمزايا السيناريو الأكثر جذرية الذي اقترحه فيليب بيهوي، لكنه لم يعتبره مقبولاً اجتماعياً وسياسياً[99]. لقد شهدنا كيف تغيّر الرأي العام بشكل كبير بين استقالة نيكولا هولو والانتخابات الأوروبية الأخيرة، وكيف يستمر هذا التغيير بوتيرة متسارعة. إذا استمرت الصدمات المناخية بهذه الوتيرة، فهل سيتبع ذلك قبول شعبي قريب؟

نحو هبوط الطاقة العظيم

مهما كانت الوسائل المستخدمة لاستبدال الوقود الأحفوري، فمن المرجح جدًا أن نشهد انخفاضًا كبيرًا في استهلاك الطاقة. يعتقد الخبراء أن خفض استهلاكنا للطاقة بشكل جذري أمر ممكن. لكن هذه الحياة بطاقة أقل ستكون مختلفة تمامًا (مختلفة كليًا) عن حياتنا الحالية، التي تتسم باستهلاك مفرط للطاقة. كيف ستبدو؟ هذا ما سنحاول تصوره في الصفحات التالية.

أنادعونا نتذكر أن الهيدروجين ليس مصدراً للطاقة ولكنه ناقل للطاقة يمكنه تزويد وسائل النقل بالكهرباء.

1. الرصانة والمرونة: بعض النصائح لتجاوز العاصفة

سواء كان ذلك مخططًا له أم مفروضًا، فإن ترشيد استهلاك الطاقة ينتظرنا عند نقطة تحول، كما يؤكد العديد من المختصين. فبدلًا من وفرة المواد والطاقة التي أتاحتها الوقود الأحفوري، ينبغي لنا الانتقال إلى مجتمع أكثر ترشيدًا، حيث يكون كل شيء محليًا، يُعاد استخدامه وتوظيفه، ويُحوّل ويُعاد تدويره، ويُصنع باستخدام آلات صناعية قليلة أو بدون آلات ضخمة، ربما باستثناءات نادرة. كما يجب استخدام كل شيء باعتدال، وعند الضرورة القصوى فقط. يتطلب ذلك طاقة أقل، وكمية ضئيلة جدًا من الوقود الأحفوري، أو حتى انعدامها على المدى البعيد، واستخراج كميات أقل من المواد الجديدة. وبالتالي، إجمالًا، انبعاثات كربونية أقل في الغلاف الجوي. ولدعم هذه الدورة الحميدة، يجب امتصاص أقصى قدر من ثاني أكسيد الكربون بواسطة الأراضي الرطبة، والتربة الطبيعية والزراعية المُجددة، فضلًا عن غطاء غابي متنوع وواسع.

الآثار المترتبة على ذلك عديدة. من بينها تجديد عدد هائل من المباني لتحسين كفاءة الطاقة، واختيار سترة صوفية سميكة بدلاً من غرفة مُدفأة إلى 23 درجة مئوية، وإصلاح الملابس بدلاً من شراء ملابس جديدة باستمرار، والحد بشكل كبير من عدد الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، وتحسين كفاءة الأجهزة المتبقية وجميع العمليات الجارية في المجتمع، وتناول كميات أقل بكثير من اللحوم، والشراء والإنتاج محلياً بشكل أساسي، وتنمية الاقتصاد الذي يسمح بذلك، والسفر قدر الإمكان داخل المنطقة بدلاً من السفر إلى الجانب الآخر من العالم، وتفضيل المشي أو ركوب الدراجات أو استخدام وسائل النقل العام، والقضاء على النفايات، وحظر الإعلانات، وتقليل الإضاءة العامة، ولكن أيضاً وبشكل خاص حجم البيانات المتبادلة واستخدام التكنولوجيا الرقمية، التي تستهلك طاقة أكبر بكثير من مصابيح الشوارع... سنفصّل الباقي لاحقاً.

قلب القيم، وتحدي الاحتياجات

الأهم هو أن هذه التغييرات تتطلب منا إعادة النظر في عدد من الأعراف الاجتماعية والبنية التحتية غير المستدامة. لحسن الحظ، تمنعنا الأعراف من

قتل جيراننا أو سرقتهم. القانون هو الذي يسلبنا هذه الحريات. فهل ينبغي أن يسلبنا حريات أخرى؟ هل نفضل إعطاء الأولوية لحريتنا في مواصلة العيش على كوكبنا أم لحرية قيادة سيارة دفع رباعي في وسط المدينة؟ هل نفضل قضاء ثلاث إجازات سنوية بالطائرة إن استطعنا، أم السماح لأطفالنا بالعيش في هواء نقي؟[100]؟

الخيارات الجذرية ضرورية. بين الاحتياجات الأساسية وما يسميه رازميغ كويشيان "الاحتياجات المصطنعة". وفقًا لهذا العالم الاجتماعي من جامعة بوردو، "يعتمد بقاء الكائن الحي على تلبية عدد من الاحتياجات الأساسية: الأكل، والحماية من البرد، والتنفس، والنوم. وبسبب الأزمة البيئية، أصبح من الصعب تلبية بعض هذه الاحتياجات الأساسية، مثل تنفس هواء نقي. أما باقي الاحتياجات فهي، بمعنى ما، "مصطنعة": فهي نتاج ثقافي وتخضع للتطور التاريخي. بعضها له آثار ضارة، لا سيما على البيئة". ويرى الباحث أن هذه الاحتياجات المصطنعة" ناتجة عن الرأسمالية، وخاصة من خلال الإعلانات" والتقادم المخطط له. ولتجاوز هذا، نحتاج إلى استبدال المنافسة بـ"منطق تخطيط بيئي وديمقراطي يبدأ بالسؤال: ما الذي يجب أن ننتجه لتلبية أي "احتياجات؟[101]؟". هذا التساؤل حول احتياجاتنا هو أيضًا جوهر النهج منخفض" التقنية، والذي أبرزه بشكل خاص فيليب بيهويكس (والذي سنناقشه في نهاية .(هذا الفصل

أمثلة على الاحتياجات التي يجب تغييرها جذرياً؟ تلك المتعلقة بالموضة للحد من الاحتباس الحراري، Reporterre والإلكترونيات. وكما يوضح موقع إلى 1.5 درجة مئوية بحلول نهاية القرن (وهو هدف يصعب تحقيقه أصلاً)، يجب خفض عدد المنتجات النسيجية المطروحة في السوق عشرة أضعاف،" وعدد المنتجات الإلكترونية بنحو الثلثين بحلول عام 2030. في فرنسا، يُطرح ".قطعة ملابس و12.5 منتجاً إلكترونياً في السوق للفرد سنوياً 39[102]« .

لكن هل سيسمح لنا إعادة تعريف احتياجاتنا بالحفاظ على مستوى راحتنا الحالي؟ ليس بالضرورة... فمجرد تعديل النظام لن يحل أي شيء. على سبيل المثال، إعادة تدوير النفايات لا تُشكك في إنتاجها (بل قد تُضفي عليه شرعية). لذا، سيكون العالم المستدام عالماً ذا معايير وقيم وأعراف اجتماعية وتنظيمية) تسعى إلى الاقتصاد والقدرة على الصمود. اقتصادٌ) يختبره البعض بالفعل. أحياناً، لم يكن خياراً، بل فرضته الظروف غير المستقرة. وأحياناً أخرى، كان خياراً واعياً، كما هو الحال مع أولئك الذين يقررون العيش على بضع مئات من اليورو شهرياً على الأكثر، سعياً وراء .الاكتفاء الذاتي

الأمر لا يتعلق بضوء الشموع والليالي في الحظيرة. لا داعي لتجميل الماضي. يقول الكاتب سيلفان تيسون: "إنّ الشعور بأنّ الأمور كانت أفضل في الماضي ضعيفٌ كضعف الشعور بالشوق إلى الغد". ويضيف: "أُفضّل أن

أتخيّل عالما مجاورا بدلاً من عالم الأمس. مجاورا لأيّ شيء؟ مجاورا للطريق الذي كان يُوصل من المهد إلى السوبر ماركت، ثم من السوبر ماركت إلى دار المسنين"[103]« .".

ما هو مستوى التعقيد المطلوب للتعافي من الإدمان؟

ما الذي يفصل الهاتف الذكي عن الهاتف الأرضي في سبعينيات القرن ؟ والمدينة العملاقةCVالماضي؟ والسيارة ذاتية القيادة عن سيارة سيتروين 2 الحديثة عن البلدة ما قبل الصناعية؟ يكمن الفرق في تعقيد النظام. فالهاتف الذكي، والسيارة ذاتية القيادة، والمدينة العملاقة، كلها تتكون من عناصر مترابطة ومختلفة أكثر بكثير. وتتطلب هذه الأنظمة وفرة من المواد والمهارات والخطوات التشغيلية، والتي غالباً ما تُستورد من شتى أنحاء العالم، وذلك بتكلفة باهظة من الطاقة.

يرى بعض المؤلفين ضرورة تبسيط كل شيء، وإلا ستتولى حدود كوكبنا المادية الأمر نيابةً عنا. تبسيط جذري: مجتمعات محلية صغيرة مترابطة، أشبه بقرى الماضي، تعتمد أساسًا على الموارد المحلية والحرفية والطبيعية، وصناعات صغيرة جدًا، وأقصى قدر من التكافل. اقتصادات منزلية صغيرة قائمة على الاكتفاء الذاتي، لكل منها حديقة خضراوات وحظيرة دجاج وأشجار فاكهة... وتبادل غذائي يقتصر على بضعة سلع منتجة في أماكن أخرى، ولكن ليس في أقصى أوروبا أو العالم. تهدف هذه الأنظمة الغذائية الصغيرة إلى كسر منطق سلاسل التوريد العالمية المعقدة، المليئة بالمراحل المتعددة والمستهلكة للطاقة بشكل كبير.

في هذه الاقتصادات الأبسط، ستكون الوظائف المتخصصة أقل. أما اليوم، فهي كثيرة لدرجة يصعب معها حصرها. من المحامين المتخصصين في البيانات الشخصية إلى فنيي الصيانة الخبراء في آلات صناعة البناطيل عالية التقنية. يتصور أنصار الأنظمة الأبسط عودةً إلى اقتصاد أكثر تنوعًا ووظائف أكثر تنوعًا. ولكي يكون فنيو الصيانة متعددي المهارات ومؤهلين للعمل على جميع الآلات في قطاع النسيج، يتمثل أحد الحلول في تقليل عدد هذه الآلات وتنوعها بشكل جذري. كما يمكن تبسيط تصنيعها وتشغيلها وصيانتها، واستبدال بعضها بعمالة بشرية. ويمكن تقليل كمية وتنوع وتعقيد عمليات الإنتاج ومكونات النسيج، وزيادة الوقت المخصص للتصنيع، وبالتالي خفض الإنتاجية. يتطلب هذا التبسيط الكبير مزيدًا من المرونة في كل من الاقتصاد وقوته العاملة. بالطبع، لن يكون لدينا خيار بين 5846 نموذجًا مختلفًا من البناطيل التي تتمزق عند الركبة بعد ثمانية عشر شهرًا. لكن في النهاية، فإن بضع عشرات من أنماط البناطيل التي تدوم لسنوات إذا قمت بإصلاحها من وقت لآخر ستكون أكثر من كافية.

ما مدى بساطة هذا النظام؟ يتصور مفكرون اخرون في مجال التحول عالماً أكثر استدامة لا يعني بالضرورة عالماً يعتمد على أنظمة تقنية أقل تعقيداً. في الواقع، تتطلب وسائل النقل القائمة أساساً على الدراجات الهوائية ووسائل النقل العام الأكثر كفاءة الحد الأدنى من التعقيد التقني والبنية التحتية، وتتيح استدامة أكبر بكثير مما هو عليه الحال اليوم.

تحية لفرنسا، وللنزعة المحلية، وليحيا الصمود!

لذا، ستُصنع جميع سراويلنا، أو معظمها، في فرنسا. وبغض النظر عن مدى تعقيد النظام، ينبغي لنا التوجه نحو إعادة توطين أنشطة الإنتاج والاستهلاك. لن نتمكن بعد الآن من تحمل تكلفة تناول فاكهة قطعت ثلاث مرات حول العالم، في مطبخ مصنوع من مواد من الصين ونيجيريا والأرجنتين، ومن يدري كم من الدول الأخرى. المملكة المتحدة التي تُصدّر إلى ألمانيا من البطاطس ما يُعادل ما تستورده منها، كما يُعرب روب هوبكنز عن أسفه، لن يكون لها وجود بعد الآن: ستبقى البطاطس البريطانية في جزيرتها. وبالتالي، سيكون المستقبل بدون نفط محليًا للغاية، وفقًا لمؤسس مبادرة "مدن الانتقال". ربما، كما هو الحال في توتنيس، مهد هذه الشبكة، تُزرع الخضراوات في محطات القطار والحدائق، ويبني الناس منازلهم بأنفسهم، ليصبحوا مطورين عقاريين، ويختارون موادهم المحلية، وموردي الطاقة، وموردي الغذاء. يختفي الوسطاء، ويقل استهلاك الطاقة.

كلما كانت هذه المجتمعات أكثر اقتصادًا، كلما كانت أكثر مرونة. النظام المرن هو النظام القادر على الحفاظ على وظائفه الأساسية والعودة إلى حالة مستقرة رغم الصدمات، حتى لو تطلب ذلك إعادة تنظيم داخلي. التسوق في محلات السوبر ماركت في مدينتي، والتي يتم تزويدها من خلال مكتب شراء مركزي عبر الشاحنات، لا يُعد نموذجًا للمرونة. وماذا لو غمرت المياه الطريق المؤدي إلى محطة توليد الطاقة (بالنظر إلى الكوارث الطبيعية المتزايدة الشدة والتواتر في فرنسا المستقبل)؟ ماذا لو أدت أزمة إلى انقطاع إمدادات النفط؟

لضمان مرونة النظام الغذائي لهذه المدينة، ينبغي تنويعه وتوزيعه على نطاق أوسع: فإذا دمرت العواصف المتكررة محصول البطاطا، يمكنني الاعتماد على البقوليات؛ ويمكنني شراء الطحين من منافذ بيع متعددة مرتبطة بالمزارع المحلية، بدلاً من الاعتماد على متجرين أو ثلاثة تعتمد بدورها على سلسلة إمداد هشة ووسائل نقل آلية. وهذا لا يمنع تبادل المواد الغذائية (وإن كان أقل اتساعاً بكثير مما هو عليه اليوم) مع أنظمة أخرى في مقاطعات أو مناطق أو حتى دول مختلفة، في حال تضرر المحاصيل جراء كارثة طبيعية.

أجنة "عالم مختلف" على نطاق محلي

توجد أماكن تُجرّب البساطة والصمود المحلي. تهدف شركة "لا سويت دو موند" إلى إنشاء شبكة من المجتمعات حيث الأرض ملكٌ لجميع مستخدميها.

لم يعد هناك حاجة إلى رأس مال للاستقرار في منطقة ما والسعي لتحقيق الاكتفاء الذاتي مع الجيران. تُجرّب هناك الزراعة الخالية من النفط، والإدارة الذاتية، وممارسات بديلة متنوعة. من بلدية تريمارغا في بريتاني إلى مجتمع لونغو ماي، تظهر وتنمو جيوب مقاومة عديدة، يقدم كل منها صيغته الخاصة للعيش بشكل مختلف في منطقة معينة.

تيرا مشروع تجريبي مدعوم من السلطات المحلية. يهدف المشروع إلى بناء قرية بيئية تُعيد توطين ما يصل إلى 85% من الإنتاج الضروري لسكانها، وتُقلل بصمتها البيئية إلى أقل من كوكب واحد (مقارنةً بثلاثة كواكب لكل فرد فرنسي، كما رأينا)، وتُحوّل هذا الإنتاج إلى عملة محلية، تُصدر عبر دخل أساسي يزيد يورو واحد عن خط الفقر (بلغ 1026 يورو شهريًا في عام 2019) يُدفع لكل مقيم. هذا الدخل الأساسي غير المشروط، الذي جُرّب منذ سبتمبر 2018 مع عدد قليل من المتطوعين، يُتيح لكل فرد اختيار أنشطته التي تضمن تلبية الاحتياجات الأساسية للمجموعة. هذا بلا شك ما يُميّز هذه القرية البيئية عن غيرها من المبادرات المماثلة. ففي تيرا، بمنطقة لوت إي غارون، تتشابه مقومات بناء مجتمع أكثر استدامة مع مقومات القرى البيئية الأخرى: الإدارة التشاركية، وتجميع الموارد، والاكتفاء الذاتي الغذائي من خلال الإنتاج المحلي، والسكن المستدام المُزوّد بالطاقة المتجددة، وأدوات التشغيل الجماعية لتحقيق الرفاه والعيش المشترك[104]...

في نوتردام دي لاند، بالقرب من نانت. (ZAD) توجد أيضًا منطقة الدفاع نشأت هذه المنطقة كساحة نضال ضد مشروع مطار، وبعد المرحلة النضالية الأولية، أصبحت مختبرًا اجتماعيًا واقتصاديًا يدرسه العلماء من مختلف التخصصات بشكل متزايد. يكتشف من يزورها مجتمعًا مصغرًا. تقول جينيفيف بروفو، عالمة الاجتماع المتخصصة في العمل والبدائل البيئية الريفية في (CNRS): المركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي من وجهة نظر" أنثروبولوجية، تُضمن جميع الوظائف الأساسية: الغذاء، والمأوى، والرعاية الصحية، والثقافة والترفيه، وحتى استقبال الزوار[105]الإدارة المستدامة". للغابات، والزراعة المعيشية المحلية والمسؤولة، وبناء المساكن ذاتيًا، والأنشطة شبه الطبية (النباتات البرية، والعلاج بالأعشاب)، ونشر المعرفة والممارسات، والتعليم الذاتي، ورفض الأداء والكفاءة كهدف دائم... لا تمت هذه الممارسات والقواعد بصلة لتلك التي تحكم العالم الحديث. في الواقع، يُشكك نشطاء حركة "زاد" في إطار السوق والملكية الخاصة، مُعيدين إشعال النقاش حول المشاعات (والذي سنتناوله في فصل "ملامح اقتصاد خالٍ من الكربون"). ويؤكد أستاذ المالية برنارد بارانك أن التبادل في السوق الرأسمالي ليس الشكل الوحيد الممكن للتبادل[106].

في نوتردام دي لاند، تتسم جميع المشاريع بالهشاشة، لكنها ليست" الهشاشة الفاحشة التي ينظمها النظام الرأسمالي والدول التي وضعت نفسها في خدمة النمو: إنها الهشاشة التي سيتعين على الأجيال القادمة أن تتعلم كيف تعيش معها، لأنها ستتعامل مع عوالم انقلبت رأساً على عقب[107]."تلاحظ فيلسوفة العلوم إيزابيل ستينجرز".

التحدث بودّية مع السمندل، لطرد النزعة الاقتصادية

بحسب اليساندرو بينوكي، فإن العلاقة الحالية مع العالم، التي يملي فيها الاقتصاد القواعد والسلوكيات، لا تنطبق على منطقة "زد إيه دي". وقد لاحظ الباحث السابق في العلوم المعرفية هناك "بدايات عالم يُبنى على أسس جديدة ومختلفة".[108] بحسب مؤلف القصص المصورة، فإن هذه الأسس الجديدة تتحدى التمييز بين الطبيعة والثقافة، وهو فصل غير موجود في العديد من المجتمعات التقليدية، ولكنه يبدو بديهياً في العالم الغربي الحديث.[109] وهكذا، يصف أليساندرو بينوكي محمية زاد بأنها واحدة من تلك الأماكن الاستثنائية القليلة في الغرب حيث "تُعتبر النباتات والحيوانات والبيئات زملاء، بل كائنات حية. [...] نحن لا نحمي غابة روهان أو المروج لأنها تُنقي الهواء أو تُتيح لنا ري حدائقنا، بل ببساطة لأنها تُعتبر جيرانًا وأصدقاءً نكنّ لهم المودة. ولأنه من غير المعقول الاستغناء عن هذه الغابات، والطيور التي تعيش فيها، والسمندل. إنها عناصر أساسية في الحياة الاجتماعية: فنحن لا نستغلها، بل هي جزء لا يتجزأ من النسيج الاجتماعي"[110] .

في هذه الأراضي المليئة بالأسوار النباتية والغابات، تسود علاقات التفاعل المباشر بين الكائنات الحية، من نباتات وحيوانات ونظم بيئية، بشكل عفوي وعلى مساحة واسعة نسبياً، كما يلاحظ أليساندرو بينوكي. وهذا يشبه الوضع في بعض مجتمعات السكان الأصليين في منطقة الأمازون، حيث تُعتبر الحيوانات والنباتات كائنات حية نتفاعل معها. في المقابل، في مجتمعنا، حيث يُنظر إلى كل شيء تقريباً من منظور قيمته الاقتصادية، تُعامل هذه الكائنات الحية عموماً كأشياء يجب حمايتها أو استغلالها.[111] بالنسبة للرسامين الكاريكاتيريين، في مواقعنا الجغرافية، نحتاج إلى التحول من نمط سائد في التعامل إلى آخر. أن نتعامل مع الكائنات غير البشرية كذوات فاعلة، لا كأشياء مفعولة. وبالتالي تغيير علاقتنا بالعالم.

الحدادة، رؤوس الفؤوس، وانعدام السوق

في منطقة "زاد"، اكتشف كاتب الخيال العلمي آلان داماسيو شكلاً ناشئاً من أشكال الحكم و"محاولة جادة" لبناء "عالم مختلف". يصف داماسيو "تأملاً في آلية عمل المجتمع يسعى للتحرر من الرأسمالية. على سبيل المثال، لا يُناقش المال مطلقاً في "زاد". يوجد مخبز، وورشة حدادة، ومنشرة خشب، وورش عمل لصناعة الهياكل الخشبية، وما إلى ذلك. وتتم جميع التبادلات عن طريق المقايضة. يُزوّد الخبز لورشة الحدادة، التي تصنع في المقابل رؤوس الفؤوس، المستخدمة لزراعة الحبوب للمخبز. كما ينتشر مبدأ التسعير الحر على نطاق واسع، لا سيما في السوق (الذي أُعيد تسميته "السوق غير الرسمي") الذي يُقام أسبوعياً. تماماً كما هو الحال في ذلك الحظيرة المليئة بالبطاطس، حيث تأخذ الكمية التي تحتاجها وتضع ما تستطيع في الصندوق، ولا أحد يُدقّق فيما وضعته. لكن أكثر ما يُلهم هو الناس. إنهم يُشعّون كرماً؛ ويدعمون بعضهم بعضاً بشدة. كان هذا أول ما أثر بي.[112] ويعتقد بعض

المؤلفين أن "روابط التضامن والمرونة هذه ستكون حيوية للتغلب على الصدمات القادمة".

التركيز على الدعم المتبادل والذكاء الجماعي

يشير يوفال نوح هراري إلى أنه في المجتمعات ما قبل الحديثة، كانت الأسرة والمجتمع المحلي (القبيلة، القرية، الحي...) تلبي جميع الاحتياجات التي تتكفل بها الدولة والسوق الآن[113]لم يكن هناك ضمان اجتماعي، ولا مستشفيات متاحة للجميع، ولا وكالات توظيف، ولا صناديق تقاعد أو دور رعاية للمسنين، ولا بنوك، ولا شركات تأمين، ولا خدمات رعاية أطفال، ولا مدارس، ولا مكاتب تعارف، ولا نوادي ليلية، ولا أطباء نفسيون. إذا احتجتُ إلى رعاية صحية، أو عمل، أو موارد لشيخوختي، أو مال لبدء مشروع تجاري، أو من يرعى مولودي الجديد، ويعلمه، ويواسيه، أو حتى لبناء كوخ، كنتُ أعتمد على عائلتي ومجتمعي. كان هذان المجالان حاضرين في كل مكان، وقائمين على روابط متينة من الدعم والتضامن المتبادل.

عندما تقلّ وفرة الطاقة، هل سنعتمد أكثر على هذا التضامن؟ يرى بعض الباحثين ذلك. بينما يعتقد آخرون، على النقيض، أنه إذا ما هددتنا المخاطر ولم تستطع خدمات الدولة والسوق معالجتها بشكل كافٍ، فقد يسود التفرّد والعنف والحروب. أليس الإنسان عدوًّا لأخيه الإنسان؟ تُثبت دراسات علمية عديدة عكس ذلك. يقول عالم الأحياء بابلو سيرفين: "كان التكافل موجودًا في كل مكان منذ ظهور الحياة على الأرض. وكلما ازدادت قسوة البيئة، ازداد التكافل. والبقاء للأقوى"[114]نحن البشر كائنات اجتماعية للغاية، نعيش في مجتمعات تضم ملايين الأفراد، وقادرون على التضامن مع الغرباء. تُظهر جميع الدراسات أنه في حال وقوع كارثة، يسود الإيثار. هذه القدرة على التعاون هي التي جعلتنا النوع الوحيد الذي إستوطن جميع مواطن الكوكب في وقت قياسي، وبقي على قيد الحياة في أماكن اختفى فيها إنسان نياندرتال وغيره من أسلاف الإنسان. يُبين الباحثون أن التعاون والتضامن يلعبان دورًا حاسمًا في التطور، وأن العلاقات المتبادلة المنفعة والمساعدة المتبادلة تتفوق بكثير على المنافسة، لأن القتال من أجل القتل أو التفوق "أمر مُرهق ومُحفوف بالمخاطر بالنسبة للأنواع"[115].

وهكذا، تتبادل العديد من الحشرات الطائرة وسائل النقل مقابل الغذاء مع النباتات، وهذا ما يُعرف بالتلقيح. وفي السافانا الأفريقية، تتضافر حدة بصر الحمار الوحشي، وحاسة الشم المرهفة لدى حيوانات النو، وحاسة السمع القوية لدى الظباء، بشكل مثالي لحماية قطعانها من المفترسات.

محاكاة الغابة

إذا كانت 90% من النباتات تعمل بشكل جيد، وتنتج السكريات، وتقع في" قاعدة السلسلة الغذائية، فذلك لأنها تعيش في تكافل مع الفطريات على مستوى جذورها"، كما يوضح غوتييه شابيل، الحاصل على درجة الدكتوراه في

.علم الأحياء والمتخصص في المحاكاة الحيويةالأشجار[116] التي تعيد توزيع العناصر الغذائية والطاقة ليس فقط على ذريتها، ولكن أيضًا على جميع أولئك .الذين يتغذون على الأشجار[117] تُغذي عشرات الآلاف من ثمار البلوط على شجرة بلوط ضخمة نظامًا بيئيًا متكاملًا. وبعد ساعات قليلة، تُشارك الحيوانات التي شبعت العناصر الغذائية الناتجة عن هضمها مع شجرة البلوط والمجتمعات النباتية والحيوانية المجاورة لها. مرحبًا بكم في هذا "النموذج التكافلي". فهو يعتمد على الذكاء الجماعي. ويؤكد الباحث أنه لا حاجة لحكومة غابية لتنظيم هذا التعاون. ويعتقد غوتييه شابيل أنه ينبغي لنا أن نستلهم منه للتخلي عن الوقود الأحفوري وخلق نماذج جديدة للتنظيم الاجتماعي والسياسي. هذا ما يقترحه علم المحاكاة الحيوية: البناء على 3.8 مليار سنة .من البحث والتطوير الذي أجرته الحياة على الأرض

.[118]

عندما تكون أمة بأكملها قادرة على الصمود

على الصعيد الوطني، لا يكفي التضامن المتبادل، بل التنظيم الفعال ضروري. وتشير الأمثلة السابقة، بحسب بابلو سيرفين، إلى أن هذا ليس مستحيلاً. ففي عام ١٩٤١، عندما مُني الأسطول الأمريكي في بيرل هاربر بخسائر فادحة على يد اليابان، التي دخلت الحرب ضد الولايات المتحدة، استغل الجيش الأمريكي رغبة الشعب في المساهمة في المجهود الحربي، لا سيما من خلال حملة "حدائق النصر". وانتشرت الملصقات في جميع أنحاء البلاد. وبعد عامين من انطلاق هذه المبادرة، أفاد الباحث أن ما بين ٤٠ و٦٠٪ من الخضراوات الأمريكية كانت تُزرع في الحدائق والمروج والجامعات وأمام مبنى الكابيتول. ويضيف: "بإمكاننا القيام بأمور على نطاق واسع. بإمكاننا .تنظيم أنفسنا؛ لدينا القدرة على ذلك[119] يقول: "، ويستشهد بمثال كوبا. ففي تسعينيات القرن الماضي، كانت كوبا من أكثر الدول تصنيعًا وتقدمًا علميًا في أمريكا اللاتينية. انهار المعسكر السوفيتي، حليف كوبا آنذاك. وحُرمت الجزيرة من الإمدادات الخارجية بسبب الحصار الأمريكي. استولت الحكومة على الشاحنات لتحويلها إلى حافلات. وللتعويض عن النفط، ظهرت وسائل نقل بدائية، باستخدام مواد مُستصلحة ودراجات هوائية وحيوانات تجرها الخيول. انقطعت الكهرباء، وانقطعت المصاعد، وانقطعت الثلاجات...". لم يكن" الموز، الذي يُزرع في الغرب، يصل إلى رفوف المتاجر في شرق البلاد بسبب نقص الشاحنات. كانت المواد الكيميائية الزراعية شحيحة. ونتيجة لذلك، أصبح نصف الإنتاج الزراعي عضويًا. "كانت الأرض تُزرع يدويًا، وخاصة في المدن حيث توجد قوة عاملة كبيرة. نظام كثيف العمالة للغاية." "إن الرصانة التي يجري تنظيمها تنعكس أيضاً في أمثلة ترشيد الطاقة التي تم وضعها في بعض .الدول الأوروبية، أحياناً بناءً على طلب السكان، بعد صدمة النفط عام 1973"



معلم يساعد الكشافة في رعاية الخضراوات في حدائق النصر في كلية سان فرانسيسكو جونيور خلال الحرب العالمية الثانية.

الإيقاع الصحيح

لعلّ المرونة مسألة وتيرة أيضاً. لم يكن الحاضر يوماً بهذه الحدة. فمنذ الثورة الصناعية والدخول الكامل في عصر الأنثروبوسين، تسارعت وتيرة كل شيء. تحدث التغيرات الاجتماعية والمجتمعية في غضون سنوات، مقارنةً بالقرون الماضية. لننظر إلى وضع المرأة والطفل، والأسرة، والتضامن

المحلي. ظلت هذه الأمور ثابتة لقرون. أما الآن، فكل عقد يُغيّرها. تتغير التكنولوجيا والاقتصاد بوتيرة سريعة تُضاهي سرعة حياتنا: بوتيرة مُذهلة.

الزراعة المستدامة: أنظمة بيئية مرنة ومستدامة

في النمسا، يحصد سيب هولزر وزوجته محاصيل غذائية في ملاذهما الجبلي. ينمو الخس على طول الممرات، وسط وفرة من الفواكه والخضراوات. مشهدٌ بهيجٌ ينبض بالحياة. ثلاثة عقود من مراقبة الطبيعة مكّنت هذين المزارعين العصاميين من إنشاء نظام بيئي مستدام يعجّ بالحياة. على الرغم من سكنهما على ارتفاع 1500 متر في بلدٍ ذي شتاء قارس، تنمو أشجار الليمون والكرز (بأنواعٍ متنوعةٍ لدرجة أن الزوجين يتناولان الكرز على مدار العام!)، والخضراوات، والفواكه بجميع أنواعها بوفرة بين أحواض الأسماك التي تساعد في تنظيم درجة الحرارة، وكذلك الأحجار التي نثرها سيب هولزر هنا وهناك. تتجول الخنازير بحرية، فتُقلّب التربة. يسمح وفرة وتنوع النباتات التي تنمو جنبًا إلى جنب بتخصيب بعضها البعض وتنظيم نفسها ذاتيًا. تتجنب الحيوانات البرية، مثل فئران الحقول، الحبوب المتناثرة، مفضلةً نباتاتها المفضلة المزروعة هنا وهناك، وتنشر المحاصيل الغذائية في جميع الاتجاهات. لا استخدام للمواد الكيميائية. في بعض الأماكن، يزرع سيب هولزر مزيجًا من حوالي خمسين زهرة، تجذب الملقحات وتغذي نحله. يحصد الزوجان قمحهما بالطريقة التقليدية، باستخدام المنجل. ويزرعان الفطر في جذوع الأشجار المتعفنة. وتولد مياه الجبال الكهرباء. وينظم المزارع ورش عمل لتعليم الناس كيفية صنع الزبدة وطحن القمح... هذا الرائد في الزراعة المستدامة، الذي نتعرف عليه من خلال صور قديمة لفيلم وثائقي[120] إنه يعمل مع الطبيعة لا ضدها، بل يرافقها ويستمد منها الإلهام. والنتيجة: مزرعته مثمرة للغاية، مما يوفر الكثير من الجهد البشري والميكانيكي، وبالتالي الطاقة والمواد. هل هذا أسلوب قديم؟ أم من العصور الوسطى؟ إنه مستدام!

بعد فترة من الزمن، وضع عالمان أستراليان نظرية الزراعة المستدامة، التي تجاوزت كونها مجرد زراعة مستدامة وخالية من النفط، بل أصبحت رؤية مختلفة للعالم. طور عالم الأحياء بيل موليسون والكاتب ديفيد هولمغرين مبادئها مستلهمين من مجتمعات صمدت لقرون دون المساس بصلاحية أراضيها للسكن. تكتسب الزراعة المستدامة رواجًا متزايدًا، لا سيما في الأوساط التقنية والعلمية والأكاديمية. وتتبنى المزارع والشركات والجمعيات والمجتمعات مبادئها، ليس فقط في إنتاج الغذاء، بل أيضًا في الإسكان والهندسة المعمارية والحوكمة والاقتصاد والطاقة وغيرها.

الزراعة المستدامة ليست مجرد تجميع للتقنيات، بل هي فلسفة واستراتيجية. إنها علم عملي للتربة والمناظر الطبيعية، يعتمد على كل ما

أثبت فعاليته، سواءً أكانت أساليب حديثة أم تقليدية. إنها منهجية لإنشاء أنظمة بيئية مرنة ومستدامة، بغض النظر عن حجمها. مرنة لأنها قادرة على التكيف مع الصدمات المستقبلية ومقاومتها - المناخية، والطاقة، والاقتصادية، وغيرها. ومستدامة لأنها تحترم الإنسان وجميع الكائنات الحية. في هذه الأنظمة، تتعايش جميع الكائنات الحية بشكل أفضل وتساعد بعضها بعضًا. من خلال تنظيم الأنشطة البشرية بذكاء بما يتناسب مع البيئة، تستهلك هذه الأنشطة الحد الأدنى من الموارد. النظام البيئي الغني الذي ننشئه يولد وفرة. كالغابة. كالطبيعة. ككثير من الشعوب الأصلية.

حلول منخفضة التقنية: تقنيات وابتكارات مستدامة

توقف قصير على الساحل. هناك، تبدو المزرعة القديمة مهيبة للغاية. عدة مبانٍ مبنية من الحجر الجميل، وفرن خبز ضخم يعلوه غطاء نباتي، وخط من كتل الجرانيت يفصل حديقة الخضراوات عن الغابة... أهلاً بكم في نيفيز، على الساحل الصخري لفينيستير. الشمس حارقة في يوليو 2018. تحت شجرة، يكاد طفلان يتشاجران على من سيقود الدراجة. تدفع دواساتهما حزامًا مطاطيًا يدير حوض غسالة ملابس. استُخدم هذا الجهاز البسيط لتنظيف ملابس المشاركين في مخيم صيفي عفوي ومنظم ذاتيًا، يديره هواة وناشطون ملتزمون بالتحول البيئي.

في مطلع القرن العشرين، كانت هذه أكبر مزرعة في نيفيز: ١٠٠ هكتار، وأول جرار في القرية"، يقول سيدريك، المالك، مبتسمًا. الآن، في ظل الحظيرة، يرسمون المخططات، ويثبتون الأشياء، ويقصونها، ويبحثون عبر الإنترنت، ويناقشون المشاريع العديدة، بينما تتجول دجاجتان، تنقران تحت السراويل القصيرة وتصيحان تحت المفكات[121].

قليل من الوقت، وبعض الأدوات، ومواد مُعاد تدويرها، كل ما تحتاجه لصنع أدواتك البسيطة. أدرك أنطون ذلك. ثلاث ساعات فقط من العمل اليدوي، ومنصة نقالة، وحزام مطاطي، وذراع دراجة هوائية كانت كافية له لصنع الغسالة. جمع المعلومات من الإنترنت لبنائها. يضيف رومان، شريك أنطون: مع آلتنا، يمكنك التبديل لمدة نصف ساعة أثناء قراءة كتابك! تضع الماء في" الحوض باستخدام مرش ماء. تضيف مسحوق الغسيل. يسمح خرطوم بتصريف الماء المتسخ بفعل الجاذبية. وتخرج الملابس نظيفة." كل هذا بدون كهرباء. ولا حاجة لمهارات تقنية متقدمة. يؤكد رومان: "صنعها سهل للغاية." يشرح أنطون: "نبدأ دائمًا بأبسط نسخة من الناحية التقنية." ويشير إلى موقد صغير يعمل بالحطب، يُسمى موقد الصاروخ، يُستخدم للطهي وتسخين الماء. صنعناه بدون لحام. قطعة من الصفيح المُعاد تدويره تُشكل جدارًا مزدوجًا" ملأناه بالرمل داخل الموقد." هذا يسمح له بالاحتفاظ بالحرارة لفترة طويلة بعد انطفاء النار. أما المواد الخام الأخرى؟ "أسطوانة غاز مستعملة، مطفأة حريق، وقدر. لقد كانت مجانية!" وتظهر حلول أخرى بسيطة خلال المخيم،

مثل فرن الخبز هذا المصنوع من الحجر والطين والرمل والقش، والذي عُثر عليه "ضمن دائرة نصف قطرها 100 متر".



حل بسيط لغسل الملابس يدوياً.

توجد مئات الحلول البسيطة. وقد انتشر هذا المفهوم في فرنسا، وغيرها من الأماكن، بفضل مختبر التقنيات البسيطة الذي أنشأه المهندس المغامر كورنتين دي شاتيلبيرون. ويشير إلى ملايين الماسحات الضوئية وآلات التصوير والطابعات التي تُرمى، رغم احتوائها على محركات صغيرة يمكن تركيبها على شفرات توربينات الرياح لتوليد طاقة كافية لشحن هاتف محمول أو تشغيل المصابيح. ويقول: "يمكن إعادة تدوير كل شيء! ببضعة يورو فقط، يمكنك بناء توربين رياح خاص بك".[122]

جهاز لتحلية مياه البحر، ودُشّ فائق الكفاءة في استهلاك المياه، وتربية يرقات ذبابة الجندي الأسود لمعالجة النفايات العضوية... عاد هذا المغامر بمجموعة من الابتكارات البسيطة من رحلاته حول العالم. هذه الأنظمة البسيطة، سهلة التصنيع محلياً، موثقة على موقع مختبر التقنيات البسيطة.[123] يعمل القائمون على هذا المشروع على إنشاء مسكن منخفض التقنية بالكامل (انظر فصل "المباني والناس"). ويعتزم كورنتين دي شاتيلبيرون معالجة البحث والتطوير من خلال الجمع بين المهارات حول نوع من وكالة ناسا للتقنيات البسيطة.

إنتاج أقل بجودة أفضل، وهدر أقل بجودة أفضل، وإعادة التدوير، والإصلاح، وإعادة الاستخدام. التكنولوجيا البسيطة هي كل ذلك، إلى حد ما. ولكن ليس هذا فحسب. مبدأ أساسي: التساؤل المنهجي عن الاحتياجات. هل نحتاج سيارة تسير بسرعة 150 كيلومترًا في الساعة؟ يتساءل فيليب بيهويكس، مؤلف كتاب "عصر التكنولوجيا البسيطة": "لماذا نُقدم على برنامج ضخم للطاقة الريحية (يتضمن أولًا بناء قواعد لوجستية خرسانية، وفتح طرق للصيانة، واستخراج المواد الخام وتكريرها...) لمجرد إضاءة شوارع التسوق بأضواء عيد الميلاد في أمسيات ديسمبر العاصفة؟ ماذا عن اللافتات المضيئة وواجهات المحلات ليلًا؟ وشاشات العرض في مكاتب البريد؟" ويضيف: "نحن بحاجة إلى إعادة التفكير في الأداء: هل نحتاج إلى كل ما لدينا في هواتفنا الذكية؟ لست متأكدًا من ذلك".[124] في الواقع، المنتج الأكثر ملاءمة للبيئة، والأسهل في إعادة التدوير، هو المنتج الذي لم ننتجه على الإطلاق.

على غرار المفكرين الآخرين في مجال التحول، يشير المهندس إلى أننا اليوم "نراهن بكل شيء على الابتكارات التكنولوجية"، في حين يمكن أن تكون هذه الابتكارات "اجتماعية، ومجتمعية، وتنظيمية". "وتشمل الابتكارات منخفضة التقنية أيضاً الابتكارات غير التكنولوجية". ومن الأمثلة على ذلك نظام إيداع الزجاجات والعلب، الذي فكرت الحكومة الفرنسية في تجربته، والذي ترغب حكومة كيبيك في توسيعه.[125] وقد أعرب ممثلو صناعة المشروبات عن دعمهم لذلك.

لنغوص إلى قاع المحيطات. هناك، في درجات حرارة منخفضة للغاية، تنتج الإسفنجيات الزجاج لتشكيل هياكلها الخارجية[أنا]. نحن البشر نحتاج إلى توليد حرارة لا تقل عن 1500 درجة مئوية لصهر السيليكا (المستخرجة من الرمل) وصناعة الزجاج لزجاجاتنا، وغالبًا ما يتبع ذلك تسخين ثانٍ عند 600 درجة مئوية لتقويته. تخيلوا حجم الطاقة التي يمكننا توفيرها لو استلهمنا من الإسفنج! يمكن للمحاكاة الحيوية أن ترشدنا نحو الابتكار المستدام. خذوا على سبيل المثال هذه التوربينات المدية التي تعمل بحركة ثعابين البحر، والتي تتمتع بإمكانات إنتاج طاقة كبيرة دون أن تشكل أي مخاطر على الكائنات الحية الأخرى في البحار والأنهار (انظر فصل "الطاقات المتجددة ليست مستدامة دائمًا"). أو فكروا في المعالجة النباتية، حيث تقوم النباتات بتصفية مياه الصرف الصحي، بدلًا من محطات المعالجة الكبيرة كثيفة الاستهلاك للطاقة والتي تستهلك الموارد والمواد الكيميائية الاصطناعية.

2. مخطط لاقتصاد خالٍ من الكربون

قبل ظهور المجتمع الصناعي الحراري، شهد الاقتصاد فترات من النمو. كان هذا هو الحال في الغرب المسيحي، وخاصة منذ نهاية القرن العاشر، وهي فترة أشار إليها الباحث ميشيل بيتي[126] تُعرف هذه الفترة باسم "السنوات الثلاث المجيدة". في ذلك الوقت، كان النمو مدفوعًا بشكل أساسي بعشرات الآلاف من طواحين المياه والهواء. وقد غذّت هذه الطواحين صناعة بدائية ديناميكية (تصنيع الأغذية، والمنسوجات، والصلب) ذات قيمة مضافة عالية. ازدادت الإنتاجية باطراد، وتوسعت المدن. حتى أن هذا الاقتصاد صمد أمام المجاعة الاستثنائية التي ضربت أوروبا عام 1315، والتي أودت بحياة 30 مليون أوروبي.

لاحقًا، ساهمت فكرة التقدم والثقة بالمستقبل، وتطور الائتمان والرأسمالية الحديثة، والنمو السكاني، والتوسع الإمبريالي الأوروبي، فضلًا عن حركات تاريخية مختلفة، في دفع عجلة الاقتصاد نحو النمو. لكن مع الثورة الصناعية، التي أتاحها الفحم، بدأ النمو الحقيقي. وشهد الناتج المحلي الإجمالي (المؤشر الاقتصادي الرئيسي لقياس خلق الثروة) زيادة سريعة وكبيرة، غير مسبوقة بلا شك. نمو هائل نشأ في اللحظة التي "اكتشف فيها البشر، في مطلع القرن التاسع عشر، وجود مواد قابلة للاحتراق على الأرض،

متوفرة بكميات كبيرة، قادرة على تشغيل محركات تحل محل أيدينا وأرجلنا، بكفاءة أكبر بكثير ومتزايدة باستمرار[127]«.

هل هذه نهاية النمو؟

قرنان من النمو الاقتصادي الذي بدا بلا نهاية. لكن نظام الطاقة لدينا، هذا الركن الأساسي للمجتمع الصناعي الحراري، يتداعى. وفي الوقت نفسه، يتراجع نمو الناتج المحلي الإجمالي. هذا اتجاه طويل الأمد، وليس من قبيل الصدفة، وفقًا لبعض الاقتصاديين والمهندسين. لأنه لا يمكن أن يكون هناك نمو بدون طاقة. لقد كان الوفرة الهائلة للطاقة القوية والرخيصة هي التي دفعت الاقتصاد الحديث، الذي يتباطأ الآن[128].

يعتمد الاقتصاد على الطاقة، وعندما يتعثر أحدهما، يتأثر الآخر. يكشف التاريخ الحديث عن حقيقة ثابتة، أكدها العلماء: أن أزمة الطاقة تسبق دائمًا تقريبًا أزمة اقتصادية خطيرة. كان هذا هو الحال خلال صدمات النفط في سبعينيات القرن الماضي، وكذلك خلال أزمة عام 2008. ويتوقع هؤلاء المراقبون أن يستمر هذا الوضع في المستقبل. تتداخل منحنيات الاقتصاد والطاقة. بالطبع، لا يعني الارتباط بالضرورة السببية، لكن الطاقة، التي يبدو أنها تُسيطر بقوة على الاقتصاد، قد تُؤدي إلى تراجعه خلال فترة انخفاضها. وهكذا، تُظهر دراسة أجراها الخبيران الاقتصاديان غابل جيرو وزينب قهرمان حول الروابط بين الطاقة والناتج المحلي الإجمالي أن انخفاضًا بنسبة 22% في الطاقة الأولية قد يُؤدي إلى انخفاض في الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 13% تقريبًا[129].

يرى جان مارك يانكوفيتشي أن تباطؤ النمو الاقتصادي في أوروبا خلال السنوات الأخيرة يعود إلى محدودية إمدادات الطاقة. وقد تتوقف العديد من الآلات عن العمل تدريجياً قريباً. وسيمثل نضوب النفط نهاية النمو الاقتصادي كما نعرفه، وبداية أزمة ضخمة، أو حتى سلسلة من الأزمات، وفقاً لبعض الباحثين. وتشارك مؤسسات مثل صندوق النقد الدولي هذا الخوف، رغم أنها لا تربط الأزمة صراحةً بالطاقة. وغالباً ما يُشار إلى الديون الهائلة التي حلت محل النمو القوي. "يبدو أن ركوداً أسوأ بكثير وأكثر استمراراً من ركود عام 2008 مرجحٌ بسبب صعوبة سداد الديون مع فوائدها في ظل اقتصاد متراجع[130]قبل، ربما، نأمل، استقرار الاقتصاد الذي تم فطامه عن الوقود الأحفوري."

سراب النمو الأخضر والناتج المحلي الإجمالي في سلة المهملات

رغم محاولات تحسين كفاءة الطاقة في الاقتصاد، سرعان ما تصطدم هذه الجهود بتراجع العائد. ومع ذلك، لا يزال البعض يؤمنون بعناد بمفهوم

النمو الآخضر". "خدعة!" هكذا يصيح خبراء الطاقة، الذين يفهمون النظام ككل (وليس فقط من خلال منظور النظريات الاقتصادية القديمة). فبالنسبة لهم، يتعارض التكثيف المستمر لتدفقات المواد والطاقة، المتأصل في النمو الاقتصادي، مع القوانين الفيزيائية لكوكبنا. وفي الوقت الراهن، كما رأينا، لا يمكن للبشرية فصل نمو الناتج المحلي الإجمالي بشكل قاطع عن زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الهيدروكربونات، التي لا تزال تدعم اقتصادنا.

أفراح النمو الماضي المحتملة

سواء ارتفع الناتج المحلي الإجمالي أو انخفض، فهو مؤشر ضعيف للغاية، وقد تعرض لانتقادات لعقود. لذا، لا بد من إيجاد مؤشرات أفضل[131]. يعتقد غايل جيرو أنه "ليس مع النمو ولا مع التراجع"، ويشعر بأنه "خارج هذا النقاش"[132]. مع ذلك، في الوقت الراهن، يُستخدم الناتج المحلي الإجمالي فقط. ويعتقد الباحث أيضاً أن انخفاضاً مفاجئاً في الناتج المحلي الإجمالي العالمي مرتبطاً بأزمة المناخ أمرٌ وارد[133]. إذا انخفض هذا المؤشر، وانخفضت أسعار الطاقة معه، فإليك مجموعة مختارة مما يتوقعه بعض الخبراء: البطالة المتوطنة، ونقص السلع الأساسية، وارتفاع معدلات الفقر، وانخفاض القدرة الشرائية، ونهاية الزيادات التلقائية في الدخل مع الأقدمية، ونهاية زيادات المعاشات التقاعدية، ومفاضلة صعبة بين الاستهلاك والاستثمار، وتقلص ميزانية الدولة، والمدخرات غير المستردة، وانخفاض الإنتاجية[134]...

لمنع الانكماش الاقتصادي من أن يترافق مع البطالة الجماعية، لا بد من تغيير القواعد. يقترح الخبير الاقتصادي جان غادري، المتخصص في مؤشرات الثروة، "وضع حد لمكاسب الإنتاجية" التي تُحركها الوقود الأحفوري وزيادة الأتمتة، والتي، كما يُذكّرنا، تُضر بموارد الكوكب. ثمة مسار آخر مُحتمل يتمثل في تحويل مكاسب الإنتاجية إلى تقليل ساعات العمل بدلاً من زيادة الإنتاج. يقترح بيتر فيكتور، الخبير الاقتصادي في جامعة يورك في تورنتو، كندا، هذا النهج. وقد وضع نموذجًا ينكمش فيه الاقتصاد الكندي حتى عام 2035، عائدًا إلى مستوى نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لعام 1976، والذي يُعتبر مُستدامًا للكوكب، مع خفض البطالة والفقر في الوقت نفسه[135].

علاوة على ذلك، من الممكن للشركات أن تستمر دون نمو اقتصادي. ولا يعني توقف النمو بالضرورة حدوث إفلاسات واسعة النطاق. ويُعدّ مثال اليابان مثيرًا للاهتمام، حتى وإن كان أقرب إلى حالة ركود مطوّل منه إلى حالة انحدار. فعلى الرغم من انعدام النمو لعقود، يتميّز الاقتصاد الياباني بواحد من أدنى معدلات البطالة بين الدول الغنية[136].

ماذا عن القطاع المالي؟ يتوقع البعض انهياره، لأن الاقتصاد الحالي قائم على القروض الربوية؛ فهو لا يستطيع البقاء دون نمو. فكيف ستمول

الشركات نفسها؟ بالنسبة للاستثمارات الضخمة، يمكنها اللجوء إلى التمويل العام. أما في غير ذلك، فيمكنها الاعتماد على المدخرات الجماعية المحلية. علاوة على ذلك، قد تتأثر قطاعات أخرى غير الخدمات المالية بشدة، مثل الطيران والسياحة[137].

السعر العادل مرتفع

مما أثار استياء فيليب ريسولي، أن السعر العادل قد يرتفع بشكل كبير. فبحسب الصحفي والمتخصص في شؤون الطاقة ريتشارد هاينبرغ، قد يؤدي ندرة الطاقة وارتفاع تكلفتها إلى زيادة قيمة السلع المنتجة[138]. يوافق جان مارك يانكوفيتشي على ذلك قائلاً: "لن نتمكن من إنتاج نفس الكميات من السلع المصنعة التي ننتجها اليوم، مما يعني أن السعر الحقيقي لهذه السلع وبالتالي الوقت اللازم لشرائها) سيرتفع. لنأخذ الملابس كمثال. كانت جدتي) خياطة في زمن كان فيه من يثقب كم قميصه يخيط رقعةً عليه، لأن شراء قطعة ملابس كان يتطلب سعرًا حقيقيًا أعلى بكثير مما هو عليه اليوم. في عالم أكثر اقتصادًا، سنعود إلى ذلك. سيصبح القميص الذي يُباع بخمسة يورو شيئاً من الماضي. وينطبق الأمر نفسه على اللعبة البلاستيكية التي نهديها لأطفالنا الصغار، والتي لا يستخدمونها إلا مرتين. عندما أقول إن سبعة مليارات شخص لا يستطيعون العيش كشخص يتقاضى الحد الأدنى للأجور في فرنسا، فليس ذلك من باب التعالي، بل لأن الأرقام تُظهر أن العالم الذي ينتظرنا لن يكون عالمًا من الوفرة[139]. هل نشتري أغلى ثمناً ولكن بجودة أقل؟ قد يكون اقتصاد الغد اقتصاداً يبتعد عن النزعة الاستهلاكية".

(عندما تصبح العملة محلية (أو تعود

في هذا النظام الاقتصادي، يُمكن الدفع جزئيًا بالعملة المحلية. وقد ظهرت عشرات العملات المماثلة في فرنسا خلال السنوات الأخيرة، وأخرى قبل ذلك بكثير، في أعقاب أزمة عام ١٩٢٩. يقوم مبدأ هذا النظام على استبدال اليورو بما يعادله من العملة المحلية. ولا يُمكن إنفاق هذه العملة إلا في المتاجر الشريكة، التي بدورها تستخدمها مع الموردين المشاركين. ما الفائدة؟ يُشجع هذا النظام الناس على الشراء من الحرفيين والمنتجين المحليين، خاصةً مع وجود خصم عند تحويل العملة المحلية إلى اليورو. وبذلك، تُساهم هذه العملات المحلية في إعادة توطين الاقتصاد. ومن خلال تفضيل سلاسل التوريد القصيرة، يتم تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. كما يُعد هذا النظام وسيلةً لمكافحة المضاربة المالية، التي تُلحق الضرر بالبيئة.

يذهب بعض الاقتصاديين إلى أبعد من ذلك. فهم يعتقدون أن النظام النقدي الحالي، القائم على الديون، يحتاج إلى إصلاح شامل لأنه مرتبط ارتباطاً وثيقاً بضرورة النمو الاقتصادي، وهو نمو لا يبدو أننا نستطيع فصله عن الدمار المتزايد للحياة[140].

قواعد جديدة للعبة

ستختلف قواعد اللعبة الاقتصادية في اقتصاد خالٍ من الكربون، حيث ستكون الاستدامة هي الأولوية[141] في كل مرحلة، سيتم إعادة تقييم الاحتياجات، كما يقترح فيليب بيهويكس[142] مع فرض حظر. على سبيل المثال، منع استخدام المواد ذات الاستخدام الواحد. يبدو أن الحكومة تتجه نحو هذا المسار. يمكننا التخلص من حوالي 15 مليار زجاجة متداولة في فرنسا سنويًا، حيث لا يُعاد تدوير سوى أقل من نصفها. حظر البطاريات التي تُستخدم لمرة واحدة واستبدالها ببطاريات قابلة للشحن. بمجرد أن يصبح المنتج شديد السمية ويستهلك طاقة كبيرة، ويمكن استبداله، سيتم حظره. وليس بعد خمس سنوات من المعارك السياسية والقانونية.

الإعلان نتاجٌ للنزعة الاستهلاكية، فهو يُغذيها، وكما رأينا، يُساهم في خلق احتياجات مصطنعة". لذا، ينبغي حظره. سيُوفر هذا كميات هائلة من المواد" والطاقة المُستهلكة في ملايين المنشورات والملصقات؛ وفي كثرة الشاشات على واجهات المحلات، وجدران محطات المترو، وغرف الانتظار، وحتى دورات المياه؛ وفي الإعلانات التلفزيونية والإلكترونية؛ وفي الفعاليات الترويجية الكبرى؛ وفي وفرة الهدايا المجانية؛ وغير ذلك.

مثال آخر: وفقًا لفيليب بيهويكس، يمكن إعادة استخدام 160 ألف طن من الإطارات المستعملة للمركبات الخفيفة إذا انتشرت عملية تجديد الإطارات، وهي تقنية تتضمن تغيير مداس الإطار مع الحفاظ على هيكله، وهي ممارسة شائعة بالفعل في مركبات النقل الثقيل. ولن يدرك سائقو السيارات (وهم أقل عددًا بكثير مما هم عليه اليوم، كما سنرى) ذلك. وسيتم التضحية بالغالبية العظمى من مستخدمي الأجهزة الكهربائية والإلكترونية على مذبح كفاءة الطاقة. وبينما يمكن إنقاذ الغسالة، التي تقدم خدمة لا تقدر بثمن، فإن هذا لن يكون الحال بالنسبة للعديد من الأجهزة المنزلية... ربما يكون من الضروري تطبيق اللوائح بصرامة، ومعاقبة المخالفين بشكلٍ فعال، مثل بعض شركات البناء التي تُلقي نفاياتها في البيئة وتسبب تلوثًا هائلًا.

لقد تكيف زمن الاقتصاد مع زمن الطبيعة

في العصور الوسطى، كان الطحان يعمل عندما تهب الرياح لتدوير طاحونته. وإلا، كان يتولى مهمة أخرى، أو يصون معداته، أو يستريح، كما يوضح الصحفي كريس دي ديكر. لاحقًا، في عصر طواحين الهواء الصناعية، كان الطحان الماهر يستيقظ في منتصف الليل على صوت هبوب رياح الخريف في بلدة كرانبروك الإنجليزية. وكان عليه أحيانًا أن يعمل ليلًا ونهارًا، ستين ساعة متواصلة تتخللها قيلولات قصيرة، مستفيدًا من الطقس، وإلا خاطر بحرمان أهل البلدة من الخبز. ودون اللجوء إلى مثل هذه الظروف القاسية، يمكننا بسهولة تكييف كل أو جزء من جداول عملنا مع الطبيعة المتقطعة لمصادر الطاقة المتجددة. هذه القيود من شأنها أن تحد من الإنتاج.

ولكن اليس الإفراط في إنتاج واستهلاك السلع هو ما يفسر جزئيًا الأزمة البيئية التي نمر بها؟[143]؟

بعض الأنشطة الكهربائية لا يمكن إيقافها أو تأجيلها، مثل تزويد المستشفيات والمنازل بالكهرباء مساءً، أو صناعات الورق والكرتون والكيماويات والصلب. في المقابل، يمكن لبعض العمليات الميكانيكية تحمل التشغيل المتقطع: كالنشر والقطع والحفر والتثقيب والسحق والطرق والشحذ والتلميع والطحن والخراطة [...] والتقطيع والطحن والتقشير والضغط. قد تتأثر صناعات التعدين وتصنيع الأغذية والمنسوجات، لكن الجودة لن تتأثر، بل ستتباطأ سرعة الإنتاج فقط.[144].

علاوة على ذلك، يسعى الباحثون إلى دمج مفهوم الزمن في نموذج اقتصادي جديد. وهذا أمر بالغ الأهمية لأن الموارد الطبيعية قد تتناقص على المدى البعيد. في الواقع، سيخضع الاقتصاد في هذا النموذج لقوانين الفيزياء، وسيأخذ في الحسبان حدود الموارد وإعادة التدوير.[145].



على مدار معظم تاريخ البشرية، كان علينا تكييف الاقتصاد مع المناخ وتقلباته، وبالتالي مع زمن الطبيعة، كما يظهر هذا المشهد الذي رسمه جون وارد.

هل يمكن لهذا الإطار الزمني الأطول للاقتصاد المستدام أن يتعايش مع التمويل المفرط والمنافسة الشرسة الحالية؟ بالتأكيد لا. لأن كلتا الظاهرتين تُقصران الآفاق الزمنية[146]...

نيابة عن السلطات الضريبية

يدعو الاقتصاديون إلى فرض ضرائب على البيئة، ما سينقل العبء الضريبي من العمل إلى الأنشطة التي تضر بالبيئة. وبالطبع، يجب أن يكون هذا الإجراء عادلاً ليحظى بالقبول. وقد حسب الخبير الاقتصادي جان غادري أن الأثرياء في فرنسا، وهم من كبار مستهلكي الموارد، ينبعث منهم انبعاثات كربونية تفوق انبعاثات الفقراء بأربعين ضعفاً. ومع ذلك، فإن ضريبة الكربون تُثقل كاهل الفقراء بأربعة أضعاف[147]يمكن أن يؤدي سوء تصميم نظام الضرائب على الكربون إلى تفاقم أوجه عدم المساواة.

مع ذلك، في السويد، نجح نظام مماثل في خفض ضرائب الدخل والعمل، وساهم في الوقت نفسه في خفض مستويات التلوث. لكن النظام السويدي له حدوده: فكما هو الحال في جميع الدول المتقدمة، يأتي جزء من البصمة البيئية للبلاد من انبعاثات الكربون الناتجة عن إنتاج السلع المستوردة أو عن سفر السويديين إلى الخارج. ويتطلب خفض هذه البصمة فرض ضريبة على الكربون عند حدود القارة الأوروبية على السلع المصنعة، وربما حتى على بعض الخدمات. وهذا الأمر سيكون أكثر صعوبة في التنفيذ[148]لكن هذا احتمال وارد. ففي المستقبل، قد تُفرض ضرائب أعلى بكثير على جميع الأنشطة الأقل استدامة (لأن بعضها سيظل موجوداً).

يفترض المصنع البيئي أنه من خلال "نقل تكلفة الحماية الاجتماعية من خلال الضرائب البيئية"، ستشهد الشركات تحول جزء كبير من التكاليف "من الرواتب إلى الاستهلاك المباشر (شراء الطاقة والموارد وما إلى ذلك) أو الاستهلاك غير المباشر (شراء الآلات والمنتجات نصف المصنعة أو المصنعة وما إلى ذلك)"، مما سيؤدي إلى تعديل الخيارات الاستراتيجية للمنظمات لصالح التوظيف البشري والآثار البيئية المفيدة"[149].

يحصل الجميع على نصيبهم: الحصص والتقنين

للحد من استخراج الكربون، يدعو الباحثون إلى وضع حصص. يقترح إيف كوشيه "بطاقة الكربون"، التي سبق دراستها في المملكة المتحدة في عهد حكومتي توني بلير وغوردون براون. ما هو مبدأها؟ "يحصل كل مقيم في فرنسا على حصة سنوية من حقوق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، تُنظّم جميع استهلاكات الطاقة (النفط والغاز والفحم والكهرباء، إلخ). على سبيل المثال، إذا أردتَ التزود بالوقود في محطة خدمة، تدفع ثمن الوقود باليورو، ويتم

خصم قيمة انبعاثات بطاقة الكربون الذكية الخاصة بك بما يتناسب مع كمية الوقود التي اشتريتها." مع حصص سنوية متساوية للجميع، لا نتجاوز حدود كوكبنا، ونضمن التضامن. شيئًا فشيئًا، تتناقص هذه الحصص للجميع، للوصول إلى ميزانية كربون وطنية مستدامة على المدى الطويل. وهذا من شأنه أن يساعد في الحفاظ على الطاقة للخدمات العامة[150].

إجراء يُعتبر "أكثر عدلاً" من ضريبة الكربون: إذ يضمن تلبية جميع الاحتياجات الأساسية، بما فيها احتياجات أشد الناس فقراً. وتتيح بورصات الطاقة لكبار مستهلكي الطاقة (وهم غالباً الأثرياء) شراء وحدات إضافية، ما يعود بالنفع على أشد الناس فقراً". "في أوقات الندرة، لكل فرد حصته" المحفوظة من الطاقة (حصته الفردية): ومن خلال الحد من طلب أكبر المستهلكين، نضمن مستوى أدنى من الاستهلاك للجميع".

حصص غذائية في زمن السلم

تقدم بطاقة الكربون منظورًا جديدًا للتقنين - ليس تقنينًا صارمًا، إذ تسمح للأفراد بتجاوز حصصهم بشكل قانوني من خلال التداول. تستحضر الكلمة نفسها الخوف والحرمان الذي رافق الحرب العالمية الثانية. لكن، عندما ندرك محدودية الموارد والنمو المتسارع للاحتياجات في المجتمع الصناعي، أليس من الحماقة التفكير في أن الحياة البشرية المستدامة مع هذا العدد الهائل من سكان الأرض قد تتطلب تقنينًا؟

في الواقع، في الماضي، كان بإمكان الشعب نفسه أن يطالب حكومته بهذا النوع من القيود، حتى في أوقات السلم. في عام 1973، ضربت أزمة النفط البلاد. اندلعت حرب أكتوبر (حرب يوم الغفران) في السادس من أكتوبر. وبعد ثلاثة أشهر، تضاعف سعر النفط أربع مرات. واتُهمت هولندا بدعم إسرائيل، فكانت الدولة الأوروبية الوحيدة التي عانت من حظر كامل من منظمة أوبك. فُرض حظر على السيارات أيام الأحد من الرابع من نوفمبر إلى السادس من يناير، تلاه نظام تقنين باستخدام قسائم. ناشدت الحكومة الهولندية الدول الأوروبية الأخرى طلبًا للمساعدة، لكنها رفضت. "أعلن رئيس الوزراء أن العالم ما قبل عام 1973 لن يعود". وعلى الرغم من الانتقادات، لم تُتهم الحكومة باتخاذ إجراءات تقيّد الحريات"، كما توضح الباحثة ماتيلد زوبا[151].

حالة من الذعر ونقص في المملكة المتحدة

عبر القناة الإنجليزية، أدت أزمة طاقة مزدوجة إلى فرض قيود. لم تشهد المملكة المتحدة حظرًا كاملًا، لكن صدمة النفط تزامنت مع بداية نقص الفحم والكهرباء، نتيجةً لنزاع مع عمال المناجم، مما أدى إلى انخفاض إنتاج الطاقة إلى النصف. في نوفمبر 1973، أعلنت الحكومة حالة الطوارئ: انقطاع التيار الكهربائي، وتقنين استهلاك السيارات، وأسبوع عمل من ثلاثة أيام. فُرض هذا الإجراء الأخير بموجب تشريع يحظر بيع الطاقة للشركات

لأكثر من ثلاثة أيام في الأسبوع (باستثناء خدمات الطوارئ ومتاجر المواد الغذائية). "في البداية، لم يكن هناك تقنين، وسادت حالة من الذعر ونقص في بعض محطات الوقود. دفع هذا الجمهور إلى المطالبة بالتقنين"، الذي طُبِّق في 29 نوفمبر. واستمر هذا حتى عام 1975 (مع فترة كاملة كان على الناس خلالها الاحتفاظ بدفتر التموين "احتياطًا")." هنا أيضًا، كان التقنين لا يزال حاضرًا في أذهان الناس: فقد استُخدم عدة مرات، على أساس مؤقت، منذ الحرب العالمية الثانية. وفي نهاية المطاف، كما هو الحال في هولندا، لم يكن التقنين هو ما وُجهت إليه الانتقادات، بل طريقة تعاملها مع أزمة عمال المناجم. رُفع الحظر في 16 مارس 1974[152].

لننتقل إلى حدث أحدث عهدًا، في أرض الشمس المشرقة. في الحادي عشر من مارس/آذار عام ٢٠١١، اهتزت الأرض، مما أدى إلى كارثة فوكوشيما النووية. وقد أثرت هذه الكارثة على اليابانيين، مُسببةً واحدة من أسوأ انقطاعات التيار الكهربائي التي شهدتها دولة صناعية على الإطلاق. وأصبح من الضروري تحديد القطاعات التي يُمكنها المساهمة بشكل أكبر في ترشيد استهلاك الطاقة. تضمنت الخطة ترشيدًا إلزاميًا لاستهلاك الكهرباء في الصناعات الرئيسية، وحملات توعية، ومساعدة فنية. وأشارت بعض الشركات إلى أنها ستتكيف مع الوضع بتعديل أيام وساعات العمل. وتم تشجيع العمل عن بُعد، ونشر معلومات حول ساعات الذروة، وحُثّ الموظفون على ارتداء ملابس خفيفة للتأقلم مع إيقاف تشغيل أجهزة التكييف.

وزّع الجهود

كما نرى، يستطيع المجتمع تنظيم نفسه والتكيف مع هذه القيود. ويكون هذا أكثر فعالية عندما يشارك المواطنون في حل الأزمة. خذوا مدينة جونو في ألاسكا مثالاً، حيث أدى انقطاع التيار الكهربائي عقب انهيار جليدي إلى حشد السكان من قبل السلطات المحلية. وكانت النتيجة: انخفاض استهلاك الكهرباء بنسبة 40% خلال ستة أسابيع؛ واستمرت مدينة جونو في استهلاك طاقة أقل حتى بعد حل المشكلة. "يبدو أن المؤسسات المحلية هي الأقدر على الاستجابة السريعة وتلبية الطلب[153]« ."

انطلاقًا من التقنين المؤقت خلال فترات الحرب أو ذروة إنتاج النفط، يُمكننا الانتقال نحو التقنين الدائم. وفي ظل ترشيد استهلاك الطاقة، سواء كان مفروضًا بشكل مباشر أو غير مباشر، من المرجح أن ترتفع حدة التوترات الاجتماعية نظرًا لاعتمادنا الكبير على الطاقة. لذا، يُعدّ توزيع العبء بشكل عادل أمرًا بالغ الأهمية. وتكمن مزايا نظام الحصص، وجميع أشكال التقنين، في معالجة مسألة العدالة من خلال الحوار السياسي، وليس عبر آليات السوق. وقد أدرك مجلس مدينة باريس هذا الأمر عام ١٩١٧ عندما طبّق نظام تقنين الفحم[154].

للحد من الإنتاج المتزايد للسلع، يمكن تطوير اقتصاد المشاركة: فلم نعد بالضرورة نمتلك منتجًا، كسيارة أو آلة تصوير تابعة لشركة، بل نستأجره. لكن العائق الرئيسي هو صعوبة تطبيق ذلك على السلع الصغيرة اليومية. أما البديل الأكثر جدوى فهو الضمانات الإلزامية وإعادة الشراء من قبل المصنّعين، ما يضع حدًا للتقادم المتسارع للمنتجات.

الخدمات التي تقدمها الطبيعة، والأضرار البيئية... كيف نحسب كل ذلك؟

إذا أخذنا الضرر البيئي في الحسبان عند حساب الجدوى الاقتصادية، فهل سيجعل ذلك جزءًا من المشكلة؟ لنفترض أن شركة ما تلوث المياه الجوفية. إذا أضافت هذه الشركة تكلفة إزالة التلوث إلى سعر البيع، سيرتفع السعر. وبالتالي، سيعكس سعر المنتج التكلفة البيئية والاجتماعية. ستكون السيارة الكهربائية المزودة ببطارية ليثيوم (التي يُسبب استخراجها تلوثًا) أغلى مما هي عليه اليوم. سيكون الطعام العضوي أرخص من الطعام التقليدي، الذي لا يغطي حاليًا تكاليف الرعاية الصحية الناتجة عن المبيدات، وهي تكاليف تتحملها الضمانات الاجتماعية وبالتالي المجتمع. يمكننا أيضًا توجيه الدعم الحكومي نحو كل ما لا يضر بالبيئة.

وبالمثل، ماذا لو استطعنا في الاقتصاد أن نحصي المساعدة التي نتلقاها من الطيور والنحل وديدان الأرض والفطريات والأشجار؟ ماذا لو استطعنا أن نكافئ الطبيعة على هذه الخدمات التي تقدمها للبشرية؟[٢] هل هي مثل تلك الموجودة في مزرعة زراعية إيكولوجية؟ شرط أساسي: معرفة كيفية تقييمها. هذا هو الغرض من استخدام المحاسبة ثلاثية رأس المال.[3] يدمج هذا النموذج رأس المال الطبيعي والبشري، بالإضافة إلى رأس المال المالي. وبذلك، يُدمج التكاليف البشرية والبيئية في العقلانية الاقتصادية. وتوضح هيلين لو تينو أن قواعد المحاسبة أهم بكثير مما تبدو عليه، فهي "ترتكز عليها الحياة الاقتصادية بأكملها". وتصف هذه المهندسة، المتخصصة في محاسبة رأس المال الثلاثي، هذا النموذج بأنه "ثورة كوبرنيكية".

دفع ثمن مساعدة الطبيعة

مع هذا النموذج الجديد، "في أي مشروع تجاري، تتناقص قيمة ثلاثة أنواع من رأس المال سنويًا ما لم تُنفق عليه نفقات للحفاظ عليها في حالة جيدة". بعبارة أخرى، يكون المشروع مستدامًا إذا أنفق أموالًا للحفاظ على هذه الأنواع الثلاثة من رأس المال. وبالتالي، على سبيل المثال، ستُدرج النفقات والاستثمارات اللازمة للحفاظ على التربة حية، غنية بالكائنات الدقيقة والديدان، المفيدة لزيادة المحاصيل، ضمن حسابات المزرعة. ولن يكون لديها حافز لاستخدام مواد كيميائية كثيفة الاستهلاك للطاقة تُضر بالبيئة. بل في الواقع، ستُعوَّض بشكل أفضل إذا لم تستخدمها.

ترى هيلين لو تينو أن هذا النظام سيكون أكثر جذرية وفعالية من المعايير المعتادة والحوافز الضريبية وغيرها من آليات بناء اقتصاد مستدام. وتضيف أن ما يقوم به الفاعلون الاقتصاديون حالياً (مؤشرات الأثر، على سبيل المثال) غير مجدٍ، لأن الحفاظ على الموارد الاستراتيجية لا يُؤخذ في الحسبان عند "تطوير الأعمال".

يبدو أن تجديد نظام المحاسبة قد بدأ[155] يجب تكييفها مع حالة الطوارئ البيئية. ولذلك، تعمل الأبحاث بنشاط على ابتكار واختبار نماذج تُسخّر أنظمة المحاسبة لخدمة التحول البيئي. هذا هو هدف كرسي المحاسبة البيئية الذي تم افتتاحه مؤخرًا في اليونسكو[156].

نحو اقتصاد مشترك؟

يرتبط مفهوم المحاسبة الثلاثية رأس المال بمفهوم المشاعات، وهو مفهوم نشأ في العصور الوسطى. في الريف الغربي، كان الفلاحون يتمتعون بحق الانتفاع بالمشاعات. كانت هذه الأراضي (الأراضي العشبية، والغابات، والأراضي الشجرية، والمروج) تُدار بشكل جماعي. وكان بإمكان الفلاحين قطع الأخشاب، وجني العسل، ورعي مواشيهم دون دفع أي مقابل. ومؤخرًا، في نوتردام دي لاند إشعال (ZAD) أعاد المشروع الجماعي لمنطقة الدفاع النقاش حول مفهوم المشاعات. ويرى الخبير الاقتصادي غايل جيرو أن هذا المشروع يمثل "مخرجنا من الأزمة البيئية، نظرًا لضيق الوقت المتاح لنا[157]".

الخير العام هو خير عالمي لكل فرد الحق فيه، ولكنه خير هش يمكن أن "يختفي إذا أسيء استخدامه"، هكذا أوضح الباحث في صحيفة لوموند[158] تخيل قبيلة تعيش على صيد الأسماك قرب بركة: "إذا جاء أحدهم ليلاً يصطاد بشكل غير قانوني وأخذ كل الأسماك، فلن يبقى شيء، ولكن لا يمكنك وضع شرطي خلف كل شجرة. لذا، فإن استهلاك موارد البركة تنافسي (مثل السلع الخاصة)، ولكن لا يمكن تقييد الوصول إليها (مثل السلع العامة)." بعبارة أخرى، المشاعات هي مورد مشترك، تُدار وتُصان بشكل جماعي من قبل المجتمع، لضمان استدامتها مع السماح لأي شخص باستخدامها.

عندما يسود العرف

يمكن أن يكون المورد طبيعيًا (كغابة أو نهر)، أو ماديًا (كحديقة مجتمعية أو منزل أو مزرعة طاقة شمسية)، أو غير مادي (كالمعرفة أو البرمجيات). واعتباره منفعة عامة (لمدينة أو دولة أو لجميع سكان الأرض) يعني إعطاء الأولوية لقيمة الاستخدام على قيمة التبادل. ويجري عدد متزايد من المدن والمناطق حول العالم تجربة هذا البديل للنموذجين المتنافسين المطبقين عادةً لإدارة الموارد أو الخدمات: سيطرة الدولة من جهة، وآليات السوق من جهة أخرى. فعلى سبيل المثال، ظهرت تعاونيات الطاقة المتجددة التي يقودها المواطنون في ألمانيا في وقت مبكر من تسعينيات القرن الماضي.

في هذا النموذج، تُعدّ مسالة الملكية محورية. ويُشكّك في سلطة المالك المطلقة على الشيء. ففي نظام المشاعات، تسود الجماعية والمشاركة. ويُعطى حق الانتفاع الأولوية على حق المالكين.

ما هو هيكل الحوكمة المطلوب لهذه الموارد المشتركة؟ ينبغي إعطاء الأولوية للموارد المعرضة للاستغلال المفرط، كالماء. ويمكن للمواطنين والسلطات العامة والقطاع الخاص المشاركة في ذلك. في البرازيل، وضعت مجتمعات المستخدمين قواعد مشتركة لإدارة هذا المورد الثمين: "تضع الدولة الإطار القانوني المواتي لظهور مجتمعات المستخدمين، ويجب أن تظل الضامن الأساسي لحق الجميع في الحصول على مياه الشرب والصرف الصحي. كما يمكن للقطاع الخاص المساهمة، لا سيما في تطوير البنية التحتية". إن مفهوم الموارد المشتركة مثير للاهتمام، لكن ثمة حاجة إلى مزيد من التفكير في الحوكمة[159].

مهمة مستقبل خالٍ من الكربون

هل سيعاني الجميع من البطالة خلال أزمة النفط الكبرى؟ يتوقع بعض الخبراء بالفعل انتشار البطالة على نطاق واسع عقب التوقف الحتمي للنمو الاقتصادي. ولكن ماذا بعد الأزمة؟ ماذا لو غيرنا مسارنا الآن لتجنب الكارثة؟ يعتقد اقتصاديون مثل غايل جيرو أن وضع البيئة في صميم الاقتصاد سيؤدي إلى خلق فرص عمل هائلة. ويتوقع خبراء شركة نيغا وات توفير 500 ألف وظيفة جديدة بحلول عام 2050[160]لماذا؟ لأن مصادر الطاقة المتجددة التي ستحل محل الهيدروكربونات (إذا استمر تفضيلها) أقل إنتاجية بكثير. "لذلك، في المتوسط، ستكون هناك حاجة إلى عمالة بشرية أكبر بكثير لنفس كمية الإنتاج، لا سيما عندما نتفق أخيرًا على استبدال الزراعة الإيكولوجية بالزراعة الكيميائية المكثفة[161]« ."

عودة الفلاحين

سيواجه القطاع الزراعي، الذي يعاني من تراجع الطاقة ونقص النفط والفوسفور المستخرج من مصادر جوفية بعيدة، حتمًا زيادة في كثافة العمالة. وقد يُعاد إحياء جيل كامل من المزارعين. والسبب بسيط، وهو أن تكلفة إنتاج برميل نفط واحد تعادل 25 ألف ساعة عمل بشري، أو 12.5 سنة بمعدل 40 ساعة عمل أسبوعيًا. وهذا يعني أن الأنشطة التي تتطلب استهلاكًا كبيرًا للنفط ستُستبدل بالعمالة. ومن المنطقي أن يشمل ذلك العمالة البشرية والحيوانية على حد سواء[162]ستحل القوى الطبيعية محل مجموعة كبيرة من" الآلات: الجرارات، وروبوتات الحلب، والشاحنات، والحصادات... من ناحية، ستكون هناك زراعة تجارية أقل ميكنة وكيميائية (سنفصل هذا لاحقًا)، ومن ناحية أخرى، اقتصاد معيشية محلي، مستوحى من الزراعة المستدامة: ستقوم كل أسرة بزراعة بعض الخضراوات، وزراعة أشجار الفاكهة، وحظيرة دجاج، وتربية بعض الأرانب في أقفاص... سيؤدي هذا الاستبدال الكبير للآلات.

الزراعية إلى نزوح حضري هائل، مما يدفع ملايين الفرنسيين إلى العمل في الحقول.

يقول المهندس جان مارك جانكوفيتشي: "لقد غيّرت الطاقة هيكل الوظائف تغييراً جذرياً". قبل قرنين من الزمان، كان ثلثا سكان فرنسا يعملون في الحقول. ولذلك، كانت وظيفتهم الإنتاجية الأساسية "إطعام أنفسهم بالإضافة إلى نصف شخص لم يكونوا يعملون في الحقول". ويمكن تلخيص عملية الميكنة التي أعقبت الحرب على النحو التالي: "يعادل جرار بقوة 100 حصان تقريباً قوة 1000 زوج من الأرجل، وبالتالي يُطعم المزارع اليوم 50 شخصاً بالإضافة إلى نفسه، مقارنةً بنصف شخص سابقاً"[163]. بعد أن حلت الآلات محل المزارعين، ينكبّون على العمل الشاق في المصانع. لكن التقدم التكنولوجي لا يتوقف. يُحسّن المهندسون كفاءة كل جيل من الآلات عن سابقه. وبفضل هؤلاء العمال الجدد، المطيعين، والمثابرين، بدأ القطاعان الزراعي والصناعي في ذلك الوقت بإنتاج الجزر والقمصان والسيارات بوتيرة أسرع وبتكلفة متناقصة باستمرار. أصبح العمال البشريون فائضين عن الحاجة. تُفرغ المصانع والورش؛ بعضها يُغلق ويُعاد افتتاحه خارج البلاد. تنطلق فرنسا بقوة نحو اقتصاد الخدمات.

في خدمتكم!

يوظف هذا القطاع الآن أكثر من ثلاثة أرباع القوى العاملة، في المقام الأول في التجارة، والخدمات الإدارية والفنية وخدمات الدعم، والإصلاح، والخدمة المدنية، والصحة والخدمات الاجتماعية[164]. في هذا القطاع الخدمي، يقوم عدد هائل من المديرين والموظفين بتصميم وصيانة وبيع وتمويل الآلات الصناعية، وشرح كيفية عملها. ويقود ملايين آخرون القطارات والحافلات والشاحنات والطائرات وسيارات الأجرة والإسعاف؛ ويصلحون جميع أنواع الأجهزة المنزلية؛ ويكتبون على أجهزة الكمبيوتر بعد استخدام المصعد بالقرب من الطابعة؛ ويبيعون البدلات والعطور وغيرها من السلع المصنعة؛ ويستخدمون الماسحات الضوئية الطبية وآلات تسجيل النقد والكتب المدرسية، وكلها تأتي من المصانع، تمامًا مثل تدفئة الفصول الدراسية أو أدوية الصيدليات. باختصار، يعتمد القطاع الخدمي على جيوش من الآلات التي تعمل لصالحه بطريقة أو بأخرى. إنه يعتمد على بنية تحتية صناعية متكاملة. وقد حلّ محل الصناعة في توفير فرص العمل، ويعود ذلك جزئيًا إلى أن الآلات الصناعية والطاقة الوفيرة تدعم الحياة في المدن الكبرى. مدن مترامية الأطراف تعج بالحياة، حيث تُجرى مليارات المعاملات من جميع الأنواع، وتوظف عددًا لا يحصى من الناس: التجارة، والمصارف، والتأمين، والتعليم، والتوزيع، والاتصالات، وما إلى ذلك. وخلافًا للاعتقاد السائد، فإن الخدمات ليست مجردة[165]. لا شيء يتغير مع التكنولوجيا الرقمية (انظر الفصل "حدود التكنولوجيا").

ألعاب يدوية، وألعاب شريرة غدًا

الآن، تخيّل إزالة مجموعة كبيرة من الآلات المستهلكة للطاقة من جميع العاملين في القطاعين الصناعي والخدمي. ماذا سيحدث؟ لا مفرّ. يتوقع العديد من الباحثين أن ينضم بعضهم إلى جيش المزارعين المتزايد باستمرار. بينما سيتجه آخرون، مع تكيف هياكل وعمليات التصنيع مع هذا المشهد الطاقي الجديد (تحول حقيقي)، إلى العمل اليدوي. قد تتضاعف هذه الوظائف: صناعات صغيرة، مصانع، وقطاع حرفي مزدهر. ووفقًا لهذه النظرية، ستُجبر الروبوتات التي تُصنع حاليًا بالآلاف على البطالة بسبب نقص الموارد. وبالتالي، سيكون العمل في مستقبل خالٍ من الكربون أكثر يدوية، وأكثر زراعية، وأقل توجهاً نحو الخدمات. قد نشهدً أيضًا انخفاضًا في فرص العمل في المدن. سيكون لهذا عواقب وخيمة على المدن، كما سنرى لاحقًا. ستحتاج المدارس والجامعات ومراكز التدريب والمؤسسات التعليمية الأخرى إلى التكيف مع هذا الاقتصاد الجديد.

في قطاع الخدمات، سيتولى البشر وظائف كانت قد حلت محلها الآلات، مثل وظائف الاستقبال والخدمة. نتحدث هنا عن تلك الأكشاك الآلية، والشاشات المنتشرة في كل مكان، وآلات البيع التي تقدم الحلويات والمشروبات وغيرها من المنتجات الغذائية، والتي تتزايد في المتاجر والمطاعم والمكاتب الحكومية والمتاحف ومحطات القطارات ومترو الأنفاق... سيتم توفير الطاقة بدون هذه الآلات التي تعمل باستمرار بالكهرباء، والأهم من ذلك، أنها تُصنع باستخدام كميات هائلة من الوقود الأحفوري والمعادن من أماكن بعيدة.

مهن جديدة

من يدري؟ قد تعود حرف منسية إلى الظهور: الباعة المتجولون، والصيادلة، وحاملو المياه، والبيطريون، والحدادون، وصانعو الأحزمة، وصانعو الجوارب، ومقطرو المشروبات الكحولية، ومنادي المدينة، وسائقو العربات، وصانعو الخردل، وجزّازو العشب، والمتخصصون الزراعيون، والعمال الموسميون من جميع الأنواع الذين اختفوا الآن... كما ستظهر بلا شك حرف جديدة تمامًا، على سبيل المثال، في إعادة تأهيل المناظر الطبيعية، وتجديد التربة الملوثة، والحفاظ على خصوبة التربة غير الخصبة، وحفظ البذور، والزراعة الإيكولوجية بشكل عام، وإعادة التدوير، وإعادة الاستخدام، والطاقات الجديدة، وما إلى ذلك.

بحسب الكاتب روب هوبكنز، سنشهد "إعادة تأهيل شاملة". وهذا يعني العودة إلى مهارات متنوعة وأساسية (كالعمل الزراعي واليدوي، إلخ) على عكس تخصصنا المفرط (مثلاً، في قانون الكوارث الجوية أو صيانة آلات صنع الثلج). وسيتصدر القطاع الأولي سوق العمل، متقدماً على القطاع الثانوي. ولن يكون نقل السلع المنتجة بكميات كبيرة، والتي غالباً ما تُشحن من آسيا، سهلاً وسريعاً كما كان سابقاً. وسيتقلص القطاع الثالث بشكل كبير. وفي ظل العولمة الحالية، سيتم نقل الوظائف والاقتصاد على نطاق واسع.

مخطط صناعة خالية من النفط

هل من الممكن وجود صناعة بدون نفط؟ سنعرف ذلك قريباً. في غضون ذلك، وضع المهندس فيليب بيهويكس الخطوط العريضة لصناعة منخفضة التقنية[166] مع وجود هدفين أساسيين: خفض التلوث واستهلاك المواد بشكل جذري. نعلم حدود إعادة التدوير: فقدان الموارد المادية واستهلاك الطاقة في كل مرحلة. دعونا نتجاوز هذه المشكلة: سيصبح عمر المنتجات أطول بكثير. منتجات أكثر متانة، ذات تصميم معياري، سهلة الصيانة من قبل المالك أو الحرفيين، قابلة للإصلاح، مع إمكانية إعادة استخدام قطع الغيار عند انتهاء عمرها الافتراضي. على سبيل المثال، ابتكر المهندسون والمصممون غسالة تُسمى "غير قابلة للتدمير"، مصممة لتدوم خمسين عامًا على الأقل[167] علاوة على ذلك، قد تُفضّل الحلول منخفضة التقنية أحيانًا استخدام مادة واحدة في البناء: ففي المواد المركبة، لا يمكن إعادة تدوير جميع المواد. وبدلًا من التركيز على التصغير، ينبغي التركيز على سهولة الفك والتركيب.

سنبدأ الإنتاج محليًا في أقرب وقت ممكن. لكن هذا ليس ممكنًا دائمًا. لنأخذ مثال الدراجة الهوائية. لن يتمكن الحرفي المحلي من إنتاج مئات القطع اللازمة، المصنوعة من معادن مختلفة، ومطاط، ومبدل سرعات، وما إلى ذلك. ومع ذلك، يمكنه الحفاظ عليها صالحة للاستخدام لأجيال. هذا مستحيل مع السيارات أو الهواتف المحمولة، التي تتطلب بنية تحتية على نطاق مختلف تمامًا، ضمن سلسلة توريد عالمية.

من الإيداع إلى البيع بالجملة

بحسب المؤلف، فإن توحيد الإنتاج ليس العدو المطلق: بل يمكن تطبيقه على أنظمة الإيداع للزجاجات والعلب المعدنية (لماذا لا يكون هناك نظام إيداع عالمي لجميع السلع الاستهلاكية؟[168]) ومجموعة كبيرة من الأشياء الأخرى. علاوة على ذلك، من المحتمل أن يكون من المستحيل التحرر من التوحيد القياسي في الإلكترونيات والميكانيكا.

فيما يتعلق بالمنتجات القليلة التي لا غنى عنها والتي تُستخدم لمرة واحدة، مثل عبوات الأدوية، يمكننا استخدام كمية صغيرة من المواد الحيوية القابلة للتحلل (سنرى لاحقًا لماذا قد يكون الاعتماد على المواد الحيوية في جميع الإنتاج الصناعي أمرًا إشكاليًا). أما بالنسبة لبقية المنتجات، وخاصةً المواد الغذائية، فليستمر الشراء بالجملة، والأكياس القماشية، والبرطمانات المُعاد تدويرها! يشمل ذلك الأدوية على شكل أقراص، والتي تُوزع بالفعل بشكل فردي في العديد من البلدان. وصفات صنع مستحضرات التجميل المنزلية منتشرة على نطاق واسع عبر الإنترنت. يمكننا صنعها بأنفسنا أو شراؤها من الحرفيين المحليين. ومن الممكن حفظها في الثلاجة لعدة أسابيع. سيكون التصميم البيئي (المنتجات التي يُفرض فيها نهج موفر للموارد منذ مرحلة التصنيع)، وإعادة التدوير، وإدارة النفايات في طليعة هذا المجال.

سيُوجه البحث بالضرورة نحو الحفاظ على الموارد والتقنيات المستدامة، مثل الزراعة المستدامة أو الحلول منخفضة التقنية. هذه المعرفة، التي تُنتج بأموال عامة، ستُشارك على نطاق واسع لإشراك المواطنين في الحفاظ على الموارد.

وفرة المواد الحيوية وكيمياء الحياة؟

هل يمكن للمواد الحيوية أن تحل محل البلاستيك ومختلف المواد المشتقة من البترول في جميع القطاعات الصناعية المستقبلية؟ يشير فيليب بيهويكس إلى وجود بعض المشكلات التي قد تنجم عن استخدام التقنيات الحيوية (كالتعقيد، واستهلاك الطاقة، واللوجستيات المعقدة، وفترات التطبيق الصناعي الطويلة، وغيرها). ويضيف أن استخدام التقنيات الحيوية لاستبدال جميع منتجاتنا البلاستيكية والكيميائية سيتطلب مساحات شاسعة من الأراضي، بما فيها الأراضي الزراعية المستخدمة في إنتاج الغذاء. وحتى مع استخدام المخلفات الزراعية (كاستخدام القش بدلاً من المحاصيل)، سنظل نفقد العناصر الغذائية الضرورية للزراعة. وهذا الرأي محل جدل[169] يؤمن البعض بإمكانات المواد الحيوية القابلة للتحلل الحيوي بنسبة 100%. ووفقًا للمؤلفة إيزابيل ديلانوي، يمكن إنتاج كمية معينة من البلاستيك الحيوي من المواد النباتية دون منافسة استخدام الأراضي لإنتاج الغذاء، لا سيما من خلال الحد من الهدر الهائل للمنتجات الزراعية. إلا أن هذا يتطلب إعادة تنظيم شاملة للصناعة وعملياتها لتعتمد على النظم البيئية الحية، وذلك لاستخراج الراتنجات وغيرها من المواد المركبة والقابلة للتحلل الحيوي. وترى المؤلفة أن هذا من شأنه توفير كمية كبيرة من الطاقة المستخدمة حاليًا في استخراج ومعالجة ونقل المواد غير المتجددة[170].

سنرى. وتبقى الحقيقة أن البلاستيك الحيوي، على سبيل المثال لا الحصر، لا يتحلل إلا في ظروف معينة. ويمكن أن يتحول إلى جزيئات دقيقة قادرة على تلويث البيئة[171] حتى أثناء الاستخدام، فإن بعض أنواع البلاستيك القابلة ... للتحلل الحيوي شديدة السمية للبشر[172] قد تُسفر الأبحاث عن حل. ولكن دعونا لا ننسى حدود هذه التقنية (انظر فصل "حدود التقنية"). ينبغي حصر استخدام البلاستيك الحيوي، إن طُوّر في المستقبل، في الحالات الضرورية للغاية.

وينطبق الأمر نفسه على كيمياء الكائنات الحية. يعمل فريق الكيميائي كلود غريسون من المركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي على نباتات تُطهّر مواقع التعدين عن طريق تراكم العناصر المعدنية في أوراقها. هذه النباتات، التي كانت تُعتبر سابقًا نفايات، يُمكن استخدامها أيضًا في عملية صناعية تستخدم حاليًا كميات كبيرة من المعادن وتُنتج كمية كبيرة من النفايات. بفضل هذه النباتات، تُصبح العملية أكثر استدامة وكفاءة. تطبيقاتها عديدة، بدءًا من تصنيع الأدوية وصولًا إلى الجزيئات الأساسية التي تحتاجها الصناعة،

.والتي يُستخرج معظمها حاليًا من البترول[173]تم اختبار هذه التقنية في كاليدونيا الجديدة، حيث تلوثت 23 ألف هكتار بسبب التعدين. وفي فرنسا القارية، يمكن لمواقع مثل منجم الزنك الأكبر سابقًا في أوروبا، في سان لوران لو مينييه، والذي أغلق عام 1991، أن تستفيد منها بدلًا من توليد أطنان من الحمأة السامة نتيجة نظام معالجة المياه الحالي الذي يعالج باستمرار مياه الصرف من مناجم التعدين. يوجد في بلادنا أكثر من 310 آلاف موقع صناعي، بعضها نشط والبعض الآخر متوقف عن العمل، بعضها يُسبب تلوثًا .كبيرًا بالهيدروكربونات والمعادن الثقيلة والمذيبات[174]لذا فإن الاحتياجات .هائلة

مع ذلك، يجب إبداء نفس التحفظات التي تُثار بشأن المواد الحيوية والوقود الحيوي (انظر فصل "الطاقات المتجددة ليست مستدامة دائمًا")، لا سيما فيما يتعلق بمساحة الأراضي المتاحة لزراعة هذه النباتات وتأثير الارتداد انظر فصل "حدود التكنولوجيا"). علاوة على ذلك، يمكن لابتكارات أخرى في) الكيمياء الحيوية، مثل التمثيل الضوئي الاصطناعي (انظر فصل "حدود التكنولوجيا")، أن توفر إمدادًا وفيرًا من الجزيئات الأساسية للصناعة دون قيود على الأراضي. لكن لا يزال أمام هذه الابتكارات طريق طويل قبل .تطبيقها على نطاق واسع

أداء أقل، مرونة أكبر

وداعًا للأداء بأي ثمن! الأنظمة منخفضة التقنية بسيطة، ومرنة، ويمكن التحكم بها محليًا، مثل توربين رياح صغير ذي قدرة أقل، أو سيارة سيتروين صغيرة مُحدثة. تُمكّننا هذه الأنظمة من إعادة استخدام البنية التحتية 2CV القائمة والمساحات المطورة، بدلًا من رصف أسطح أخرى والإضرار بالبيئة. من المُحتمل أن يكون من المستحيل وضع جميع الصناعات بالقرب من مراكز الاستهلاك. فقد تركزت صناعات الكيماويات والصلب والمعادن ومواد البناء والزجاج، غالبًا بالقرب من المراكز السكانية، لتقليل تكاليف العمالة والطاقة، ولتجميع الخبرات. في عالم مثالي منخفض التقنية، يعتقد فيليب بيهويكس أنه يُمكن الاحتفاظ بفرن أو اثنين من أفران تعدين المعادن لجميع أنحاء أوروبا الغربية. كما يُمكن تركيب حلول احتجاز الكربون وتخزينه في .المواقع القليلة المتبقية للصناعات الثقيلة[175].

فيما يتعلق بالتصنيع، من الواضح أن تقسيم العمل قد حقق مكاسب إنتاجية كبيرة، ومن الخطأ أن ندعها تضيع. لكن يمكن نقل بعض الأنشطة إلى وحدات صناعية صغيرة، لإنتاج أحذيتنا وملابسنا وأقلام الرصاص وأواني الطبخ وغيرها، بكميات أقل بكثير من مليارات المنتجات الآسيوية التي تغمر السوق الفرنسية سنويًا. سنقلل من استخدام الآلات في بعض العمليات، لكن ليس بشكل كامل. يعتقد فيليب بيهويكس أنه باستخدام عدد قليل من الآلات البسيطة والموثوقة، يمكننا الحفاظ على مستوى معين من الإنتاجية الحالية

مع خفض استهلاك الطاقة بشكل كبير. وسيكون من المفيد وجود شبكة من الحرفيين المحليين لإصلاح هذه المصانع الصغيرة ودعم إنتاجها.

صناعات الشبكات: هل انتهى عصر المنافسة؟

توزيع مياه الشرب والغاز والكهرباء؛ النقل العام والصرف الصحي؛ الاتصالات؛ المستشفيات... يرى مؤلفون مثل فيليب بيهويكس ضرورة حماية قطاعات الشبكات من المنافسة. فالمنافسة تُؤدي إلى انتشار المعدات والمرافق والعمالة، مما يُؤدي إلى استهلاك مفرط للموارد والطاقة. هل كان من الممكن أن تنشأ أنظمة السكك الحديدية والمستشفيات الحالية في بيئة تنافسية قصيرة الأجل؟[176] إلى جانب خفض الطلب من المصدر، على سبيل المثال عن طريق تقليل سرعات النقل واستهلاك الكهرباء، لا يوجد مجال كبير للمناورة هنا: فهذه منشآت معقدة ومترابطة، مدعومة بنظام تقني شامل، ويصعب إعادة تنظيمها، كما يعتقد المهندس. ومع ذلك، وخاصة في المناطق الأقل كثافة سكانية، يمكن للفرنسيين محاولة تقليل اعتمادهم جزئيًا على هذه الصناعات الشبكية، من خلال أنظمة مستقلة (سيتم تفصيلها لاحقًا) للطاقة والصرف الصحي، وما إلى ذلك.

اقتصاد أقل رقمنة وأقل عولمة

تساهم التكنولوجيا الرقمية في تسريع استخدام المواد الخام والطاقة (انظر فصل "حدود التكنولوجيا"). ولتحقيق الاستدامة، لا بد من تقليل الاعتماد على التكنولوجيا الرقمية في الاقتصاد. وسيسمح الحفاظ على عنصر رقمي باستمرار الكفاءة. علاوة على ذلك، يمكن تطوير العمل عن بُعد، الذي يُغني عن التنقل اليومي، لبعض المهن.[177] مع ذلك، ومع تراجع استخدام التكنولوجيا الرقمية، ستتطلب العديد من عمليات الإنتاج والتنظيم مراجعة شاملة. وبينما يعتقد البعض أن شكلاً من أشكال التكنولوجيا الرقمية سيستمر، يتوقع آخرون زوالها التام (انظر الفصل "هل تستطيع التكنولوجيا الرقمية النجاة من التراجع؟").

صُنع في نورماندي

كانت التجارة الدولية موجودة قبل ظهور سفن الحاويات الأولى بزمن طويل. ولكن مع تطور وسائل النقل المستقبلية وانخفاض استهلاك الطاقة، من المتوقع أن تنخفض أحجام التجارة. وقد تستعيد السلع الأقل سهولة في الوصول إليها، والقادمة من أماكن بعيدة، قيمتها العالية كما كانت عليه في السابق.

تقترح إيزابيل ديلانوي أن الإنتاج المعاد توطينه يمكن تنظيمه على مستويين: 1. قاعدة المستهلكين للأغذية الطازجة؛ 2. المنطقة أو الولاية لمحاصيل الحبوب واسعة النطاق ومواد البناء والسلع الرأسمالية.[178]

الرخيص

سيؤدي هذا إلى انتعاش التجارة المحلية. بل ويتصور مؤيدو هذا التحول عودة جزئية أو كلية إلى التبادلات التجارية السابقة. ستتجاوز السلع والخدمات المحلية، التي تُدفع قيمتها بالعملات المحلية والإقليمية، والتي تُتبادل أحيانًا عن طريق المقايضة، تلك القادمة من خارج المدينة أو المنطقة. وقد تعود الأسواق المادية للمواد الخام والسلع المعاد تدويرها للظهور. وستتكاثر أسواق المواد الغذائية. وستلبي القرى، المكتفية ذاتيًا إلى حد كبير، احتياجاتها الغذائية من خلال تنويع محاصيلها (انظر فصل "نظام الغذاء المستدام، من المزرعة إلى المائدة")، وتبيع الفائض للمدن، إلى جانب منتجاتها المحلية المميزة. وسيتم تصنيع الأدوات والمنتجات التكميلية ووسائل الراحة في المدن. وفي حال انقطاع الإمدادات، ستتمكن القرى من تلبية احتياجاتها الأساسية بنفسها. ونتيجة لذلك، سيعمل الناس غالبًا في قريتهم أو مدينتهم. كما سيقضون وقتًا أطول في الهواء الطلق ومعًا، مما يعزز معرفتهم ببعضهم البعض، ويسهل التعاون المتبادل. تضامن من شأنه أن يحد من تدفق التجارة. هذا مجرد تخمين. قد يكون الواقع مختلفًا تمامًا.

لا تزال هناك أسئلة كثيرة مجهولة. على سبيل المثال، هل يمكننا امتلاك هذا الكم الهائل من وثائق التأمين في عالم ما بعد النمو الاقتصادي، عالم لا يسوده الاستهلاك؟ النظام الحالي قابل للاستمرار لأنه يعتمد جزئيًا على المضاربة في سوق الأسهم والأسواق المعولمة، والتي تعمل على تدمير التوازن البيئي الحيوي... ماذا عن الضمان الاجتماعي؟ هذه كلها مواضيع تحتاج إلى مزيد من البحث.

3. عندما يهدد المناخ والطاقة مجتمعاتنا

الذهب الأسود، لعنة مهد الحضارة. كان الغزو الأمريكي للعراق عام ٢٠٠٣ مدفوعًا جزئيًا بالنفط. فقد عانى البلد أربعين عامًا من الحرب أو الحصار. وتسببت إحدى مراحل هذا الحصار في وفاة مئات الآلاف من الأطفال قبل أوانهم، "نتيجةً لنقص الرعاية الصحية والأمراض وسوء التغذية". "ثمنٌ عادلٌ يجب دفعه"، هكذا قالت مادلين أولبرايت، وزيرة الخارجية في عهد بيل كلينتون، لاحقًا[179]... حضارة عريقة أخرى، والطاقة نفسها التي تُزلزل كيانها. في عام ١٩٥١، عندما قررت إيران تأميم نفطها، هدد تشرشل بالتدخل العسكري لحماية مصالحها. وانتهى الأمر بـ"انتفاضة شعبية" دبرتها وكالة

المخابرات المركزية الأمريكية، وسجن الزعيم الإيراني مصدق، وبدء الشركات الأمريكية والدولية بضخ النفط الإيراني[180].

تُؤجّج قوة الذهب الأسود التوترات وتُشعل الحروب. الحضارة الصناعية الحرارية مُرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالنفط. ولأنها وقعت في براثن النفط في سن مبكرة، فهي لا تعرف كيف تُدير ندرة الطاقة، وربما أقل من أسلافها في عصر ما قبل الصناعة. قد يؤدي نضوب النفط، أو استنزافه التدريجي، وفقًا لبعض الآراء، إلى انهيار البنى السياسية والاجتماعية التي نعرفها. إن محاولة التنبؤ بشكلها عندما نستغني نهائيًا عن الوقود الأحفوري ستكون عبثًا: فتسارع وتيرة التاريخ يعني أن كل عام يحمل معه تغييرًا اجتماعيًا ثوريًا يُضاهي قرنًا من العصور الوسطى. ومع ذلك، يُمكننا أن نُدرك بعض المخاطر، التي تتفاقم بسبب تقلب المناخ وعالم مُهدد بنقص الطاقة.

النضال من أجل الكربون

قد ننظر أحيانًا إلى التاريخ المعاصر على أنه مليء بالعنف والحروب. ومع ذلك، أظهرت الدراسات أن عصرنا يتميز بسلام استثنائي مقارنةً بالقرون السابقة. ففي عام ٢٠٠٢، كان عدد حالات الانتحار خمسة أضعاف عدد ضحايا الحروب. وقبل ذلك بعامين، حصدت حوادث الطرق أرواح أربعة أضعاف ضحايا النزاعات. ويقول المؤرخون إن العلاقات الدولية قد شهدت استقرارًا. فهل يُمكن أن يُغير نقص الطاقة هذه الإحصائيات؟

بالطبع، لكل حالة تاريخية ظروفها الخاصة، والتي لا علاقة لها بالظروف التي سيجد بلدنا والعالم أنفسهم فيها مستقبلاً. لكن الماضي يكشف لنا عن عالم الاحتمالات، ويمكننا أن نستخلص العبر من التاريخ[181].

يرى ماثيو أوزانو أن النفط قد يكون، من بين عوامل أخرى، أحد الأسباب الجذرية للصراع السوري. فقد أدى انهيار إنتاج النفط الخام السوري، بدءًا من عام 2003، إلى خفض الدعم الحكومي في هذا البلد المعتمد على النفط، مما زاد من فقر سكانه الذين أضعفهم تغير المناخ والحكم الاستبدادي. وفي اليمن أيضًا، ساهم انهيار هذا المورد الحيوي للطاقة في تفكك البلاد التي مزقتها حرب دامية[182].

هذه الدول مهددة بالذروة

بحسب ماثيو أوزانو، فإنّ عدداً كبيراً من الدول على وشك الانزلاق إلى فترة من الاضطرابات. ففي عام ٢٠١٥، كتب: "لقد فُجِّرت بالفعل قنبلة سياسية موقوتة، تتمثل في ذروة إنتاج النفط، في العديد من الدول الكبيرة ذات الكثافة السكانية العالية والمنتجة للنفط، والتي دفعت أنظمتها حتى الآن ثمناً للسلام الاجتماعي بأموال النفط. فالجزائر وفنزويلا والمكسيك

وإندونيسيا جميعها دولٌ تشهد تراجعا حادا في موارد النفط الخام، وربما يكون هذا التراجع لا رجعة فيه. كما يُهدد تراجع مماثل، وشيك إلى حد ما، روسيا وإيران ونيجيريا والصين (وغيرها). [...] ويُعدّ التراجع الجيولوجي لموارد النفط (وكذلك الغاز الطبيعي والفحم [...]) الأزمة البيئية الكبرى الأخرى الناجمة عن اعتمادنا على الوقود الأحفوري. إنها أزمة مباشرة وهائلة، يكاد يكون من المستحيل تجنبها، وقد تمّ التستر عليها بشكلٍ ملائم للغاية تحت وطأة أزمة المناخ[183]« .".

عندما يتراجع الإنتاج بشكل لا رجعة فيه، قد تكون حروب الموارد قد ألحقت دمارًا كبيرًا بالعديد من البلدان. وبمجرد أن تتراجع جودة الخدمات الاجتماعية والاقتصادية والصحية والغذائية وغيرها) التي توفرها الطاقة) الوفيرة والرخيصة، أو حتى تنعدم تمامًا، قد تتصاعد التوترات العسكرية. كيف يمكن أن تؤثر الصراعات البعيدة على دول أخرى حول العالم؟ 1. هناك مثال سوريا: فقد تسببت هذه الحرب في نزوح أكثر من مليون شخص في جميع أنحاء أوروبا، مما أدى إلى أزمة هجرة غير مسبوقة زعزعت استقرار القارة. يمكن أن تؤدي الصراعات في الدول المنتجة إلى إبطاء إمداداتنا من .2 الطاقة، أو حتى منعها. 3. دون المبالغة في التهويل، من يستطيع استبعاد خطر التصعيد الذي قد يؤدي إلى صراع واسع النطاق يشملنا بشكل مباشر أو غير مباشر؟ باختصار، إن الاعتقاد بأننا سننجو تمامًا من انفجار محتمل في قطاع الطاقة هو سذاجة. خاصةً وأن الجيوش التي تحمينا تعتمد على النفط. ووفقًا لإحدى الدراسات، يستهلك الجيش الأمريكي مئات الآلاف من البراميل يوميًا ويلوث أكثر من 140 دولة[184].

طاقة أقل = المزيد من الديكتاتوريين؟

يوليو/تموز 2018. خرج العراقيون إلى الشوارع، مطالبين باستقالة وزير الكهرباء، بسبب أزمة نقص الطاقة المزمنة. وبعد ثلاثة أسابيع من الاحتجاجات، أقيل الوزير. فقد أصبحت الطاقة ضرورة أساسية. ومن اللافت للنظر أن ارتفاع أسعار الوقود في فرنسا (حركة السترات الصفراء) والإكوادور وإيران كان من بين أبرز أسباب الانتفاضات الشعبية المتزايدة في السنوات الأخيرة[185]. ماذا لو هزّت أزمة الطاقة الوشيكة أركان الديمقراطية، كما أشعلت المجاعات الثورات في الماضي؟ هذا ما يتناوله بعض الكتّاب. يعتقد جان مارك يانكوفيتشي، مهندس استشارات الطاقة، أن "قيود الطاقة تعني العودة إلى الشمولية، لأن الديمقراطية لا تُحسن إدارة الندرة، بل تُحسن فقط إدارة الحرية للجميع، وبالتالي الوفرة. علاوة على ذلك، وُلدت الديمقراطية الحديثة في عوالم النمو، في القرنين السابع عشر والثامن عشر[186]".

هذا كل ما في الأمر بالنسبة للطاقة

بحسب هذا الكاتب، ما زلنا في بداية هذه الظاهرة. ويستشهد كدليل على ذلك بصعود الأحزاب المتطرفة (بما فيها حزب مارين لوبان) في استطلاعات الرأي. ويرى أن هذا التوجه ناتج عن القيود الحالية على إمدادات النفط في أوروبا. ويوضح قائلاً: "عندما يقل النفط نتيجة لظروف غير متوقعة، يقلّ النقل. وبالتالي، ينكمش الاقتصاد لاعتماده على النقل. وإذا انكمش الاقتصاد، يُدفع الناس إلى ترك العمل. وأول من يُدفع إلى ترك العمل هم أولئك الذين هم في أمسّ الحاجة إلى سيارة للتنقل، أي أولئك الذين يعيشون في ضواحي المدن، حيث يوجد أصحاب الدخل الأدنى والأقل كفاءة. وهؤلاء هم أول من يُدفع إلى ترك العمل عندما لا يكون النظام فعالاً. ومنذ أزمات النفط الأولى، كانت قاعدة ناخبي الجبهة الوطنية هي الأقوى ضمن نطاق 40 كيلومتراً من المدن الكبرى، كما أظهرت دراسة أجراها معهد إيفوب". هؤلاء هم السكان الذين يعانون أولاً عندما يتعثر الاقتصاد بسبب نقص النفط[187] ووفقاً للخبير، "من الواضح أنه إذا لم نتوخ الحذر، فإن التراجع غير المنظم في الطاقة سيعيد التوتر إلى العلاقات الاجتماعية".[188] يتفق مؤلفون آخرون مع هذا الرأي. فبالنسبة لهم، في ظل الانقسامات القائمة والشعور بالفقر، سيؤدي التقاعس إلى إحباط واسع النطاق وتفاقم عدم الاستقرار السياسي. بل إن بعضهم يذهب إلى حدّ الادعاء بأن خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي، وأزمة السترات الصفراء، وصعود اليمين المتطرف هنا وفي الدول الأوروبية المجاورة، ما هي إلا أعراض لأزمة طاقة قارية، تتجلى في انخفاض إنتاج النفط في أوروبا الغربية[189] (انظر المقدمة). مع ذلك، احذر من التفسيرات المبسطة للغاية للأحداث والتاريخ: فكثيراً ما تبدو المنعطفات التاريخية الكبرى نتاجاً لعوامل متعددة، من بينها تلعب الحقائق الاجتماعية دوراً رئيسياً. فالطاقة وحدها لا تكفي لتفسير كل شيء.

المناخ والديمقراطية ليسا صديقين حميمين.

إن القول بأن الديمقراطية مهددة بنضوب الطاقة لا يعني أن النظام الاستبدادي سيكون أكثر فعالية في إدارة عالم يعاني من نقص الطاقة. فمن الاتحاد السوفيتي إلى كوريا الشمالية، مروراً بالأنظمة الاستبدادية الأفريقية، لم تكن هذه الأنظمة أقل حرصاً على تحقيق الإنتاجية من الأنظمة الديمقراطية. ولا يوجد دليل يشير إلى أنها ستكون أفضل حالاً في إدارة تراجع الطاقة.

دعونا نحاول تجنب الانزلاق إلى دكتاتورية بيئية. خاصةً وأن الديمقراطية، المهددة بندرة الطاقة، تتعارض مع المناخ. يتحدث الخبراء من مختلف التوجهات عن تناقض بين الحريات الفردية، التي تسمح لهوس الاستهلاك بتدمير البيئة، وبين التدابير التقييدية غير الشعبية ولكن الضرورية للتخلص التدريجي من الوقود الأحفوري. هنا نلمح فكرة استحالة التوصل إلى اتفاق عام حول كيفية مكافحة تغير المناخ بفعالية وسرعة. ربما. لنتذكر أحد دروس القرن العشرين التي قدمها المؤرخ تيموثي سنايدر: "في أغلب الأحيان، تُقبل

".السلطة الاستبدادية برضا الطرفين[190]هل سنقبل بسهولة أكبر بالاستبداد إذا فشلت الديمقراطية في تبني البيئة، وإذا لم تستطع منع المجاعات ونقص المياه وغيرها من آثار الفوضى المناخية؟

الثورات والظلم والعنف: المناخ يشكل تاريخ البشرية

يعتبر العلماء ذلك العام الأسوأ في التاريخ. ففي عام 536، تسبب اضطراب النظام المناخي، الناجم عن ثوران بركاني هائل في أيسلندا، في محاصيل كارثية. وأدى الطاعون إلى هلاك الأجساد المنهكة وشل أجزاءً من المجتمعات في حوض البحر الأبيض المتوسط. وفي عام 1816، أودى بركان آخر بحياة أكثر من 100 ألف شخص في آسيا، وأثار موجة من البرد والعواصف التي تسببت في مجاعات هائلة في أوروبا. وانزلقت المجتمعات في جميع أنحاء القارة إلى العنف والاضطرابات. ودفع عدم الاستقرار حشودًا من الأوروبيين إلى أمريكا. وأرسل ملك فرنسا آنذاك، لويس الثامن عشر، أسطوله إلى مناطق زراعة الحبوب الغنية في شبه جزيرة القرم، وهدّأ الاضطرابات الاجتماعية في البلاد بتوزيع القمح الذي حصل عليه على رعاياه[191].

بحسب الباحثين، ارتبطت نقطة تحول أخرى في تاريخ العالم بالمناخ، إذ كانت الشرارة التي أشعلت فتيل الانتفاضة الفرنسية عام ١٧٨٩. فقد دمرت العواصف العنيفة المحاصيل، واجتاح جفاف شديد منطقة باريس، وارتفعت أسعار الخبز بشكل جنوني. وهكذا، قبيل الثورة، غذّى المناخ الغضب. ولما عجزت النساء عن إطعام أطفالهن، زحفن نحو فرساي. ويقول المؤرخ جيفري باركر: "إن المناخ هو الذي يحوّل الأزمة إلى كارثة[192]لا يزال هذا المنطق صحيحاً. فالمناخ يساهم بشكل متزايد في اندلاع النزاعات (انظر المقدمة). بالطبع، ليس المناخ العامل الوحيد المحدد لهذه الاضطرابات، ولكنه بالتأكيد يهيئ بيئة خصبة للاضطرابات.

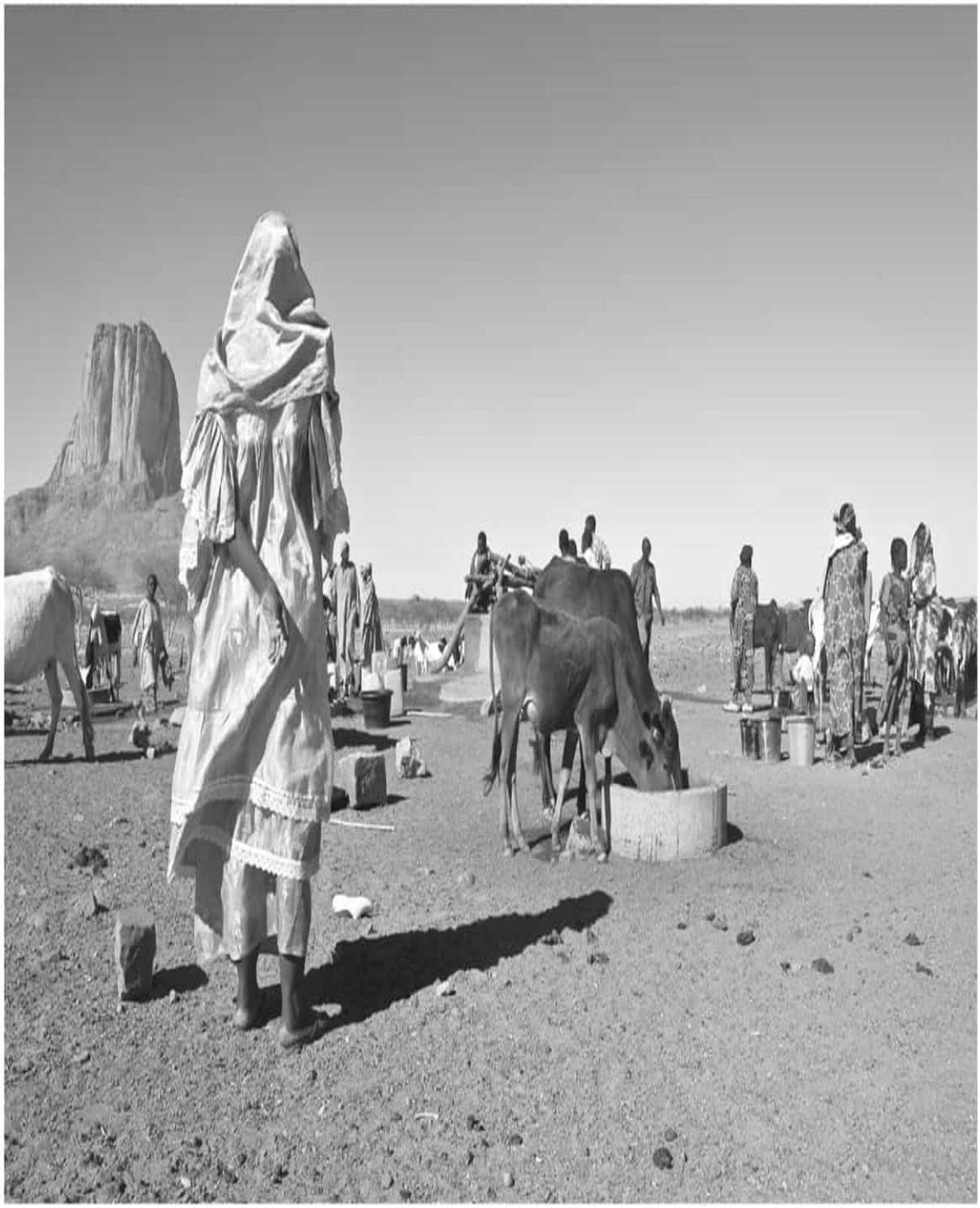
مالي تحترق

"إما أن يرحل الجميع، أو أن يقتل الناس بعضهم بعضاً هنا"[193]هذه كلمات راعي ماشية مالي، في أوائل عام ٢٠١٩، واجه، مع مزارعين آخرين، الآثار الكارثية لتغير المناخ في منطقته. هناك، يعيش الناس على خيرات الأرض، لكنها تتصدع تحت وطأة الحرارة التي تحول الأنهار إلى رمال في لمح البصر. في السابق، كان المزارعون يعرفون مسبقًا موعد هطول الأمطار ويعملون وفقًا لذلك. أما الآن، فقد أصبحت الأمطار والجفاف، بل وحتى المواسم بأكملها - باختصار، الظواهر المناخية - غير قابلة للتنبؤ على الإطلاق. وبينما تكافح المجتمعات الزراعية أصلًا من أجل البقاء، فإنها الآن تتصارع فيما بينها على الموارد مع تزايد الضغط السكاني. وفي هذا السياق، يتم تجنيد أطفال من هذه المجتمعات من قبل الجهاديين، الذين يغريهم خطاب العدالة. ويحذر

صحفي مالي من احتمال ظهور خلافة إسلامية قريبًا في المنطقة. "في النهاية، بدأ كل شيء بالجفاف". قال المزارع: "لو كانت هناك مياه كافية في الجداول وأمطار، لما وصلنا إلى كل هذا".

انطلقت صرخة استغاثة أخرى من شابة أوغندية. ففي أكتوبر/تشرين الأول 2019، خلال اجتماع لشبكة مدن C40 التي تضم 40 مدينة رائدة في مكافحة تغير المناخ، كان من الممكن سماع نبرة التأثر في صوتها: "بعد التأثير الهائل لتغير المناخ على قريتي، اضطر والداي لبيع أرضنا ومواشينا لنتمكن من البقاء على قيد الحياة. وعندما نفد المال، أصبح الأمر مسألة حياة أو موت".

يعتمد ما يقرب من نصف الأفارقة بشكل مباشر على الزراعة. وأي تغيير في درجة الحرارة أو هطول الأمطار له تأثير مباشر على الموارد المتاحة للسكان[194]. يحذر فرانسوا جيمين، المتخصص في مرصد الجغرافيا السياسية والمعني بتحديات تغير المناخ على صعيد الأمن والدفاع، قائلاً: "هذه وصفة لكارثة". وبالتالي، فإن المناخ المتقلب، إن لم يُضاعف الصراعات، فسيُشجع على الأقل على ظهورها[195]. وبالمثل، قد يؤدي ذلك إلى تفاقم التهديدات التي تؤدي إلى الهجرات الجماعية[196].



في مالي، يعتمد العمل والبقاء على قيد الحياة في كثير من الأحيان على الماء. وندرته تغذي الصراع والإرهاب.

إن الاضطرابات المتعلقة بالمناخ ليست سوى بداية لما هو قادم. ستكون الاضطرابات المناخية المستقبلية أكثر تدميراً قريباً، في سياق سياسي شديد التقلب أصلاً، حيث تزايد عدد الثورات والانتفاضات الشعبية بشكل كبير في جميع أنحاء العالم منذ بداية القرن، وحيث يلوح في الأفق خطر حرب شاملة[197]. "إننا نتجه نحو كارثة!" تحذر سابرينا سبيش، أستاذة علوم المحيطات والمناخ في المدرسة العليا للأساتذة. "إذا استمرينا في إطلاق هذه الكميات الهائلة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، فسنشهد حروبًا على المياه وعلى الأراضي الصالحة للسكن، والتي ستتقلص مساحتها[198]". وفقًا ... للأمم المتحدة، قد يصل عدد المهاجرين المناخيين الذين يُجبرون على استخدام الطرق إلى 250 مليونًا سنويًا بحلول عام 2050. وفي النصف الثاني من القرن، ربما يصل العدد إلى مليارين أو ثلاثة مليارات (ومع ذلك، ينبغي التعامل مع هذه التوقعات بحذر[199]). سيهرب هؤلاء الناس من فوضى نابعة من ظلم جوهري: تقع المسؤولية التاريخية بالدرجة الأولى على عاتق أغنى الدول، التي دأبت على انبعاث كميات أكبر من الكربون لقرون، بينما تُعدّ الدول الأفقر، في نصف الكرة الجنوبي، أول المتضررين. "الظلم يؤدي إلى أعمال إرهابية". وتغير المناخ ظلم صارخ[200] ينبغي أن يلاحظ ذلك سليم الحق،" خبير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في مجال التكيف".

هؤلاء المليونيرات يستعدون للانهيار

في الماضي، أعادت الكوارث المناخية العالمية تعريف جغرافية علاقات القوة. في نهاية القرن التاسع عشر، حدث تأثير غير عادي لظاهرة النينيو[201]. يؤدي سوء إدارة البشر إلى وفاة 3% من سكان العالم. "لقد تجاهلت الإدارات الاستعمارية آنذاك عواقب ذلك تمامًا[202]". النتيجة: ما بين 40 و50 مليون حالة وفاة في غضون سنوات قليلة، وفقًا لمصادر متعددة، في الهند والصين والبرازيل والعديد من الدول الأفريقية. ويُفسر هذا الحدث، بحسب الخبير الاقتصادي غايل جيرو، "إلى حد كبير أسباب تخلف الدول النامية عن الدول المتقدمة". وقد تتفاقم هذه الفوارق، ويتجلى ذلك في قيام بعض الأثرياء ببناء ملاجئ استعدادًا للانهيار[203]. يقترح كريستوف بونويل هذا. يتصور مؤرخ العلوم مستقبلاً "لإعادة توزيع علاقات القوة والثروة في العالم[204]". «.

وهكذا، تهيأت الظروف لانتشار آفات فتاكة أسقطت بالفعل بعض الحضارات: الظلم، والفقر، والمجاعة، والمرض، والعنف، والحرب. ويرى البعض أن الديمقراطية وقيمة الحياة البشرية مهددتان. ويعتقد كريستوف بونويل أن "الإرادة السياسية وحدها، مدفوعة بانتفاضات المجتمعات المدنية، قادرة على منع الأسوأ[205]". لكن أولاً، يحتاج العالم بأسره إلى اتخاذ قرار بالتوجه نحو هدف واحد. يخشى فنسنت مينيرو، وهو مفكر في شؤون الانهيار، أن الموارد الأحفورية التي هجرها أكثر سكان الأرض استقامة قد

تجذب اهتمام جهات مفترسة - دولة أو مافيا أو كيان خاص - ممن يفضلون مساراً آخر.

4. هل عدد سكان الأرض كبير جداً؟

من العار إنجاب الأطفال في هذا الزمان." في مستقبلٍ مُدمّر، تواجه أمٌّ" نظرات استهجان من أناسٍ رثّي الثياب وهي تراقب طفليها الصغيرين. بالطبع، لسنا (بعد؟) في عالمٍ ما بعد الكارثة، الذي دمّره تغيّر المناخ، والذي تخيّله جان مارك ليني[206]. لكن في فرنسا وغيرها، يتزايد عدد النساء والرجال الذين يرفضون إنجاب الأطفال لأسباب بيئية، لأن كل جنين هو مستهلك للموارد في المستقبل. فقد تضاعف عددنا سبع مرات مقارنةً بما كان عليه قبل قرنين من الزمان، وتضاعف عدد المستهلكين الذين يطلقون غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي، ويشغلون مساحات كانت مخصصة سابقًا لأنواع أخرى.

من ملياري نسمة في منتصف القرن العشرين، ارتفع عدد سكان العالم إلى 7.6 مليار نسمة في عام 2017. ووفقًا للأمم المتحدة، سيصل عدد سكان العالم إلى 8.6 مليار نسمة في عام 2030، و9.8 مليار نسمة في عام 2050، و11.2 مليار نسمة في عام 2100. وتُعدَّل هذه التوقعات بالزيادة في كل مرة. فهل يتوافق هذا النمو المتسارع مع مستقبل مستدام؟ يجيب العلماء بالنفي. ففي التقارير والمقالات، يتوصلون إلى النتيجة نفسها: "إن إبطاء النمو السكاني ضرورة حتمية[207]".

النمط السويدي أم النمط البنغلاديشي؟

الحد من المواليد؟ يرد عالم السياسة بول آرييس قائلاً: "أنا لا أؤمن بهذه النظريات. ليس هناك عدد كبير جداً من البشر على الأرض، ولكن هناك عدد كبير جداً من المستهلكين المفرطين[208]". في الواقع، لسنا جميعًا متساوين في المسؤولية: سنحتاج إلى خمسة كواكب لو عاش كل إنسان مثل الأسترالي أو الأمريكي، لكننا سنحتاج إلى أقل من نصفها لو تبنينا جميعًا نمط الحياة البنغلاديشي. يُشيد بالإسكندنافيين لوفرة الطاقة المتجددة لديهم ومعدلات إعادة التدوير العالية. لكن بصمتهم البيئية مُزرية، من بين الأسوأ في العالم. ومع ذلك، فإن مواردهم الطبيعية هائلة: بلدان قليلة السكان وأراضٍ شاسعة مغطاة بالغابات قادرة على تخزين كميات هائلة من الكربون. أما السويديون، فلديهم منازل ثانية، مساكن معزولة جيدًا لا تزال تعاني من البرد، ويحبون

السفر بالطائرة، ويأكلون اللحوم، ويعيشون حياة مريحة، ويقودون سيارات فولفو كبيرة.[209] يقول ماتيس واكرناغل، مؤسس منظمة "شبكة البصمة العالمية" الأمريكية غير الحكومية: "إنهم في الأساس عمالقة في مجال البيئة". وإذا نظرنا إلى الحالات المتطرفة، "فإن هناك ملايين من الأثرياء في العالم ينبعث منهم ثاني أكسيد الكربون بمعدل يتراوح بين ألفين وثلاثة آلاف ضعف ما ينبعث من أفقر الناس."[210] المسؤولية مشتركة على نطاق واسع في فرنسا أيضاً، حيث ينبعث من الأثرياء جداً كربون أكثر بأربعين مرة من أفقر الفقراء"، هذا ما حسبه الخبير الاقتصادي جان غادري.

لذا، يتمثل أحد حلول هذه المشكلة في مجتمع أكثر عدلاً، تُوزّع فيه الموارد بشكل أفضل. وفوق كل ذلك، كما رأينا، ضرورة ضبط النفس في الدول الصناعية. ويشكك البعض، مثل عالمة المناخ فاليري ماسون-ديلموت، الرئيسة المشاركة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، في جدوى مخصصات الأسرة في السياق الحالي.[211] يدعو علماء نظرية الانهيار إلى عكس مبدأ السياسة الأسرية الفرنسية، حيث تُدفع المخصصات عند الولادة الأولى، ثم تتناقص عند الولادة الثانية وتُلغى عند الولادة الثالثة.[212] لكن من منظور المناخ، سيكون التأثير ضئيلاً. وسيكون لخفض الانبعاثات الفردية تأثير أكبر بكثير.[213]

وحتى لو كان النمو السكاني العالمي أبطأ من ذي قبل، فإن عدد السكان يستمر في الازدياد. ثمة ظاهرة للجمود: فحتى لو انخفض معدل الخصوبة إلى أقل من 2.1 طفل لكل امرأة على مستوى العالم (بلغ متوسطه 2.5 في عام 2015)، أي أقل من مستوى الإحلال السكاني، فإن عدد السكان سيستمر في الارتفاع لعقود. ويرتبط هذا الجمود بحجم السكان في سن الإنجاب.[214]

إنها مسألة حياة أو موت.

في معظم مناطق العالم، يتجه النمو السكاني نحو الاستقرار خلال الثلاثين إلى الأربعين عامًا القادمة، وفقًا لباحثين في المعهد الوطني للدراسات الديموغرافية. باستثناء أفريقيا، حيث لا تزال معدلات الخصوبة مرتفعة. ويتوقع علماء الديموغرافيا أن يتضاعف عدد سكان القارة أربع مرات بحلول عام 2100. كيف يمكننا معالجة هذه المشكلة؟ يُعد تعليم الفتيات عاملًا أساسيًا: فالفتاة الأكثر تعليمًا عادةً ما تنجب عددًا أقل من الأطفال بعد التخرج، لأن تعليمها يمنحها خيارات أوسع. وبالتزامن مع تنظيم الأسرة وسائل منع الحمل، من بين أمور أخرى)، يُشكل تمكين النساء والفتيات) الحل الأمثل في الخطة التي وضعها الناشط البيئي بول هوكين وسبعون باحثًا لمواجهة ظاهرة الاحتباس الحراري.[215] مفتاحٌ لنزع فتيل ما يعتبره العلماء قنبلة موقوتة. فبحسب البعض، يقودنا نمو البشرية مباشرةً إلى طريق مسدود. "إما

أن تستقر معدلات المواليد بطريقة أو بأخرى، أو أن ترتفع معدلات الوفيات".[216] يتنبأ الفيزيائي دينيس ميدوز قائلاً: "يتوقع علماء الانهيار أن يصل عدد سكان الكوكب إلى ملياري نسمة، أو حتى مليار نسمة، بحلول نهاية القرن". ويرى هؤلاء أن توقعات علماء السكان محدودة لأنها تستند إلى الاتجاهات الديموغرافية الحالية. ومع ذلك، من المتوقع أن يشهد العالم بحلول عام 2100 العديد من الاضطرابات البيئية (استنزاف الموارد، والاحتباس الحراري، وما إلى ذلك) والاجتماعية[217] بالنسبة لبعض علماء نظرية الانهيار، نحن بالفعل كثيرون جداً.

يقول "منظرو الانهيار" إن الأمراض والمجاعات والحروب قد تحسم الجدل لصالحنا. مستقبلٌ قاتمٌ مرتبطٌ بتجاوز حدود كوكبنا المادية. سيضع هذا الانهيار حداً للنجاح الباهر في استمرار النوع البشري، والذي يتمثل في انتشار جيناتنا على الأرض. "إذا لم نستطع اليوم أن نقرر جماعياً من سيولد، فهل سنتمكن غداً من أن نقرر من سيموت في مناخٍ سلمي؟"[218]؟

ملايين الأطنان من الطعام والنفايات، والقمامة، والإكسسوارات، والعلاجات، والفضلات... تستهلكها حيواناتنا الأليفة وتلوث البيئة. هل أعدادها كبيرة جدًا؟ حسب باحثان أن البصمة الكربونية لكلب متوسط الحجم تعادل ضعف البصمة الكربونية لسيارة دفع رباعي[219] تقطع القطط البريطانية مسافة 10,000 كيلومتر سنويًا. وفي كل عام، تقتل القطط البريطانية 55 مليون طائر، بينما تقتل نظيراتها الأمريكية مليارات الطيور... من الممكن جعل حياة حيواناتنا الأليفة أكثر استدامة. ولكن وفقًا لعالمين، إذا لم يكن بإمكاننا الاستغناء عن حيوان أليف، فإن الخيار الأمثل هو اختيار حيوان أليف نباتي يمكن تناوله بعد وفاته[220].

5. وسائل نقل لا تدمر الكوكب

في عام ٢٠١٩، جابت تفاحتي الأرض. ولم تكن الوحيدة. فقد قطعت مئات الملايين من الموز، ومليارات السلع الأخرى، والكائنات الحية، عشرات الآلاف من الكيلومترات باستخدام وسائل النقل الحديثة. لو جمعتُ كل الكيلومترات التي قطعتها السلع لتوفير الغذاء والملبس لي منذ ولادتي، لربما وصلتُ إلى مسافة أكبر من المسافة بين الأرض والقمر. وربما حتى إلى الشمس؟ شكرًا للوقود الأحفوري.

ترك رجلٌ بصمته. في أواخر سبعينيات القرن التاسع عشر، حلم رودولف ديزل ببناء "المحرك المثالي" - محرك قادر على استبدال محركات البخار ذات الكفاءة الكارثية في استهلاك الطاقة. كان المخترع مهتمًا بشدة بالاشتراكية. من خلال تطوير محرك صغير، أرخص وأقل تعقيدًا وأسهل صيانة وأكثر موثوقية من محرك البخار، كان رودولف ديزل يهدف إلى إعادة التوازن للاقتصاد، ومنح الحرفيين الصغار فرصةً وتنشيط المناطق الريفية. اعتقد أن محركه سيُشغّل آلةً مستقلةً للامركزية الصناعية الصغيرة وتأسيسها في الريف، بدلًا من تركيزها في المدن الكبيرة المكتظة بالسكان، والتي تفتقر إلى الهواء والضوء والمساحة. لكن نموذجه الأولي المبتكر سيؤدي في الواقع إلى عكس ذلك تمامًا. بعد تطويره، ظن رودولف ديزل أنه "حلّ المسألة الاجتماعية". مات دون أن يرى سيارةً واحدةً تعمل بالديزل على الطريق. والأهم من ذلك كله، بدلًا من لامركزية الاقتصاد من خلال توفير طاقة رخيصة للمنتجين الصغار، أصبحت لعبته القوة الدافعة وراء آلات العولمة والشركات متعددة الجنسيات. ساهمت محطات الطاقة والمصانع والسفن التجارية والغواصات والقاطرات ومعدات البناء والآلات الزراعية والآلات الصناعية والسيارات والطائرات في دفع ما يسميه المؤرخون "التسارع الكبير" في الخمسينيات.

[221].

المصدر الأول للتلوث

يُعد قطاع النقل المصدر الرئيسي للغازات الدفيئة في فرنسا الحضرية (29.7% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ في عام 2017)، وفقًا للمركز التقني متعدد التخصصات للدراسات حول تلوث الغلاف الجوي.

50% من المساحات العامة في باريس مخصصة للسيارات

في نهاية عام 2016، كان نصف مساحة الطرق العامة في العاصمة البالغة 2800 هكتار يشغلها إما حركة مرور السيارات أو مواقف السيارات العامة.

كيلوغرام من البضائع للشخص الواحد يوميا برا 100
يتم نقل حوالي 35 طنًا من البضائع لكل شخص سنويًا عن طريق البر عبر جميع الدول الأوروبية (أي كيلوغرام يوميًا)، باستثناء النقل البحري والنقل عبر خطوط الأنابيب، والنقل بواسطة الأسر في 100 السيارات، والمركبات الصغيرة متعددة الاستخدامات، والتدفقات الأخرى ذات الصلة[222].

تقليل التنقل، عضلات ساق أكثر تناسقًا

*الإنسان العاقل*أم الإنسان المتنقل؟ "على الطريق، في الجو، على الماء "أو على السكة الحديدية، تتضاعف الرحلات وتطول[223]في مجال نقل" ."الركاب، يهيمن نوع واحد من المركبات: مليار سيارة حول العالم! 40 مليون سيارة في فرنسا وحدها. وهي تتزايد أعدادها، ويقلّ عدد ركابها بشكل متزايد. هذا الأسطول يُلوّث البيئة أكثر بكثير من الشاحنات أو الطائرات. إنه المصدر ."الرئيسي لتلوث الهواء الخارجي في المدن[224]في بلدنا، يصرح ثلثا سائقي السيارات (67٪) بأنهم "ليس لديهم خيار اختيار وسيلة النقل الخاصة ."بهم[225]صحيح أن الحلول المقدمة قليلة، خاصة في المناطق الريفية. ولكن" هل هذه هي القصة كاملة؟ النقل العام غير مستغل إلى حد كبير، كما يشير الصحفي أوليفييه رازيمون في عموده: تدفق مستمر من الحافلات بين المدن شبه الفارغة، وقطارات إقليمية بعيدة كل البعد عن الامتلاء خارج ساعات ."الذروة، وعدم ثقة في وسائل النقل هذه بين العديد من الفرنسيين[226]...

يشرح علماء الاجتماع الأمر جيدًا: السيارة هي ملاذٌ من الألفة، مكانٌ نشعر فيه بالحياة، حيث نستطيع التأمل والغناء بأعلى صوتنا. إنها مصدر شغف. لكن التخلص التدريجي من الوقود الأحفوري سيفرض علينا نهجًا جادًا يركز على السيارات. خاصةً مع تقادم الطرق الوطنية الفرنسية، سينفد النفط اللازم لإصلاحها، ونتوقع أن تتدهور الشبكة أكثر (على سبيل المثال، ستكون هناك حاجة إلى "خطة مارشال" لإنقاذ 25 ألف جسر خطير، وفقًا لأعضاء مجلس الشيوخ الذين أجروا تحقيقًا في سلامة الجسور). علينا التحرك بسرعة. عالم المناخ جان جوزيل متفائل في هذا الشأن: "اختفت الخيول في باريس خلال عشر سنوات؛ أعتقد أن الأمر نفسه سيحدث مع محركات ."الاحتراق الداخلي[227]« .

أمرٌ واحدٌ مؤكد: "لن نتمكن من الحفاظ على وسائل النقل الآلية الحالية. حتى لو استهلكت السيارات لترين فقط لكل 100 كيلومتر، مقارنةً بستة [...] إلى ثمانية لترات حاليًا، فإن هذا لا يزال كثيرًا جدًا بحيث لا يكفي لعمر قرن. ولن نتمكن أيضًا من تشغيلها جميعًا بالكهرباء، لأن الطلب على الطاقة الكهربائية لن يكون كافيًا، وكذلك إمدادات المواد اللازمة لصنع ."البطاريات[228]كما يقدر جان مارك جانكوفيتشي. ويتوقع البعض أن ينخفض "،" عدد السيارات في منطقة إيل دو فرانس من ستة ملايين سيارة اليوم إلى .ألف سيارة بحلول عام 2050 100[229]يرى بابلو سيرفين أن البشرية قد تُجبر على تقليل استخدام وسائل النقل بجميع أنواعها. ويضيف: "حتى وسائل النقل

العام، التي تستهلك الوقود الأحفوري والكهرباء، هي نظام صناعي. فهي تتطلب الليثيوم والإطارات، وبالتالي المطاط... النظام الصناعي برمته بحاجة إلى إعادة تقييم[230]« ."

عصر ما بعد النفط، عصر المشي؟ ستحظى أرجلنا الصغيرة بمزيد من التمارين. ولن تشكو صحتنا، التي عانت كثيراً من الكسل البشري، والتنقلات الآلية لبضع مئات من الأمتار، والسلالم المتحركة، وتوصيل كل شيء ولا شيء.

من الخزان الكهربائي إلى الخزان الحراري خفيف الوزن

لكن هذا لن يكون نهاية النقل. فمصانع ضخمة لبطاريات السيارات الكهربائية قيد الإنشاء بالفعل في أوروبا. وبما أن الوضع الراهن لم يتغير، فإن الصناعة والحكومات تراهن بكل شيء على الكهرباء لتوفير وسائل النقل. المشكلة الأولى: إنتاج خلايا البطاريات مكلف للغاية، والاستثمارات المطلوبة هائلة[231]. هل وسائل النقل المستقبلية التي تُسوَّق لنا تنهار بالفعل بسبب ارتفاع تكاليف الطاقة؟ تشير إحدى الدراسات إلى أن تكلفة إنتاج السيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات ستنخفض إلى مستوى تكلفة إنتاج سيارات محركات الاحتراق الداخلي بحلول عام 2022[232].

المشكلة الثانية: المركبات الكهربائية ليست بالضرورة أكثر صداقة للبيئة. ويتضح ذلك عند تحليل انبعاثات الكربون عبر دورة الحياة الكاملة (أي من منجم الليثيوم إلى مصنع إعادة التدوير[233]). في الواقع، يستهلك تصنيع البطارية نفس القدر من الطاقة، أو حتى ضعفها، التي يستهلكها تصنيع السيارة[234]. يُقلل استخدام السيارات الكهربائية من التلوث في الحياة... اليومية. لكن كل شيء يعتمد على كيفية إنتاج الكهرباء. ففي ظل الاعتماد الكبير على الطاقة النووية، كما هو الحال في فرنسا حاليًا، تُعدّ السيارات الكهربائية خيارًا مُجديًا، وفقًا لهيئة إدارة البيئة والطاقة (Ademe) لكن الطاقة النووية غير مستدامة على المدى الطويل[235]). يختلف الوضع تمامًا مع محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم، كتلك الموجودة في الصين. ولا يقتصر الأمر على ثاني أكسيد الكربون فحسب، فقد حسب العلماء مؤخرًا أن مؤشر السمية الإجمالي للإنسان والمياه العذبة أعلى بثلاث مرات مع السيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات. والسبب الرئيسي هو استخراج المعادن النادرة. وسواء كانت نادرة أم لا، فإن الخامات اللازمة ستنفد يومًا ما (ربما في وقت مبكر بعد عام 2020 بالنسبة للكوبالت)[236]. على الرغم من التقدم الهائل المُحرز في خفض الاستهلاك، ناهيك عن المخاطر الجيوسياسية المصاحبة، والتكلفة الباهظة لإنشاء آلاف محطات الشحن التي يتحملها المجتمع، وتأثير الأسطول (انظر فصل "حدود التكنولوجيا")... إلا أن بعض

المتخصصين، مثل الخبير الاقتصادي الان غراندجان، يعتقدون أن الآثار البيئية للسيارات الكهربائية ثانوية مقارنة بفوائدها للمناخ[237].

تسلا ضد سيتروين CV 2

إذا اقتصرنا على دراسة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون فقط، فسيتعين استخدام السيارات الكهربائية بكثرة، على سبيل المثال، ضمن أساطيل سيارات الشركات المشتركة، بحيث تكون، طوال دورة حياتها، أقل تلويثًا للبيئة من نظيراتها التي تعمل بمحركات الاحتراق الداخلي. ويمكن اعتبار مشاركة السيارات، وخدمات مشاركة الركوب، وأنظمة سيارات الأجرة المشتركة الصديقة للبيئة، خياراتٍ تُقلل بشكلٍ كبير من عدد المركبات على الطرق لفترة من الزمن. ولكن ثمة ضرورة ملحة: وقف انتشار السيارات. تزن سيارات تسلا أكثر من طنين (يزداد وزنها بسبب بطارياتها التي قد يصل وزنها إلى 600 كيلوغرام!)، وبالتالي تستهلك كميات هائلة من الطاقة. أما السيارة ذات التقنية البسيطة حقًا، فلا يتجاوز وزنها 500 كيلوغرام. لذا، يمكننا حظر تصنيع السيارات الثقيلة جدًا، أو ربما استخدامها في المدن.

لتوفير الوقت، وتجنب أنواع معينة من التلوث، والحد من التحول الكبير للصناعة نحو السيارات الكهربائية، يدعو البعض إلى الإبقاء على محرك الاحتراق الداخلي كما نعرفه، مع تقليل استهلاك الوقود إلى لترين لكل 100 كيلومتر، أو حتى لتر واحد لكل 100 كيلومتر. ستكون هذه السيارات أخف وزنًا بالضرورة. يعرف المصنعون كيفية تحقيق ذلك. يقول كريس دي ديكر، أحد دعاة التكنولوجيا البسيطة: "لم نصنع سيارة أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة من سيتروين CV 2، التي اختُرعت قبل ستين عامًا". صحيح أن المحركات الحالية تستهلك وقودًا أقل، "لكننا أضفنا السرعة والقوة والوزن والراحة والإلكترونيات"، وهي أمور يمكننا الاستغناء عنها[238]. غالباً ما نعتقد أن تغيير أنماط حياتنا سيجبرنا على العودة إلى أساليب معيشية أقل راحة. لكن ربما ليس هذا هو الحال. ربما نحتاج فقط إلى البحث عن تقنية أكثر منطقية. كلاسيكية سيكون السيارة الأكثر CVمحرك حديث في سيارة سيتروين 2 اقتصاداً في استهلاك الوقود في العالم، وسيكون بالتأكيد أكثر كفاءة من السيارات الكهربائية. صحيح أننا قد لا نتمكن من تجاوز سرعة 60 كيلومتراً في الساعة، وهي سرعة أقل من سرعة التكنولوجيا الحالية، لكنها لا تزال أسرع من المشي، الذي قد نضطر إليه يوماً ما إذا لم يتغير شيء[239]« .

الخفة المستدامة للكائنات المتحركة

المركبة المثالية خفيفة الوزن، أبطأ من سابقتها، ستتعايش بسهولة أكبر مع الدراجات الهوائية وستكون أكثر هدوءًا. وبالتالي، لفترة من الزمن، ستستمر بعض السيارات الصغيرة في السير على الطرق. ويمكن تخصيصها للرحلات الطويلة، ولخدمات الرعاية الصحية والطوارئ والأمن، وللمسنين، أو للأشخاص ذوي الإعاقة الحركية... ويتصور معهد مومنتوم أسطولًا من

المركبات التي يُحتمل أن تعمل بزيت نباتي خام (زيت بذور اللفت)، وهو وقود يمكن أن يُشغل أيضًا بعض الجرارات والحفارات من النوع نفسه.

ما زلنا بعيدين عن سيارات الدفع الرباعي الكهربائية أو المركبات ذاتية القيادة الثقيلة، وكلاهما من المركبات شديدة التلوث. وتستثمر الحكومة ملايين اليورو في تطوير هذا القطاع الأخير. لكن احذروا من تأثير الارتداد (راجعوا فصل "حدود التكنولوجيا")! قد تحل السيارة ذاتية القيادة محل المركبات الملوثة الحالية. ومع ذلك، قد تنافس أيضًا وسائل النقل العام (القطارات) ووسائل النقل النشطة (ركوب الدراجات، المشي، إلخ)، وفي نهاية المطاف ستزيد بشكل كبير من التنقل العام، فضلًا عن البصمة الكربونية لقطاع النقل، كما يحذر العلماء[240] دعونا لا ننسى الحجم الهائل من البيانات الرقمية التي تنتجها هذه التقنية، وهو أمر إشكالي للغاية، كما سنرى.

توجد بالفعل مركبات فائقة الخفة. تستهلك دراجة تويك 0.5 لتر لكل 100 كيلومتر. وفي فئة مختلفة، تقع بين السيارة والدراجة الهوائية، توجد الدراجة الكهربائية ثلاثية العجلات (فيلوموبيل): وهي مركبة تشبه نوعًا من الزلاجات ثلاثية العجلات. تتميز بسرعة ومدى يُضاهيان السيارة الكهربائية، لكنها أكثر كفاءة بما يصل إلى 80 ضعفًا! إذا استبدل 300 مليون أمريكي سياراتهم الكبيرة) بدراجات كهربائية ثلاثية العجلات، فلن يحتاجوا إلا إلى 25% من) الكهرباء التي تُنتجها توربينات الرياح الأمريكية الحالية[241] يُعدّ صغر حجم هذه المركبات كافيًا للعديد من الرحلات على هذا الجانب من المحيط الأطلسي، إذ لا يتجاوز عدد ركاب كل سيارة في فرنسا 1.1 شخص في المتوسط. وفي الرحلات الطويلة أو خارج المدن، غالبًا ما يكون هذا النوع من المركبات مناسبًا. أما بالنسبة للإطارات، فيمكن تجديدها بدلًا من استبدالها بالكامل.

عهد الملكة الصغيرة

هيمنت السيارة على وسائل النقل طوال القرن الماضي. فهل ستسيطر الدراجة غدًا؟ يبدو ذلك مرجحًا، نظرًا لانتشارها السريع. فقد حققت نجاحًا باهرًا في المدن الفرنسية الكبرى خلال إضرابات النقل في نهاية عام ٢٠١٩. فهي متينة، قابلة للإصلاح، موفرة للطاقة (لا تتطلب الدراجة سوى بضعة كيلوغرامات من المعدات لنقل شخص واحد، مقارنةً بطن إلى طنين للسيارة التي نادرًا ما تحمل أكثر من ٢٠٠ كيلوغرام)، أسرع من السيارات في الرحلات القصيرة داخل المدينة، مفيدة للصحة والمعنويات، وغير مكلفة... تتمتع الدراجة بمزايا عديدة. وقد تبنت الدول الاسكندنافية وألمانيا وهولندا وغيرها من الدول ركوب الدراجات. وقد ساهمت أزمات النفط أحيانًا في هذا الانتشار المبكر. ففي الصين، يُباع للفرد الواحد من الدراجات الكهربائية أكثر بثلاثين ضعفًا مما هو عليه في فرنسا. وعندما نُدرك أن ٥٠٪ من رحلات التنقل في بلدنا تقل عن خمسة كيلومترات، نُدرك إمكانات النمو الهائلة. والأمر أكثر إثارة للإعجاب في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية: ففي منطقة إيل دو فرانس، تقل نصف رحلات السيارات عن ثلاثة كيلومترات. ليس فقط من

حيث استهلاك الطاقة، ولكن أيضا من حيث المواد المستخدمة في تصنيعها، تتفوق الدراجة بسهولة على السيارة.

دراجة احترافية

يستفيد المهنيون أيضًا. السباكون، والكهربائيون، ومعالجو التدليك... في نانت وغيرها، بدأوا باستبدال سياراتهم الصغيرة بالدراجات الهوائية. دراجات الشحن والدراجات ثلاثية العجلات (صناديق مثبتة على عجلات) صديقة للبيئة، صغيرة الحجم، هادئة، سريعة، وتوفر خدمة محلية، ما يجعلها جذابة للعمال والزبائن على حد سواء. إمكانيات الدراجة الهوائية هائلة. بعجلاتها الأربع، تتحول إلى جرار يعمل بالدواسات قادر على بذر البذور، وحصاد التبن، واستبدال نظيره الآلي في العديد من المهام الزراعية منخفضة الطاقة. وعندما تكون ثابتة وموصولة بحزام، يمكنها تشغيل آلة درس حبوب صغيرة، أو آلة تمشيط ألياف، أو عصارة، أو مضخة مياه، أو مطحنة، أو غسالة صغيرة، أو خلاط[242]. كما شاهدنا حافلة صغيرة يستقلها اثنا عشر راكب دراجة من باريس وثمانية ركاب، وخدمة نقل مدرسية تستخدم دراجات كهربائية مشتركة أسعدت العشرات من أطفال نورماندي، ودراجة كهربائية ذاتية القيادة بنسبة 100% تستخدم مكثفات فائقة قابلة لإعادة التدوير وهي أكثر ملاءمة للبيئة من البطارية الكيميائية[243]. ناهيك عن العديد من الاختراعات ... السويدية الحضرية، المشابهة Podride المشتقة من الدراجة، مثل دراجة لسيارة ذات دواسات صغيرة.

ألا تؤمن حقًا بالدراجات؟ لقد نجحت في كوبا. لنعد إلى انهيار الاتحاد السوفيتي عام ١٩٨٩، الذي حرم الجزيرة من المساعدات المالية وإمدادات النفط. كان هناك نقص في البنزين، وتبع ذلك نظام تقنين. واستجابةً لذلك، أمر كاسترو بتوفير ٧٠٠ ألف دراجة لتعويض نقص وسائل النقل العام. وقد تأقلم الكوبيون.

هل تقود دراجتك النارية؟

تُعدّ الدراجة البخارية، وهي قريبة من الدراجة الهوائية، وسيلة نقل تشهد انتعاشاً ملحوظاً. وتنتشر نماذجها الكهربائية المشتركة في المدن. ففي بورتلاند، اختار ما بين 34% من السكان و48% من الزوار هذه الوسيلة بدلاً من سياراتهم الخاصة أو سيارات الأجرة أو خدمات النقل عبر التطبيقات. وفي تقرير لها، تُشير هذه المدينة الأمريكية المُهتمة بالبيئة إلى أن الدراجات البخارية الكهربائية تُتيح تنقلاً آمناً وفعالاً لعدد أكبر من الناس، حتى مع تفاقم أزمة المرور في المدينة[244]. خلصت البلدية إلى أن مشاركة الدراجات على غرار نظام "فيليب" (نظام مشاركة الدراجات الفرنسي) قد تكون بديلاً أقل تلويثاً للبيئة من السيارات، شريطة ألا يؤثر ذلك سلباً على البيئة. وينطبق الأمر نفسه على الدراجات الكهربائية ذات العجلتين مثل الدراجات البخارية.

ولكن ألا يكون الحفاظ على لياقتنا البدنية باستخدام الدراجات البخارية والهوائية دون مساعدة كهربائية أكثر استدامة؟ تشير نشرة "أوفرشيرينغ"، التي حللت بيانات عامة من لويفيل بولاية كنتاكي، إلى أن متوسط عمر الدراجة البخارية الكهربائية المشتركة هناك لا يتجاوز 28 يوماً[245]وخلص ... مؤلفو دراسة أخرى أحدث إلى أن التكلفة البيئية لرحلة على دراجة كهربائية من حيث ثاني أكسيد الكربون لكل كيلومتر يتم قطعه) ستكون معادلة لتكلفة سيارة فرنسية جديدة متوسطة من عام 2018 (باستثناء تكلفة تصنيعها[246]).

أراك لاحقاً في الحافلة، وأراك غداً في القطار

قد يشهد النقل العام ازدهارًا كبيرًا في المستقبل. ما هو مصدر الطاقة الذي سيستخدمه؟ الوقود البترولي، طالما أنه متوفر، وربما بعض الغاز الحيوي والكهرباء المولدة من البطاريات، والهيدروجين (انظر فصل الطاقات المتجددة ليست مستدامة دائمًا"). إذا تم تعزيز هذه الوسائل، فقد" تُشكّل بديلاً حقيقيًا للسيارة. تكلفة الحافلات أقل بثلاث مرات لكل راكب من السيارات. في بعض المناطق الريفية، وحتى في منطقة إيل دو فرانس، تُجرى تجارب على حافلات صغيرة عند الطلب، مع اشتراط الحجز المسبق. فكرة جيدة أخرى: خدمات حافلات عالية الجودة تربط المدن الصغيرة في الضواحي بمراكزها الحضرية. من بين خيارات النقل العام، تُعد حافلة الديزل النظام الأكثر استدامة، كما يؤكد فيليب بيهوي. فهي سهلة الصيانة، وتتكيف مع تغيرات الطرق، ولا تتطلب تقنيات معقدة أو نفقات ضخمة على البنية التحتية. وينطبق الأمر نفسه، إلى حد ما، على الترام، بمجرد إتمام الاستثمار الأولي. في المقابل، تتطلب أنظمة النقل الإقليمية والمترو، لكونها أكثر هشاشة، موارد طاقة ومادية ومالية وبشرية أكبر بكثير للصيانة والبنية التحتية، فضلاً عن شبكات واسعة من المعدات التقنية الثقيلة. ويزداد الوضع سوءاً بالنسبة للقطارات فائقة السرعة.

قطار متوسط السرعة

عشرات (SNCF) بينما قد تطلب شركة السكك الحديدية الفرنسية القطارات فائقة السرعة من الجيل الجديد، الأكثر كفاءة في استهلاك الطاقة والأقل تلويثًا للبيئة، إلا أن هذه الاستراتيجية قد لا تكون الأمثل. فكما هو الحال مع مشاركة السيارات، تتلاشى مكاسب الكفاءة الناتجة عن هذه التطورات التكنولوجية بفعل تأثير الارتداد: إذ تزيد من الطلب على وسائل النقل. لذا، في مستقبل مستدام، سيكون من الأفضل لنا الاستمتاع بالمناظر الطبيعية الخلابة على متن قطارات أبطأ. فلتحيا قطارات الليل! منذ إصلاح السكك الحديدية عام ١٩٩٥، أعادت ألمانيا فتح ٦٠٠ كيلومتر من الخطوط الفرعية و٣٠٠ محطة. ولا يزال هذا التوجه مستمرًا. فلماذا لا نحذو حذو جيراننا الألمان، مع إعادة فتح شبكة السكك الحديدية لنقل البضائع على نطاق واسع؟ ربما يكون ذلك ممكنًا من خلال إعادة استخدام بعض بقايا الشبكة

القائمة. هذه الشبكة التي كانت تُمكّن الناس قبل قرنٍ من الزمان من الوصول إلى شواطئ بريتاني بمجرد النزول من القطار. أُغلقت العديد من الخطوط، وتحولت إلى ممرات للمشاة، واستُبدلت بالطرق. فلنحلم بأن تزول الحواجز الثقافية، كما تخيلها باحثون سويسريون لبلادهم. بفضل شبكة السكك الحديدية المتطورة للغاية والكانتونات العديدة التي يسهل الوصول فيها إلى كل شيء بالدراجة، قطع كل مقيم سويسري مسافة 2277 كيلومتراً في المتوسط بالقطار عام 2015، وهو رقم قياسي عالمي. وهذا يعادل ضعف المسافة التي قطعها الفرنسيون تقريباً[247].

وبالمناسبة، لمَ لا ننشئ شبكة كثيفة من خطوط الترام الريفية؟ في بلجيكا، عام ١٩٣٩، كان لكل كانتون خطه الخاص. وقد ساهم ذلك في ازدهار الريف، وربط المدن والقرى. وكانت الخطوط الأكثر ربحية تدعم الخطوط الأقل ربحية. ونقلت هذه الخطوط كل شيء من بنجر السكر إلى الفحم والركاب. لكن الشاحنات والحافلات قضت عليها[248].

مع ذلك، ومع تزايد ندرة الطاقة، قد يتعذر الحفاظ على وتيرة النقل العام لعقود. حينها، سيتعين علينا إعادة تعلم الصبر وإعادة تكييف الاقتصاد مع جداول القطارات والترام. هل سنعتاد على قطارات تسير بدون كهرباء في الشتاء بسبب نقص الطاقة الشمسية؟ وعلى قطارات شحن تعمل بطاقة الرياح ليلاً، وبألواح شمسية كهروضوئية مثبتة على طول السكك الحديدية أو فوق خطوط الكهرباء العلوية نهاراً؟[249]من يدري، ربما نشهد يوماً ما انتشار عربات السكك الحديدية (عربات خفيفة الوزن تُستخدم غالباً لصيانة السكك الحديدية؛ وكانت أقدمها تُدار برافعة يدوية) التي تعمل بالدواسات أو مزودة بأشرعة. لأن، دعونا نؤكد، كان التلامس بين العجلة والسكك الحديدية الفولاذية قفزة تكنولوجية هائلة للبشرية: فهذا الابتكار يسمح لنا باستهلاك طاقة أقل بخمسمائة إلى ألف مرة مما يتطلبه نقل نفس الحمولة بواسطة الزلاجة[250]!

إلى الماء!

على بُعد خطوات من برج إيفل، يجري تفريغ بارجة طولها 80 مترًا. في هذا اليوم الخريفي من عام 2018، عند الساعة السادسة صباحًا، في ميناء لا بوردونيه، يقوم ذراع آلي رباعي العجلات بتفريغ حاويات من البارجة، التابعة لسلسلة متاجر تجزئة كبرى. يوميًا، تنقل إحدى عشرة شاحنة البضائع الجافة من الميناء إلى 300 متجر من متاجر كازينو في المنطقة المحيطة. ومثل هذه المجموعة، يتزايد اهتمام الشركات بتأمين إمداداتها عبر الممرات المائية في منطقة إيل دو فرانس. في عام 2017، كان نهر السين، وهو نهر غير مُستغل إلى حد كبير، لاعبًا رئيسيًا في السوق[251]شهدت المنطقة زيادة في حركة المرور الإجمالية بنسبة 5%. وهذا يعني انخفاض عدد الشاحنات على طرق منطقة إيل دو فرانس بأكثر من مليون شاحنة[252].

في الواقع، تزخر البلاد باكملها بالأنهار والجداول. ومنذ الغزو الروماني، أُعجب المستكشفون، مثل الجغرافي اليوناني سترابو، بهذا الكنز. كان الغاليون ينقلون البضائع في جميع أنحاء بلاد الغال. في العصور الوسطى، حوالي عام ١٢٤٥، سافر الأخ ساليمبين عبر منطقة أوكسير لزراعة العنب. ولأنه لم يرَ السكان يزرعون أو يحصدون، فقد اندهش الإيطالي من حياتهم الرغيدة، التي كانت ممكنة بفضل بيع النبيذ المنقول إلى باريس. كيف؟ بفضل النهر القريب، بالطبع[253]!

ارفعوا الأشرعة!

تفتخر فرنسا بشبكة ممرات مائية تمتد على مسافة 8500 كيلومتر، منها 2000 كيلومتر مُتاحة للسفن الكبيرة ومتصلة بالموانئ البحرية الرئيسية. ويمكن لبارجة واحدة تزن 5000 طن أن تحل محل ما يصل إلى 250 شاحنة! تصل البضائع مباشرةً إلى قلب المناطق الحضرية الكبرى. تربط هذه القنوات والممرات المائية المناطق الزراعية النائية بمراكز المدن، مما يسمح ببيع المنتجات المحلية، كما كان الحال في الماضي. حتى أن بعض الخضراوات والبيرة تصل إلى باريس. ولكن يمكن للمرء أن يتخيل، كما تصور المهندس المعماري بيير جانين، أسطولًا حضريًا حقيقيًا. سينقل هذا الأسطول المنتجات الزراعية، ويبيعها على متن السفن في الأسواق، ويحمل السماد، وحتى قطعانًا من الرعاة الحضريين الذين سيعتنون بالمناطق المتاخمة للأراضي الزراعية والحدائق والقنوات حيث تنمو أشجار الفاكهة أيضًا.

ما مصدر الطاقة الذي ستستخدمه هذه القوارب؟ يُعدّ زيت الوقود شديد التلوث، لكن إذا حلّ محلّ عدد كبير من الشاحنات، فقد يكون حلاً مؤقتاً. لمَ لا نستخدم الغاز الحيوي؟ يُدرس استخدامه في السفن السياحية... يتوقع البعض عودة قوارب التجديف والإبحار، التي لم تختفِ تماماً في بعض البلدان. قد تُثير العودة إلى استخدام الحيوانات في القطر غضب المهتمين بمعاناة الحيوانات. لكن الحاجة أم الاختراع. في هذه الأثناء، يشهد الملاحة النهرية ازدهاراً. يخوض البعض غمارها، مُختارين مصادر طاقة متنوعة: نظام للتخلص من النفايات النهرية يعمل بالهيدروجين في ليون؛ قاطرة دافعة تعمل بالهيدروجين على نهر الرون؛ مكوك مُجهز بمحرك هجين يعمل بالغاز الحيوي والكهرباء، يُتوقع أن يُوصل البضائع إلى قلب العاصمة بدءاً من عام 2020، وينقل النفايات إلى ضواحيها في رحلة العودة؛ قارب تخزين نهري، يُدعى فلوديس، يعمل بالكهرباء، وقد بدأ مؤخراً بتوصيل البضائع بالدراجة في باريس... ربما ستتبعها الطاقات القديمة.


©MAURIC

في وقت مبكر من عام 2020، كان بإمكان سفينة الشحن التابعة لشركة نيولاين والتي يبلغ طولها 136 متراً نقل 5000 طن من البضائع عبر المحيط الأطلسي، مما يقلل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 90٪ مقارنة بسفينة الشحن التقليدية.

في البحر، عادوا بالفعل لنقل البضائع. ويشير خبراء شركة نيغا وات إلى أن الساحل الفرنسي الممتد قد يشهد انتعاشاً لحركة النقل الساحلي (الشحن التجاري بالقرب من الساحل).[254] منذ عام 2011، دأبت سفن شراعية على عبور المحيط (Towt) "تابعة لشركة "ترانس أوشيانيك ويند ترانسبورت الأطلسي، عائدةً محملةً ببضائع متنوعة كالقهوة والشوكولاتة والبيرة وغيرها. وفي عام 2018، نُقلت 220 طنًا من البضائع في عنابر الشحن الصغيرة لهذه السفن الشراعية الخشبية القديمة.[255] بدايةٌ جيدة، لكنها لا تُقارن بـ 10.5 مليار طن من البضائع التي نُقلت العام الماضي بواسطة سفن الحاويات التي تعمل بالنفط. هذه السفن شديدة التلوث (3% من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية، بالإضافة إلى الجسيمات الدقيقة) تنقل 90% من بضائع العالم. يعتقد غيوم لو غراند، رئيس شركة توت، أن هذا الصرح العملاق ذو الأساسات الهشة سينهار عندما ينضب النفط. وهو يخطط لإطلاق سفينة شحن شراعية تزن 1000 طن في عام 2021، بالسرعة نفسها التي تُطلق بها السفن التي تعمل بالوقود الأحفوري. وتعمل شركات فرنسية وعالمية أخرى على مشاريع أوسع نطاقًا، تهدف أحيانًا إلى الجمع بين طاقة الرياح والغاز الطبيعي.

موت الطائرة

لو كان سانت إكزوبيري وميرموز وغيوميه وغيرهم من رواد الطيران على قيد الحياة، لكانوا يتقلبون في قبورهم. عار الطائرة! عار الطيران! يدعو البعض إلى مقاطعة أكثر وسائل النقل تلويثًا للبيئة في كل رحلة. بينما يدعو آخرون إلى الحد من سرعتها وعدد الطائرات لكل شركة طيران. حظر الرحلات الجوية داخل الدولة أو القارة. فرض ضرائب على التذاكر والكيروسين. إلغاء الرحلات غير الضرورية. توزيع التذاكر عن طريق القرعة، وتحديد عدد الرحلات السنوية لكل دولة... المقترحات لا حصر لها، لأن النقل الجوي مسؤول عن 5% من ظاهرة الاحتباس الحراري، وفقًا لشبكة العمل المناخي، التي تأخذ في الحسبان جميع آثار الطيران (الآثار، أكاسيد النيتروجين، إلخ). في كل ثانية، تقلع أو تهبط أكثر من طائرة في مكان ما. قطاع الطيران في نمو مستمر، إذ يتضاعف حجمه في المتوسط كل 15 عامًا! ومن المتوقع أن يتضاعف عدد الطائرات في الجو أربع مرات بحلول عام 2050! إن وسيلة النقل هذه، المستخدمة في رحلة ذهابًا وإيابًا بين باريس ونيويورك، غير متكافئة للغاية وتنبعث منها 2.5 طن من ثاني أكسيد الكربون لكل راكب: أي ما يعادل نصف متوسط الانبعاثات السنوية لكل شخص فرنسي.[256]

لا تزال الطائرة الكهربائية مجرد سراب.

ويؤكد فيليب شالمين قائلاً: "في الوقت الحالي، لم نجد أي شيء أفضل من الكيروسين لجعل الطائرات تطير[257] مياه البحر المُحَوَّلة، والوقود الهجين الذي يمزج الكيروسين التقليدي بالكيروسين الحيوي، وإعادة تدوير زيوت الطهي المُستعملة... على الرغم من محاولات الاستغناء عنه، يبدو الكيروسين بالفعل لا غنى عنه. ولا تزال الطائرة الكهربائية مجرد سراب. سيُحلِّق نموذج أولي يعمل بالهيدروجين، ويحمل أربعة ركاب فقط لمسافات قصيرة ومتوسطة، في عام ٢٠٢٥. ولكن فقط لأغراض الاختبار. لم نصل إلى هذه المرحلة بعد. وهل ينبغي لنا التخطيط لاستخدام الطاقة المتجددة المحدودة المتاحة لنا في المستقبل لهذا النوع من النقل؟ لن تُحسِّن الطائرات المسيَّرة التي تخطط لها أمازون أو بوينغ لتوصيل البضائع الوضع. وكذلك سيارات الأجرة الطائرة التي تُطوِّرها إيرباص، وهيئة النقل العام في باريس (RATP)، وشركات أخرى. ألن تكون هناك احتياجات أخرى أكثر أهمية؟

يتوقع الكثيرون زوال السفر الجوي، ونهاية صناعة الطيران بشكلها الحالي، التي كانت تنقل الجماهير إلى وجهاتٍ مشمسة ومدن بعيدة. من الواضح أن هذا هراء بيئي، وهراء اقتصادي أيضاً، فيما يتعلق ببعض المطارات الفرنسية: إذ يُقال إن نحو عشرين مطاراً في فرنسا غير مربحة بسبب قلة حركة المسافرين، وتعتمد على الدعم الحكومي[258] مورِدٌ أكثر فائدة لتطوير السكك الحديدية! ربما في يوم من الأيام، سنتمكن من تشغيل بعض الطائرات باستخدام وقود حيوي مُستخلص من الكتلة الحيوية، لاستخدامات محدودة للغاية. الأيام كفيلة بإثبات ذلك (أو عدمه).

الديزل للعربة التي تجرها الخيول؟

دعونا نلخص. لقد أدى نمط حياة مستدام تقنيًا منذ قرون إلى استبعاد السيارة الخاصة من خريطة النقل الحضري. وحلّت محلها وسائل المشي وركوب الدراجات بجميع أشكالها، بالإضافة إلى وسائل النقل العام. كما ازدادت إمكانية الجمع بين كل هذه الوسائل للوصول إلى الوجهة المطلوبة.

يوضح نيكولاس ميلان، مهندس النقل، أنه من الصعب استبدال النفط في المسافات الطويلة، "لأن نسبة الطاقة إلى الوزن فيه لا تضاهى[259] لكن استخدامها (طالما أنها متوفرة) بالتزامن مع البطاريات والغاز الحيوي والهيدروجين في مركبات أخف وزنًا، وخاصةً لتقاسم السيارات، يُعد خيارًا مطروحًا. وهذا من شأنه أن يقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة للفرد. كما يُعد إعادة توظيف خدمات السكك الحديدية في المناطق التي يشهد فيها السفر الجوي انخفاضًا (وربما يختفي تمامًا؟)، على المستويين القاري والوطني، خيارًا آخر. ويُعدّ تطوير شبكات الترام المحلية (الريفية) حيثما أمكن ذلك ودون إحداث تأثير بيئي مفرط خيارًا ثالثًا.

أما بالنسبة للبضائع التي ستنخفض كميتها بشكل كبير، فهناك: النقل النهري والبحري، وهو ليس ملوثًا للغاية، والقطار والترام، وربما النقل

بالسكك الحديدية والطرق (النقل المشترك بالسكك الحديدية والطرق)، وتنظيم أفضل بشكل عام.



شاحنة نصف مقطورة تم تحويلها إلى حافلة في كوبا.

في حال حدوث انهيار مفاجئ، يمكننا محاكاة الكوبيين: الجميع على دراجات هوائية، وشاحنات ومقطورات نصفية مُحوّلة إلى حافلات... وسيظل السكان يتنقلون، ولكن باستهلاك طاقة أقل بكثير للفرد. ويتوقع مُنظّرو الانهيار أن نرى، يوماً ما، البغال التي تجر العربات والخيول تركبها، تتشارك الطريق مع عدد قليل من السيارات الكهربائية، مما قد يُثير استياء نشطاء حقوق الحيوان. ففي النهاية، لا تزال العربات التي تجرها الخيول تنقل الأطفال إلى مدارسهم قرب مونبلييه[260].

لكن الاستعداد المسبق الجيد أمر بالغ الأهمية. ومثال الخيول خير دليل على ذلك. إذ يجب تخصيص جزء كبير من الإنتاج الزراعي لها، وتصنيع سروج

وعربات خاصة بها، وتوفير مساكن مناسبة لها، بالإضافة إلى توفير خيول ملائمة للجر. "سيتطلب الأمر إنشاء مصنع كامل للسروج، وورشة لتقليم الحوافر، وبنية تحتية متكاملة. يبلغ عدد الخيول في فرنسا حاليًا حوالي مليون رأس، منها 8% فقط حمير و6% خيول جر، أما الباقي فيُستخدم للترفيه أو السباقات. إذا أردنا الوصول إلى مليون حمار وحصان جر في فرنسا، ومئة ألف في منطقة إيل دو فرانس بحلول عام 2050، فلا بد من إعادة توجيه مزارع الخيول في أسرع وقت ممكن"، هذا ما حلله معهد مومنتوم[261].

خطط للمنطقة وفقًا لذلك.

لا يكفي شراء دراجة هوائية لتغيير كل شيء. فغالباً ما تجعل خطط استخدام الأراضي السيارات ضرورية، حتى للذهاب إلى السوبر ماركت الذي يبعد 800 متر فقط. وتشجع الطرق الدائرية ومواقف السيارات وغيرها من البنى التحتية على زيادة التنقل باستمرار. ويمنع غياب الأرصفة على الطرق الفرعية الأطفال من الذهاب إلى المدرسة سيراً على الأقدام. وتُغلق المستشفيات وغيرها من الخدمات العامة، وتُبنى مراكز الرعاية الصحية على أطراف المدن، في مناطق صناعية تفتقر إلى خدمات النقل العام أو لا تتوفر فيها على الإطلاق، كما أن مناطق العمل منفصلة تماماً عن المناطق السكنية، ولا يمكن الوصول إليها بوسائل النقل العام إلا برحلات لا تنتهي... عقبات كثيرة! سيتعين على المخططين وصناع القرار تغيير نهجهم في المستقبل. فالمنطقة بأكملها ومدنها بحاجة إلى إعادة نظر شاملة.

6. الغوص في مدن وأقاليم المستقبل

الأمر سيان في أي بلدة صغيرة. ففي أيام السبت، تجوب عربات التسوق مواقف السيارات في المراكز التجارية. تملأها العائلات بمؤن البقالة من مكان ما، سواء في الريف أو وراء الجبال والمحيطات. المدن أشبه بأخطبوطات جائعة تتضخم بشكل ملحوظ، تستعمر الأرض وتستنزف مواردها بأذرعها الطويلة. لولا العالم العضوي الذي يغذيها، لكانت هذه المناطق المعدنية ميتة. تلتهم المدن ثلاثة أرباع موارد الكوكب. وكما هو الحال غالبًا في عصر الأنثروبوسين، فإن الاستهلاك خارج عن السيطرة. يتزايد استهلاك المدن للموارد بوتيرة أسرع من نمو سكانها ومساحة أراضيها. في مدن الدول الغنية، يحتاج كل ساكن إلى ما بين أربعة وخمسة هكتارات من الأراضي المنتجة بيئيًا للعيش. وبناءً على هذا المنطق، لا يمكن لسكان باريس جميعًا البقاء على قيد الحياة دون ما يعادل خُمس مساحة فرنسا الكبرى.

وحتى مع ذلك، فإن هذا مجرد حساب تقريبي يقلل من شان الواقع بشكل كبير، لأن ليس كل هكتارات الأراضي منتجة بيئيًا... ثمة تباين صارخ بين الاحتياجات الهائلة لسكان المدن، وأهميتهم البالغة للاقتصاد، والمساحة الضئيلة التي يشغلونها. فالمدن، هذه المحركات للنمو الاقتصادي، لا تغطي سوى 2% من سطح الأرض[262].

مراكز التبادل، هي مهد كل شيء ازدهرت فيه البشرية وتطورت، من القانون والصناعة إلى الثقافة والحرف والتمويل. لكنها الآن تُهدد بتدمير مُنشئيها، والقضاء على جزء كبير من العالم الحي. كيف ستبدو مدينة بلا نفط؟ دعونا نحاول رسم صورة، مهما كانت المخاطرة.

مقاومة انقطاعات الإمداد

انقطاع التيار الكهربائي. الفوضى. لو كنتَ في كاراكاس في مارس/آذار 2019، لكنتَ عشتَ كارثة انقطاع التيار الكهربائي المفاجئ والمطوّل. تسبّب انقطاع التيار في وفاة العديد من المرضى في المستشفيات، فضلاً عن أعمال النهب والشغب. غرق ملايين السكان في الظلام، دون خدمات الهاتف أو الإنترنت، وعانوا من الجوع، وتعفّن طعامهم في الثلاجات. حتى أن بعضهم لجأ إلى أكل علب البيض. وفي حالة العطش، ملأ بعض السكان عبوات بلاستيكية من قناة الصرف الصحي. في الواقع، أصبحت نقاط التبادل المذكورة سابقًا أكثر تعقيدًا مع نمو الأخطبوط. إذا توقّف قلبه، أو إذا تباطأ تدفّق الدم، فإنه يُصاب بالجنون أو فقر الدم. مثل المدن البريطانية في عام 2000، أثناء إضراب سائقي الشاحنات. معظم محطات الوقود فارغة، والعمليات الجراحية ملغاة، وتوقّف تسليم البريد، والمدارس مغلقة، والمتاجر الكبرى تفرض تقنينًا... حتى في الدول الغنية، غالبًا ما تكون البنية التحتية لتوزيع النقل والكهرباء والمياه قديمة لأكثر من نصف قرن. وأحيانًا ضعف ذلك. كل هذه العوامل تُشكل نقاط ضعف في مواجهة الكوارث المناخية المتزايدة. قريباً، ستصبح موجات الحرّ أمراً معتاداً. وقريباً أيضاً، سيفيض نهر السين على ضفافه بشكل متكرر، مُسبباً أضراراً واسعة النطاق. يجب علينا توقع هذه الاضطرابات، لأنّ اضطرابات سلاسل التوريد قد تُزعزع استقرار المدن، بل وتؤدي إلى انهيارها، كما حدث بالفعل في الماضي، وفقاً للباحثين[263].

في عام 2050، كما هو الحال في كل مكان، باتت الطاقة المتاحة في منطقة إيل دو فرانس أقل بكثير. لم يعد السفر ممكنًا كما كان في السابق. هذه هي "نهاية المدينة الباريسية العملاقة". هذا هو السيناريو الذي تصوره معهد مومنتوم. ففي ظل التهديدات باضطرابات خطيرة، لم يعد بإمكان المنطقة الاعتماد على شبكات الإمداد العالمية الضخمة، ولا الاستمرار في استمداد كفاءتها من مناطق متخصصة للغاية مُنظمة حول مركز حضري

مكتظ. لقد جعلها هذا النظام شديدة الهشاشة. وكذلك كان اعتمادها على النفط: ففي السنوات التي سبقت عام 2020، "شكّلت المنتجات البترولية والوقود الحيوي 96% من استهلاك الطاقة في قطاع النقل. [...] ويمرّ ما يقرب من 115 ألف برميل تُستهلك يوميًا عبر خط الأنابيب الوحيد الذي يخدم منطقة إيل دو فرانس. [...] قد يُمثّل النقل الخطر الرئيسي قصير الأجل على المجتمعات الحديثة عمومًا، وعلى منطقة إيل دو فرانس خصوصًا"[264].

في مواجهة الصدمات، المدن المرنة

لنعد إلى الحاضر. دعونا نغادر باريس ونتوجه إلى الساحل، حيث يعيش ملايين الفرنسيين. هناك، سيرتفع منسوب البحر مترين، أو حتى أكثر وفقًا للعلماء، بحلول عام 2100. كم عدد المدن الساحلية التي ستغمرها المياه خلال العواصف المتزايدة التواتر؟ هل سنضطر إلى نقلها؟ ربما علينا التفكير في هذا الأمر. عندما نعلم أن 240 مترًا من الخرسانة المسلحة التي تحمي روتردام من الأمواج كلفت نصف مليار دولار، ندرك أن ليس كل المدن على طول الساحل ستتمكن من تحمل تكلفة البقاء في مواقعها. لمواجهة ارتفاع منسوب مياه البحر، سيتعين على نيويورك تنفيذ مشاريع ضخمة بتكلفة عشرات، وربما مئات، المليارات من الدولارات، دون أي ضمانة على كفايتها[265]. تشير الدراسات إلى احتمال نزوح مئات الملايين من الناس قسراً بحلول عام 2100[266]. سيهرب هؤلاء النازحون من مدن مثل مومباي، العاصمة الاقتصادية للهند التي يبلغ عدد سكانها 21 مليون نسمة، والتي قد تغمرها المياه بنسبة ثلاثة أرباع خلال الثلاثين عامًا القادمة[267]. وبالتالي، قد يصبح بناء المنازل أو المستشفيات أو المصانع بعيدًا عن الساحل عادة.

سيزداد نطاق المخاطر المناخية بأكمله. وقد تصبح الأحداث المتطرفة التي تحدث حاليًا مرة كل مئة عام أحداثًا سنوية[268]. ستواجه مدن المستقبل هذه التحديات. فالتغير المناخي المتسارع، ونقص الموارد... ستؤدي هذه الصدمات حتماً إلى اضطرابات اجتماعية وسياسية واسعة النطاق (انظر الفصل "عندما يهدد المناخ والطاقة المجتمعات")، مما سيهز المدن من جذورها. ولمواجهة كل هذه الصدمات، تحتاج المدينة الحديثة إلى الطاقة والموارد التي تزداد ندرةً. لذا، يجب أن تصبح قادرة على الصمود في وجه هذه الموارد الوفيرة. وإلا، فسيكون الفقراء هم الأكثر تضرراً، مثل سكان الأحياء الفقيرة في نيو أورليانز، الذين لم يتمكنوا من العودة إلى ديارهم لأكثر من عقد من الزمان بعد إعصار كاترينا، أو أفقر سكان كاراكاس، الذين لم يتمكنوا من الفرار من بلادهم.

المدن الذكية، فائقة الترابط، التي تعجّ بالسيارات الكهربائية، وتتدفق فيها البضائع والأفراد، والمؤتمتة، والمُحسّنة إلى أقصى حد، والمُعقّدة للغاية... المدن الذكية التي تحلم بها الصناعة لن تُنقذنا، هذا ما يقوله المفكرون في مجال التحوّل والانهيار. ويؤكدون أن المفهوم غامض ولا يُغيّر النموذج السائد. وفي أحسن الأحوال، قد يُطيل النمو قليلاً قبل الانهيار الكبير. إن وفرة أجهزة الاستشعار لتحسين الإضاءة ومنع تسرب المياه والاختناقات المرورية لا تجعل المدينة مرنة. علاوة على ذلك، يجب تصنيع كل هذه التكنولوجيا، وبالتالي تُلوّث أكثر. يُفضّل الرأي العام بالفعل المدينة الطبيعية والمسافات القصيرة على المدينة المتصلة، التي تُعدّ مصدرًا للتوتر وفقدان التواصل الاجتماعي، وفقًا لدراسة[269].

لكي تكون المدينة قادرة على الصمود، يجب أن تتخلص من الأنظمة المعقدة والمستهلكة للطاقة بشكل مفرط، وأن تعتمد على مواردها الخاصة. خذ الفضلات كمثال.

براز مغذٍ عند عودة جامعي الخرق

نفعل ذلك يومياً. كل يوم، نحول العناصر الغذائية (في هذه الحالة: النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) المستخدمة في الزراعة إلى ملوثات تُطلق في أنهارنا. بينما تعيد إسرائيل استخدام 80% من مياه الصرف الصحي، لا تفعل فرنسا ذلك إلا لأقل من 0.1%[270]. في باريس، تُصرّف آلاف الأطنان من الفضلات مع مياه الشرب عبر شبكة صرف صحي تمتد لآلاف الكيلومترات، قبل معالجتها في محطات متطورة، لكنها لا تزيل كل شيء. سيؤدي الاحتباس الحراري إلى تفاقم التلوث، خاصةً مع ازدياد عدد السكان: سينخفض تدفق الأنهار، وستخفّ تركيزات الملوثات في كميات أقل من المياه. سنشرب ونأكل كميات أكبر من الأطعمة والمشروبات السامة.

على النقيض من ذلك، ينبغي للمدينة المستدامة على المدى الطويل أن تنظم تدفقاتها (المغذيات، الكربون، الماء، الطاقة، المواد، إلخ) وأن تقلل حجمها بشكل جذري عن طريق خفض الاحتياجات من المصدر. بالنسبة لفضلاتنا، يعني هذا استعادة المغذيات مباشرة من مراحيضنا. الهدف: إعادة دمجها في دورة النظام الغذائي. هذا ما فعله أسلافنا: في العصور الوسطى، كانت تُنقل دلاء مملوءة ببول المدن إلى الحقول لتخصيبها. وبالمثل، حُلت مشكلة روث الخيل في القرن التاسع عشر بتحويل هذا الروث إلى سماد. وهكذا اكتملت الدورة. ولعل كبار السن من سكان باريس يتذكرون أن روث الخيل كان يُنشر على محاصيل مزارعي السوق في المنطقة حتى ستينيات القرن الماضي[271]...

يُعدّ تركيب المراحيض الجافة في المباني السكنية اليوم أمرًا صعبًا. لكن التجارب جارية في شمال أوروبا: تعميم إعادة تدوير البول في الأحياء، وجمع البراز باستخدام تقنية الشفط أو التسميد عند سفوح المباني. كما يجري التخطيط لمراحيض المستقبل في باريس الكبرى. ستعمل المراحيض المنفصلة المُركّبة في المباني الجديدة على جمع البول (90% من النيتروجين فيه من أصل بشري) وتوجيهه إلى خزانات. أما البراز الصلب فسيستمر تصريفه عبر المجاري إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي. يوضح فابيان إسكولييه، عالم الكيمياء الحيوية الجيولوجية في مدرسة الجسور

باريس تك: "كما هو مُطبّق في السويد منذ أكثر من عشرين عامًا، يقوم المزارع أو الشركة بجمع البول وتخزينه ونشره كما هو، تمامًا كما يُنشر روث الخنازير[272]". من الممكن أيضاً إزالة الروائح الكريهة من السائل وتركيزه للحصول على 30 لتراً من السماد الفعال لكل 1000 لتر من البول. وهذا أكثر استدامة بكثير من استخراج الأسمدة من المناجم المتضائلة على الجانب الآخر من البحر الأبيض المتوسط. تتوفر العديد من العمليات المختلفة.

لكن التسميد يظل الخيار الأمثل في المناطق الأقل كثافة سكانية، أو على أطراف المدن، أو في الريف. يا له من حلٍّ رائع للمراحيض الجافة! لا داعي للقلق، فالسلامة الصحية مضمونة إذا تمّت العملية بشكل صحيح: التسميد يقضي على الجراثيم، وبضعة أشهر من التخزين كافية للتخلص من تلك الموجودة في البول. إذا لم تكن المدينة كبيرة جدًا، فيمكنك ترك الطبيعة تأخذ مجراها، كما هو الحال في سيغونزاك: في هذه المدينة، يُعالج نظام من أحواض ترشيح طبيعية من القصب مياه الصرف الصحي.

خنازير المدن

تُجدي عملية التسميد نفعاً حتى في المدن لمعالجة مخلفات الطعام القابلة للتحلل: حيث تُستخدم أجهزة التسميد الفردية التي تعمل بالديدان في الشقق، وأجهزة التسميد الجماعية عند مداخل المباني أو في الأفنية. ويمكن لهذه العملية أن تُخصب الحقول المحيطة أو الحدائق العامة في المدينة. فعلى سبيل المثال، في أوستن، تكساس، أصبح التسميد إلزامياً للمطاعم والسكان.

بإمكان مقاصف المدارس والمجتمعات المحلية، بالإضافة إلى المتاجر الكبرى، المساهمة بسهولة من خلال توفير بقايا الطعام، ونفايات الحدائق، أو النفايات الخضراء للتسميد. بل ويقترح فيليب بيهويكس إعادة تربية الخنازير في المدن، ما قد يحل محل حيواناتنا الأليفة غير الصديقة للبيئة (انظر فصل هل عدد سكان الأرض كبير جدًا؟"). في غضون ذلك، ومنذ عام ٢٠١٩، تجري" باريس تجارب في العديد من أحيائها لفرز النفايات العضوية لإنتاج الغاز الحيوي والسماد.

ارتدِ حزام الطعام الخاص بك

تُشبه هذه الحدائق متاهةً مُغطاةً بالنباتات، تقع في قلب ضاحيةٍ قريبةٍ من باريس. جدران الخوخ في مونتروي تُضفي سحرًا خاصًا. في هذه الحدائق الغنّاء، تتشبث أشجار الخوخ بجدرانٍ عتيقة. إنها بقايا عصرٍ ذهبيٍّ زراعيٍّ في القرن التاسع عشر، حين كانت تنمو 15 مليون ثمرةٍ في هذه المساحات الشاسعة. وصل بعض الخوخ إلى قصور الملوك الفرنسيين والإنجليز، بينما غذّى البعض الآخر "بطن باريس"، سوق ليه هال في العاصمة الذي وصفه إميل زولا. "في عام 1870، في أوج شهرة جدران الخوخ، غطّت ثلث المدينة

تقريبًا"، بل وامتدّت إلى الآحياء المجاورة (بانيوليه، رومانفيل، روني، فونتيني). (...) بدأ كل شيء في القرن الثامن عشر، عندما أراد مُزارعو الفاكهة "الحصول على محصول خوخ كل عام"، على الرغم من المناخ غير المُلائم. لحماية الأشجار من صقيع شهر مارس، حين تكون بعض الأصناف قد أزهرت بالفعل، يبني السكان جدراناً باستخدام مواد محلية: الصوان والتراب والجص. تمتص هذه الجدران حرارة الشمس نهاراً، وفي المساء تُفرد أغطية مربوطة في أعلاها لحماية الثمار من برد الليل[273]إن تاريخ الطعام في المدن" ."يحمل في طياته الكثير مما يمكن أن يعلمنا إياه

جيش الفلاحين

يروي المؤرخ وعالم الأعراق جان ميشيل روي أنه في القرن التاسع عشر، كان مزارعو العنب في ضواحي باريس يزرعون الفراولة والبنفسج والشعير بين كروم العنب، بينما كانوا يربون أيضًا بقرة أو أكثر[274]داخل أسوار المدينة، توفر 5000 بقرة الحليب لسكان باريس. في مطلع القرن العشرين، كان المزارعون والبستانيون وبائعو الخضراوات يعملون على قطع أرض صغيرة لكنها غزيرة الإنتاج. وقد ساهم روث 80 ألف حصان و700 ألف نسمة من سكان باريس في إثراء التربة. وبحلول عام 1930، كان هذا الحزام الزراعي يوظف جيشًا من المزارعين.

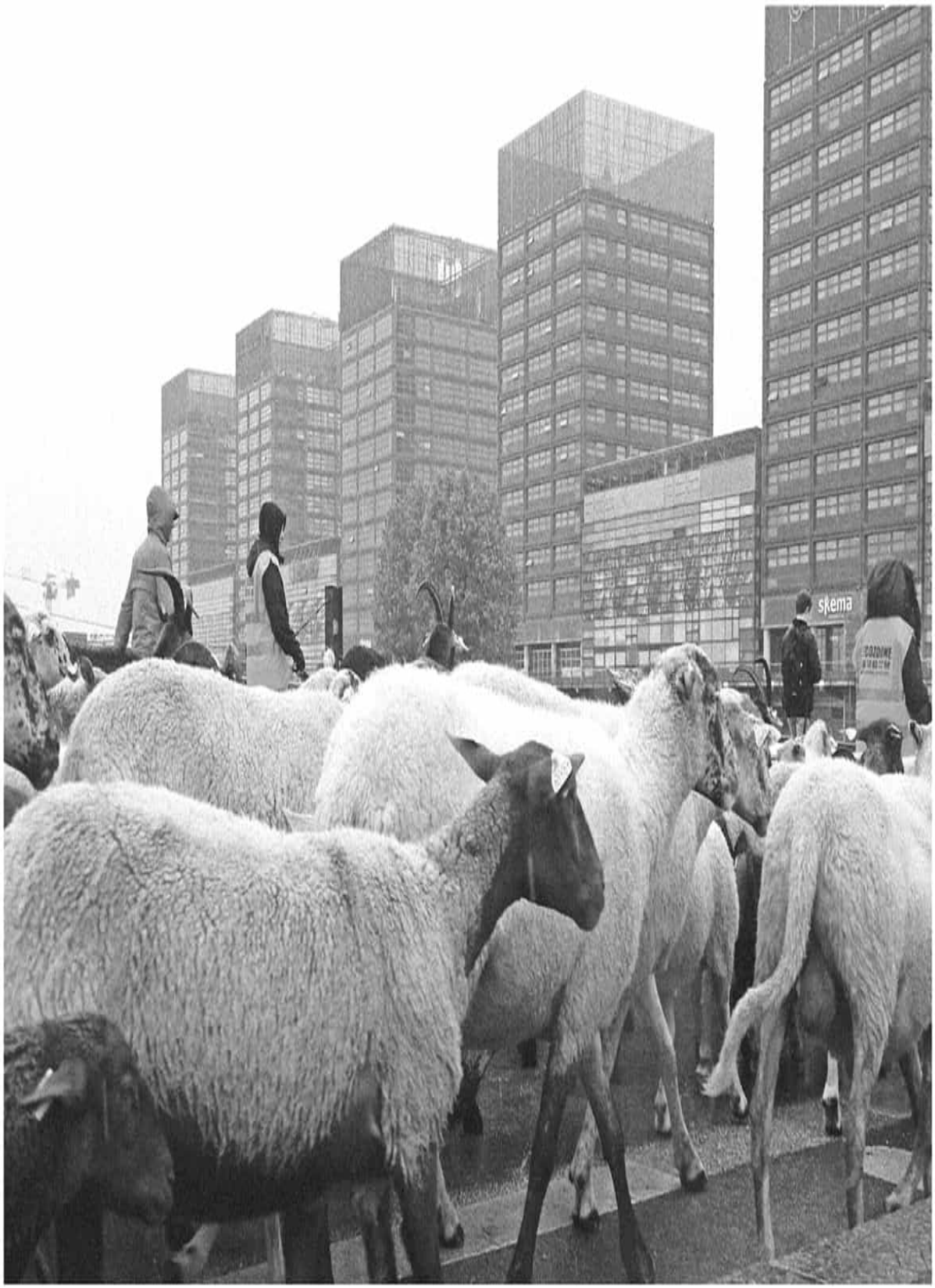
لكن في الوقت نفسه، يلتهم التوسع العمراني مئات الهكتارات من الأراضي الصالحة للزراعة حول العاصمة. وداعًا لسهل فيرتوس، الذي كان بلا شك أكبر سهل لزراعة الخضراوات في أوروبا في ظل النظام القديم، والذي كان يوفر، دون ري، ثلثي الخضراوات التي يزرعها الباريسيون. إنه يختفي تحت وطأة الأبراج والخرسانة. وبينما حققت فرنسا اكتفاءً ذاتيًا بنسبة 95% في الخضراوات عام 1855، فإنها الآن بالكاد تصل إلى بضعة بالمئة، وفقًا للخبراء[275]كانت المدن القديمة قادرة على الصمود أمام الحصار الذي يدوم مئات الأيام بفضل خطوط إمدادها الغذائي، وزراعتها الحضرية، ومخزوناتها. أما اليوم، فلن تصمد لأكثر من أسبوع.

قد تُشبه مدينة المستقبل المرنة، ذات الكفاءة في استخدام الطاقة والمحصنة من انقطاعات الإمداد، مدينة القرن التاسع عشر، الغنية بسلاسل التوريد القصيرة والمزارعين المبدعين، الذين يُعيدون تدوير النفايات العضوية الحضرية بدلاً من تلويث المياه بها. في ليج، وهي مدينة بلجيكية يبلغ عدد سكانها 200 ألف نسمة، بدأت بالفعل زراعة الخضراوات في حزام مُخصص. ويتصور مُبتكروها نظامًا بيئيًا من المُنتجين والتعاونيات والشركات التي ستُوفر في نهاية المطاف 50% من غذاء المدينة[276]لماذا لا تصل النسبة إلى 100% بحلول عام 2050؟ في فرنسا، تقوم بعض المدن بتوظيف مزارعي السوق، الذين أصبحوا موظفين بلديين، لتزويد المدارس العامة ودور

الحضانة، كما هو الحال في فان أو موان سارتو، التي أنشات تعاونية زراعية خاصة بها[277].

المدينة الخضراء

تزدهر الزراعة الحضرية بالفعل، فهي تتكيف بذكاء مع التربة الملوثة، وتعتمد على الزراعة المائية باستخدام تقنيات مبتكرة (في أكياس، وفي الماء، ومع مخلفات الأسماك، وعلى المزاريب، وعموديًا...). فطر في الأقبية، وجنجل على سطح دار أوبرا، وطماطم في ساحة مدرسة، وعسل في حديقة عامة، ونباتات عطرية على الشرفات، وسلطات في أبراج المزارع الحضرية... حتى مع هذه الزيادة، سيظل الإنتاج غير كافٍ لإطعام مدينة عملاقة كباريس. إنه مجرد مكمل. ومع ذلك، يمكننا أن نذهب أبعد من ذلك بكثير. لماذا لا نحول المساحات الخضراء إلى حدائق زراعية؟ يمكن استغلال وقت وجهد البستانيين بشكل أفضل في زراعة الحبوب أو رعاية قطعان الماشية الرحّالة. هذا ما يتصوره المهندس المعماري بيير جانين. وفضلًا عن ذلك، كم من المساحات تُهدر في أماكن أخرى! لنُنمّي الساحات العامة، وجزر المرور، ومواقف السيارات الشاغرة، والأراضي الفضاء، وحواف خطوط السكك الحديدية ووسائل النقل... في باريس وحدها، يُمكننا زراعة كميات من البطاطس والفاصوليا الخضراء تُعادل ما يُنتج حاليًا على نصف مساحة منطقة إيل دو فرانس المُخصصة لهذه المحاصيل، وفقًا لبحث عُرض في معرض العاصمة الزراعية" الباريسي. يا له من إمكانات هائلة! يُمكن زراعة أشجار" الخوخ أمام المباني، والطماطم في أحواض مُعلقة في كل اتجاه. يُمكن للخدمات البلدية وجمعيات الأحياء بيعها للسكان.


skema

تُجري مدينة ليل تجارب على الرعي الحضري باستخدام 150 رأسًا من الأغنام والماعز للحفاظ على المساحات الخضراء والتنوع البيولوجي.

كان هؤلاء الناس يخرجون لجمع الأشجار الصالحة للأكل مثل أشجار التفاح، وأشجار البندق، وأشجار الزيزفون، وأشجار البلوط أو أشجار الكستناء، مرتبة في بساتين ... كانت هذه الممرات البيئية تربط مناطق معيشة الحيوانات، التي كانت تعود بأعداد أكبر إلى المدينة وضواحيها.

عزيزتي الذهب الأزرق

من شأن هذه الوفرة النباتية أن تخفف من ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية. وبسبب هذه الظاهرة، قد تشهد بعض المناطق الحضرية فرقًا في درجات الحرارة يتراوح بين 10 و12 درجة مئوية مقارنةً بالمناطق المحيطة بها. وهذا بدوره قد يخلق جوًا حارًا جدًا، تتجاوز فيه درجة الحرارة 50 درجة مئوية خلال موجات الحر الشديدة المتوقعة في المستقبل القريب. فالنباتات تبرد الهواء، بالإضافة إلى توفيرها الحماية من أشعة الشمس الحارقة. ويوضح أحد مخططي المدن في وكالة أديم (الوكالة الفرنسية للانتقال البيئي): "في يوم مشمس تبلغ فيه درجة الحرارة 26 درجة مئوية في الظل، قد تصل درجة حرارة سطح معرض للشمس إلى 80 درجة مئوية إذا كانت مادة التسقيف داكنة اللون، و45 درجة مئوية إذا كانت بيضاء، و29 درجة مئوية فقط إذا كان السطح مغطى بالنباتات"[278]. تُعدّ النباتات بمثابة إسفنجة في التربة الحضرية، وهذا أمرٌ بالغ الأهمية نظرًا لتفاقم الفيضانات واستمرارها في التفاقم، ما يُهدد ملايين الفرنسيين، لا سيما وأن 60% من سهول نهر السين الفيضية في العاصمة وحدها مُغطاة بالمباني. في نهاية عام 2019، تسببت الفيضانات في خسائر بشرية فادحة، وتدمير المناظر الطبيعية، وصدمة منطقة فار. ويُعزى جزء من ذلك إلى التوسع العمراني المفرط بالخرسانة.

بفضل زيادة نفاذية المياه بفعل الغطاء النباتي، بات بإمكان المدينة تخزين كميات أكبر من المياه في طبقاتها الجوفية. وسيحتاج سكان المدينة إلى ذلك، لأن المياه قد تصبح شحيحة في المدن الفرنسية[279]. ولتجنب أسوأ الاحتمالات، يمكن بناء أحواض تجميع مياه الأمطار على أسطح المنازل. في ليون، تم فتح الخرسانة للسماح بتسرب المياه إلى الأرض وتغذية المياه الجوفية. وزُرعت المساحات الخضراء في كل مكان: نباتات تنمو بين أحجار الرصف، وفي الفراغات، وفي الخنادق المزروعة، وعلى شرائط العشب، وزراعة الأشجار المناسبة... وتمتص جذور الأشجار الملوثات.

في مدينة مستدامة، حيث يكون الماء أقل تلوثًا، سنتجنب استهلاك الطاقة المفرطة في معالجته وجمعه عن بُعد. قبل وصول المياه الجارية إلى مباني باريس عام ١٨٨٠، كان بائعو المياه يجمعونها من نهر السين أو النوافير ويبيعونها في الشوارع. إذا لم نعد قادرين على صيانة شبكة أنابيب تمتد لآلاف الكيلومترات، وإذا كانت الطاقة اللازمة لتشغيلها غير متوفرة، فهل سنعود

إلى هذه الأساليب المتطرفة؟ هل سنضطر، من أجل الاقتصاد، إلى العودة إلى النقل المائي الذي يعتمد كليًا على الجاذبية، كما فعل الرومان مع قنواتهم المائية؟ إن الطاقة والتقنيات الحالية هي التي تُمكّننا من تلبية احتياجات تفوق بكثير احتياجات المدن الغالو-رومانية[280].

نقل مصادر الطاقة

قد يكون النظر إلى هذه الصور لكوكب الأرض من الفضاء مُذهلاً. كل تلك النقاط الضوئية، رموزٌ لهوس الطاقة. قلب الحضارة الحديثة. في باريس، تُضيء 200 ألف نقطة ضوئية مدينة الأنوار، التي، كما ذكرنا، تُغذّى عبر خط أنابيب واحد. في باريس، يأتي "95% من الطاقة المُستهلكة" في العاصمة من الخارج، ومن أماكن بعيدة. يتبخر جزء كبير من الطاقة الكهربائية أثناء نقلها. لذا، يجب تقليل المسافات قدر الإمكان. ولتحقيق ذلك، تستكشف منطقة باريس الكبرى إنتاج الطاقة المتجددة والمُستعادة، ثم توزيعها على نطاق صغير. تهدف المدينة إلى تطوير الاستهلاك الذاتي (إنتاج الطاقة التي تستخدمها يوميًا)، والتعاونيات، ودمج مصادر الطاقة مثل الطاقة الكهرومائية، والحرارة المُهدرة، والطاقة الشمسية، وشبكات التدفئة والتبريد المركزية داخل أسوارها (انظر فصل "الطاقات المتجددة ليست مستدامة دائمًا"). الهدف المُعلن هو أن يكون 100% من إنتاج الطاقة متجددًا بحلول عام 2050، مع إنتاج 20% محليًا. "لكننا لن نتمكن من تحقيق ذلك داخل حدود المدينة"، هذا ما اعترفت به نويمي فومبيرين، مديرة مشروع المرونة في البلدية[281]لذا سيكون من الضروري التعاون مع المناطق المحيطة.

من مدينة السيارات إلى مدينة النقل الناعم

كان أصحاب المتاجر متشككين. ففي عام ١٩٩٩، لم يمضِ على تولي ميغيل أنخو فرناندیز لوريسا منصب عمدة بونتيفيدرا بإسبانيا سوى شهر واحد عندما حوّل المركز التاريخي (٣٠٠ ألف متر مربع) إلى منطقة للمشاة. وذكرت صحيفة لوموند أن الشوارع لم تعد تعجّ إلا بأصوات المارة ورواد المقاهي[282]. في السابق، كانت عشرات الآلاف من السيارات تسلك بعض الطرق يوميًا. ويروي رئيس البلدية قائلاً: "كانت بونتيفيدرا أشبه بمرآب سيارات، مدينة يصل إليها الناس وهم في حالة مزاجية سيئة، باحثين عن موقف سيارة يستحيل إيجاده. مدينة كان التلوث فيها فظيعًا، ولهذا السبب غادرها الناس. أما اليوم، فلا تدخلها إلا المركبات الضرورية لتسيير شؤون المدينة، ويتزايد عدد سكانها".

أصبحت مدينة غاليسيا مثالاً ناجحاً لثورة المشاة، حيث منحتها الأمم المتحدة جائزة الموئل. وانخفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الوقود بشكل ملحوظ، وتضاعفت رحلات المشي أكثر من مرتين.

إذا كان المشي والخيول قد صنعا مدينة العصور الوسطى، فإن السيارة قد غيرت مدينة القرن العشرين. شوارع ذات اتجاه واحد، وإشارات مرور،

ودوارات، ولوحات طرق منتشرة، وطرق موسعة، ومبانٍ متراصة، ومجال رؤية مزدحم بالسيارات، وواجهات متآكلة بفعل التلوث، واختفاء الشرفات: لقد جعلت السيارة المدينة قبيحة.

لتوفير مساحة لسيارة، تحتاج إلى مساحة متوسطة تبلغ 70 مترًا مربعًا، نظرًا لضرورة وجود ثلاثة مواقف للسيارات: واحد أمام المنزل، وواحد في مكان العمل، وواحد مشترك بين المحلات التجارية وأنشطة السائق الأخرى. هذه مساحة أكبر مما يحتاجه الإنسان للعيش والعمل.

للذهاب إلى العمل بالسيارة، نحتاج إلى مساحة أكبر بمقدار 200 إلى 300 مرة مما نحتاجه عند الذهاب بالحافلة[283] أمرٌ مذهل! ونتيجةً لذلك، أصبحت معظم حركة المرور ومواقف السيارات مخصصة للسيارات الخاصة. وهذا لا يخلو من المخاطر. فقلة السيارات (أو انعدامها تمامًا) تعني مزيدًا من الأمان وراحة البال، ومساحة أكبر لزراعة المحاصيل الغذائية والتجارة والمشي، وغير ذلك.

ينبغي أن يكتمل تحوّل المدينة، بدءًا من طرقها وشوارعها. يجب تحويل الشوارع الرئيسية إلى مسارات للدراجات، وتوسيع مناطق المشاة، وإنشاء طرق سريعة مخصصة للدراجات تربطها بالضواحي. هذا هو النهج المتبع في غرونوبل وليون وباريس ولندن. تُعدّ الشوارع المزدحمة والجسور المكتظة بعضًا من العقبات التي تُصعّب ركوب الدراجات. في مدينة المستقبل، سيُعاد تصميم التخطيط الحضري لتقليل أوقات السفر. يدعو البعض إلى هدم الطريق الدائري لباريس، وهو أكثر الطرق ازدحامًا في فرنسا، والذي يُسبّب إزعاجًا شديدًا لـ 200 ألف ساكن يعيشون على بُعد 200 متر منه، ويعرّض عددًا أكبر للتلوث[284] يمكن تصميمها بشكل مختلف تمامًا. قد تحل الحافلات التي لا تتجاوز سرعتها 50 كيلومترًا في الساعة، والدراجات الهوائية، والمشاة، يومًا ما، محل 1.1 مليون مركبة تمر يوميًا. وفي ضواحيها، يمكن رعي الأغنام وزراعة الحبوب... وكما هو معتاد في المدينة الصالحة للأكل، ستُحوّل المساحة المُكتسبة من حفر الخرسانة أو تهيئة تربة خصبة على الأسفلت إلى حدائق خضراوات أو حقول صغيرة.

كومبوست سور سين

على خطوط السكك الحديدية المهجورة، مثل خط "بيتيت سينتور" في باريس، يمكن رؤية نوع جديد من القوافل الزراعية، كما يشير بيير جانين: قوافل تعمل بالكهرباء والخيول، مثبتة على إطارات هوائية، تنقل المحاصيل والماشية والسماد والتربة السطحية والركاب. وستنشأ أسواق مؤقتة في المناطق التي كانت تشغلها محطات السكك الحديدية سابقًا، على طول الطرق المؤدية إليها. كما سيستعيد الباريسيون نهر السين. فبدلاً من السياح الدوليين (انظر فصل "الترفيه دون تدمير")، سيطفو السماد والبطاطس والماعز والركاب على سطحه. وستعود العديد من المدن إلى أنهارها: شريان

نقل مركزي، ومكان للسباحة خلال موجات الحر، ومصدر للغذاء، ومصدر للطاقة من خلال التوربينات المائية...

لتخزين كل هذه البضائع، ستعود المستودعات إلى المدن. وستُنشأ منصات لوجستية بالقرب من خطوط السكك الحديدية، في المدن وضواحيها، في مبانٍ قائمة أخليت نتيجة انخفاض الطلب. وستُقاد السيارات خارج المدينة وتُوقف عند مداخلها. وفي المدن المتوسطة والصغيرة، ستحل الأسواق والمعارض الزراعية وأكشاك الموسيقى، أو حتى ملاعب البولينج، محل مواقف السيارات المركزية.

مدينة الفرح

والنتيجة: مدن أقل تلوثاً وأكثر هدوءاً. ويساهم السكان الذين يخرجون أكثر، ويقللون من استخدام الشاشات، ويحسنون من صحتهم ورفاهيتهم، في تحسين جودة حياتهم، بينما يموت سكان المدن حالياً بأعداد كبيرة بسبب ملوثات الهواء، ويُعد التلوث الضوضائي ثاني سبب رئيسي للمراضة (عدد الأشخاص الذين يعانون من مرض معين خلال فترة زمنية محددة) في منطقة إيل دو فرانس[285].

في هذه المدينة الجديدة، سيعيش الناس بشكل أكبر ضمن أحيائهم. وهو نطاق بالغ الأهمية، بحسب روب هوبكنز. أماكن المعيشة (المدارس، أماكن العمل، أماكن الترفيه، إلخ) يمكن الوصول إليها سيرًا على الأقدام أو بالدراجة، بالإضافة إلى مساحات مشتركة مميزة... هذا ما شهدته كوبا بعد أزمة النفط في التسعينيات[286].

في نهاية المطاف، ستكون هذه المدينة التي تعتمد على الدراجات والخيول والحافلات أكثر مرونةً من مدينة تعتمد على السيارات الخاصة وشاحنات التوصيل التي لا تُحصى وقطارات الأنفاق. فالأولى ليست أسيرة إمداد مستمر بالنفط وبنية تحتية تعتمد بدورها بشكل كبير على الطاقة الكربونية.

عندما تنكمش المدن الكبرى

دعونا نتعمق في مدن العصور الوسطى. ساحات الأسواق، والكنائس، والمدارس، وقاعات البلديات... في أوروبا، بُنيت مراكز القوة والتبادل هذه في قلب المدن، وكان الوصول إليها سهلاً سيراً على الأقدام أو على ظهور الخيل. ولكن مع حلول الثورة الصناعية، توسعت المناطق الريفية بشكل كبير، واستمدت المدينة الحديثة مواردها منها بفضل وسائل النقل الآلية الجديدة. ونشأت مدن جديدة، مراكزها أقل كثافة بكثير. أتلانتا، في الولايات المتحدة، وُلدت عند ملتقى خطي سكة حديد. وصلت السيارة الخاصة، وسرعان ما فرضت سيطرتها: بُنيت مراكز تسوق ضخمة، وشُيدت الجامعات

والمدارس الثانوية والمستشفيات على أطراف المدن وخارجها. امتدت المدن نفسها، والتهمت أخصب الأراضي الزراعية، وجعلتها غير صالحة للاستخدام لقرون. ماذا سيحدث إذا قلّ استخدام وسائل النقل الآلية، أو تباطأت، أو أصبحت غير قابلة للاستخدام؟ ماذا لو انهارت سلاسل التوريد العالمية؟ وفقًا للمستشار جان مارك جانكوفيتشي ومؤلفين آخرين، فإن نضوب الوقود الأحفوري وآثار تغير المناخ قد تجعل المدن الكبرى اليوم غير مستدامة. يقول المهندس: "إن العامل الأساسي في هشاشة المدن في عالم يعاني من نقص الطاقة هو حجمها. فعندما تكون المدينة كبيرة جدًا، تكون فعّالة للغاية طالما أن الطاقة متوفرة بكثرة. إن إنشاء منطقة باريس الكبرى خطأ فادح. إن الاستراتيجية الوحيدة المجدية لتخطيط استخدام الأراضي في عالم تتضاءل فيه الطاقة هي تقليص حجم المدن"[287] بالنسبة لجان مارك جانكوفيتشي، فإن عدم اتباع هذا المسار من شأنه أن يعرض المرونة الاقتصادية للمدن للخطر.

انعدام الأمن الغذائي

يقول بابلو سيرفين: "في باريس، سيكون هناك نزوح حضري لا محالة. لن نتمكن من توفير ما يكفي من الغذاء للجميع مع التدفقات المستمرة والسريعة"[288] حتى مع وجود الأحزمة الغذائية والزراعة الحضرية، وحتى مع تقليل الهدر، فإن العاصمة، كما يذكرنا مُنظّر الانهيار، لطالما اعتمدت على عالم خارجي، قد يكون بعيدًا في بعض الأحيان. في عهد لويس الرابع عشر، أحاطت بالعاصمة حزام غذائي آمن يمتد لمسافة مئة كيلومتر تقريبًا. وكانت الأولوية القصوى هي توجيه جميع الإنتاج الغذائي إلى باريس. فمن حقول بيكاردي إلى منطقة بوس، كان الإنتاج يذهب إلى باريس فقط، حتى لو كان الناس يتضورون جوعًا في الخارج. في عهد الملوك، في حالة المجاعة، كانت فرنسا بأكملها، حتى كورسيكا، مُلزمة بتزويد باريس. وقد ضمنت قبضة الملكية الحديدية هذا النظام. ولكن في غضون ذلك، ازداد عدد سكان منطقة إيل دو فرانس من بضع مئات الآلاف إلى أكثر من مليوني نسمة داخل حدود المدينة. ومع ذلك، قبل ظهور الوقود الأحفوري، كانت روما القديمة وطوكيو في العصور الوسطى، وهما المدينتان الوحيدتان القادرتان على إطعام أكثر من مليون مواطن، تتمتعان بإمكانية الوصول إلى البحر، مما سمح لهما باستقبال كميات هائلة من الغذاء تُنقل بالسفن من أماكن بعيدة[289] هاجم الرومان قرطاج ومصر للاستيلاء على مخزوناتهما من الحبوب. أما اليوم، فالمدن الكبرى، ذات الكثافة السكانية العالية، أقل ميلاً للحرب، وتعتمد بدلاً من ذلك على التجارة مع العالم الخارجي باستخدام الطاقة. ولا تنتج منطقة إيل دو فرانس حالياً سوى 10% مما تستهلكه[290].

يؤكد جان مارك جانكوفيتشي: "لو امتدت منطقة إمدادنا لمسافة 200 كيلومتر، لما استطعنا إطعام سكان منطقة إيل دو فرانس، وتوفير الملبس

لهم، والآثاث، وأجهزة الكمبيوتر لهم. فكلما كبرت المدينة، امتدت جذورها إلى أبعد مدى".[291]

نصف منطقة إيل دو فرانس

بدون النفط، ما حجم الخسائر التي ستتكبدها منطقة باريس الكبرى؟ يتوقع إيف كوشيه، رئيس معهد مومنتوم، أن تنخفض الخسائر بحلول عام 2050 إلى النصف تقريبًا، أي ستة ملايين نسمة. أين سيكون هؤلاء الغائبون؟ "كان سيغادر الأثرياء إلى أماكن أخرى، أما البقية فسيذهبون إلى الجنة".[292] عدد سكان باريس سيبلغ 600 ألف نسمة فقط، مقارنة بأكثر من مليوني نسمة اليوم".[293] "إصلاح جيروندان للتخطيط الإقليمي ودستور فرنسا [...]، والنزوح الجماعي لسكان باريس إلى مناطق أقل ازدحامًا وأقل تلوثًا، [...] أحداث دراماتيكية [...]، وتوافر الطاقة بشكل أفضل في أماكن أخرى مقارنة بمنطقة إيل دو فرانس، التي تتعرض لنقص عرضي أكثر".[294] «.

بل إن المؤرخ ومخطط المدن لويس مومفورد ذهب إلى أبعد من ذلك. فقد تخيل مدنًا كبيرة لا يزيد عدد سكانها عن بضع مئات الآلاف، تعيش بدون وسائل حديثة.

بالتدقيق، نجد أن بعض المدن قد تحولت بالفعل إلى نظام قسري، أحيانًا بفعل التراجع الصناعي. هذا هو الحال في الولايات المتحدة. ففي المساحات المُزالة، تنمو النباتات، وغالبًا ما تكون صالحة للأكل. كما يمكن رؤية خزانات المياه وحدائق الخضراوات ومزارع الطاقة الشمسية على الأراضي المهجورة في بيتسبرغ، وهي مدينة تتخلى عن بنيتها التحتية المتهالكة، مثل الجسور والطرق التي أصبحت الآن أكبر من اللازم. أما مدينة يونغستاون، من جانبها، فتقوم بهدم المنازل المهجورة لزراعة الأشجار أو استصلاح الأرض.[295]

الحياة الجديدة للبلدات الصغيرة؟

إذا كانت المدن الكبرى أكبر من أن تستوعب مستقبلًا بلا نفط، فهل ينبغي أن تتدفق موجات من سكان المدن إلى الريف؟ وهل سيكون قادرًا على التكيف؟ كانت الكثافة السكانية في فرنسا القرن الرابع عشر، في بلد أقل تحضرًا بكثير، مرتفعة بالفعل. في فرنسا الريفية تلك، كانت هذه الكثافة لا تزال تمثل نصف كثافة فرنسا الحضرية اليوم، كما يشير فيليب بيهويكس. كان الناس يعيشون في الريف بأعداد كبيرة (وكانت مساكنهم أكثر ازدحامًا إلى حد ما). اليوم، نصف الريف بالصحاري. يمكننا إعادة توطينه. في المناطق الريفية، سيحتاج النظام الغذائي بدون نفط بالتأكيد إلى عمالة: في حدائق السوق والمتاجر وما إلى ذلك. من خلال الترحيب بسكان جدد، يمكن أن تشهد المدن والقرى الصغيرة انتعاشًا: حياة محلية نابضة بالحيوية، وتقليل المواصلات، وروابط محلية قوية... يمكن أن يتطور العمل عن بُعد في

قطاعات معينة. من شان لامركزية الإدارات الحكومية والمؤسسات العامة أن تعالج مشكلتين أثارتهما حركة السترات الصفراء: انخفاض عدد سكان المناطق الريفية واختفاء الخدمات العامة. ويجادل المهندس بأنه سيتم إعادة إنشاء الخدمات الحكومية حيث لم تعد موجودة، مع موظفين من شأنهم إنعاش الاقتصاد المحلي والشركات الصغيرة.

وتوفير أمتار مربعة "De-de-de-la-vail"

في هذه المناطق الريفية والبلدات الصغيرة، يجب علينا تجنب الوقوع في فخ التوسع العمراني المتزايد لاستيعاب تدفق السكان. في هذا العالم الجديد الذي نتصوره، ستتعرض مسيرة بناء المنازل المستقلة الحديثة لعرقلة شديدة. فالمنزل المستقل هو مسكنٌ يزخر بالطاقة، مبنيٌ على أراضٍ كانت في السابق مساحات طبيعية خصبة. واليوم، تتزايد مساحة المساكن بوتيرة أسرع من نمو السكان، إذ نعيش في مساحات أكبر وأكثر راحة. ويشهد ثلث المقاطعات الفرنسية عمليات رصف واسعة للتربة، دون أي مبرر ديموغرافي أو اقتصادي.[296] هل هذا الوضع مستدام؟ بالطبع لا. إن وقف التوسع العمراني في الضواحي أمرٌ ملحّ. الهدف هو وضع حدٍّ نهائيٍّ لنموذج المنزل المنفصل السائد، لأنّ قطاع الإسكان هو المسؤول الأول عن التوسع العمراني المفرط. وقد أدّى هذا الوضع إلى تدمير تربة 1% من مساحة البلاد خلال عشر سنوات. نحن نتحدث عن ما يعادل رصف مقاطعة فرنسية متوسطة كل عقد.[297] مكافحة هذا الاتجاه نحو التصنيع الاصطناعي صحة التربة أمر ضروري. بالنسبة لنا ولجميع الكائنات الحية، لأنه إذا نظرنا فقط إلى ديدان الأرض، فإنها يمكن أن تمثل 80٪ من الكتلة الحيوية للحيوانات البرية في المناطق المعتدلة.[298] تتخذ بلدية بوي سان أندريه، في منطقة هوت ألب، إجراءات لوقف كل شيء ممكن للحفاظ على الأرض.

يشهد قطاع الإسكان المشترك والجماعي ازدهاراً ملحوظاً في كل مكان. وتنتشر المشاريع هنا وهناك، بما في ذلك غرف غسيل مشتركة، وغرف ألعاب، ومساحات للاجتماعات والأنشطة الثقافية، ومناطق معيشة مشتركة، وحديقة مجتمعية، ومخزن مشترك... غالباً ما يختلط الناس من مختلف الأعمار والطبقات الاجتماعية. ويستمتع المتقاعدون برعاية أطفال جيرانهم. ويحصل العاطلون عن العمل على مساكن مريحة وبأسعار معقولة. كما أن ظروف المعيشة أصبحت أكثر صحة.

انسى ذلك!

مصدر آخر للمساحات المتاحة: المنازل غير المأهولة والمهجورة، والتي تنتشر بكثرة في بعض البلديات. يمكن تجديدها لإيواء سكان المدن الذين يفرون من المدن الكبرى. في فرنسا، ما يقرب من منزل واحد من كل عشرة منازل شاغر. وتتزايد نسبة هذه المساحات غير المأهولة بشكل كبير.[299] في المستقبل، سنواجه بلا شك موارد أقل وربما عدد سكان أكبر. ألا

يمكننا إيجاد طريقة لجعل المجتمع أقل تفاوتا، وتوفير السكن للجميع، من خلال الاستفادة من هذه الاحتياطيات؟

بحسب فيليب بيهوي، في مدن المستقبل هذه، سيتبنى رؤساء البلديات والإدارات ثقافة جديدة: سيتخلون عن مشاريع البناء الضخمة، والتجديدات الجمالية البحتة، والتحديثات غير الضرورية لمواكبة المعايير الحالية، والمناطق التجارية التي تلتهم الأراضي الطبيعية، ومشاريع الطرق السريعة، والمطارات، والموانئ الكبيرة، والجسور... لدينا بالفعل كل ما نحتاجه. بدلاً من إنشاء بنى تحتية ضخمة، سنعمل على الاستخدام الأمثل للمباني القائمة، بحيث تؤدي وظائف متعددة. كما هو الحال في بلدة ميراندا الصغيرة، حيث اختارت البلدية تجديد مبنى في مركز المدينة بدلاً من بناء مبنى جديد في ضواحيها لمشروع مركزها الصحي.

من الضواحي إلى البلدة الزراعية

قد تتأثر الضواحي، التي تعتمد بشكل كبير على وسائل النقل كثيفة الاستهلاك للطاقة، بشدة جراء تراجع الطاقة. اليوم، تعني الضواحي والمناطق المحيطة بالمدن السيارات. ولكن ماذا عن الغد، هل ستحل محلها أكوام القش والسماد؟ الحدائق الزراعية والمزارع العمودية؟ رعاة كليناميين الحضريون يطمسون بالفعل الحدود بين الريف والمدينة، ويلفتون الأنظار وهم يعبرون ممرات المشاة في سين سان دوني برفقة أغنامهم.

المزارعون في المجمعات السكنية

من خلال استصلاح ما يقارب 80 ألف هكتار من الأراضي غير المطورة حدائق، مساحات عشبية، إلخ) التي تشغلها مشاريع الإسكان في ضواحي) منطقة إيل دو فرانس، يمكننا إطعام عدد كبير من الناس: ما يعادل 1.3 ضعف عدد سكان المنطقة، وفقًا لحسابات عُرضت في معرض "العاصمة الزراعية"، والتي يجب أخذها بحذر. تخيلوا مشاريع إسكان تتخللها مراعي، وحيوانات صغيرة، وأشجار توت... باختصار، نظام متكامل للزراعة المنزلية والاكتفاء الذاتي. ستتحول الضواحي والمجمعات السكنية إلى قرى أكثر اكتفاءً ذاتيًا ومتعددة الأغراض. كما يتصور الأخوان جانين، مهندسا المناظر الطبيعية والمصممان، مزارع هجينة بدلًا من المناطق التجارية. ستجمع هذه المزارع بين الزراعة والمرافق المدنية والإدارية، فضلًا عن مساحات للتدريب والعمل والتبادل. ستتولى التعاونيات الإنتاجية والاستهلاكية، وبرامج الزراعة المدعومة من المجتمع، أو السلطات المحلية الإدارة التجارية. وستنتج هذه المزارع أيضًا الطاقة. كما هو الحال في لابوياد، حيث يقوم مركز معالجة النفايات بتوليد الغاز الحيوي والكهرباء والحرارة لتدفئة عدة هكتارات من البيوت الزجاجية للطماطم، مما يقلل من تكلفة التدفئة الأولية بمقدار ثمانية أضعاف.

بإمكان الغابات المنتشرة على أطراف مدينتنا أن تستعيد دورها الزراعي. ففي القرن التاسع عشر، كان يُجمع فيها الجوز ويُقطع خشبها لصناعة السلال. ويمكن لهذه الممارسات أن تعود، إلى جانب الزراعة المستدامة للأخشاب لأغراض البناء. كما يمكن لبعض الأبقار أن ترعى بين الأشجار.

مسارات وريف صاخب

تُغلق شجيرات العليق وجذع شجرة ميتة أجزاءً من الطريق المنخفض. يبدو الطريق، المُظلم بفعل أوراق الشجر، وكأنه لا يعرفه إلا الغزلان. عند السير فيه، يمر المرء بمنزل صغير مُهدم، ومغسلة مهجورة، ونهر. ويُقال إنه يؤدي إلى قلعة. لا بد أن هذا الطريق الريفي كان، قبل فترة ليست بالبعيدة، طريقًا حيويًا للتواصل بين وادي بلوفور في كوت دآرمور وبلدة مجاورة. لكن توحيد الأراضي الزراعية وإعادة تنظيمها قبل بضعة عقود أدى إلى اختفاء العديد من المسارات التي تربط الريف. كانت هذه الشبكات القديمة تربط المزارع والبلدات التجارية والقرى. في مطلع القرن العشرين، كان الريف يعج بالحياة. كانت الفصول والنشاط الزراعي تُحدد إيقاع الزمن. كان الناس يسافرون سيرًا على الأقدام، من المدينة إلى الريف، ومن منازلهم إلى حقولهم، بين مختلف المهام الزراعية التي كانت تشغل عددًا أكبر بكثير من الفرنسيين في ذلك الوقت. يرى الأخوان جانين أنه يُمكن إحياء هذه الطرق الريفية. ومثل المدن وضواحيها، ستكون مُنتجة: أشجار مُقلمة للحصول على الأخشاب[300]. سياجات غنية بالتوت والفواكه الحمراء والمكسرات. سيكون المتنزهون جامعي ومنتجين.

مهرجان القرية

ستربط هذه الطرق الريفية المدينة بالمزارع، وستتحول الحقول إلى مساحات متعددة الاستخدامات. في الإسطبلات القديمة، سيُقام دار للمسنين بجوار مكتب صحفي وورشة نجارة. وفي الحظيرة الزراعية، ستُنشئ البلدية استوديوهات رسم وحلبة ملاكمة متنقلة. وسيتمكن طلاب المدرسة، المقيمة في مبنى مُجدد آخر، من رؤية أبقار المزرعة يوميًا. وسيسكن هناك العدد المتزايد من عمال المزرعة. وخلال فترات الركود، ستُقام عروض فنية في الحظائر. وستربط شبكة من الطرق والممرات ومسارات المشاة والدراجات هذه المساحات السكنية. هذا ما يتصوره بيير جانين وكتاب آخرون.

حظيرة الأغنام عند كشك تحصيل الرسوم

وفي رؤيتهم أيضًا، سيتم تحويل مناطق استراحة الطرق السريعة إلى مزارع ذات وظائف لوجستية. ستشمل هذه الوظائف حظيرة أغنام، وحدائق سوقية، ومخازن حبوب، وبيع المنتجات المحلية. على طول الطريق السريع،

في الخنادق وعلى ضفافها، ستنتج الأغنام الصوف، وترعى الدجاجات جنبًا إلى جنب مع الماعز، ويعتني مزارعون رحل بأشجار البندق وأنواع محلية أخرى. وهنا أيضًا، المساحة الأرضية المحتملة هائلة.

في هذه المناظر الريفية الخلابة، ستحمينا جدران الأشجار المزروعة من العواصف المتزايدة باستمرار. أما المناطق المتروكة للطبيعة دون زراعة، فستمتص مياه الفيضانات، وتؤوي التنوع البيولوجي المتنامي، وتوفر مخزونًا غذائيًا في حال حدوث أزمات. وسترتفع من رماد السياجات والجسور التي تم قطعها، مما يحد من تآكل التربة ويحسن جودة المياه.

المناطق المعاد رسمها

نهاية إيل دو فرانس الحديثة، ونهاية تلك المدينة الضخمة المكتظة. هذه هي فرضية معهد مومنتوم. في هذا السيناريو، ستتفكك المدينة الضخمة إلى كيانات أصغر ستعتمد على مواردها الذاتية. ستُعاد هيكلة الحياة والعمل على نطاق أصغر. وستُمكّن إعادة تنظيم المنطقة من "مواجهة حالات الطوارئ والأزمات بشكل أفضل".[301] وكذلك تغير المناخ.

ستُطوى صفحة التقسيمات الإدارية والسياسية الحالية. في هذا السيناريو، ستتحول منطقة إيل دو فرانس إلى شبكة من المناطق البيئية، تُحدد وفقًا لتماسكها البيئي، "وهي امتدادٌ تقريبي للأراضي السابقة في أواخر القرن الثامن عشر". وستكون هذه المناطق البيئية "مترابطة بشكل كافٍ يسمح بتحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة والغذاء في جميع أنحاء المنطقة".[302] من شأن تبادل الأطعمة المحلية من منطقة إيل دو فرانس أن يحل محل التدفق المستمر للشاحنات المحملة بالحمضيات الإسبانية والروبيان البيروفي.

وبالتالي، ستعود المنطقة المحلية لتتبوأ مكانة مركزية. فمواردها الطبيعية، المُدارة بشكل مستدام، هي التي تُحدد هويتها: المناخ المحلي، والهيدروغرافيا، والجيولوجيا، ومواد البناء، والتضاريس، ومناطق تجميع المياه اللازمة للسكن والعمل... قد تُحدد منطقة بيئية بسلسلة جبال، وأخرى بسهول أو ساحل. ويرى روبرت ثاير، أستاذ هندسة المناظر الطبيعية والتخطيط البيئي، أن المنطقة البيئية تُشكل النطاق والموقع الأمثلين للاستيطان المستدام للمجتمع.[303]

مع المناطق البيئية، سننتقل من نظام مركزي فائق الكفاءة إلى منظمة تشكلت من خلال تقليل احتياجات التنقل والتعاون والتباطؤ العام.[304] انتهى عهد المركز المحوري الذي كانت تعتمد عليه المناطق الطرفية بشكل غير متناسب. وحلّت محله أنظمة اقتصادية محلية ووظائف لا يمكن نقلها إلى الخارج. هل هذه نظرية بعيدة المنال؟ على أي حال، يستلهم البعض منها ويجرّبونها. خذ على سبيل المثال منطقة كاسكاديا البيئية - التي تمتد بين

الولايات المتحدة وكندا - والتي لها علمها الخاص، وبطولة كرة قدم خاصة بها، والعديد من الجمعيات[305].

ترى أنييس سيناي، الكاتبة والمؤلفة المشاركة لكتاب "المنطقة الحيوية لإيل دو فرانس 2050"، وهو سيناريو بتكليف من الشركة الوطنية الفرنسية للسكك الحديدية (SNCF)، أن العيش في منطقة حيوية سيكون أكثر متعة من العيش في العاصمة. وتتخيل قائلة: "سنعود سكانًا، لا مجرد مستخدمين. سنعرف جيراننا، وسنعرف ما إذا كان بإمكاننا التفاعل معهم. سنعرف البيئات التي نعيش فيها، وسنعرف أين نجد الماء والتفاح والينابيع، وأين يمكننا تناول بعض الأطعمة. سنكون أكثر اكتفاءً ذاتيًا[306]« .".

7. المباني والرجال

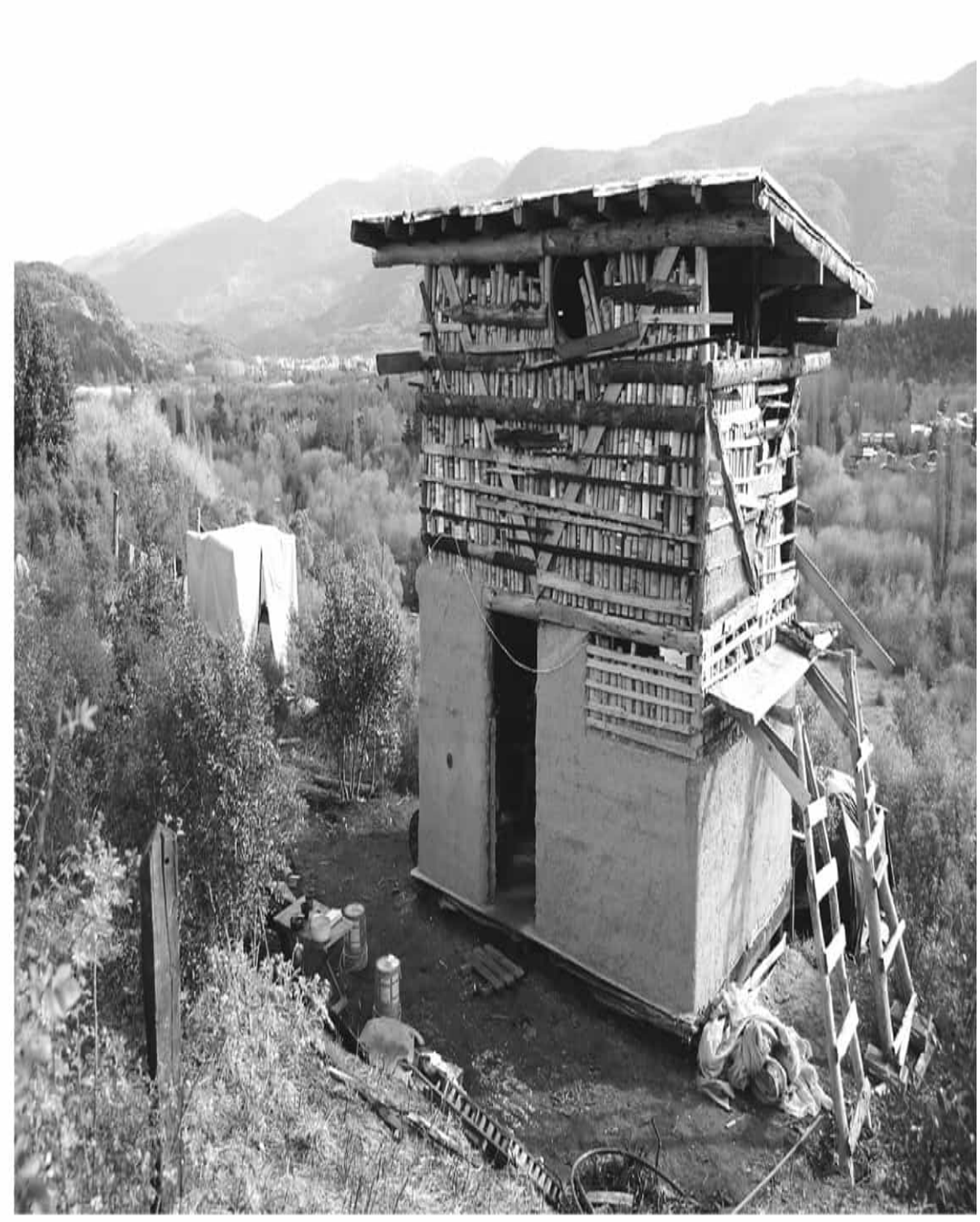
ديسمبر 2001. بعد ثلاث سنوات من الركود، انهار الاقتصاد الأرجنتيني. وتفاقمت الديون بشكل كبير. وتخلفت البلاد عن سداد ديونها. اندلعت أعمال شغب دامية، وحملة قمع دموية، وحصار القصر الرئاسي الذي إضطر الرئيس إلى الفرار منه بطائرة هليكوبتر... شهدت البلاد انهيارًا شاملًا. فقد عدد لا يحصى من الأرجنتينيين وظائفهم ومنازلهم. بعد عقد من الزمن، في مدينة إل بولسون بمنطقة باتاغونيا، تغطي الأحياء العشوائية ما يقرب من ثلث مساحة المدينة. وعلى سفح الوادي المشجر حيث تقع هذه المدينة البوهيمية، يبرز حي جديد. تُظهر نحو خمس عشرة عائلة فقيرة أنه عندما ينهار كل شيء ولا يملك المرء إلا القليل أو لا شيء، يمكنه بناء منزل لنفسه دون الاعتماد على المؤسسات، منزل يوفر الحد الأدنى من الراحة ويقل تأثيره على البيئة.

تحلّ البيوت الطينية والمراحيض التي تعمل بنظام التسميد وحدائق الخضراوات محلّ الأكواخ والملاجئ غير الصحية في الأحياء العشوائية الأخرى. هنا، الهدف هو العيش بالاكتفاء الذاتي، في مبانٍ مصنوعة من مواد طبيعية ومعاد تدويرها، مع إنتاج الغذاء العضوي. لا توجد مرافق حضرية، وكل شيء، حتى الشوارع، من صنع السكان غير الشرعيين. تشرح فيدا لونا مونيوز ألفاريز قائلة: "نريد أن نعيش حياة صحية، ولا يمكننا انتظار الدولة لتساعدنا في إيجاد مسكن". قبل بضعة أشهر، نصبت هذه الأمّ المعدمة المشردة لأربعة أطفال خيمتها على سفح تل في حي إسبيرانزا، نواة الاحتلال الحالي.

مساكن صحية واقتصادية

ء

في أقصى طرف مخيم فيدا لونا، يقف منزل ساحر من طابقين. زجاجاتٌ مغروسة في جدرانه الطينية تُلوّن الضوء الطبيعي في الداخل. وعلى نافورة مياه مؤقتة، تُحدّد أوقات الوجبات الجماعية بعلامة. لبناء منازلهم، يُعيد السكان استخدام كل ما هو مُستعمل: حوض غسالة يُستخدم كمرحاض، وصناديق كرتونية أو قشّ لعزل المنازل. أما بالنسبة للهياكل، فهم يستخدمون الأخشاب التي تركها سكان إل بولسون في الغابة المُتاخمة للمكان، أو يجمعونها من مخلفات مصنع للصلب.



مسكن صغير قيد الإنشاء بمواد طبيعية ومعاد تدويرها، في الأرجنتين.

التقليل، وإعادة التدوير، وإعادة الاستخدام"، تُصرّ فيدا لونا وهي تحشو" النفايات الجافة في زجاجة بلاستيكية مستعملة. "إنها لبنة بناء صديقة للبيئة،

تعزل البرد جيدًا". تستخدم موقدًا يعمل بالحطب للتدفئة. يقول السكان إن هذه المساكن، الخالية من المواد السامة، أكثر صحة من المباني التقليدية. ويضيف ترينيداد بصوت خافت: "إنها أجمل وأكثر دفئًا" من الأكواخ في المساكن العشوائية الأخرى. ويشير روبرتو، الذي لم يكلفه منزله المتين المكون من طابقين حتى الآن سوى أقل من 900 يورو، والذي صمد أمام عواصف الشتاء دون أي مشكلة، إلى أنها "أكثر اقتصادية" قبل كل شيء. تُعلن فيدا لونا: "يمكنك أن تكون فقيرًا، لكن ليس عليك أن تعيش في بؤس". لقد تدربت هي وسكان المساكن العشوائية الآخرون على الزراعة المستدامة لبناء منازلهم الصديقة للبيئة.

نحن لا نلوث البيئة

تنتشر الآبار الطبيعية على سفح التل حيث يجري بناء الحي الجديد، موفرةً مياه الشرب. وبفضل الصابون الطبيعي والمراحيض التي تعمل بنظام التسميد، لا حاجة لمعالجة مياه الصرف الصحي، التي ستُستخدم لريّ حدائق الخضراوات المنزلية وأشجار الفاكهة. وفي المطابخ الجماعية البسيطة، تقف أفران طينية وسط عدد قليل من المقاعد الخشبية. ويخطط السكان لإنشاء حديقة مجتمعية وخيمة تقليدية (يورت) لإيواء متطوعين من مختلف أنحاء العالم سيأتون لتعلم تقنيات البناء. وستُقام حفلات موسيقية وفعاليات ثقافية في مركز ثقافي، حيث سيبيع السكان منتجاتهم الحرفية وأطعمتهم. كما سيؤسسون جمعية تعاونية للعمال.

يُعدّ الدعم المتبادل بين الأسر أمرًا بالغ الأهمية. العمل الجماعي في حدائق الخضراوات الفردية، والاستثمار المشترك في استئجار معدات حفر الشوارع... "نريد استعادة روح التكاتف المجتمعي التي كانت سائدة في الماضي، لكن الأمر ليس سهلاً". رولاندو، رجلٌ طيب القلب ذو شارب، رفض إعانات البطالة منذ أن فقد وظيفته في فندق خمس نجوم. ومثله، يعاني البعض من البطالة. بينما يعمل آخرون، ومثل ميغيل ودانييلا، تركوا وراءهم حياتهم السابقة في المدن الكبرى شمال البرازيل. تأمل فيدا لونا أن تُقنّن البلدية وضعهم السكني. في غضون عشر سنوات، تضاعف عدد سكان المدينة تقريبًا، ليصل إلى 30 ألف نسمة. المساكن شحيحة، وأسعار الأراضي ترتفع بشكل جنوني، وتنتشر المساكن غير القانونية في كل مكان. تقول فيدا لونا: "نحن لا نُلوّث البيئة، ولا نطلب شيئًا من السلطات، لا بنية تحتية ولا إعانات"[307].

موارد أقل ودعم مؤسسي محدود، ومهارة في استغلال الموارد، وأدوات وتقنيات بدون نفط... في العديد من الدول الأقل ثراءً من دولتنا، يعرفون كيف يبنون باستهلاك طاقة ضئيل، بسبب نقص الدخل. لعلنا نستلهم منهم؟

تجديد وارتداء السترات

في فرنسا، يُعد قطاع الإسكان والبناء أكبر مستهلك للطاقة[308] يُساهم. قطاع البناء بربع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، مما يجعله ثاني أكبر قطاع مُصدر لهذه الانبعاثات. وتُعتبر 7.5 مليون منزل في فرنسا، ذات عزل رديء، بمثابة "مُصفّيات للطاقة". ومع توجيه 80% من استهلاك الطاقة نحو التدفئة، يبرز هدف رئيسي، يتفق عليه العديد من الخبراء: تحسين عزل المباني القائمة. والمكافأة المُحتملة: وفورات هائلة. لكن البلاد تُحرز تقدماً بطيئاً للغاية، حيث تحتاج ملايين المنازل إلى التجديد (ما يُعرف بـ"تأثير المخزون المبني"). هل يُمكن بناء مبانٍ جديدة ذات عزل أفضل؟ يعمل القطاع على ذلك. لكن البناء يتطلب موارد هائلة (طاقة، أراضٍ، إلخ). علاوة على ذلك، لا يتم تجديد سوى 1% فقط من المخزون السكني سنوياً. والوقت ليس في صالحنا.

يقترح المهندسون حلاً مكملاً: خفض التدفئة والتعود على درجة حرارة أقل (19 درجة مئوية في المتوسط، و17 درجة مئوية في المساء) بارتداء سترة إضافية! ألا يمكننا تدفئة مناطق محددة من منازلنا بدلاً من تدفئة المنزل بأكمله أو طابق كامل من المكاتب؟ هل سنضطر إلى منع استخدام المنازل الثانية خلال الأشهر الباردة؟[309]؟

هل ترغب ببعض القنب؟

فيما يتعلق بالتجديد، يمكننا الاستفادة من العديد من المواد الطبيعية المتوفرة بكثرة في المنطقة: القش في الصناديق الخشبية، والقنب (الذي شهدت صناعته الفرنسية نموًا ملحوظًا مؤخرًا)، بالإضافة إلى الكتان، ورقائق الخشب، والصوف، والقصب المقطع، وغيرها. يُمكن للخشب أن يُطيل عمر المباني الخرسانية بتغليفها بطبقة جديدة. كما يُمكن استخدام المواد المُعاد تدويرها، والمُعاد استخدامها، والمُستعادة. والنتيجة: مع عزل ممتاز، يُمكن خفض استهلاك الطاقة بنسبة 80%.

ابنِ أقل وابنِ أفضل

ينبغي أن تدفعنا قيود الطاقة والحاجة إلى الحد من التلوث إلى تقليل البناء بشكل كبير. لكننا لن نستطيع الاستغناء عن الإنشاءات الجديدة، حتى مع إعادة استخدام المباني القائمة وتجديدها وتكييفها لأغراض متعددة. أين ينبغي أن نبني؟ لتجنب تدمير الأراضي الطبيعية التي تحتاج إلى الحفاظ عليها، يُعد البناء على الأراضي الصناعية المهجورة أحد الخيارات، وكذلك إنشاء مكاتب فوق المناطق التجارية.

في الوقت الحالي، يتم تشييد عدد كبير من المباني بمواد رخيصة وتشيخ بشكل سيئ.

بإمكاننا بناء شيء أجمل وأكثر استدامة. الأولوية: التخلي عن الخرسانة. فهي مادة شديدة التلوث وتستهلك طاقة هائلة، وتستنزف الرمال. ومع ذلك، تستخدمها الصناعة بشكل عشوائي، إلى جانب العديد من المواد والركام المشتقة من البترول، والتي تُستخرج من مواقع بعيدة على نحو متزايد. في القرن العشرين، استهلكنا من مواد البناء ما يزيد عن أربعة وثلاثين ضعفًا عما استهلكناه في جميع القرون السابقة مجتمعة. في المقابل، قبل الحرب العالمية الثانية، كانت المنازل تُبنى من التربة المحلية، وحجارتها، وطميها. وهنا أيضًا، ينبغي لنا العودة إلى المواد الطبيعية المتوفرة محليًا أو إلى المواد المعاد تدويرها، مثل الكرتون المعاد تدويره.

استخدام كل الموارد المتاحة

في الآونة الأخيرة، بدأت آلات حفر الأنفاق العملاقة بالعمل تحت أقدام سكان باريس. هذا هو مشروع باريس الكبرى. على مدى السنوات الخمس عشرة القادمة، سيُنتج المشروع ما يعادل جبلاً من التراب بارتفاع 400 متر أعلى من برج إيفل) وعرضه عند القاعدة أربعة كيلومترات. كمية كافية) لإنتاج ملايين الطوب وبناء آلاف المباني الطينية. بدأت المشاريع بالفعل في التبلور، كما هو الحال في إيفري سور سين. بحسب الظروف، قد يكون الحل الأمثل هو مزج المواد. تخيل مبنى صغيراً مصنوعاً من الخشب والتراب الخام. مدرسة مبنية من طوب القنب والجير. لدينا موارد خشبية وفيرة. عند استخدام الخشب في البناء، فإنه يخزن الكربون بشكل مستدام، مما يسمح لنا بتقليل الانبعاثات المرتبطة بالبناء بنسبة تتراوح بين 55% و60%.[310] يُتيح ذلك تنفيذ مشاريع البناء بشكل أسرع، مما يُقلل من إزعاج السكان المحليين بالضوضاء والغبار، ويتطلب عددًا أقل من الشاحنات يتراوح بين ستة إلى ثمانية أضعاف مقارنةً بالوضع الحالي، وفقًا لأحد المسؤولين التنفيذيين في القطاع. يُمكن استخدام الخشب في أي مكان، كما لو كان يملأ فراغًا. وتتميز الهياكل الخشبية بدوامها الطويل. لنأخذ على سبيل المثال الهيكل الخشبي لكاتدرائية نوتردام الذي يعود تاريخه إلى ما يقرب من ألف عام قبل حريق عام 2019. في اليابان، بالقرب من مدينة نارا، صمدت معبدة بارتفاع 32 مترًا أمام ثلاثة عشر قرنًا من العواصف والزلازل. في بلاد الشمس المشرقة، عرف البناؤون كيفية تشييد معابد خشبية شاهقة ومنازل متعددة الطوابق دون استخدام البراغي والمسامير. كانوا يربطون العناصر بروابط بسيطة أو يجمعون القطع معًا باستخدام تقنيات نجارة بارعة. يُمكن الوصول إلى ارتفاعات شاهقة باستخدام الخشب: في النرويج، يبلغ ارتفاع أطول برج مصنوع بالكامل من الخشب، والذي تم الانتهاء من بنائه مؤخرًا، 85 مترًا. حتى مصاعد المباني والشرفات مصنوعة من الخشب. يؤكد بناة البرج أنه لا يوجد خطر من اشتعال النيران فيه: فسمك العوارض كبير لدرجة أن الحريق لن يؤدي إلا إلى تفحمها بشكل سطحي، دون إشعالها أو الوصول إلى لبها.

مبانٍ اقتصادية ومصممة بشكل جيد

تسببت موجات الحر في السنوات الأخيرة في معاناة الكثير من الفرنسيين، ما دفع بعضهم إلى الإسراع في شراء مكيفات الهواء. يُعدّ تكييف الهواء كارثة حقيقية، إذ يستهلك 10% من إجمالي استهلاك الكهرباء العالمي، ومن المتوقع أن يتضاعف عدد وحداته ثلاث مرات بحلول عام 2050، كما ترتفع درجات الحرارة في المدن بمقدار 1 إلى 1.5 درجة مئوية بسبب هذه الأجهزة. يُفاقم إنتاج البرودة ظاهرة الاحتباس الحراري، ليس فقط بسبب استهلاك الطاقة، بل لأنّ مواد التبريد الموجودة في مكيفات الهواء والثلاجات، طوال دورة حياتها (من الإنتاج إلى إعادة التدوير غير السليمة)، قادرة على رفع درجة حرارة الغلاف الجوي بمقدار ألف إلى تسعة آلاف ضعف قدرة ثاني أكسيد الكربون.[311] ومع ذلك، هناك عدة خطوات بسيطة يمكنك اتخاذها ...[312]، وتحسين عزل المباني والحلول منخفضة التقنية (انظر المربع التالي)، مثل مكون تكييف الهواء[313] للتغلب على الحرارة في الداخل. غدًا، سيستبدل الأشخاص الأكثر اتزانًا الثلاجة بخزانة المؤن وغيرها من الحلول البسيطة.

تُشكّل أنظمة التدفئة لدينا، والتي تعتمد في الغالب على الكهرباء، مشكلةً أيضاً. ففي الأيام شديدة البرودة، قد يتعرض نظام الكهرباء الفرنسي لضغطٍ يفوق الضغط المعتاد بثلاثة أضعاف. ومع ذلك، توجد بدائل، بعضها أكثر ملاءمةً للبيئة من غيرها: مثل المضخات الحرارية والطاقة الحرارية الأرضية (انظر فصل "الطاقات المتجددة ليست مستدامة دائماً")... ولكن لتحقيق استدامة حقيقية، من الأفضل تبني حلول بسيطة!

قام مختبر التقنيات البسيطة باختبار العديد من تقنيات الإسكان الموفرة للموارد. إليكم مجموعة صغيرة منها.

1. **سخان البناء متعدد الوظائف**
يمكنك صنع هذا الموقد بنفسك باستخدام أدوات بسيطة، مثلاً من أسطوانة غاز قديمة أو برميل مستعمل يحتوي على كتلة من الطوب أو الحجارة أو الرمل. تخزن هذه الكتلة الطاقة الناتجة عن احتراق لمدة ساعتين، ثم تطلقها على شكل حرارة طوال اليوم. أحياناً، تُدمج هذه الكتلة في هيكل المنزل وتُزيّن جداراً أو مقعداً عريضاً، وما إلى ذلك. يُسخَّن هذا الموقد الهواء والماء والطعام بكفاءة عالية، كما أنه اقتصادي للغاية في استهلاك الحطب.

2. **توربينات الرياح بيغوت**
يمكن بناء هذه التوربينة الهوائية الصغيرة ذاتيًا بالكامل، وهي مثبتة على قمة عمود لالتقاط أكبر قدر ممكن من الرياح. ويمكنها، بقدرتها المتواضعة، تشغيل إضاءة LED محمول أو شحن جهاز كمبيوتر.

3. **سخان المياه الشمسي الحراري**
تُستغل طاقة الشمس عبر لوحة حرارية مصنوعة من أنابيب ثلاجة قديمة مستعملة. تُوصل هذه اللوحة بسخان مياه تقليدي ومضخة لضخ المياه إلى الدش، على سبيل المثال.
يمكن تغطية 90% من احتياجات الزوجين من الماء الساخن بثلاثة أو أربعة أمتار مربعة فقط من الألواح! ويُعدّ طلاء خزان موضوع في مكان مرتفع باللون الأسود خيارًا بديلًا.

4. **مستشعر الهواء الساخن**
مصنوع من حجر الأردواز (أقل تلويثًا من المعادن كالألومنيوم)، الذي يمتص الحرارة بفضل لونه الداكن، يُثبّت النظام على الواجهة الخارجية للمنزل. يقوم النظام بجمع الهواء الداخلي وتسخينه باستخدام الطاقة الشمسية عن طريق تدويره في دائرة كهربائية قبل إطلاقه إلى الداخل بدرجة حرارة تصل إلى 50 درجة مئوية. طاقة مجانية. ولا يوجد خطر من الأعطال. كما يُساهم النظام في تهوية المكان خلال فصل الصيف.

5. **دش إعادة التدوير**
يتم ترشيح مياه الاستحمام وإعادة استخدامها على الفور! أو كيف توفر أطنانًا من المياه، عن طريق تقليل الاستهلاك بمقدار سبعة أضعاف.

6. **مراحيض جافة**
يُتيح هذا النوع من المراحيض توفيراً كبيراً في المياه، ويُحوّل فضلات الإنسان إلى مورد من خلال التسميد.

7. **الهاضم الحيوي**
يعتمد هذا النظام على مبدأ إنتاج غاز الميثان من خلال عملية الهضم، والذي يمكن استخدامه في موقد الغاز. يوفر كيلوغرام واحد من قشور الفاكهة 30 دقيقة من الطهي. يتكون النظام أساسًا من وعاء تُنتج فيه المادة العضوية الغاز، موصول بخزان (لتخزين الميثان) ثم بالموقد. كما يتم جمع السماد خلال هذه العملية.

bokashi
طريقة يابانية بسيطة للغاية للتسميد العضوي يمكن تطبيقها في شقة بالمدينة. ينتج النظام (وعاءان، أحدهما داخل الآخر، مع صنبور) سائلاً غنياً بالعناصر الغذائية للنباتات وسماداً عضوياً غنياً بالمعادن.

9. **التخمر اللبني**
لا مزيد من المجمدات والبيتزا المجمدة الغنية بالبترول (التصنيع، النقل، سلسلة التبريد، التعبئة ،والتغليف، التخزين...). تقنية حفظ تعتمد على البكتيريا
تتيح لك عملية التخمير اللبني الإحتفاظ بالخضراوات التي تحتوي على نفس كمية الفيتامينات الموجودة في الخضراوات النيئة، أو حتى أكثر منها، في البرطمانات لعدة أشهر أو حتى لعدة سنوات.

10. **مجفف شمسي**
هناك طريقة أخرى لحفظ الطعام (الفواكه والخضراوات) دون الحاجة إلى ثلاجة، وهي استخدام مجفف شمسي، يمكن صنعه بسهولة من مواد معاد تدويرها. يتكون المجفف من غلاف معدني يغطي لوحًا بلاستيكيًا شفافًا معالجًا ضد الأشعة فوق البنفسجية، حيث يجف الطعام بداخله. يمكن لهذا المجفف تجفيف حوالي اثني عشر كيلوغرامًا من المنتجات الطازجة بشكل طبيعي خلال يومين أو ثلاثة أيام.

11. **المعالجة النباتية**
تُعدّ هذه التقنية الأكثر ملاءمةً للبيئة في معالجة المياه (انظر فصل "نظرة على مدن ومناطق المستقبل"). تُصفّي مياه الصرف الصحي بشكل أساسي عبر نباتات تنمو في أحواض. وعلى عكس أنظمة المعالجة الأخرى، لا تتطلب هذه التقنية صيانة معقدة ولا طاقة لتشغيلها.

12. **لوحة الطاقة الشمسية منخفضة التقنية**
وهو مصنوع من ثلاجة قديمة معاد تدويرها ولوح زجاجي بسيط.

أفضل طريقة لتوفير الطاقة هي تصميم المباني بشكل أكثر ذكاءً، وفقًا للمهندسين المعماريين الذين يدعون إلى تغيير في البرمجيات[314] بحسب رأيهم، يُعدّ التركيز على غلاف المبنى أكثر فعالية من التركيز على الأنظمة التقنية المصممة لتنظيم درجة الحرارة. فهذه حلول سلبية، تحافظ على أدائها لمدة نصف قرن، بينما تتطلب الغلايات وأنظمة التهوية الميكانيكية وغيرها

من المعدات التقنية صيانة واستبدالا كل ثماني إلى عشر سنوات. غالبًا ما تكون حرارة الجسم وأشعة الشمس كافية لتدفئة المساحات في المباني البيئية. ويتم استغلال الطاقة الشمسية على النحو الأمثل من خلال أسطح زجاجية كبيرة أو بيوت زجاجية ملحقة بالمنزل، على سبيل المثال.

"[315]

الصبر والمحاكاة الحيوية

وبالمثل، يمكن أن تكون بعض المباني الجديدة محاكاة حيوية، مثل المبنى الذي سيتم بناؤه جنوب باريس في عام 2023، والذي تفتح جدرانه وفقًا للطقس (مثل حراشف مخروط الصنوبر)، ويتنفس سقفه الرقيق (مثل أجنحة اليعسوب)، وتنظم آباره درجة الحرارة (مثل تل النمل الأبيض[316]).

على عكس ما يقترحه مهندسونا المعماريون من إمكانية زيادة الراحة رغم انخفاض استهلاك الطاقة، يعتقد البعض أننا سنضطر حتماً إلى التكيف مع انخفاض كفاءة الطاقة في منازلنا. علاوة على ذلك، سيستغرق بناء المنازل وقتاً أطول بسبب نقص الآلات. كم من الوقت يستغرق تسوية الأرض لبناء منزل دون معدات بناء، أو رفع مواد البناء إلى أعلى مبنى دون رافعة؟ قد نمتلك بعض الجرافات ذات المحراث الخلفي التي تعمل بالوقود الحيوي، وربما بعض الآلات الهجينة، وعددًا قليلاً من المركبات الأخرى التي تعمل ببطاريات بحجم خمس أو ست بطاريات سيارات كهربائية صغيرة، لكن هذا سيكون بالضرورة أسطولاً صغيراً جداً (انظر فصل "وسائل النقل التي لا تدمر الكوكب").

أن نتكاتف ونعيش معاً ونتكيف

سنضطر إلى التكدس في منازل المستقبل، وفقًا للمهندسين المعماريين ومخططي المدن وغيرهم من الخبراء. مساحة أقل للفرد تعني انخفاض تكاليف الطاقة والمواد. سيصبح السكن الجماعي هو السائد في المباني الجديدة. مع انخفاض متوسط مساحة السطح إلى 30 مترًا مربعًا، إذا أردنا البقاء دون عتبة الاحترار العالمي البالغة 1.5 درجة مئوية، وفقًا لمهندسي شركة B&L Evolution - - على الرغم من أنه ربما فات الأوان لتحقيق ذلك. فسنحتاج إلى أن نكون أكثر تكدسًا[317]. يوصي البعض بحظر بناء أي مساكن غير جماعية بشكل كامل، باستثناء المساكن الخفيفة، مثل الخيام التقليدية والمنازل الصغيرة (المنازل الخشبية المتنقلة) وما شابهها[318].

ستكون مساكن المستقبل قابلة للتكيف. ففي تولوز، صمم طلابٌ مساكن طارئة للمشردين، باستخدام وحدات سكنية معيارية مصنوعة من الخشب المُعاد تدويره، يمكن دمجها في العديد من مباني المكاتب الشاغرة.

يُعدّ هذا نهجًا منطقيًا، نظرًا لوجود خمسة ملايين متر مربع من مساحات المكاتب الفارغة في فرنسا، بينما يعاني أربعة ملايين شخص من التشرد أو سوء السكن أو انعدام المساكن الخاصة، وفقًا لمؤسسة الأب بيير. وتدعو إلى هذا التصميم المعياري (Ademe) الوكالة الفرنسية للانتقال البيئي للمباني. ووفقًا للوكالة، يمكن دمج الغرف أو تقسيمها باستخدام فواصل قابلة للإزالة[319]. يمكن لهذه الطريقة أيضاً أن تساعد في استيعاب مخاطر المناخ المستقبلية. فقد ابتكرت إحدى الشركات مبانٍ مسبقة الصنع مصنوعة من كتل خشبية يسهل نقلها لمواجهة التآكل الساحلي الناجم عن ارتفاع منسوب مياه البحر. ويمكن استخدام هذه المباني كمساكن جاهزة، وحسب المرحلة العمرية، كمساحات عمل مشتركة، وأماكن إقامة سياحية، وما إلى ذلك.

عدد لا يحصى من الموائل البديلة

منازل أرضية غريبة مبنية من إطارات مملوءة بالتراب، ومساكن على طراز الهوبيت تُسمى "كيرتير"، وخيارات سكنية خفيفة الوزن متنوعة كالقوافل والأكواخ والقباب... باتت المساكن البديلة، الموفرة للطاقة، والمنخفضة التلوث، تجذب الفرنسيين بشكل متزايد. وهي تزدهر في الواحات والقرى البيئية. كما يختار البعض العيش معًا في أشكال مختلفة من المساكن المشتركة، سواء في المدن أو في الريف (انظر فصل "نظرة معمقة على مدن وأقاليم المستقبل"). لا توجد طريقة أفضل للحفاظ على الموارد والمساحة. فهل تُنبئ كل هذه المبادرات بمستقبل السكن؟

تذوق هذه العكعة...

في كثير من الأحيان، يساهم السكان أنفسهم في بناء منازلهم. تشهد مشاريع البناء الذاتي ازدهارًا ملحوظًا، لا سيما من خلال مواقع البناء التشاركية التي تتيح لأي شخص لديه بعض الوقت الحر فرصة تعلم كيفية تصميم منزله وفقًا لرؤيته، دون الحاجة إلى تدريب مسبق. يوفر هذا فرصة لتفضيل استخدام الجص والدهانات الطبيعية، وغيرها من المنتجات التي لا تلوث الهواء الداخلي، والذي قد يكون، وفقًا للعلماء، أكثر سمية بكثير من هواء المدن الكبيرة الملوثة. في اليابان، كان هناك وقت تتكاتف فيه قرى بأكملها لبناء منزل في غضون أيام أو أسابيع قليلة. لعل هذا هو المستقبل.

8. الأشياء اليومية بدون زيت

في قديم الزمان، كانت فرنسا لا تحتاج إلى كل هذه الممتلكات لتكون سعيدة. لو كان العالم يتمتع بصناعة مستدامة، لكان إنتاج السلع الاستهلاكية أقل بكثير. صحيح أن بعض الأجهزة المنزلية المتينة ستكون مفيدة، لكننا لن نملك 2.5 طن من المعدات (ما يعادل وزن فرس نهر!) و99 جهازًا كهربائيًا

وإلكترونيًا في كل منزل كما هو الحال اليوم، ستة منها لا تُستخدم أبدًا[320]. والنتيجة: سينخفض استهلاك الكهرباء في المنازل بشكل حاد.

ستصبح الأجهزة الإلكترونية قديمة الطراز في كثير من الحالات، وسيتم التخلص من المواد الاستهلاكية. ستدوم الأشياء لعقود، بل مدى الحياة في كثير من الأحيان: مناديل قماشية، وأقلام متينة، وشفرات حلاقة معدنية، وقشات من الخيزران، ومثاقب يدوية (بدلاً من المثقاب الكهربائي، الذي يُستخدم في المتوسط لمدة 12 دقيقة فقط طوال عمره الافتراضي). تتوفر بدائل عديدة، غالباً من الماضي القريب. ستستعيد المواد الطبيعية مكانتها البارزة في المنازل، بفضل إحياء الحرف اليدوية، وممارسة الأعمال اليدوية، وإعادة استخدام المواد التي كان يمارسها الجميع، كما كان شائعاً قبل الحرب العالمية الثانية: ألعاب خشبية، وأثاث، وأدوات مطبخ؛ أطباق وأواني خزفية؛ أواني طهي متينة؛ ملابس من القنب والكتان (تتمتع فرنسا بالفعل بمكانة جيدة في قطاعات النسيج هذه)؛ أحذية وأحزمة مصنوعة من الجلد المحلي؛ أسوار وعناصر حدائق مصنوعة من الخيزران وفروع أخرى...

صناعة السلال والقطع القديمة

قد تشهد صناعة السلال عودة قوية: سلال وكراسي من الخيزران، بالطبع، بالإضافة إلى السلال المصنوعة من النباتات البرية. كانت هذه الصناعة منتشرة على نطاق واسع قبل فترة ليست بالبعيدة: ضفائر قش الجاودار التي يستخدمها صانعو البراميل، وقبعات القش، وشباك صيد الآس... باستخدام النباتات البرية التي تكثر في فرنسا (كالعليق، والقراص، والبندق...)، يمكنك صنع سلة، أو سلة غسيل، أو حقيبة، أو صندوق، وما إلى ذلك. إنها قطع "متينة"، بحسب برنارد بيرتراند، صانع السلال والمؤلف[321]. صناعة السلال مستدامة. إنها من الحرف القليلة التي توفر موارد أكثر في العام التالي للحصاد. تُقطع النبتة من جذعها، فتنمو براعم جديدة في العام التالي. حتى مع عدد السكان الحالي، لن ينضب هذا المورد إذا أحسنا إدارته، كما فعل أسلافنا، كما يعتقد برنارد برتراند. فبفضل هذه الموارد النباتية المتجددة، يمكننا استبدال جسم الفرشاة أو مقبض المطرقة - وهما قطعتان تُورثان من جيل إلى جيل. والكمية الهائلة التي أُنتجت خلال القرن الماضي - تلك الكتب والألعاب والمصابيح والقطع الزخرفية... التي تتراكم في العليات والأدراج - يمكن بالتأكيد مشاركتها داخل العائلات وخارجها.

9. نظام الغذاء المستدام، من المزرعة إلى المائدة

هنا، المزارعون هم الروبوتات. هذه مزرعة ألبان في بريتاني. في تقرير عن "المزرعة المتصلة"، نرى روبوتًا يخلط العلف ويدفعه نحو الأبقار. TF1 قناة يفعل ذلك ست مرات يوميًا. نرى أيضًا فرانسوا، المزارع، الذي غالبًا ما يكون هاتفه في يده أكثر من مذراته. على شاشة هاتفه، يراقب قطيعه عن بُعد. كما تقوم تقنية متطورة بفرز الأبقار في مناطق الحلب المخصصة لها. يقوم روبوت آخر بحلب الحيوانات، وتحليل الحليب، والكشف عن أي أمراض محتملة. كل هذا كان يقوم به سيلفي. لكن الآن، أصبح لدى سيلفي المزيد من الوقت لرعاية أبقارها. المزيد من الوقت لنفسها أيضًا. وأصبح عمل فرانسوا أقل مشقة. بالإضافة إلى ذلك، فهو أمر عملي لأن فرنسا فقدت 20,000 مزارع ألبان في عشر سنوات، بينما زادت مساحة الأراضي الزراعية، وبالتالي زاد عبء العمل.

الزراعة الحديثة: قنبلة موقوتة لحدود الكوكب

إننا نتجه نحو كارثة. هذا هو المصير الذي يقودنا إليه الإنتاج الزراعي الغذائي الحالي. فهو "المحرك الرئيسي للتدهور البيئي وتجاوز حدود الكوكب"، وفقًا لدراسة بريطانية حديثة أجراها علماء من عدة دول وتخصصات. هذا القطاع مسؤول عن نحو 30% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية، ويستخدم حوالي 40% من الأراضي، ويستهلك 70% من المياه العذبة. كما أن أكثر من 30% من مخزون الأسماك مُستنزف بشكل مفرط[322].

وفي أماكن أخرى، في بعض من آلاف المزارع الآلية في فرنسا، تقوم الطائرات بدون طيار برسم خرائط الحقول، وجمع البيانات لتحسين المحاصيل، وزرع البذور والحشرات التي تكافح آفات الذرة الطبيعية[323]قريبًا. قد نشهد روبوتات دقيقة بما يكفي لقطف الفراولة. وهذا من شأنه أن يحل مشكلة نقص العمالة المهاجرة عبر المحيط الأطلسي (شكرًا لك يا ترامب[324]).

أعلن المذيع أن الزراعة قد تكون واحدة من أكثر، TF1 مع بداية تقرير قناة القطاعات التي تعتمد على الروبوتات بحلول عام 2025. وتحدث عن "مزرعة المستقبل". حقاً؟

من الروبوتات إلى المزارعين

وكما هو الحال غالباً (بل دائماً؟)، يتم تجاهل مسألة الطاقة تماماً. لكن الروبوتات كائنات معدنية ولدت في وفرة من النفط.

في عام 1940، كانت سعرة حرارية واحدة من الطاقة تنتج 2.3 سعرة حرارية من الطعام. أما اليوم، فيتطلب الأمر 7.3 سعرة حرارية من الطاقة لإنتاج سعرة حرارية واحدة فقط من الطعام[325]هذا يعني استهلاك سبعة أضعاف الطاقة لإنتاج نصف كمية الطعام. لذا، فإنّ البرغر والطماطم غير الموسمية والبيتزا المصنّعة هي المسؤولة عن عجز هائل في الطاقة. هذه الظاهرة فريدة من نوعها في تاريخ البشرية (إذ أنتج مزارع القرن التاسع عشر فائضًا من الطاقة)، وهي ممكنة بفضل الكم الهائل من الطاقة التي تراكمت في باطن الأرض على مدى مئات الملايين من السنين، والتي يستخرجها معاصرونا في لمح البصر[326].

تذكروا، "نحن نستهلك النفط". من بداية السلسلة الغذائية إلى نهايتها انظر المقدمة). يرتبط النمو الهائل في إنتاج الغذاء خلال القرن العشرين بهذه الطاقة الوفيرة. وقد زاد إنتاج الأراضي الزراعية الأمريكية بمعدل مماثل تقريبًا لاستهلاك النفط[327]يتعين على المزارع الصناعية العالمية أن تزيد باستمرار من استهلاكها للطاقة لمجرد الحفاظ على مستوى الإنتاج. وهذا ليس ما نسميه اقتصادًا مستدامًا[328]".

تحديات الزراعة في مرحلة ما بعد النفط

ستصبح المزارع الفرنسية في مستقبل خالٍ من الكربون أكثر اقتصادية. ويكمن التحدي في إنتاج كميات مماثلة، أو حتّى أكثر في حال ازدياد عدد السكان، من المنتجات الصحية عالية الجودة[329]لكن باستخدام طاقة أقل وبدون أسمدة حديثة مستخرجة من المناجم. كل هذا في ظل ظروف مناخية بالغة الخطورة، تؤثر بالفعل على المحاصيل والإنتاجية، التي تتضاءل. على تربة مستنزفة بفعل الزراعة الحديثة (حيث تدمر المبيدات الحشرية الحياة التي تدعمها: الحيوانات الصغيرة، والفطريات، والبكتيريا). من خلال استخدام المياه بكفاءة أكبر، والتي أصبحت شحيحة بالفعل في بعض فصول الصيف. من خلال تجنب تدمير ما تبقى من المساحات الطبيعية، التي تُحوّل الآن بوتيرة متسارعة إلى أراضٍ زراعية لتعويض استنزاف التربة. ومن خلال السعي لإعادة إحياء النظم البيئية، التي تلوثت إلى حد كبير بالممارسات الزراعية الحالية.

من 15 إلى 64 مليار يورو سنوياً

هذا، وفقًا لدراسة، هو تكلفة التلوث الزراعي في فرنسا، والتي تصل قيمتها القصوى تقريبًا إلى قيمة الإنتاج الزراعي الوطني (68 مليار يورو[330]يتم مراعاة تلوث المياه والهواء والتربة، وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، فضلاً عن التأثير على صحة الإنسان والتنوع البيولوجي والمناظر الطبيعية.

الطريق إلى الأمام معروف. إنه علم البيئة الزراعية[331]وهو ما استسلمت له حتى وزارة الزراعة. ويؤكد مارك دوفومير، أستاذ علم الزراعة، أن هذا يوفر الوسائل اللازمة "لإنتاج كميات أقل ولكن بجودة أفضل في فرنسا[332]وعلى

الصعيد العالمي، "يمكنها إطعام 10 مليارات إنسان بشكل مثالي"، كما اضاف شاغل كرسي الزراعة المقارنة والتنمية الزراعية السابق في AgroParisTech.[333] ويؤكد أوليفييه دي شوتر، المقرر الخاص السابق للأمم المتحدة المعني بالحق في الغذاء، أنه "سيكون من الممكن إطعام الكوكب دون زيادة المساحة المزروعة، أو حتى عن طريق تقليلها".[334]

عصير الدماغ، والعمل الجاد، والزراعة المستدامة

يُعدّ نظام الزراعة المستدامة جزءًا من هذا الحل، وفقًا لبابلو سيرفين، مهندس الزراعة وعالم انهيار النظم البيئية. تتميز مزارع الزراعة المستدامة بتعقيدها، لكنها أنظمة عالية الإنتاجية (انظر الفصل "الرزانة والمرونة: بعض الطرق لمواجهة الأزمات"). يجب أن يمتلك المزارع معرفة دقيقة بالدورات الطبيعية. في هذا النموذج، تزدهر التفاعلات المفيدة المتبادلة بين الكائنات الحية، ويوجه المزارع هذه العملية حتى يصبح النظام مكتفيًا ذاتيًا بشكل متزايد. بعد أن كان مهملاً حتى وقت قريب، بدأ نظام الزراعة المستدامة يشق طريقه ببطء إلى كليات الزراعة.

زملائي، ديدان الأرض

ساهم تشارلز وبيرين هيرفيه-غروييه، مؤسسا مزرعة بيك هيلوان في نورماندي، في ازدهارها في فرنسا. ورغم استفادتهما من ظروف مواتية للغاية، إلا أن مزرعتهما تستحق الزيارة. تبدأ قصتهما بمحاولة فاشلة للزراعة العضوية على أرض فقيرة. ثم تبنى الزوجان أساليب الزراعة المستدامة والزراعة المصغرة المكثفة التي ورثاها عن مزارعي السوق الباريسيين في القرن التاسع عشر. وكانت النتيجة وفرة هائلة. في هذه المزرعة، تُخصب ديدان الأرض التربة وتُهويها، وتُفكك الفئران التربة، وتُكافح نباتات القراص الآفات وتُستخدم كسماد.[335] يزدهر التنوع البيولوجي. وتخزن المحاصيل المزيد من الكربون.

بفضل أدوات بسيطة يدوية ومبتكرة مثل آلة بذر كولمان، يتمكن المزارعون من زراعة 25 صفًا من بعض الخضراوات في مساحة لا تتجاوز 85 سنتيمترًا. يُعدّ هذا الاستخدام المذهل للمساحة متقدمًا جدًا على أساليب الزراعة التقليدية الآلية. والنتيجة: غلة وفيرة، رغم غياب المواد الكيميائية وقلة استخدام الآلات. في الواقع، كانت الآلات القوية ستجعل هذه الممارسات مستحيلة. تتطلب الزراعة المستدامة عملًا دقيقًا، يستلزم مهارةً فائقةً في التعامل مع التربة.

عندما ينفد منك الزيت، عليك أن تعمل.

كانت هناك قوة عاملة كبيرة، كما كان الحال في أيام مزارعي أسواق باريس في القرن التاسع عشر (انظر فصل "غوص في مدن وأقاليم المستقبل"). هذا "النظام، الذي يُعد من بين أكثر الأنظمة كثافة في تاريخ الزراعة"، أنتج غذاءً بوفرة نادرة، يصل إلى "سبعة أو ثمانية محاصيل سنويًا في نفس قطعة الأرض". لكن ثمن ذلك كان العمل الشاق حتى ساعات متأخرة من

الليل. يقول بابلو سيرفين: "عندما ينفد النفط، لا بد من العمل. برميل واحد من النفط يُمثل اثنتي عشرة سنة ونصف من العمل. [...] الآن، لدينا تقنيات أخرى، ويمكننا الاستفادة مما اكتشفه العلم خلال القرن الماضي"[336] .

أقرّ العلم بالجدوى الاقتصادية لهذا النهج. فقد أثبت المعهد الوطني الفرنسي للبحوث الزراعية (INRA) إمكانية توظيف شخص واحد بدوام كامل على مساحة لا تتجاوز 1000 متر مربع. أما في المزارع التقليدية، فتتطلب مساحة أكبر بكثير لتوفير فرصة عمل! تقول بيرين هيرفيه-غروييه بسعادة: "يكسب زوجي 2500 يورو من المزرعة، بعد دفع رواتب الموظفين والمصاريف التشغيلية وغيرها. لا نتمكن فقط من العيش بكرامة، بل نساهم أيضاً في تحفيز النمو الاقتصادي في المنطقة، وتوفير فرص عمل، وتعزيز التبادل مع الجهات المحلية الأخرى". وتعرب عن أسفها لمعاناة المزارعين الذين يزرعون مساحات شاسعة من الأراضي، لكنهم ما زالوا يكافحون لتغطية نفقاتهم[337].

لإطعام سكان أوروبا البالغ عددهم 500 مليون نسمة دون استخدام ترسانتنا الواسعة من الآلات الزراعية، سيحتاج 120 مليون شخص إلى التحول إلى الزراعة في غضون عقد من الزمن، وفقًا لحسابات بابلو سيرفين. ويقول: "لقد وُلد مزارعو المستقبل بالفعل، لكنهم لا يدركون بعد أنهم سيصبحون مزارعين"[338].

من مدينة الأنوار إلى أم الأرض

لن يبقى الريف كما هو. ففي منطقة إيل دو فرانس، "يوجد حاليًا 10,000 مزارع"، وفقًا لنظرية الانهيار الاقتصادي التي وضعها إيف كوشيه. ومن المتوقع أن يصل هذا العدد إلى 1.5 مليون مزارع بحلول عام 2050، بالإضافة إلى ملايين من "ممارسي الزراعة المستدامة الهواة"، لإطعام منطقة يبلغ عدد سكانها نصف عدد السكان الحالي، وذلك وفقًا لسيناريو أعده معهد مومنتوم (SNCF). بتكليف من الشركة الوطنية الفرنسية للسكك الحديدية[339] يتصور هذا المركز البحثي أن منطقة إيل دو فرانس، بعد هجر جزء من سكانها، قادرة على تحقيق الاكتفاء الذاتي الغذائي، شريطة تبنيها نموذجًا زراعيًا حيويًا (سيتم تحديده لاحقًا). وشريطة تحويل المدينة إلى مركز زراعي مزدهر، حيث تُستغل كل مساحة فيه إنتاجيًا (انظر فصل "نظرة معمقة على مدن وأقاليم المستقبل")، لا سيما من خلال إزالة الحجارة والإسفلت من مواقف السيارات والطرق والشوارع. ويتوقع واضعو سيناريو "إيل دو فرانس بيوريجن 2050" أن يؤدي نزوح بعض السكان، وانتقال آخرين إلى الريف المحيط، وإعادة تنظيم المجتمع، إلى توفير ما بين 100,000 و200,000 هكتار من الأراضي الجديدة لإنتاج الغذاء في إيل دو فرانس[340]. استعادت باريس مكانتها كعاصمة خلال الحرب العالمية الأولى. في ذلك الوقت، استُبدلت أحواض الزهور بحدائق خضراوات لتعويض حقول القمح التي تضررت بشدة جراء قصف القذائف.

في مدح الشجرة، أفضل المزارعين

القمح، إلى جانب عدد قليل من النباتات الأخرى، ساهم في تدجيننا. هذه هي أطروحة يوفال نوح هراري في كتابه "سابينس[341]تحوّل القمح، الذي كان في الأصل عشباً برياً في الشرق الأوسط قبل عشرة آلاف عام، إلى محصول غزير الإنتاج. ففي الولايات المتحدة وحدها، يغطي الآن ما يعادل ثلث مساحة فرنسا.".

[342]لا تُنتج الحبوب على مدار العام، بينما تزدهر الغابة ما دامت أوراقها خضراء. تنمو نباتات القمح في الطبقة السطحية من التربة (30 سنتيمترًا)، مما يؤدي إلى استنزافها. وللتعويض عن ذلك، تُستخدم الأسمدة. وهكذا تبدأ الحلقة المفرغة: تُصبح المزرعة مُدمنة على كميات كبيرة من هذه المنتجات المستخرجة من مصادر تحت الأرض بعيدة، بالإضافة إلى المواد الكيميائية المُصنّعة. أما الشجرة، فتعمل بطريقة مختلفة. تستمد جذورها العناصر الغذائية من أعماق التربة. تتحلل الجذور، وتتساقط الأوراق: وبذلك تُعيد الشجرة توزيع العناصر الغذائية على الأرض. يُمكننا مُحاكاة الغابة! وتقليد بنيتها الرأسية، حيث تستمد المحاصيل العناصر الغذائية من أعماق مُختلفة: الفراولة في الأعلى، ثم القمح، وشجرة الجوز في الأسفل، على سبيل المثال[343]بدمج زراعة الأشجار والحبوب، يمكننا إنتاج كميات أكبر بكثير! هذا ما أظهرته نتائج الأبحاث الأولية، التي أخذت في الاعتبار استخدامًا محدودًا للغاية للآلات الزراعية. كما يتيح ذلك للمزارعين تنويع مصادر دخلهم من خلال بيع الأخشاب.

تُعدّ الشجرة خير حليف للمزارع، فهي تُصبح حاميةً عظيمةً للبقرة. فعندما ترتفع درجة الحرارة فوق 26 درجة مئوية، تُعتبر البقرة مُعرّضةً للخطر، فتتوقف عن الأكل والشرب وإنتاج الحليب. وفي الصيف، تُوفّر الشجرة الظل، الذي قد يُخفّض درجة الحرارة بمقدار 10 إلى 15 درجة مئوية، وفقًا لمهندس زراعي مُتخصّص في الزراعة الحرجية[344]بل من الممكن أن تتغذى الماشية يوماً ما على أوراق الأشجار: فهي تبقى خضراء عندما يحرق الجفاف العشب ويسبب نقصاً في العلف.

تقع جنة عدن في بلجيكا

انطلاقًا من هذا المفهوم، أنشأ الرواد حدائق غابية، أو غابات مثمرة. فعلى سبيل المثال، في موسكرون ببلجيكا، أنشأت جمعية "أخويات العمال" غابة خضراء وارفة. "تمتد على مساحة 1800 متر مربع من النباتات الكثيفة، حيث يصعب التمييز بين أشجار التفاح والكمثرى، والتين والخوخ، والكستناء والجوز. تنمو عند جذورها 4000 صنف من الخضراوات، إلى جانب مجموعة كبيرة من النباتات البرية الصالحة للأكل. يوجد ما لا يقل عن 650 صنفًا من التفاح، وما يعادل نوعًا واحدًا من أشجار الفاكهة أو الشجيرات لكل متر مربع[345]في البداية، يكون الأمر شاقاً للغاية. ثم، تقوم الطبيعة بهدوء بمعظم العمل. عليك فقط أن تعمل معها، لا ضدها. في موسكرون، يقوم جيلبرت كاردون، في".

الثمانينيات من عمره، بزراعة حديقة غابته التي يبلغ عمرها نصف قرن بمفرده تقريباً".

الانسجام مع الطبيعة يخلق وفرة. يقول بابلو سيرفين: "في إيران أو العراق، إذا تركتَ حقلاً مفتوحاً، فستحصل على سهوب. أما هنا في أوروبا، فإذا تركتَ الأرض بوراً، فستحصل على غابة بعد بضع سنوات. فلنتجه نحو الغابة، دون بذل جهد. ولنزرع فيها الأنواع التي تناسبنا".

شجرة الألف موهبة

قد تساهم الزراعة الحراجية واسعة النطاق في منع تدهور مناخنا بشكل كامل. فبينما "يخزن حقل القمح التقليدي ما بين 20 إلى 30 طنًا من الكربون لكل هكتار"، فإن نفس المساحة المزروعة بالزراعة الحراجية تخزن "ما يصل إلى 100 طن لكل هكتار"[346] أكثر من ثلاثة أضعاف! علاوة على ذلك، قد تُبطئ هذه الاستراتيجية انقراض أنواع النباتات، لا سيما وأن الأشجار هي أسرع النباتات التي نقضي عليها.

هذه الشجرة، هذا البطل، هي أحكم حارس للماء نعرفه. بفضلها، تقلّ الفيضانات وتحتفظ التربة بالرطوبة لفترة طويلة، حتى في أوقات الجفاف. كما أنها تُنقي المياه الملوثة. وتقف الشجرة أيضاً حصناً منيعاً ضد التصحر[347] وأخيرًا، تُعدّ الشجرة بمثابة قلعة تسكنها آلاف (بل ملايين؟) الكائنات الحية ذات الريش والقرون الاستشعارية والحراشف والفكوك، وما إلى ذلك. تُنظّم هذه الكائنات النظم البيئية الزراعية وتحدّ من الهجمات على المحاصيل.

عودة المزارع الصغيرة والمتنوعة

مزرعة بيك هيلوين مزرعة صغيرة. المبدأ الأساسي للزراعة المكثفة الخالية من المواد الكيميائية الاصطناعية هو: "إذا أردت زيادة الإنتاج، عليك تقليص مساحة حقلك وزراعته إلى أقصى حد. وهذا يتعارض مع ما نتعلمه في علم الزراعة"، كما يؤكد بابلو سيرفين[348] لكن هذا دليل على المرونة: فالأنظمة الصغيرة التي ظلت خارج التيار الرئيسي للزراعة الصناعية ستكون أكثر قدرة على الصمود في وجه الأزمات المستقبلية. وقد كان هذا هو الحال بالنسبة للمزارعين الصغار الذين يمارسون الزراعة الإيكولوجية في زامبيا ومالاوي، والذين نجوا نسبياً من أزمة الغذاء عام 2008[349].

يرى بعض الباحثين أن مزارع وحقول المستقبل، بصغر حجمها، ستكون أكثر تنوعًا. تمامًا كما في الماضي! قليل من الحبوب، قليل من الفاكهة والخضراوات، رعي الماشية، وعدد قليل من الدجاج... ساد هذا النموذج الزراعي المختلط قبل بضعة أجيال. لا يشبه مزارع الإنتاج المكثف. في مزارع الغد، لن تُكدس الحيوانات القليلة في حظائر مغلقة، مما يزيد من خطر الإصابة بالأمراض، كما هو الحال اليوم. لن تكون هناك حاجة للمضادات الحيوية التي ينتهي بها المطاف في موائدنا. ولا لشاحنات محملة بفول الصويا البرازيلي لإطعام الحيوانات: ما ينمو في الحقول المحلية سيكفي. ستنخفض كمية مياه

الصرف الصحي، ويمكن إعادة استخدامها لتخصيب التربة، دون تلويث النظم البيئية بشكل كبير أو إرهاق محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

لا شك أن الإنتاجية الزراعية ستنخفض. لكن عودة الطيور، ووجود الأشجار، والزراعة المختلطة من شأنها أن تقلل من مخاطر الآفات (الأمراض، والقوارض)، وبالتالي تقلل من استخدام المواد الكيميائية. ويمكن للخصوبة الطبيعية المستعادة والممارسات الجيدة أن تحافظ على محصول جيد وتوفر فرص عمل لعدد أكبر من الناس في مناطق ريفية أقل عزلة وأكثر جمالاً. ماذا، هل نتخلى عن المنتجات الاصطناعية؟ يا له من أمر يثير استياء أكاديمية الزراعة![350] مع ذلك، يقول الخبراء إننا لن نعود بالضرورة إلى الاعتماد على الواردات. فإذا كان المستهلكون مستعدين لدفع المزيد مقابل غذاء عالي الجودة، يُنتجه المزارعون بأنفسهم أكثر من الآلات، للحفاظ على كوكبنا صالحًا للعيش، فلماذا لا؟ في السنوات الأخيرة، أتاحت الآلات زيادة إنتاج الغذاء بعدد أقل من العمال وعلى مساحات أوسع. ولكن ما الثمن؟ تلوث متفاقم، وقائمة طويلة من المخاطر الصحية، وسلسلة من حالات الانتحار، ومزارع تعتمد كليًا على الدعم الأوروبي، وانتشار الطحالب الخضراء، وغيرها من العواقب الوخيمة.

يمكن تحويل حقولنا. ففي النموذج العضوي الحالي، تُزرع غالباً بالقمح والبازلاء. ونحن بحاجة إلى تغيير هذه الطريقة، وفقاً لمعهد مومنتوم[351]. الأمثل هو "مزيج من الذرة والفاصوليا والقرع (المعروفة باسم "الأخوات الثلاث") مُكمَّلًا بزراعة الخضراوات المستدامة". والنتيجة: "كفاءة تفوق الزراعة الصناعية واسعة النطاق بعشرة أضعاف (نعم، عشرة أضعاف)". يُقدِّر الباحثون أن كل سعرة حرارية مُستثمرة في هذا النظام تُنتج حوالي عشرين سعرة حرارية من الغذاء، بينما لا تتجاوز الطاقة المُستَخرَجة سعرتين حراريتين في الزراعة الصناعية. أما التكلفة؟ فهي ليست أعلى، بالنظر إلى عشرة مليارات يورو من الإعانات المُقدَّمة للمزارعين الفرنسيين. ناهيك عن النفقات الناجمة عن الممارسات الزراعية الحالية: الأمراض، وفقدان التنوع البيولوجي، وتآكل التربة، وغيرها.

أدوات بسيطة التقنية...

هل هذه نهاية الآلات الزراعية؟ قد لا ينتهي بها المطاف جميعها في المتاحف، فهي تُسهّل بشكل كبير زراعة بعض المحاصيل واسعة النطاق. ولكن مع مساحات أصغر من الأراضي واستخدام الوقود للأغراض الزراعية فقط، يُمكننا الاستمرار لفترة طويلة، وفقًا للمهندس فيليب بيهويكس[352].

توفر ورشة الفلاحين التدريب على صناعة الأدوات الزراعية البسيطة.

"الخطوة التالية؟ التخلي عن هذه الآلة."[353]

والنباتات التي تكيفت مع المناخ الجديد...

في هذه المزارع التي تُمثل مستقبلًا مُحتملًا، سيُنتج المزارعون بذورهم بأنفسهم، إما عن طريق جمعها أو تبادلها، كما كان يُفعل لآلاف السنين قبل أن تُسجّل الشركات متعددة الجنسيات براءات اختراع الحياة. الهدف: الحصول على نباتات مُتكيفة مع الظروف المحلية، والجفاف، وغيرها من تحديات المناخ المُتزايدة. وتزدهر المبادرات في هذا الاتجاه. ثمة حاجة مُلحة للتحرك، إذ اختفى 80% من الموارد الوراثية المُستزرعة خلال سبعين عامًا، وفقًا للأمم المتحدة. يقول ستيفان كروزات، عالم النباتات العرقية: "يحدث تغير المناخ بسرعة كبيرة جدًا؛ فالنباتات تُكافح بالفعل للتكيف". في عام 2019، لاحظ أن بعض النباتات أزهرت قبل شهر في منطقة ليون. "في الصيف الماضي، لم تستطع جميع محاصيل الذرة والكوسا، التي لها احتياجات مائية مُتشابهة، تحمّل الجفاف؛ أزهر بعضها لكنه لم يُثمر. ببساطة، لا تستطيع النباتات مُواكبة الوضع"[354]« .

يبتكر المزارعون أساليب جديدة. يقول أحد المزارعين من منطقة هوت سافوا: "لدينا أكثر من مئة صنف من القمح من مختلف أنحاء العالم. على سبيل المثال، قمح من أذربيجان، حيث لا تتجاوز كمية الأمطار السنوية 200 مليمتر، مقارنةً بألف مليمتر هنا، مع تسجيل رقم قياسي بلغ 700 مليمتر عام 2003. إذا استطاعت هذه الأصناف تحمّل الظروف القاسية حيث لا يوجد سوى الحجارة وانعدام الأمطار، فسنحصل دائمًا على محصول وفير هنا"[355]« .

من يدري؟ قد تحلّ نباتات مثل الذرة الرفيعة محل القمح وحبوبنا الوطنية الأخرى. موطنها الأصلي منطقة الساحل الأفريقي، وتستهلك مياهًا أقل بنسبة 30% من الذرة، كما أنها أكثر مقاومة للجفاف. لا تحتاج هذه النبتة إلا إلى القليل من الأسمدة، فهي تمتص النيتروجين من التربة بجذورها العميقة، وتملأ سنابلها بالحبوب حتى في درجات الحرارة المرتفعة. وهي تكتسب شعبية متزايدة في منطقتنا، من أوكسيتاني إلى جبال الفوج.

البحث عن النفايات

لن تكون الزراعة الفرنسية كما كانت عليه. سنقلل من وارداتنا (من لحوم الأبقار الأرجنتينية، والفواكه الإسبانية، والزهور الهولندية)، وصادراتنا، لأننا سننتج كميات قليلة من كل شيء، ولكن ربما بكميات أقل إجمالاً. ويرى البعض أن بلدنا سيظل قادرًا على الاحتفاظ بفائض لإطعام سكان الدول الأخرى، لأن الاستهلاك سينخفض بشكل ملحوظ. فعندما نرى كمية الطعام المهدرة (ثلث الإنتاج العالمي!)، ندرك أن لدينا فائضًا كبيرًا.

البشر أقل افتراسًا للحوم

لننتقل الآن إلى قضية استهلاك اللحوم الهائلة. بتقليل استهلاك اللحوم وخاصة لحم البقر)، نوفر مليارات السعرات الحرارية النباتية، التي لا) تستهلكها حيوانات المزارع بل تُحرق في أجسام البشر. ووفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، فإن إنتاج سعرة حرارية واحدة من اللحوم يتطلب من 4 إلى 11 سعرة حرارية نباتية[356].

في وجبة الغداء، ستُصدر كمية من الكربون تُعادل قيادة سيارة لمسافة[357] كيلومترًا. وفي العشاء، تتناول الدجاج: إذ يُعادل تناول كيلوغرام واحد منه 130 انبعاثات كربونية تُعادل 20 كيلومترًا. دعونا لا نتحدث حتى عن إزالة الغابات وتآكل التربة الناجم عن تربية المواشي. تُمارس هذه الزراعة بكثافة في فرنسا، وهي أكبر مُصدر للأمونيا في الاتحاد الأوروبي. يُؤدي ذلك إلى اضطراب المناخ وتوليد جزيئات دقيقة يُمكن أن تتحد لتُشكل مزيجًا سامًا[358].

تناول البرغر حتى تشعر بالرضا التام

من بين اللحوم المتهمة بالتلوث، يُعد لحم البقر الأكثر تلويثًا. يليه لحم الضأن. في حين أن لحم الخنزير والدجاج ينبعث منهما كميات أقل من الكربون، إلا أنهما يسببان مشاكل أخرى، لا سيما فيما يتعلق بالمياه[359]. يُعدّ الاستهلاك المفرط للمياه في تربية المواشي (13500 لتر من الماء لكل كيلوغرام من لحم البقر، مقارنةً بـ 700 لتر للذرة) مصدر قلق بالغ. وتتعرض احتياطيات المياه بالفعل لخطر الجفاف، الذي ألحق أضراراً بالغة بالمزارعين في عام 2019.

لذا، يُعدّ تقليل استهلاك اللحوم ضرورة مُلحة. هذا صحيحٌ بالنسبة لكوكبنا، ولصحتنا، ولأموالنا، كما خلص إليه العديد من الباحثين. فبسبب أفعالنا، أصبحت حيوانات المزارع، باستثناء البشر، أكثر أنواع الحيوانات تلويثًا للبيئة على وجه الأرض. وبسبب أعدادها الهائلة، تُطلق غاز الميثان، الذي يُساهم في ارتفاع درجة حرارة المناخ عشرات المرات أكثر من ثاني أكسيد الكربون. وبالمقارنة بها، تُعتبر الحيوانات البرية ضئيلة العدد: فهي تُمثل 4% فقط من كتلة الثدييات البرية، مُقارنةً بثلثي كتلة الماشية (و36% للبشر). وعلى الرغم من ازدياد الوعي مؤخرًا، إلا أن المشكلة تتفاقم: فقد استهلك الفرنسيون كمياتٍ أكبر من اللحوم في عام 2018 مُقارنةً بما قبل ذلك، إذا ما أخذنا في الاعتبار وجبات المطاعم. والبرغر ليس استثناءً[360] يراهن بيل غيتس على اللحوم المصنعة من فول الصويا. لكن إنتاجها سيتطلب كمية هائلة من الطاقة[361]. دعنا ننسى الأمر.

الأسماك والحشرات والسبيرولينا

إن التحول من اللحوم إلى الأسماك البرية ليس خياراً مطروحاً، فنحن نستنزف المحيطات بالفعل. سلسلة الغذاء البحرية بأكملها معرضة لخطر الانهيار. ومن غير المرجح أن تحل تربية الأحياء المائية التقليدية أي مشكلة، إذ يتطلب إنتاج سمكة لاحمة واحدة (كالسلمون والدنيس وغيرها) ما يصل إلى خمسة كيلوغرامات من الأسماك البرية الصغيرة[362] لكن منظمة الأغذية.

والزراعة تؤمن بنظام الزراعة المائية المتكاملة، وهو نظام يجمع بين زراعة الخضراوات في أحواض السمك. ففي نظام بيئي صغير مُعاد إنشاؤه، تُربى أسماك المياه العذبة، وتُستخدم فضلاتها لتغذية النباتات (كالخس وأشجار التفاح والبازلاء وغيرها). يتميز هذا النظام بكفاءة عالية في استخدام المياه، إذ تُعاد تدويرها بواسطة النباتات المزروعة. وتكون المحاصيل وفيرة، وتُزرع في مساحة صغيرة جدًا، دون استخدام مبيدات حشرية أو أسمدة كيميائية. وإذا كانت الأسماك عاشبة، فيمكن تغذيتها بالمحاصيل المحصودة (كالأوراق والبذور وغيرها)، ويمكن إضافة بعض الحشرات إليها إذا كانت الأسماك قارتة[363]يُعدّ. الاستزراع المائي في البحار شكلاً آخر من أشكال الاستزراع، حيث يجمع بين عدة أنواع بحرية، كالأعشاب البحرية والأسماك والمحار. تتغذى هذه الكائنات وتدعم بعضها بعضاً. يحظى هذا النوع من الاستزراع متعدد المستويات الغذائية، الذي يبتعد كل البعد عن ممارسات الاستزراع التقليدية المفرطة، بتأييد الجمعيات والعلماء. من شأن الأعشاب البحرية المحصودة أن تمتص فائض الكربون من المياه نتيجة لتغير المناخ، وأن توفر وقوداً حيوياً ذا إنتاجية عالية نسبياً. أما المحار، فيمتص فائض النيتروجين الموجود في المحيطات نتيجة للممارسات الزراعية الحالية[364].

هل ترغب بالمزيد من عظم الفك؟

وماذا عن الحشرات؟ مليارا شخص على وجه الأرض يتناولونها بالفعل. فلماذا لا نفعل نحن ذلك؟ من بين 2100 نوع صالح للأكل، ينافس بعضها اللحوم والأسماك من حيث البروتين والطاقة والعناصر الغذائية المختلفة. ووفقًا للعلماء، قد تكون خنفساء دودة الوجبة مصدرًا بديلًا أكثر استدامة للبروتين للإنسان من الحليب أو الدجاج أو لحم الخنزير. ومع ذلك، فقد وُجد أن تأثيرها البيئي أكثر سلبية من تأثير مسحوق السمك أو علف فول الصويا المُقدّم للأسماك المستزرعة. ويعتقد خبراء الصناعة أن التوازن البيئي سيتحسن مع الإنتاج على نطاق واسع. إلا أن الإنتاج الصناعي واسع النطاق لم يكن ناجحًا جدًا بالنسبة لكوكب الأرض حتى الآن... وتربية الحشرات لا تزال عملية معقدة. خاصةً وأن ميكروبًا واحدًا يمكنه أن يقضي على الآلاف في غضون ساعات[365]على سبيل المثال، قد يساهم جمع بعض النباتات من الطبيعة، عندما. نعرف كيفية التعرف على الأنواع الصالحة للأكل، وإذا ما زالت حواجزنا الثقافية، في إثراء قوائم طعامنا.

في محاولة للاستغناء جزئياً عن اللحوم، يتجه البعض نحو نوع من الطحالب الدقيقة التي يعود تاريخها إلى العصور القديمة. "في نشأة الحياة النباتية والحيوانية، لعبت طحالب السبيرولينا دوراً رئيسياً في تكوين الغلاف الجوي للأرض من خلال إنتاج الأكسجين من ثاني أكسيد الكربون[366]غنية بالبروتين". والفيتامينات والحديد، تُباع السبيرولينا بأسعار مرتفعة في الأسواق، لكن زراعتها سهلة للغاية! كما أنها تُنتج محصولاً وفيراً: ففي نفس المساحة، تُنتج السبيرولينا بروتيناً أكثر بمئة ضعف مما تُنتجه تربية الماشية، مع استهلاك مياه

اقل بمئة ضعف. يكفي متر مربع واحد من بركة الزراعة لكل شخص لإدراجها بشكل فعّال في نظامنا الغذائي اليومي، وذلك بإنتاجها محلياً[367]عملت شركة Algama، وهي شركة فرنسية ناشئة، على جعل السبيرولينا أكثر جاذبية وترى إمكانات غير محدودة في هذا البديل.

نظام المستقبل؟

يمكن أن تُشكّل كل هذه العناصر جزءًا من حلٍّ لاستبدال البروتين الحيواني. ولكن، وفقًا للعلماء، يكمن الحلّ أساسًا في الأطعمة النباتية. ما هو النظام الغذائي المستدام الذي يوصون به؟ إليكم نظرة عامة:

قد تكون البقوليات منقذنا. فقد أظهرت دراسة حديثة أن العدس والحمص وما شابههما أكثر شيوعاً على موائدنا بمرتين. ويقترح الباحثون زيادة استهلاك فول الصويا (لماذا لا، وهو منتج فرنسي؟).

هيكتولترات من الزيوت النباتية في المطابخ.

من الناحية المثالية، ينبغي أن يختفي زيت النخيل والسكر من العديد من الوجبات.

سيشغل الذرة والقمح مساحة أقل في الأطباق.

ستُقضم المكسرات والبذور بين أسناننا ضعف عدد المرات.

يوصي المؤلفون بزيادة إنتاج الأسماك والمحار من مزارع الأحياء المائية، بشرط استخدام الممارسات المستدامة بالطبع.

يوصي العلماء بتقليل كمية الأسماك واللحوم في سلال التسوق إلى النصف. ويدعو آخرون إلى الحد من استهلاك اللحوم إلى 94 غرامًا يوميًا للشخص البالغ، مقارنةً بـ 185 غرامًا حاليًا. أما بالنسبة للحوم الحمراء وحدها، فيكفي تناول شريحة لحم واحدة أسبوعيًا.

يقال إن منتجات الألبان موجودة في المعدة بنسبة أقل بثلاث مرات.

أما الفواكه والخضراوات، فستتضاعف حصتها.

في نهاية المطاف، يمكن أن يتكون النظام الغذائي من ثلثي البروتين النباتي وثلث البروتين الحيواني - على عكس الوضع الحالي.

يختلف هذا النظام الغذائي المثالي باختلاف الأنظمة الزراعية وأنماط الحياة. ولتحقيق هذا المعيار، سيتعين على سكان أمريكا الشمالية تقليل استهلاكهم الحالي من اللحوم الحمراء بأكثر من ستة أضعاف، بينما قد يضاعفه سكان جنوب شرق آسيا، وفقًا لتقديرات العلماء. بل يمكننا جميعًا أن نصبح نباتيين. فوفقًا للصندوق العالمي للطبيعة، فإن سلة غذائية نباتية تكفي أسرة مكونة من أربعة أفراد أسبوعيًا، تُنتج بصمة كربونية تعادل نصف بصمة النظام الغذائي الفرنسي العادي.

النباتات البرية والبحث عن الطعام: العناصر الغذائية المجانية من الطبيعة

في سماء بوت شومون، أكبر حديقة داخل حدود مدينة باريس، تطفو ملايين حبوب اللقاح في هذا اليوم الجميل من شهر مايو عام ٢٠١٨. الربيع،

وازدهار النباتات. على بُعد امتار قليلة من احد مداخل الحديقة، تُغطي ازهار بيضاء جميلة من نبات الكرفس البري، يصل ارتفاعها إلى حوالي خمسين سنتيمترًا فوق سطح الأرض، تلة صغيرة. هذه المئات من النباتات صالحة للأكل. كل شيء فيها صالح للأكل باستثناء الجذر. تتميز الأزهار بمذاق حلو خفيف. وإلى جانب ذلك، تنتشر أنواع أخرى كثيرة من النباتات: نبات الخرشوف البري، وهو لذيذ في السلطات والفطائر وحتى الحساء؛ ونبات اللبلاب الأرضي برائحته العطرية الرقيقة، الذي يتناغم بشكل رائع مع التفاح أو الجبن؛ ونبات القراص، الغني بفيتامين سي مثل البرتقال وبالبروتين مثل فول الصويا؛ والورد البري، الغني أيضًا بفيتامين سي...

في باريس، قلب إحدى أكبر المدن في العالم، تنمو مليارات النباتات البرية الصالحة للأكل. وفرة هائلة من الطعام المجاني! ما عليك سوى الانحناء لقطفها وغسلها. لكن عليك معرفة كيفية تمييزها بشكل صحيح. ففي فرنسا، من بين 6000 نوع من النباتات البرية، 300 نوع سام"، كما يوضح كريستوف" دي هودي، المتخصص في النباتات البرية والمعالج الطبيعي.

كسالى العصور الوسطى

على مرّ آلاف السنين، كنا نعتمد على جمع الثمار أكثر من الصيد. ففي العصور الوسطى، زُرعت أشجار البلوط كمصدر للغذاء في أوقات المجاعة. وعند تحضيرها وحصادها في الوقت المناسب، تُزوّد الأوراق الصغيرة وثمار البلوط لهذا الشجر الوفير جسم الإنسان بكميات كبيرة من الدهون والكربوهيدرات. ويُشكّل البلوط أساس النظام الغذائي لسكان كاليفورنيا الأصليين، كما يوضح عالم النباتات العرقية فرانسوا كوبلان. وفي الآونة الأخيرة، خلال الحرب العالمية الثانية، طُحن الزيزفون إلى دقيق واستُخدم لإثراء حصص الجنود الغذائية، كما يُضيف كريستوف دي هودي. ويُقدّر العلماء أن عدد النباتات المعروفة والمستخدمة من قِبل البشر في أوروبا في بداية القرن العشرين انخفض من أكثر من ألف نوع إلى أقل من خمسين نوعًا، كما هو مُباع في أسواقنا[368]. لكن المعرفة المتوارثة عن النباتات البرية سرعان ما فُقدت مع الحداثة. ويعتقد فرانسوا كوبلان: "في حال حدوث انهيار، سيحدث ما حدث في أيرلندا خلال المجاعة الكبرى عام 1845، أي أن الناس سيموتون جوعاً في مخزن المؤن. إنه أمرٌ محزنٌ لا مفر منه"[369]. عند إدارتها بمسؤولية واستخدامها في حالات الطوارئ، لا ينبغي إغفال النباتات البرية. فهي تُعدّ مكملاً قيماً، تماماً مثل جمع المكسرات والتوت.

من السوق إلى المطبخ ذي التقنية المنخفضة

عندما يبدأ سرب الشاحنات التي تُزوّد متاجرنا الكبرى بالسلع المُغلّفة بالبلاستيك بالتناقص، سنكون قد وصلنا إلى نقطة تحوّل في نقل وتنويع إنتاج الغذاء على نطاق صغير. هل هذا هو الزوال المُتوقّع للتوزيع واسع النطاق؟ فهو يلتهم النفط، ويتعطّش أيضاً للمساحات لإيواء مبانيه ومواقف سياراته. علاوة على ذلك، فهو يُجيد ممارسة ضغوط مُضرّة على المزارعين، مُقلّصاً دخلهم

المُنخفض اصلاً. هذا ليس هو الحال مع سلاسل التوريد القصيرة، التي تتطوّر بسرعة. قد تُصبح هي القاعدة في المستقبل القريب. هل سنشهد عودة المتاجر والأسواق والمعارض الزراعية المحلية؟ بدلاً من مطاعم ماكدونالدز في محطات القطار، سنمتلك أسواقاً مُغطّاة دائمة للمنتجات الطازجة[370].

قم بطي الفرن وافصل الثلاجة عن الكهرباء.

لكن هل سنحتاج إلى ثلاجات بعد الآن؟ مخازن المؤن، أو التخمير اللبني، أو المجففات الشمسية (انظر فصل "المباني والناس") لحفظ الطعام، أو مواقد نرويجية مصنوعة من الورق المقوى لتوفير الطاقة في الطهي، أو أفران شمسية قابلة للطي وخفيفة الوزن للغاية، أو مواقد شمسية لطهي طبق باستخدام أشعة الشمس فقط... مجموعة كاملة من الحلول منخفضة التقنية يمكن أن تجهز مطابخ المستقبل.

هل تُعدّ هذه ثورة في قطاع المطاعم؟ بدأت بعض المؤسسات (المطاعم التقليدية وشركات تقديم الطعام) بالفعل بتقليص تنوّع قوائم طعامها. هذه ممارسات جيدة يُنصح بتطويرها. فالقائمة الأصغر حجماً تُجنّب استخدام المنتجات المُجمّدة والمُصنّعة صناعياً والمليئة بالمواد المضافة، والتي تُعدّ شائعة في القوائم التي تضمّ 15 طبقاً مختلفاً.

أربعة أرقام توضح حدود نظامنا الغذائي

ثلث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون
يمثل قطاع الغذاء العالمي ثلث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وفقًا لتقرير صادر عن معهد اقتصاديات المناخ، والذي يجمع تأثير الكربون لجميع المراحل، من الإنتاج إلى الاستهلاك، بما في ذلك النفايات.

155 كيلوغراماً من نفايات الطعام لكل شخص فرنسي سنوياً
يُهدر في فرنسا عشرة ملايين طن من الطعام سنوياً: في المنازل، والمطاعم، والمقاصف، وكذلك في مواقع الإنتاج والتصنيع. وعلى مستوى العالم، يُهدر ثلث إنتاج الغذاء.

2000 حيوان يُقتل كل ثانية
يُقتل سنوياً 65 مليار حيوان (ما يقارب 2000 حيوان في الثانية) لتصل إلى موائدنا. وقدّر الباحثون أن على الدول المتقدمة خفض استهلاكها من اللحوم بنسبة 90% للحفاظ على كوكب الأرض وتوفير الغذاء لما يقارب 10 مليارات نسمة بحلول عام 2050.

فاكهة موسمية أقل تلويثاً للبيئة من ست إلى تسع مرات
تنتج الفاكهة التي تزرع في دفيئة مُدفأة انبعاثات أكثر بستة إلى تسعة أضعاف من نفس الفاكهة المنتجة في موسمها.

10. الصحة تتعرض للاختبار بسبب الصدمات

أُلغيت العمليات والمواعيد وحالات دخول المستشفيات. نفدت الأدوية والمواد الغذائية والمستلزمات الطبية في المستشفيات. تضاءلت مخزونات الصيدليات. نفد وقود سيارات الإسعاف. لم تكن هذه منطقة حرب؛ بل كانت بريطانيا في سبتمبر/أيلول 2000، مشلولة بسبب إضراب سائقي الشاحنات الذين أغلقوا أكبر مصفاة نفط في أوروبا. كان نظام الرعاية الصحية على وشك الانهيار. هنا، لم تكن هناك خيوط جراحية، وكاد الدم والأكسجين ينعدمان؛ وهناك، كانت النفايات الطبية تفيض. كان المرضى يتخلون عن الرعاية الطبية بسبب مشاكل النقل.[371]

كيف يمكن لنظام الرعاية الصحية الحالي، الذي يعتمد على النفط، أن يصمد أمام الصدمات المناخية والطاقة؟ الأطباء الذين تمت مقابلتهم ليس لديهم سوى القليل من الإجابات ليقدموها.

تحديات الطب في مرحلة ما بعد النفط في ظل جنون المناخ

سيموت غداً عدد أكبر من الناس مقارنة باليوم. ويعزى ذلك إلى حد كبير إلى الزيادة المحتملة في مسببات الأمراض، المرتبطة بـ "تدمير التنوع التنظيمي للنظم البيئية" و"انخفاض وسائل دفاعنا"، كما يتوقع الباحث فينسنت مينيرو، وهو أحد منظري الانهيار البيئي[372]الانهيار الاقتصادي وبالتالي انهيار البنية التحتية الصحية والمستشفيات؛ انهيار التنوع البيولوجي وبالتالي انهيار النباتات، التي تستخدم لعلاج 80٪ من سكان الأرض في الوقت الحاضر؛ انهيار موارد النفط وبالتالي انهيار إمدادات وتصنيع العديد من الأدوية والمعدات الطبية التي تعتمد على الذهب الأسود (الأطراف الاصطناعية، ودعامات الأشعة، والأنابيب وأكياس التسريب، والقسطرات، والقفازات الجراحية، ومواد التشحيم ...).

يُثبت المثال البريطاني ذلك: فنقص الأدوية قد يحدث بسرعة كبيرة. ويصدق هذا بشكل خاص لأن هذه الأدوية غالبًا ما تأتي من أماكن بعيدة: إذ تُنتج الهند والصين ما بين 60% و80% من المكونات الفعالة. المضادات الحيوية، والأدوية النفسية... العديد من هذه المنتجات مصنوعة من البترول ومشتقاته. ومع تأثر سكان الريف بالفعل بإغلاق المستشفيات الصغيرة ونقص الأطباء، قد يواجهون صعوبة أكبر في الحصول على الرعاية الصحية مع ارتفاع أسعار النفط وندرته. ماذا عن نقل الأعضاء، والأطباء في حالات الطوارئ، وما إلى ذلك؟ إذا تعطلت سلاسل الإمداد أو انقطعت، فماذا سيحدث عندما تعتمد الحياة على أسطوانة أكسجين في المنزل، أو جرعات يومية من الأنسولين، أو لقاح يحمي من الحصبة، التي أودت بحياة 200 مليون شخص منذ ظهورها؟

إذا ارتفعت اسعار الطاقة، فقد يؤثر ذلك سلبًا على صحتنا من خلال سلسلة من الآثار غير المباشرة. وهذه الآثار بدأت تظهر بالفعل، كالأمراض المرتبطة بانعدام أمن الطاقة، وارتفاع تكلفة الغذاء الصحي... يصعب حصرها جميعًا. إن أي انهيار محتمل، وما يترتب عليه من مشاكل في النقل، وإفلاس الشركات، وإمدادات الطاقة، وغيرها، سيؤثر حتمًا على صحة الإنسان.

مستشفى بدون ديزل

"هل سيتمكن المستشفى من البقاء؟ تمثل هذه المؤسسة الطب الصناعي: البلاستيك، والحقن، والإجراءات التقنية ... ماذا يعني ممارسة الطب في عالم ما بعد الصناعة؟" يتساءل الباحث بابلو سيرفين، الذي يعتقد أنه يجب علينا البدء في التفكير في هذا السؤال[373].

لا ننسى الـ 15 ألف حالة وفاة زائدة خلال موجة الحر عام 2003، والتي ستُعتبر قريباً أمراً معتاداً، وستتضاءل أمام موجة الحر المتكررة التي تنتظرنا. تشير إحدى الدراسات إلى أن ارتفاع درجات الحرارة سيزيد من معدل الانتحار في الولايات المتحدة[374]موجات حر قاتلة، وفيضانات، ونقص في المياه، وعواصف شديدة... ستؤثر الصدمات المناخية أيضاً على نظام الرعاية الصحية. ويُثير افتقاره للمرونة قلقاً بالغاً، إذ أن خدمات الطوارئ على وشك الانهيار أحياناً بسبب وباء الإنفلونزا. ومن المتوقع أن تصبح الأوبئة أكثر تواتراً. يموت ملايين الأشخاص سنوياً في البلدان الاستوائية بسبب أمراض ينقلها البعوض أو القراد. وقد بدأت هذه الأمراض المنقولة بالنواقل بالوصول إلى أوروبا: حمى الشيكونغونيا في إيطاليا، وحمى الضنك على الريفييرا الفرنسية... وسيزداد الوضع سوءاً. ويتوقع البنك الدولي أن يعاني أكثر من خمسة مليارات شخص من الملاريا بحلول عام 2050[375]بحلول عام 2080، قد يتعرض ما يقارب مليار شخص لأول مرة لمجموعة متنوعة من الأمراض، ما يجعلهم أكثر عرضة للخطر. ويحذر الباحثون من ضرورة استعداد أوروبا لمواجهة هذه الأوبئة المستقبلية[376]كيف يمكننا التعامل مع هذا الأمر، بالنظر إلى أن المضادات الحيوية أصبحت أقل فعالية؟[377]تزداد مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية مع ارتفاع درجة الحرارة، وبالتالي مع ارتفاع درجة حرارة المناخ العالمي[378]قبل ظهور هذه الحبوب المعجزة، كان الناس في فرنسا يموتون بسبب الجدري أو السل.

أمراض جديدة

يحذر الخبراء في تقرير نُشر في نهاية عام 2019 من أنه إذا لم تتخذ البشرية إجراءً، فإن صحة الأطفال المولودين اليوم، والذين هم عرضة بشكل خاص للمخاطر الصحية المرتبطة بتغير المناخ، ستتعرض لتهديد متزايد طوال حياتهم[379].

يرسم الدكتور جان دافيد زيتون، الحاصل على دكتوراه في الطب وعلم الأوبئة السريرية، صورةً مقلقةً بنفس القدر: ارتفاع في وفيات أمراض القلب

والآوعية الدموية والسكتات الدماغية، واعتلالات الجهاز التنفسي الناجمة عن تلوث الأوزون، وخطر الإصابة بالربو والحساسية (التي تضاعفت وتيرتها أكثر من مرتين خلال عشرين عامًا)، "وأمراض مرتبطة بالمياه (كالكوليرا) أو الغذاء كالسالمونيلا)، نظرًا لتأثر الأمن الغذائي". ويضيف: "يعتقد العديد من الخبراء) أن مخاطر جديدة ستظهر، تتمثل في أمراض لن نعرف كيفية علاجها". ويرى الدكتور أن التأثير الصحي لتغير المناخ "يهدد بتقويض، بل وعكس، التقدم الذي تحقق في القرن العشرين، والذي يتجلى بشكل خاص في زيادة متوسط العمر المتوقع. ويُقدّر البنك الدولي اليوم سبعة ملايين حالة وفاة مبكرة سنويًا بسبب التلوث، المرتبط ارتباطًا وثيقًا بالانبعاثات. وتشير التقديرات لعام 2030 إلى إضافة ما لا يقل عن 500 ألف حالة وفاة مرتبطة بالمناخ سنويًا"[380].

عاش الانهيار!

دعونا ننظر إلى الجانب المشرق: قد يجلب نهاية النفط نصيبه من الآثار الإيجابية على الصحة، مثل الحد من التلوث الضوضائي في المدن، والتلوث بشكل عام (المبيدات الحشرية والجسيمات التي تلوث الهواء والماء والأرض)، والحوادث... إذا لم تنتشر الاضطرابات والصراعات الاقتصادية والاجتماعية على نطاق واسع، أو وجدت حلاً سريعاً وسلمياً، فإن الحياة الأكثر انسجاماً مع الطبيعة والبساطة والمجتمع قد يكون لها ميزة إزالة الضغط وآثاره الضارة التي تثقل كاهل الإنسان المعاصر وتؤثر سلباً على الصحة النفسية.

علاوة على ذلك، فإن ترشيد استهلاك الطاقة من شأنه أن يولد المزيد من التمارين البدنية التي يمكن أن تقلل من المخاطر أو الآثار أو حتى تعالج بشكل كامل مجموعة كاملة من المشاكل الصحية المتنوعة.

أنماط الحياة موضع تساؤل

نتوجه إلى أعلى سلسلة جبال ساحلية في العالم، في كولومبيا. في سييرا نيفادا، يعيش شعب الكوجي، وهم من السكان الأصليين، بمعزل عن الطب الحديث. على الرغم من ذلك، لفتت حالتهم الصحية انتباه الطبيب جان لويس كروان، الذي فحص حوالي عشرين منهم في عام 2011. "لم تكن عيونهم وآذانهم تدمع، وكانت بشرتهم وأسنانهم سليمة، ولم تكن لديهم أي جروح ملتهبة"[381]. "لا توجد حالات طبية تستدعي الإخلاء. يقترح الطبيب المعالج عدة تفسيرات محتملة: نظام غذائي صحي - نباتي بشكل شبه كامل -، واهتمام دقيق بالنظافة الشخصية، وبيئة محفوظة بشكل جيد للغاية، وممارسة التأمل بشكل متكرر..."

يمثل مستشفى كوجي نمط حياة صحي في أحضان الطبيعة. فهو يشمل المعرفة الطبية، ولكنه يشمل أيضاً وقبل كل شيء التعبير عن المشاعر والأفكار والمشاريع ومشاركتها، والطقوس، والعلاقات بين الكائنات الحية، والوصول إلى الأرض للتعرف على الممارسات الوقائية.

يقول تيري جانسن، وهو جراح ومعالج نفسي بلجيكي: "إن الحياة التي نعيشها في الغرب، مهما بدت مريحة، هي في الواقع غير مناسبة لنا تماماً"[382] السباق مع الزمن، وضيق المساحة، والضغط النفسي، والعلاقات السامة مع من حولنا... كل ذلك يجعلنا ننسى احتياجاتنا الأساسية، كما يقول. والنتيجة: الإرهاق، والإنهاك، والانتحار، والسرطانات، والعديد من الأمراض الأخرى... وقد أثبت العلماء مرارًا وتكرارًا أن التواصل مع الطبيعة يعزز الصحة. كما أن الإصغاء إلى مشاعرنا ومشاعر الآخرين، بالإضافة إلى إبطاء وتيرة حياتنا، لن يضرنا بالتأكيد.

الوقاية خير من العلاج.

يلعب المحيط دورًا هامًا في صحتنا. ووفقًا لتقديرات منظمة الصحة العالمية، فإن 14% من الوفيات في فرنسا - أي ما يعادل 74,300 حالة وفاة - مرتبطة بالمحيط. ومن المؤكد أن هذه الأرقام أقل من الواقع[383] بالإضافة إلى أوجه عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية المدمرة[384] ما الذي يؤثر على متوسط العمر المتوقع أكثر من غيره؟ إليكم ما يجيب به بيترو ماجنو، كبير جراحي مركز الكبد والقنوات الصفراوية في مستشفيات جامعة جنيف: الوراثة بنسبة تتراوح بين 20% و30%، والتي لا نملك السيطرة عليها)، والتمارين الرياضية، وعدم التدخين، وتناول طعام صحي ومتوازن دون إفراط في الطعام، والضحك والنوم جيداً، والعمل دون إحباط وفي ظروف جيدة، وأخيراً، تجنب الحوادث.

مما لا شك فيه أن اتباع نمط حياة صحي سيخفف بشكل كبير العبء على نظام الرعاية الصحية لدينا، الذي يركز حاليًا بشكل أساسي على العلاج المكثف. ويرى العديد من الباحثين أنه بإمكاننا التوجه نحو نهج وقائي أكثر. تشمل الوقاية توعية الجمهور، وتشجيع النشاط البدني، واتباع نظام غذائي صحي، وغير ذلك. ويُعد الطب الوقائي ركيزة أساسية في نظام الرعاية الصحية الكوبي، الذي يحظى باعتراف واسع النطاق كواحد من أفضل الأنظمة في العالم[385] إلا أن كوبا تعاني من محدودية الموارد. وخلال زيارة لهافانا عام ٢٠١٤، أكدت مارغريت تشان، المديرة العامة لمنظمة الصحة العالمية آنذاك، على نجاح هذا النموذج الوقائي، الذي يتميز بانخفاض تكلفته وفعاليته العالية. ويتلقى الكوبيون منذ نعومة أظفارهم توعيةً بالقضايا الصحية. فالوقاية حاضرة في كل مكان (في وسائل الإعلام، وفي الشوارع، وفي الصيدليات، والنقابات، والمباني العامة، والمدارس، وغيرها) وتطال جميع جوانب الصحة[386].

ألعاب يدوية، ألعاب طبيب؟

لم يبدأ التدريب المجاني على الإسعافات الأولية للفرنسيين إلا بعد هجمات سبتمبر الإرهابية عام 2015. هذه التقنيات تُنقذ الأرواح. يمكن علاج إصابات 11 مثل خلع الفك بفعالية إذا تم تطبيق الحركات البسيطة الصحيحة في وقت

مبكر. باستخدام بعض التقنيات واليدين، او بعض المعدات الاَساسية، يستطيع أي شخص مُدرَّب علاج عشرات المشاكل الطبية[387].

الحفاظ على التقدم الطبي القيّم

لكن حتى في كوبا، لا تكفي الوقاية وحدها، ولا يكفي اتباع نمط حياة صحي. فالطب الحديث يعالج ويخفف الألم. واليوم، نحقق نتائج ممتازة في القضاء على المعاناة الناجمة عن التهاب المفاصل والكسور وحصى الكلى وغيرها، أو تخفيفها تمامًا. علاوة على ذلك، أصبح بالإمكان النجاة من العديد من أنواع السرطان. وأخيرًا، تُعالج الآن بفعالية الأمراض المزمنة كالسكري والناسور والصرع وإعتام عدسة العين، التي كانت تُعيق حياة الناس. وقد أحرزنا تقدمًا هائلًا في علاج العدوى، لا سيما بفضل اللقاحات[388].

وبالتالي، حتى لو تمكن الأطباء من حظر التدخين وفرض نظام صحي مثالي (انظر الفصل "نظام الغذاء المستدام، من المزرعة إلى المائدة")، والذي يقلل من وفيات البالغين بأكثر من 20%، وفقًا لدراسة أجريت في أوائل عام 2019[389]. سنظل بحاجة إلى دواء شافٍ

الطب منخفض التقنية، والمحاكاة الحيوية، والمواد الحيوية

يعمل مهندسون سويسريون على تطوير معدات أكثر استدامة. فقد صمموا مختبرًا متنقلًا لتشخيص العدوى الفيروسية والبكتيرية أو لإجراء الاختبارات البيولوجية، مُكيّفًا مع تضاريس أفريقيا الوعرة أحيانًا. ولتقليل استهلاك الكهرباء، طوّر المهندسون نظامًا ميكانيكيًا سهل الاستخدام يعمل بالطاقة البدنية للعاملين في مجال الرعاية الصحية فقط، دون الحاجة إلى محرك، على عكس الأنظمة في الدول الصناعية. واستُخدم النهج نفسه في تصميم جهاز الموجات فوق الصوتية، حيث استُبدلت مروحته الهشة والمستهلكة للطاقة بغلاف يُبدد الحرارة بفضل مادته وشكله المميزين. ويمكن استبدال أجزائه بسهولة. وقد صُمم المنتج مع مراعاة دورة حياته الكاملة، من الفكرة إلى إعادة التدوير[390].

هناك أيضاً أسلوب "اصنعها بنفسك". قام باحث من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بتحويل مكبس المرحاض وبعض الأنابيب إلى جهاز طرد مركزي مؤقت. غالباً ما تتعطل النماذج التقليدية لهذا الجهاز الأساسي. لكن جهاز الطرد المركزي الذي ابتكره، والمصنوع من مواد بسيطة، سهل الاستخدام ويمكن تشغيله بدون كهرباء.

هناك حاجة لتصميم أنواع جديدة عديدة من المعدات. ويمكن استخدام المواد الحيوية في تصنيعها، شريطة استخدامها باعتدال شديد، إذ قد يتطلب إنتاجها استخدام أراضٍ زراعية. أما بالنسبة للأدوية الأساسية، "فمن الممكن عمومًا استبدال مشتقات البترول بمكونات طبيعية[391]" لكن المصنعين سيحتاجون إلى إحداث ثورة في عملياتهم (انظر الفصل "مخطط اقتصاد خالٍ من الكربون").

قلبي يميل إلى اللون الاخضر

يراهن فرانك زال على المحاكاة الحيوية. فقد طوّر عالم الأحياء الفرنسي منتجات تستخدم الهيموجلوبين المستخلص من ديدان الرمل، مما يُحسّن بشكل ملحوظ حفظ الأعضاء المزروعة. فمن خلال تزويدها بالأكسجين، تُبطئ هذه المنتجات تدهور الأعضاء المزروعة بشكل كبير. وبذلك، يتمكن الجراحون من الوصول إلى أعضاء في حالة أفضل ووقت أطول: سبعة أيام بدلاً من اثنتي عشرة ساعة لإجراء عملية زرع الكلى. وهذا مثالي لاستخدام وسائل نقل أبطأ وأقل استهلاكاً للطاقة[392].

النفط، التكنولوجيا المتقدمة... الطب يأتي أولاً!

حماية الصحة، مهما كانت الظروف. ضمان استمرارية توفير الأدوية، لأنها أمر بالغ الأهمية. إنها ضرورية للغاية. هذا ما يطرحه العديد من المفكرين في مجال التحول الطاقي. لماذا لا نولي الأولوية للتكنولوجيا المتقدمة والبلاستيك في قطاع الرعاية الصحية؟ في الوقت نفسه، يمكننا دائمًا تقليل استخدامها بشكل كبير في حياتنا اليومية، أو حتى حظرها تمامًا.

يمكننا أيضاً تركيز الجهود العامة على إنشاء شبكة محلية واسعة النطاق لمقدمي الرعاية الصحية لضمان حصول الجميع على الرعاية الصحية. يجب أن تُقدَّم الرعاية الصحية في المستقبل بأقل جهد ممكن. ويمكن أن يكون العلاج الذاتي مفيداً، حيثما أمكن، باستخدام مستحضرات من صنع الصيادلة المحليين. سيتولى هؤلاء الصيادلة مسؤولية الإنتاج المحلي لتحضير علاجاتهم.

النباتات والحيوانات البرية لإنقاذنا

تُشكّل النباتات أساس معظم أدويتنا. تُعزل مكوناتها الفعّالة وتُعززها تقنيات الطب الحديث. لكن في الماضي، كان الناس يعالجون أنفسهم ببساطة عن طريق تناولها. فلماذا لا نعود إلى هذه الممارسة؟ يمكن استخدامها كإجراء وقائي، ولعلاج الأمراض الشائعة، ولعلاج عدد لا يُحصى من الأمراض، بعضها حميد وبعضها الآخر أقل خطورة، وهي تحديدًا تلك التي تدفع معظم الناس لزيارة الطبيب.

في الواقع، تُعدّ النباتات البرية من أشهر العلاجات الشعبية القديمة، تلك التي كانت تُستخدم بانتظام في العديد من المنازل قبل الحرب العالمية الأولى. لنعد إلى حديقة بوت شومون، في قلب باريس. تزخر الحديقة بأشجار كستناء الحصان. يقول كريستوف دي هودي، عالم النباتات والمعالج الطبيعي، إن ثمارها "من أكثر المقويات فعالية للدورة الدموية". ببساطة، اغليها، ثم اهرسها، واصنع مغليًا. يمكن وضع هذا المغلي مباشرة على الساقين أو تناوله عن طريق الفم لمن يعانون من البواسير. ربما تعاني من القلق واضطرابات النوم، ابحث إذًا عن أشجار الزعرور في الحديقة. براعمها، وأغصانها الصغيرة، وأزهارها، وثمارها، وأوراقها، ولحائها، وجزء من جذرها لها استخدامات طبية، وخاصة لعلاج مشاكل الدورة الدموية.

طبيب بيطري

يتمتع نبات القراص، المتوفر بكثرة، بفوائد جمّة. فهو مفيد للكلى والمثانة، ويخفف آلام التهاب المفاصل والروماتيزم، ويحارب حمى القش وحب الشباب، ويعالج تقرحات الفم والتهاب اللثة والتهاب الحلق، ويحفز إدرار حليب الثدي. ويمكننا أيضًا ذكر نبتة سانت جون، المستخدمة لعلاج الاكتئاب، كمهدئ ومسكن. لكن دعونا نتوقف عن هذه القائمة الطويلة ونتوجه إلى عالم الحيوان. فهذه الكائنات الحية يمكن أن تكون حلفاءنا في مستقبل خالٍ من الكربون. وهي كذلك بالفعل: خيول تساعد في مكافحة الاضطرابات النفسية، وكلاب تكشف السرطان (بدقة عالية للغاية)، والملاريا، وأمراض أخرى... ويمكن تطوير هذه الممارسات بشكل أكبر.

الطب التقليدي والممارسات البديلة

يُعدّ الصيام ممارسة شائعة في روسيا وألمانيا والولايات المتحدة، وقد أثبتت الدراسات العلمية فعاليته في علاج الربو والسكري وارتفاع ضغط الدم والحساسية وغيرها من الحالات. فهو يحفز قدرة الجسم على الشفاء الذاتي. ووفقًا للعلماء، يختفي المرض لدى ثلثي المرضى بعد يوم أو يومين من الصيام. ولا تزال هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات، إلا أن شركات الأدوية لا تجد حافزًا لتمويلها. ومع ذلك، يرى أحد الباحثين أن الصيام قد يُبطئ نمو الخلايا السرطانية، دون الحاجة إلى العلاج الكيميائي، وذلك من خلال تهيئة بيئة غير مواتية لنموها في الجسم.

استمعوا إلى صوتي. يتزايد عدد المتخصصين في الرعاية الصحية الذين يتلقون تدريباً على التنويم الإيحائي. وباستخدامه بالتزامن مع الطب التقليدي، يُمكنه تخفيف الألم، بما في ذلك أثناء العمليات الجراحية. كما يُساعد التنويم الإيحائي المرضى الذين يُعانون من اضطراب ما بعد الصدمة، والذي قد يتفاقم في حال انهيار كل شيء[393]...

العلاج اليدوي، والعلاج بتقويم العمود الفقري، والوخز بالإبر... مجموعة من الممارسات التي تُسمى بالطب البديل تعالج الأمراض وتمنعها بطريقة لطيفة. وهي تقلل الاعتماد على المواد الكيميائية ووسائل النقل. بعض هذه الممارسات، مثل التأمل[394]، بدأ الطب التقليدي يشق طريقه إلى المستشفيات الغربية. ووفقًا لمنظمة الصحة العالمية، فإنه يُمكن أن يُكمّل الطب الغربي الحديث بفعالية. وفي فرنسا، توجد بعض الشكوك حوله. أما في العديد من البلدان، فهو مُدمج بشكل جيد، ويُستخدم للوقاية من المشاكل الصحية الشائعة وعلاجها[395]. توجد في الهند مستشفيات كاملة مخصصة للطب الأيورفيدي، تعالج جميع أنواع الأمراض. هذه الممارسة القديمة مفيدة بشكل خاص للأمراض المزمنة. وتشمل أساليبها النظام الغذائي، والتدليك، وحمامات الزيوت، والمستحضرات الطبية المصنوعة أساسًا من النباتات[396].

أن تموت ولا تعود تلوث البيئة

وإذا لم يجدِ أي حل آخر، واقترب الموت، فبإمكاننا اختيار الموت والتوقف عن التلوث نهائيًا. في هذه الأيام، حتى بعد الموت، ما زلنا نلوث. الفورمالديهايد، والزئبق، والديوكسينات، والمواد التي تم تناولها خلال الحياة... تحتوي الجثث المدفونة أو المحروقة على مواد سامة ومسرطنة ينتهي بها المطاف في الطبيعة (وبالتالي تخترق أجسام الأحياء). علاوة على ذلك، فإن الدفن يعادل قيادة سيارة ركاب لمسافة 4023 كيلومترًا، وفقًا لإحدى الدراسات. كما أن تصنيع الخرسانة المستخدمة في بناء الأقبية يستهلك كميات هائلة من الطاقة. أما الحل الأمثل بيئيًا وفعالًا من حيث الموارد فهو تحويل رماد الموتى إلى سماد، والذي تم إقراره مؤخرًا في الولايات المتحدة[397] المبدأ؟. عندما تموت، تتحول إلى دبال صحي وخصب. تُساعدك الكائنات الدقيقة الموجودة في السماد المصنوع من نشارة الخشب الناتجة عن التقليم. يُجدد جسمك التربة لتنمو أشجار كثيرة تمتص الكربون. وهكذا تكتمل الدورة! في فرنسا، وجّه أحد أعضاء مجلس الشيوخ أسئلة للحكومة حول هذه المسألة. يتبع[398] على أي حال، في حين أن مقبرة باريس مكتظة ومقابر المدن الأخرى. الباردة والمعدنية تستهلك مساحة ستكون مفقودة، يمكن للمرء أن يتخيل الراحة الأبدية في مساحة مشجرة، حيث تنبت الحياة من موتنا.

11. هل تستطيع التكنولوجيا الرقمية الصمود أمام السقوط؟

في بعض الأقسام، كان لا بد من إعادة كل شيء يدويًا. سندات الملكية والرهونات العقارية: تأخرت 1500 عملية بيع، وتوقفت تراخيص البناء. انقطع الوصول إلى البريد الإلكتروني. تعطل الخادم المركزي. شُلّت حركة بلدية بالتيمور جزئيًا. ابتداءً من 7 مايو 2019، استعاد موظفو البلدية في هذه المدينة الأمريكية متعة التواصل عبر الهاتف والتواصل المباشر. السبب: فيروس أصاب جهاز كمبيوتر. رفض رئيس البلدية دفع فدية قدرها 113000 دولار 10000 للمخترقين[399].

لمحة عما كنا نفعله منذ وقت ليس ببعيد، حين كان كل شيء أبطأ. بدون أدوات الاتصال الحديثة. لقد أحدثت شبكة الإنترنت والحواسيب والإلكترونيات ثورة في العمل والحياة اليومية، موفرةً قوةً ودقةً وإنتاجيةً أكبر، وناشرةً

المعرفة والعلوم، ورابطةً بين الناس في اماكن بعيدة على الفور، وجاعلةً المؤسسات أكثر مرونة. كان ذلك للأفضل، إذن. وللأسوأ أيضاً: المراقبة واسعة النطاق، والتأثيرات الاجتماعية والمعرفية، وتلوث العقول بفيض من المعلومات والترفيه التافه... والتلوث العالمي!

مع تسارع وتيرة الاقتصاد الرقمي، يستنزف مواردنا من الطاقة والمواد بوتيرة متسارعة، مما يُلحق ضرراً بالغاً بالبيئة. ويتزايد التلوث الرقمي بشكلٍ هائل، لا سيما مع ازدياد حركة البيانات على الإنترنت بشكلٍ كبير (انظر فصلي حدود التكنولوجيا" و"لمحة عن اقتصاد خالٍ من الكربون"). ففي عام ٢٠١٨، تم" إرسال ما يقارب ١٦٠ مليون بريد إلكتروني كل دقيقة.

عشرون مليار غيغابايت تحت سطح البحر... وأنا، وأنا، وأنا

لكن في مارس من ذلك العام، 2018، فشلت آلاف الرسائل الإلكترونية في الوصول إلى وجهتها. ومهما حاول المستخدمون النقر على زر "إرسال" أو تحديث الصفحة، لم يجدوا نفعًا. وانقطعت خدمة الإنترنت عن اثنتي عشرة دولة على الساحل الغربي لأفريقيا لعدة أيام. والسبب؟ تسبب قارب صيد في إتلاف كابل[400] عنصر أساسي في بنية الويب. يتكون هذا "الهيكل" للإنترنت من ثلاثة عناصر رئيسية: مراكز البيانات، التي تستضيف وتعالج البيانات التي نصل إليها (يوجد منها عدة آلاف حول العالم)؛ والشبكات، التي تنقل هذه البيانات من وإلى الأجهزة (أجهزة الكمبيوتر والهواتف والآلات وما إلى ذلك)؛ ونقاط الربط البيني، التي تربط الشبكات ومراكز البيانات[401] تحمل ملايين الكيلومترات من الأنفاق والأنابيب، المكتظة بالهوائيات وأجهزة التوجيه، بياناتنا. ففي يونيو 2018، بلغ عدد الكابلات البحرية حول العالم 448 كابلًا، بطول إجمالي يعادل ثلاثين ضعف محيط الأرض. واليوم، يمر 99% من حركة الإنترنت العالمية و90% من المكالمات الهاتفية عبر هذه الكابلات. فهل ستؤدي مليارات ساعات مشاهدة الفيديو عبر الإنترنت يوميًا إلى انهيار النظام؟ يجيب لوران جيل، الأستاذ الفخري في معهد تيليكوم باريس تك، بالنفي. فبينما يتزايد عدد الأجهزة المتصلة بشكل هائل، سيظل متوسط معدل نقل البيانات ثابتًا، على حد قوله[402].

مع ذلك، فإن الكابلات البحرية والبرية التي تحتوي على ألياف بصرية معرضة لخطر التمزق أثناء الكوارث الطبيعية (التي باتت تواتراً متزايداً) أو أعمال الطرق، كما يمكن أن تعلق بمراسي السفن. وتتسبب حوادث من هذا النوع، مثل الانفجارات البركانية تحت الماء والزلازل، في انقطاعات متكررة للخدمة. لذا، تصبح أعمال الصيانة ضرورية. ويقول جان لوك فيليمين، مدير الشبكات الدولية في شركة أورانج: "بدون هذه الأعمال، سيتوقف الإنترنت العالمي عن العمل في غضون أسابيع"[403]. في محاولة لتجاوز المشكلة، تخطط شركات التكنولوجيا العملاقة لنشر آلاف الأقمار الصناعية والطائرات المسيّرة والبالونات لربط العالم بأسره بالإنترنت. لكن التطورات التكنولوجية التي وُعدنا بها تمهد الطريق للإسراف. أجهزة متصلة، بيانات ضخمة، ذكاء

اصطناعي، تقنية سلسلة الكتل (البلوك تشين)... المزيد من الطاقة والموارد مُعرّضة للخطر. يستهلك مركز بيانات متوسط الحجم ما يعادل الاستهلاك السنوي للكهرباء لبلدة صغيرة يبلغ عدد سكانها 10,000 نسمة[404]على الصعيد العالمي، بحلول عام 2030، سيصبح القطاع الرقمي الأكثر استهلاكاً للطاقة، حيث يستهلك وحده ما يعادل كل الكهرباء المستخدمة في عام 2008[405].

الهوس الرقمي بالأرقام

34 **عاماً من طاقة الدماغ**.يستهلك دماغ لاعب لعبة غو المحترف لي سيدول في 34 عامًا كمية من الطاقة يستهلكها جهاز كمبيوتر ألفا غو في عشرة أيام[406].
زيادة سنوية بنسبة 25% **في حركة المرور**.يبلغ معدل نمو حركة البيانات على شبكات الاتصالات 25% سنوياً، ويرتبط جزء كبير منها بالفيديو.
5.5 **مليار هاتف ذكي قيد الاستخدام**في عام 2020 (أربعة مليارات في عام 2017 و 1.7 مليار في عام 2013).
7% **من الطاقة**يعود استهلاك الطاقة في القطاع الرقمي إلى الأجهزة، وخاصة الهواتف الذكية. وقد استهلك هذا القطاع ما يقرب من 10% من إنتاج الكهرباء العالمي في عام 2015[407].
90% **من الطاقة**.ترتبط الطاقة التي يستهلكها الهاتف الذكي خلال فترة استخدامه بعملية إنتاجه
يحتوي الهاتف الذكي أو الكمبيوتر على ما بين 40 **و** 60 **معدناً**.معظمها غير قابلة لإعادة التدوير بشكل جيد، وتأتي من صناعة شديدة التلوث. يتطلب تصنيع جهاز كمبيوتر واحد موادًا تعادل ستة عشر ضعف وزنه.
نقص المعادن في وقت مبكر من عام 2030 **إلى عام** 2035.قد تصبح بعض المواد، وخاصة الإنديوم، نادرة في وقت قريب جداً.
كان متوسط عدد الأجهزة المتصلة بالإنترنت في الأسر المتقدمة 25 جهازًا في عام 2017. وكان هذا الرقم 10 أجهزة في عام 2012، ومن المتوقع أن يرتفع إلى 50 جهازًا في عام 2022. وبحلول عام 2050، سيتراوح عددها بين 50 و100 مليار جهاز في جميع أنحاء العالم، وفقًا لمصادر مختلفة[408].

[409]لن يتمكن مجتمع ذو تقنية منخفضة من الحفاظ على النظام الرقمي الحالي. وستستهلك قطاعات أخرى ذات أولوية أكبر طاقة وموارد ستكون أقل توفراً في المستقبل.

من الممكن وجود إنترنت منخفض التقنية

ومع ذلك، نظرياً، هناك أمل. "يمكننا بسهولة تقليل استهلاك الكهرباء والأثر البيئي للتكنولوجيا الرقمية بنسبة 95%. [...] إنشاء إنترنت منخفض التقنية، يسمح لنا بإجراء المكالمات الهاتفية وتبادل المستندات، أمر ممكن باستخدام النسبة المتبقية البالغة 5%، أو حتى أقل"، كما يعتقد فيليب بيهوي[410].

كيف؟ أولًا، مرة أخرى، بإعادة تقييم احتياجاتنا. في عام ٢٠١٨، تم إرسال ١٣ مليون رسالة نصية كل دقيقة. كم منها كان مفيدًا؟ وما مقدار المحتوى الأساسي أو المهم بين ٤٧٣ ألف تغريدة، ومليوني صورة، و٤.٢ مليون مقطع فيديو تمت مشاهدتها على تطبيق الهاتف؟ تُعدّ مقاطع الفيديو آفة حقيقية للتعافي الرقمي، فهي تُولّد ٦٠٪ من حركة البيانات العالمية! في أقل من عامين، من ديسمبر ٢٠١٤ إلى فبراير ٢٠١٧، تضاعف عدد ساعات مشاهدة الفيديو يوميًا على يوتيوب أكثر من ثلاث مرات. هل تتذكرون أغنية "غانغام ستايل"؟ حصد الفيديو الموسيقي ١.٧ مليار مشاهدة حول العالم، وولّد طلبًا على الكهرباء يعادل الاستهلاك السنوي لمحطة توليد طاقة صغيرة، وفقًا

لقد أصبحنا ملتصقين بشاشاتنا لدرجة أن غرينبيس[411] لمحلل في منظمة.
مقاطع الفيديو عبر الإنترنت في عام 2018 انبعثت منها غازات دفيئة تعادل ما انبعث من إسبانيا...

من سباق النطاق الترددي إلى النظافة الرقمية

مع ذلك، لكي تستمر هذه الشركة العملاقة في مجال التكنولوجيا، ستحتاج إلى تقليص حجم البيانات المخزنة والمتداولة بشكل كبير. هذا ممكن! فقد كانت مقاطع الفيديو الموسيقية، وخاصةً موسيقى الراب، من بين أكثر عشرة فيديوهات مشاهدةً على يوتيوب في عام ٢٠١٨. وبعيدًا عن الموسيقى، حظي مستخدمو يوتيوب وبرامج تلفزيون الواقع بشعبية واسعة[412] هل المحتوى.
الإلكتروني مهم أم زائد؟ بالمقارنة، يمكن وضع موسوعة ويكيبيديا الإنجليزية كاملةً على قرصي DVD، تقدم ويكيبيديا منفعة كما يوضح فيليب بيهويكس. عامة، بينما لا تقدم معظم مقاطع الفيديو ذلك. ويرى المهندس أنه ينبغي تقليل سعة النطاق الترددي لتمكين المستخدمين والخدمات من التكيف. في الواقع، هذا شرط أساسي. هذا ما يقترحه كريس دي ديكر في مقالته ذات العنوان المثير: "لماذا يجب علينا الحد من سرعة الإنترنت؟"[413] يقترح الصحفي: "يمكننا حظر استخدام مقاطع الفيديو والسماح للإنترنت بالعودة إلى كونه وسيلة للنصوص والصور الثابتة، أو الحد من سرعة الاتصالات اللاسلكية، أو حتى تخصيص حصة طاقة محددة للإنترنت". سيكون هذا التقييد هو السبيل الوحيد للتخفيف من عواقب تأثير الارتداد (انظر فصل "حدود التكنولوجيا")، وهو تأثير شبه منهجي في العالم الرقمي[414] مما يؤدي إلى زيادة في الاستهلاك.
الإجمالي[415].

بعد التنافس على سعة النطاق الترددي، يأتي التنافس على المعدات الذي يجب إيقافه. بل ينبغي أن يكون هذا هو الأولوية، لأن الحصة الأكبر من استهلاك الطاقة تُعزى إلى الأجهزة الطرفية (الهواتف الذكية، وأجهزة الكمبيوتر، وأجهزة التلفزيون، على سبيل المثال[416] يوجد في المتوسط من خمس إلى.
ست شاشات لكل أسرة (بعض الأسر لديها ما يصل إلى تسع أو عشر شاشات). "تزداد الأجهزة تعقيدًا (مما يتطلب المزيد من الموارد)، وتكاملًا، وتصغيرًا (مما يجعلها أقل قابلية لإعادة التدوير[417] تُساهم صناعة أجهزة".(
الكمبيوتر والهواتف الذكية ومعدات الشبكات بنحو نصف انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في هذا القطاع (ويُشكّل تشغيلها حوالي الثلث). ويتطلب إنتاج غرام واحد من الهاتف الذكي طاقةً تفوق الطاقة اللازمة لإنتاج غرام واحد من سيارة تعمل بالبنزين بسبعين ضعفًا. ويُغيّر 88% من الفرنسيين هواتفهم المحمولة وهي لا تزال تعمل. يُمكننا ببساطة استبدال هواتفنا الذكية كل ثلاث سنوات، بدلًا من كل ثمانية عشر شهرًا[418] يقول هيوز فيريبوف من مشروع.
التحول: "يجب إبطاء نمو استهلاك الطاقة إلى النصف". بالطبع، لا يكفي مجرد كبح الزيادة في الاستهلاك. يقترح فيليب بيهويكس تغييرات جذرية.

قد يشمل ذلك مشاركة المعدات التي تُستخدم حاليًا بشكل فردي، مثل أجهزة توجيه الواي فاي والطابعات. ويمكن توفير هذه المعدات في أماكن مثل المكتبات. وسيكون من الممكن الانتقال من استخدام أجهزة تلفزيون وأجهزة كمبيوتر متعددة (في المنزل والعمل) وكاميرات وأجهزة لوحية، وما إلى ذلك، إلى هاتف يتمتع بقوة جهاز كمبيوتر مكتبي، والذي "يمكن استخدامه في المنزل عن طريق توصيله بشاشة أكبر"[419] وعندما تتعطل الكاميرا القابلة للإزالة في هذا الهاتف الذكي، يتم استبدال الجزء المعيب بدلاً من الجهاز بأكمله."

لقد ابتكروا جهاز كمبيوتر منخفض التقنية

جهاز مصمم لتلبية احتياجات... [420] متاح للجميع، موفر للطاقة، قابل للإصلاح، قابل للتكيف، مفتوح المصدر معظمنا: تصفح الإنترنت، وإرسال رسائل البريد الإلكتروني، والوصول إلى ويكيبيديا دون اتصال بالإنترنت. كان هذا هو التحدي الذي خاضه فريق من مختبر التقنيات البسيطة عام ٢٠١٩. بالتعاون مع شركاء، قاموا ببناء حاسوب بسيط. استخدموا لوحة إلكترونية لا تتجاوز تكلفتها عشرة يورو، واستعادوا الشاشة والفأرة ولوحة المفاتيح من مختبر متخصص في إعادة تدوير النفايات الإلكترونية. "بضغطة زر، أصبح بإمكاننا تصفح الإنترنت باستخدام أساليب بسيطة والاستمتاع بعشرات البرامج المجانية والمفتوحة المصدر"[421]!.

التصميم البيئي والبرمجيات الحرة

ينبغي أن تُصمَّم جميع هذه المنتجات وفقًا لمعايير التصميم البيئي (انظر فصل "مخطط اقتصاد خالٍ من الكربون")، وأن تكون موفرة للموارد، وسهلة التفكيك، وأن تتكون من أجزاء بسيطة قابلة للإصلاح وإعادة التدوير. كما ينبغي أن تكون قابلة للاستخدام لفترة طويلة. ويُعدّ المعالج الاحتمالي الذي صممه الباحث أفيناش لينغامنيني، والذي، على الرغم من وجود بعض العيوب الطفيفة التي لا يكاد يلاحظها المستخدم، أسرع بخمس عشرة مرة وأكثر كفاءة في استهلاك الطاقة من المعالج التقليدي، مثالًا يُلبي العديد من هذه المعايير.[422] سوق الهواتف الذكية المُجددة التي Fairphone. تمامًا مثل هاتف يُعاد بيعها في ازدياد. لكن ربما يكون الحل الأمثل هو التخلص من إدمان الهواتف المحمولة، كما يفعل البعض بالفعل. لا مزيد من تطبيقات الهاتف المحمول الضخمة. بغض النظر عن الجهاز، يجب أن تصبح البرامج أصغر حجمًا. وهنا، يوفر المصدر المفتوح مزايا كبيرة. يقول جون لابان، مهندس يعمل على خاصة في الشركات الكبيرة والحكومات، " :OCP التعافي الرقمي في مؤسسة إذا استخدمت برامج مجانية (مفتوحة المصدر) على أجهزة تقليدية، يمكنك بسهولة الاستغناء عن 80% من تلك الأجهزة"[423].

هل نتجه نحو موقع إلكتروني بسيط؟

يرى فيليب بيهوي ضرورة أخرى، وهي التخلي عن الأداء العالي، والاتصال فائق السرعة، والقدرات الآنية التي تُمكّن تويتر وفيسبوك من الاستمرار، والاحتفاظ بالتعليقات لعقود، والتحديثات المستمرة، وما إلى ذلك. وتُترجم هذه المتطلبات إلى استهلاك مفرط للأجهزة والطاقة. ويتم مضاعفة أو حتى ثلاثة أضعاف عدد الخوادم لضمان إمكانية الوصول الدائم إلى مواقع مثل أمازون. وفي كل شهر، يتم تنزيل 23 مليون غيغابايت من البيانات "غير الضرورية" من مواقع ويب سيئة التصميم[424].

بفضل لوحة شمسية، يتميز موقع مجلة التكنولوجيا المنخفضة بكفاءة عالية في استهلاك الطاقة. فهو يعمل على حاسوب صغير من نوع راسبيري باي، يتمتع بقدرة معالجة تعادل قدرة هاتف محمول. ولا يحتاج الموقع إلا إلى ما بين 1 و2.5 واط من الكهرباء[425] بدلاً من التحديث على مدار اليوم، أصبح الموقع ثابتاً. تم تبسيط التصميم، وضغط الصور، وإزالة أدوات جوجل[426] وباستخدام نهج مماثل، قام المصمم الفرنسي غوتييه روسيل بتقليص حجم موقعه الإلكتروني الشخصي بمقدار عشرة أضعاف، مما جعله أكثر انسيابية[427] تتبنى بعض الشركات هذا النهج، وإن لم تصل إلى حدّ جعل مواقعها الإلكترونية معتمدة على الغطاء السحابي، كما تفعل مجلة "لو-تك". يتوقف هذا الموقع عن العمل إذا حجبت الغيوم السماء لفترة طويلة ونفدت البطارية. في زاوية شاشة المستخدم، يُشير مؤشر صغير إلى النسبة المئوية المتبقية من طاقة البطارية. كما يُتيح مؤشر الطقس للمستخدمين التخطيط لوقت قراءتهم خلال فترة يكون فيها الموقع متاحًا. قد يبدو هذا النهج متطرفًا، لكن فلسفته مثيرة للاهتمام: التكيف مع الإمداد المتقطع للطاقة المتجددة، كما فعل أصحاب المطاحن في العصور الوسطى (انظر فصل "لمحة عن اقتصاد خالٍ من الكربون").

يمكن تلخيص منهجية تصميم إنترنت منخفض التقنية في مبدأ واحد: التبسيط. ومن مزايا ذلك، أنه يحترم الخصوصية بشكل أكبر (لا أدوات تتبع، ولا عدادات زيارات، ولا ملفات تعريف ارتباط) ويسهل الوصول إليه، لأنه أكثر ملاءمة للأجهزة القديمة[428].

شبكات اقتصادية

توصل باحثون في معهد أبحاث علوم الحاسوب والتحكم الآلي (Inria) إلى طريقة لإدارة الشبكات - تلك الكابلات التي تمتد لملايين الكيلومترات والتي تربطنا بالخوادم. تتميز هذه الشبكات بحجمها الضخم وتعمل باستمرار دون تعديل وفقًا للاستخدام. ومن الممكن إيقاف تشغيل أجزاء من الشبكة لتقليل استهلاك الطاقة بناءً على الاستخدام[429] توصل تحالف من العلماء إلى طريقة لخفض صافي استهلاك الطاقة في شبكات الكهرباء بنسبة 98%. وتعادل هذه الوفورات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن 5.8 مليون سيارة. أما بالنسبة لشبكات الهاتف المحمول، فيمكن خفض الاستهلاك بمقدار 10,000 ضعف! مع ذلك، يتطلب تطوير مثل هذه الشبكة تغييرًا في المعدات، ولا يزال القطاع غير مستعد لذلك[430].



هي حركة شعبية تقوم بتركيب وامتلاك وتشغيل وصيانة شبكة إنترنت لاسلكية Freifunk
لامركزية ومجانية ومفتوحة لمسافات طويلة في ألمانيا، كما هو الحال هنا في برلين.

بدأت الشبكات المجانية منخفضة التقنية بالظهور بالفعل، لا سيما في المناطق قليلة السكان حيث يكون تركيب البنية التحتية التقليدية مكلفًا

للغايةGuifi.netفي إسبانيا، شبكة اثينا اللاسلكية الحضرية في اليونان... اكبر شبكة غير مُضخّمة حتى الآن تمتد على مسافة 384 كيلومترًا في فنزويلا. بفضل هذا النوع من شبكات الواي فاي بعيدة المدى، يتمتع حوالي 20,000 شخص بإمكانية الوصول إلى الإنترنت في جبال الهند. وتوجد محطات تقوية تعمل بالطاقة الشمسية كل 50 كيلومترًا تقريبًا[431]في ديترويت، المدينة التي تضررت بشدة من التراجع الصناعي، حيث يفتقر 40% من السكان إلى الإنترنت، تربط شبكات لاسلكية أجهزة الكمبيوتر المحلية. وفي أماكن أخرى، مثل كوبا، يجري البعض تجارب على الإنترنت منخفض التقنية عبر موجات الراديو، كما يوضح ألكسندر مونين، أستاذ الاستراتيجية الرقمية والحاصل على دكتوراه في الفلسفة. ويرغب مونين في إنشاء "شبكة مستقبلية غير مدمرة"، أقل تعقيدًا وأقل مركزية، من خلال مبادرة "الشبكة التي نستطيع تحمل تكلفتها[432]من خلال" La Fabrique écologique: وهذه هي أيضاً رغبة شركة تطبيق نهج مدروس ومرن ومتأنٍ في الرصانة والتصميم، يمكننا تقليل التأثير البيئي للإنترنت بما لا يقل عن 100 مرة[433]يقول فيليب بيهوي: "الإنترنت منخفض التقنية ممكن، لكن لسوء الحظ لن يحدث، لأن جميع التوجهات تسير في الاتجاه المعاكس..."[434].

العصر ما بعد الرقمي

نتيجةً لذلك، يستعد أنصار نظرية الانهيار بالفعل لمرحلة ما بعد الإنترنت. في هذا المستقبل الافتراضي، مع تعطل سلاسل الإنتاج والإمداد العالمية، وتوقف المصانع، وتعطل الخوادم، سنضطر للعودة إلى الورق لحفظ المعرفة المخزنة حاليًا في السحابة أو على الأقراص الصلبة. عودة الطباعة الحرفية، بتقنيات مُحدثة! سننتقل من البريد الإلكتروني والهواتف المحمولة إلى أجهزة راديو الموجات القصيرة اليدوية الصنع. لن يكون الصيانة الدورية واستبدال أجهزة الكمبيوتر مجديًا اقتصاديًا. قد تختفي المهارات اللازمة لأداء هذه المهام تمامًا. إلا إذا تم الحفاظ عليها خلال التراجع الصناعي، مما يضمن بقاء الحوسبة. وإلا، فسنعود إلى التقنيات القديمة لبناء الجسور، ومسك الحسابات، وإجراء العمليات الحسابية الأخرى. هل هي مجرد تخيلات ما بعد نهاية العالم؟ سنرى. في الوقت الحالي، يعمل الإنترنت بشكل مثالي، لكن شبكات الاتصالات تتحمل وطأة عودة ظهور أحداث الطقس القاسية، والتي تسببت في عام 2018 في العديد من انقطاعات الهاتف والشبكة، ونحو 20% زيادة في عمليات الصيانة على شبكة أورانج[435].

12. استمتع دون إتلاف

في عام 2018، كان ثلاثة ركاب يتحدثون في مترو باريس:

– المكسيك؟ أوه نعم، لقد أعجبتني حقاً.

– إحدى الدول التي سأحقق فيها نجاحاً كبيراً هي جنوب أفريقيا.

– بالنسبة لي، إنها أستراليا.

– هذا كثير من الطيران، أليس كذلك... 24 ساعة على متن الطائرة!

- نعم، لقد مر وقت طويل!

– مكان آخر أود زيارته: مدغشقر.

إذا كنتم تتابعون، فستدركون أن هذا المشهد من غير المرجح أن يحدث في فرنسا التي تشهد انخفاضًا في استهلاك الطاقة (راجعوا فصل "وسائل النقل التي لا تدمر الكوكب"). وداعًا للجولة السياحية التي تستغرق خمسة أيام في اليابان، وداعًا لعلامة الاختيار على وسائل التواصل الاجتماعي التي تُظهر أنكم زرتم" أرض الشمس المشرقة. وداعًا للرحلات الجوية منخفضة التكلفة لقضاء" العطلات. 85% من السفر الدولي هو لأغراض الترفيه. لذلك، من الصعب خفض انبعاثات الكربون في قطاع النقل دون إعادة تعريف السياحة[436].

عندما يستعيد السائح شغفه بالسفر

سفن الرحلات البحرية وحوش تخنق السواحل[437]. مع حلول فصل الصيف، تتدفق الحافلات بأعداد هائلة من المسافرين الدوليين إلى مدننا. تتكدس السيارات كالنمل، متلاصقةً، متجهةً نحو مواقف السيارات الشاسعة المصممة لاستيعاب السياح المتشوقين لتذوق المأكولات المحلية ومشاهدة المناظر الطبيعية الخلابة. أضرار بيئية، اضطرابات... يتزايد رفض السكان المحليين للسياحة الجماعية.

ماذا لو كانت رحلات الغد شبيهة برحلات الماضي؟ أقل تواتراً، وبالتالي أكثر قيمة، وقد تطول مدتها. نعيد اكتشاف مناطقنا. نسافر إلى الخارج بوتيرة أقل بكثير، وتكون الرحلة مغامرة بحد ذاتها. إنها رحلة طويلة، ونسافر بوتيرة أبطأ. بالقطار، حيث يمكننا الاستمتاع بالمناظر الخلابة. أو حتى سيراً على الأقدام أو على متن قارب شراعي. ننتهز الفرصة للقاء السكان المحليين الذين يستضيفوننا. أو ننام في مخيم، على أرض غير معبدة خصيصاً لاستقبالنا.

من البث المباشر إلى العروض الحية

إذا كنا سنتبنى المدينة الفاضلة البيئية، فلنذهب إلى أبعد الحدود. في المساء، يلعب الأطفال بالعديد من الألعاب التي لا تزال صالحة للاستخدام والتي ورثناها عن آبائنا. بين الحين والآخر، نقوم بإصلاح إحداها. عندما لا

يلعبون، يرافق الآطفال امسياتنا الموسيقية او الراقصة او المسرحية. يعزف الجميع على آلة موسيقية. لقد ولّت أيام الألعاب المثيرة التي تتطلب طاقة هائلة. أصبحت زيارات السينما نادرة. حلت الحفلات الموسيقية البسيطة وعروض السيرك وأمسيات سرد القصص وجميع أشكال العروض الحية محل الشاشات، الكبيرة منها والصغيرة على وجه الخصوص. أزاحت القراءة وألعاب الطاولة وألعاب الورق وألعاب البولينج الفرنسية والشطرنج ورمي السهام وكرة القدم المصغرة وغيرها من ألعاب الفيديو والمسلسلات والأفلام عن عرشها. يتم تبادل الكتب والألعاب والدمى وإعارتها واستعارتها من المكتبة واستئجارها بكميات كبيرة. نشتري كميات أقل فأقل من هذه الأشياء. أصبحت الأعمال الكلاسيكية القديمة منتشرة بكثرة لدرجة أنه لم يعد يُطبع المزيد منها بيع ما يقارب أربعة ملايين نسخة من أعمال موباسان في ثماني سنوات فقط) في بداية الألفية الثالثة...). تحظى رياضة تنس الطاولة بشعبية كبيرة في ساحة القرية وفي الشارع، والكرة الطائرة في الحقل المحصود والحديقة، والملاكمة في الحظيرة، واليوغا في الحديقة. أما رياضة الغولف فقد اندثرت. تُزرع الخضراوات والحبوب في المساحات الخضراء القديمة، التي كانت تتطلب في السابق مساحة كبيرة ومياهاً ومبيدات حشرية كثيرة[438].

عودة الرياضات الرصينة

في فرنسا المتقشفة هذه، تحولت الرياضة الاحترافية إلى شيء آخر: أصبحت أكثر محلية وأقل استهلاكاً للطاقة، وأعادت اكتشاف البعد الإنساني وتخلت عن الملاعب الضخمة للعصر الصناعي[439]تزامن زوال اليخوت الفاخرة، التي تستهلك ما يزيد عن ألف لتر من الوقود في الساعة، مع انحسار سفن الرحلات البحرية والسياحة الفضائية. أصدرت الحكومة تشريعات استهدفت في المقام الأول الأنشطة الترفيهية الأكثر تلويثًا للبيئة. في الواقع، كان من المستحيل مطالبة رواد المخيمات البلدية بقضاء عطلات أقل تلويثًا دون معالجة وضع أولئك الذين يلوثون البيئة بألف ضعف بسياراتهم الرياضية وقصورهم الصيفية. انتهى عصر الترف الباذخ. ويعود ذلك جزئيًا إلى أنه شجع الفقراء على تلويث البيئة بقدر ما يفعل الأغنياء، الذين كانوا يثيرون الحسد.

بعد التزلج، الطبيعة

أما منتجعات التزلج، فقد أعادت ابتكار نفسها تدريجيًا. لم يعد الثلج يدوم طويلًا كما كان. كما أن التشغيل المستمر للآلات اللازمة لصنع الثلج الاصطناعي (الذي يستهلك كميات هائلة من المياه)، وإزالة الثلج، وتجهيز المنحدرات، وحتى إبقاء الطرق مفتوحة عندما تغطيها العواصف بطبقة من الثلج سمكها خمسة أمتار، يستهلك طاقة هائلة. وبدلًا من حمامات السباحة والصالات الرياضية المُدفأة، يسبح الناس في أنهار وبرك وبحيرات أنظف بمجرد حلول الربيع؛ يستمتعون ويسترخون في الهواء الطلق. هذا أفضل بكثير للأطفال، بينما في عام ٢٠١٩، في الواقع، أربعة من كل عشرة أطفال (تتراوح أعمارهم بين ثلاث وعشر سنوات) لا يلعبون في الخارج طوال أيام الأسبوع. والوضع أسوأ في منطقة إيل دو فرانس. تسلق الأشجار؟ المشي حافيًا على

العشب؟ متسخ جدًا! خطير! هذا له عواقب وخيمة على نمو الطفل: يتاثر توازنه العقلي والنفسي، وإدراكه لجسده، وقدرته على الاستكشاف، ومهاراته الاجتماعية والحركية[440] لذا، فليحيا التنزه في الطبيعة لتعلم كيفية صنع السلال والأشياء الخشبية، وكيفية تحديد الاتجاهات، وكيفية التعرف على العناصر الطبيعية، وكيفية عملها...

أنا التكوين الهيكلي الخارجي للحيوان (صدفة الرخويات، درع المفصليات، إلخ)، والذي يعمل سطحه الداخلي كسطح ارتباط للعضلات.

٢ إليكم مفهومًا - خدمات النظام البيئي - قد يُثير استياء الكثيرين. فبحسب منتقديه، كيف لنا أن نستمر في الحديث عن الخدمات التي تُقدمها الطبيعة (الغذاء، تنقية المياه، الطاقة، الرفاهية، إلخ) بينما ربما يكون فصل الطبيعة عن الثقافة، وهذه النظرة المحاسبية لمحيطنا، هما أصل الكارثة البيئية؟ بالتأكيد. لكن هذه الفكرة يُسلط عليها الضوء عدد من المفكرين الراغبين في توجيه اقتصادنا نحو مسار سليم. لذا رأينا أنه من المهم ذكرها.

3. مفهوم ابتكره جاك ريتشارد، الأستاذ الفخري للإدارة في جامعة باريس دوفين

رابعاً بحسب يوروستات، تشمل الأسطح الاصطناعية المناطق المبنية والأسطح المعبدة والمثبتة (الطرق، والسكك الحديدية، ومواقف السيارات، والممرات، إلخ). وتستخدم وزارة الزراعة الفرنسية تعريفاً أوسع يشمل أيضاً "أسطحاً اصطناعية" أخرى، مثل مواقع البناء، والأراضي الفضاء، والمساحات الخضراء الاصطناعية.

في الثامن من أغسطس عام ١٩٤٥، استيقظ العالم على صدمةٍ مُذهولة، مُدركًا أن قنبلةً واحدةً قادرةٌ على قتل مئات الآلاف من البشر. فجأةً، أصبحت الحضارة الغربية قادرةً على إبادة نفسها في غمضة عين. كان هناك ما قبل وما بعد، تمامًا كما كان هناك ما قبل وما بعد عام ١٧٨٩. نحن نشهد هذا النوع من التصدع. بداية عصر ما بعد النفط. فجر عصر مناخي جديد. ذروة انتشار البلاستيك، الذي تُوجد جزيئاته في المياه الجارية، وأعماق البحار، والرواسب تحت الماء، وعلى جثث البشر والحيوانات. عصر الخوف العالمي. كارثة بيئية تلوح في الأفق. مستقبلٌ مُدمّر، أصبح الآن مُحتملًا. لكن الأمل ضروري. من كان ليتوقع، في عام ٦٠٠، أن حفنة من العرب سيفتحون إمبراطوريةً تمتد من الهند إلى المحيط الأطلسي؟ من كان ليتوقع، قبل بضع سنوات من عام ١٧٨٩، نقطة التحول التاريخية للثورة الفرنسية؟ من كان ليراهن، عام ١٩١٣، على مجموعة من البلاشفة الذين استولوا على روسيا بعد أربع سنوات، مع ما ترتب على ذلك من عواقب وخيمة؟ من كان ليتوقع، عام ١٩٣٩، أولى الانفجارات الذرية وتداعياتها؟ والاضطرابات الدقيقة التي أحدثها الإنترنت؟ أو انهيار برجي مركز التجارة العالمي وآثاره الجيوسياسية؟ التاريخ أحيانًا يأخذ منعطفات غير متوقعة. كل شيء وارد. حتى الديمقراطية البيئية. حتى فرنسا التي تخيلناها في هذا التحقيق.

ملحوظات

1. http://www.cea.fr/Pages/domaines-recherche/energies/energie-nucleaire/astrid-option-quatrieme-generation.aspx?Type=Chapitre&numero=1
2. https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/climatologie-fonte-glaces-antarctique-pourrait-faire-monter-niveau-mers-20-metres-47978/#xtor=EPR-17-%5BHEBDO%5D-20191014-%5BACTU-La-fonte-des-glaces-en-Antarctique-pourrait-faire-monter-le-niveau-des-mers-de-20-metres%5D;https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/elevation-/niveau-mers-niveau-oceans-etait-16-metres-plus-haut-il-y-3-millions-annees-77457
3. https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/10/23/jean-baptiste-fressoz-l-expression-transition-energetique-est-source-de-confusion_5373130_3232.html
4. بصيص أمل: شهدت الكهرباء المولدة من الفحم انخفاضًا في عام 2019 بعد عقود من النمو. ومن المتوقع أن يستمر هذا الانخفاض في الغرب. ومع ذلك، تخطط الصين لبناء عدد كبير من محطات توليد الطاقة بالفحم. وتُعادل الطاقة الإنتاجية الإجمالية لهذه المحطات الجديدة طاقة الاتحاد الأوروبي. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/11/25/en-2019-une-baisse-record-du-charbon-dans-la-production-d-electricite-a-travers-le-monde_6020393_3244.html
5. https://www.lemonde.fr/contaminations-long-format/article/2018/09/05/au-japon-les-enfances-volees-de-fukushima-apres-la-catastrophe-nucleaire_5350336_5347510.html
6. https://www.liberation.fr/amphtml/checknews/2019/06/22/l-accident-nucleaire-de-tchernobyl-nat-il-fait-que-130-morts_1731784
7. جان مارك يانكوفيتشي، مرجع سابق. سيتي .
8. https://www.20minutes.fr/planete/688516-20110316-planete-les-arguments-pro-nucleaire-passes-crible
9. https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-incidents-accidents/comparaison-tchernobyl-fukushima/Pages/1-impact-environnemental-fukushima-tchernobyl.aspx?dId=5d0cc222-c748-41ea-bae7-33f47b490598&dwId=ebe35772-4442-413c-b628-068fde521abe#.W-xcm5NKg1h
10. https://boutique.arte.tv/detail/securite_nucleaire_le_grand_mensonge
11. https://www.lemonde.fr/planete/article/2017/11/04/l-europe-face-au-fardeau-du-demantelement-nucleaire_5210174_3244.html
12. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/04/25/comment-le-nucleaire-produit-des-dechets-pour-des-millenaires_5454539_3244.html
13. جان مارك يانكوفيتشي، مرجع سابق. سيتي .
14. https://www.la-croix.com/Sciences-et-ethique/Environnement/Climat-Le-temps-pedagogie-sont-seules-voies-credibles-2018-09-19-1200970054
15. https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-3-6-collapsologie-effondrement-nucleaire-et-capitalisme-entretien-croise-entre-jean-marc-jancovici-et-yves-cochet-2101969.html
16. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/02/01/le-nucleaire-ne-suffira-pas-a-sauver-le-climat_5417491_3244.html
17. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/09/14/la-decision-francaise-d-abandonner-le-reacteur-nucleaire-astrid-est-critiquable_5510461_3232.html
18. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/02/01/le-nucleaire-ne-suffira-pas-a-sauver-le-climat_5417491_3244.html
19. /http://huet.blog.lemonde.fr/2018/04/11/nucleaire-et-climat-la-grande-tromperie
20. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/09/14/la-decision-francaise-d-abandonner-le-reacteur-nucleaire-astrid-est-critiquable_5510461_3232.html
21. http://www.barricade.be/sites/default/files/publications/pdf/2014_-_pablo_servigne_-_transition_et_nucleaire_0.pdf
22. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/02/01/le-nucleaire-ne-suffira-pas-a-sauver-le-climat_5417491_3244.html
23. /http://huet.blog.lemonde.fr/2018/01/08/le-nucleaire-chinois-accelere-en-2018
24. /https://lenergeek.com/2019/06/05/pngmdr-combustible-nucleaire-irsn
25. العمل على EDF لم يمنع هذا الحكومة الفرنسية، في نهاية عام 2019، من أن تطلب سراً من شركة في غضون خمسة عشر (EPRs) سيناريو لبناء ستة مفاعلات كهربائية موسعة عاماً. https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/10/14/nucleaire-comment-le-:

gouvernement-travaille-en-catimini-a-la-construction-de-six-nouveaux-epr_6015478_3234.html
26. http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/reactor-database.aspx
27. https://www.franceinter.fr/emissions/la-terre-au-carre/la-terre-au-carre-04-fevrier-2020
28. يقال إن النظير قابل للانشطار إذا كانت نواته قادرة على الخضوع للانشطار النووي، وهو تفاعل يستخدم لإنتاج الكهرباء.
29. https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-3-6-collapsologie-effondrement-nucleaire-et-capitalisme-entretien-croise-entre-jean-marc-jancovici-et-yves-cochet-2101969.html
30. مقابلة مع الباحث.
31. هي جمعية هدفها "تعزيز الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، وبشكل أوسع، التحول في مجال الطاقة"؛ Cler .
32. https://www.lemonde.fr/climat/article/2018/12/12/la-france-est-en-retard-sur-le-developpement-des-energies-renouvelables_5396468_1652612.html
33. https://theconversation.com/agriculture-et-transition-energetique-les-atouts-du-biogaz-et-de-lagroforesterie-93842
34. فيليب بيهويكس، *عصر التكنولوجيا المنخفضة: نحو حضارة مستدامة تقنياً*، سوي، 2014.
35. https://theconversation.com/agriculture-et-transition-energetique-les-atouts-du-biogaz-et-de-lagroforesterie-93842
36. https://reporterre.net/La-methanisation-risque-d-accelerer-la-concentration-des-fermes
37. https://reporterre.net/Troquer-le-charbon-pour-la-biomasse-la-mauvaise-idee-du-gouvernement
38. ستيفان دورانت، *عام أو التاريخ العظيم للطبيعة*، Actes Sud، 2018.
39. https://www.bastamag.net/Climat-et-effondrement-Seule-une-insurrection-des-societes-civiles-peut-nous?fbclid=IwAR0XSgeIZqq5uuHDBHvuoicPafuqdYYKWYMN99631Y048DrjjXvpIHU7VHg#nb98-14
40. https://theconversation.com/agriculture-et-transition-energetique-les-atouts-du-biogaz-et-de-lagroforesterie-93842
41. *تحوّل بيئي شامل نحو مجتمع مستدام ومرن.* 300 *مقترح سياسي من "مجموعة المواطنين من أجل ديمقراطية مستدامة"، بتنسيق من آرثر كيلر*، 2016.
42. https://www.lemonde.fr/climat/article/2018/12/12/la-geothermie-pilier-de-la-transition-energetique-en-alsace_5396452_1652612.html
43. https://lenergeek.com/2018/05/25/afpac-pompes-a-chaleur-thierry-nille-ppe/
44. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/chaleur_fatale-8821-2018-0606_pdf.pdf
45. معرض "كوكب المحيط"، مؤسسة غودبلانيت.
46. https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/bientot-lage-dor-des-low-tech-961977
47. https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/0600757930924-la-chine-veut-placer-des-fermes-solaires-en-orbite-spatiale-2247241.php?utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter#xtor=RSS-41
48. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/11/02/l-eolien-en-mer-peut-produire-en-masse-une-electricite-a-bas-cout-a-proximite-des-centres-de-consommation_6017779_3232.html
49. https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/bientot-lage-dor-des-low-tech-961977
50. https://www.ademe.fr/en/particuliers-eco-citoyens/dossiers-comprendre/dossier/lenergie-france/dou-vient-lenergie-france
51. https://usbeketrica.com/article/transition-energetique-mythe-eroi
52. https://www.lemonde.fr/blog/huet/2018/04/19/la-cour-des-comptes-alerte-sur-le-cout-des-enr/
53. https://www.lemonde.fr/blog/huet/2019/01/31/le-plan-tout-renouvelable-de-lademe-conteste/
54. جان مارك يانكوفيتشي، مرجع سابق. سيتي .
https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/09/17/la-transition-energetique-devrait-couter-33-milliards-d-euros-sur-quinze-ans-au-reseau-electrique_5511334_3234.html

https://www.lemonde.fr/economie/article/2018/06/10/hydrogene-revolution-ou-.55
nouvelle-chimere_5312568_3234.html
https://www.midilibre.fr/2019/11/24/auto-train-bus-la-revolution-de-lhydrogene-ces-.56
vehicules-ne-rejettent-que-de-leau,8559505.php
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-.57
/momentum
https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/energie-stockage-energie-soleil-.58
/boite-stocker-electricite-58708
59غيوم بيترون،*حرب المعادن النادرة: الوجه الخفي لانتقال الطاقة والتحول الرقمي*، Les liens qui libèrent، 2018.
https://sismique.fr/7-philippe-bihouix-lage-des-low-tech/60
61.فيليب بيهويكس، المرجع السابق
62.غيوم بيترون، المرجع السابق
https://usbeketrica.com/article/transition-energetique-mythe-eroi.63
https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/11/22/pourquoi-ne-pas-investir-dans-des-.64
usines-photovoltaiques-plutot-que-dans-de-nouveaux-epr_6020171_3232.html
https://usbeketrica.com/article/transition-energetique-mythe-eroi.65
https://blogs.alternatives-economiques.fr/vidalenc/2018/07/12/30-millions-de-tonnes-.66
de-beton-pour-les-eoliennes-c-est-affreux-vraiment
67..*المرجع نفسه*
https://sismique.fr/5-cedric-ringenbach-lavenir-du-climat/68
/https://www.institutmomentum.org/en-charge-mirages-et-miracles-de-lelectro-mobilite.69
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-.70
/momentum
https://atterrissage.org/technologies-societe-durable-65514b474700.71
72بالإضافة إلى تأثيرات الارتداد المباشر (عندما يؤدي انخفاض سعر مورد ما إلى زيادة استهلاكه)، هناك تأثيرات ارتداد غير مباشر (عندما يتم نقل الزيادة في القوة الشرائية، الناتجة عن مكاسب الكفاءة، إلى منتجات أو خدمات أخرى كثيفة الطاقة).
/http://www.internetactu.net/2011/01/20/lenergie-renouvelable-doit-elle-etre-gratuite.73
74بابلو سيرفيني، رافائيل ستيفنز،*كيف يمكن أن ينهار كل شيء. دليل موجز لعلم الانهيار لاستخدام الأجيال الحالية*، سوي، 2015.
https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Jancovici-Combloux-2019.pdf.75
https://usbeketrica.com/article/peut-on-concilier-decroissance-progres.76
http://www.strategies.fr/actualites/marques/4013005W/jean-marc-jancovici-la-tech-est-.77
peut-etre-smart-mais-surement-pas-verte-.html
https://www.usinenouvelle.com/editorial/la-transition-numerique-actuelle-participe-au-.78
dereglement-climatique-alerte-un-rapport.N751089
http://www.strategies.fr/actualites/marques/4013005W/jean-marc-jancovici-la-tech-est-.79
peut-etre-smart-mais-surement-pas-verte-.html
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/09/30/pollution-surexploitation-des-.80
ressources-consequences-sociales-les-impacts-du-numerique-sur-l-ecologie-sont-
multiples_6013589_3244.html
81.فيليب بيهويكس، المرجع السابق
http://www.rfi.fr/emission/20190618-quelle-chimie-vivant-le-vivant.82
http://www.cea.fr/drf/Pages/Actualites/Vie-de-la-DRF/2019/Projet-Sunrise—vers-83
l'%C3%A9mergence-d'une-initiative-de-recherche-Europ%C3%A9enne-pour-produire-
carburants-et-produits-chimiques-pa.aspx
http://www.cea.fr/drf/Pages/Actualites/Vie-de-la-DRF/2019/Projet-Sunrise—vers-84
l'%C3%A9mergence-d'une-initiative-de-recherche-Europ%C3%A9enne-pour-produire-
carburants-et-produits-chimiques-pa.aspx
http://www.rfi.fr/emission/20190618-quelle-chimie-vivant-le-vivant.85
https://www.planetoscope.com/co2/261-emissions-mondiales-de-co2-dans-l-.86
atmosphere.html
https://www.letemps.ch/economie/climeworks-societe-aspire-co2-leve-30-millions.87
88كما قال جاك إيلول في الممسوس الجديد، فيارد، 1973؛
https://www.lemonde.fr/blog/internetactu/2019/06/19/de-la-technocritique-aux-
/technoluttes

89.مقابلة اجرتها مجلة ثينكر فيو مع جاك بلامون وبابلو سيرفين https://www.youtube.com/watch?v=DwD4VhSOoos
90. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/03/05/climat-la-mobilisation-mondiale-du-15-mars-lancee-par-la-jeunesse-doit-nous-interpeller-et-nous-faire-reagir_5431694_3232.html
91.فيليب بيهويكس، المرجع السابق
92تقدم العديد من المنظمات بالفعل تدريباً على بناء توربينات الرياح في المنزل، باستخدام مواد معاد تدويرها، وميزانية صغيرة، ومهارات تقنية أساسية بسيطة. تريباليوم هي إحدى هذه المنظمات.
93. https://www.lowtechmagazine.com/2017/09/how-to-run-the-economy-on-the-weather.html
94. https://www.lowtechmagazine.com/2019/06/wooden-wind-turbines.html#more
95. http://fr.forumviesmobiles.org/sites/default/files/editor/bioregions_2050.pdf
96. https://reporterre.net/L-Ile-de-France-va-s-effondrer-et-la-vie-y-sera-belle
97. https://blogs.alternatives-economiques.fr/vidalenc/2018/11/07/lecture-synthetique-et-concrete-du-rapport-special-15degc-du-giec
98. http://decarbonizeurope.org/
99مناظرة نظمتها ميديا بارت: https://www.youtube.com/watch?v=Mh3vLCnsZUw
100. https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/09/29/aurelien-barrau-etre-astrophysicien-c-est-ma-maniere-d-etre-poete_6013482_1650684.html
101. https://www.lemonde.fr/m-perso/article/2019/11/26/black-friday-le-capitalisme-genere-des-besoins-artificiels-non-soutenables-ecologiquement_6020616_4497916.html
102. https://reporterre.net/La-folie-consommateur-du-Black-Friday-ca-ne-passe-plus
103. https://www.lemonde.fr/festival/article/2019/07/27/sylvain-tesson-vivre-mieux-aujourd-hui-consiste-a-echapper-aux-developpements-du-progres_5493986_4415198.html
104. http://www.tera.coop/
105. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/07/05/notre-dame-des-landes-terrain-fertile-pour-les-intellectuels_5485594_3232.html
106. https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/05/18/reconnaissons-aux-zadistes-un-droit-al-experimentation_5301019_3232.html
107. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/07/05/notre-dame-des-landes-terrain-fertile-pour-les-intellectuels_5485594_3232.html
108البودكاست "Omens"، بقلم Alexia Soyeux: https://www.presages.fr/blog/2019/alessandro-pignocchi
109. https://reporterre.net/Alessandro-Pignocchi-Il-nya-pas-d-ecologie-sans-lutte-collective-contre-le-monde-de-l
110البودكاست "Omens"، بقلم Alexia Soyeux: https://www.presages.fr/blog/2019/alessandro-pignocchi
111. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/12/13/la-france-des-contre-societes-et-des-oasis_6022697_3232.html
112. https://www.wedemain.fr/Alain-Damasio-la-ZAD-est-un-ilot-qu-il-faut-defendre_a3447.html
113يوفال نوح هراري، *سابينس: تاريخ موجز للبشرية*، ألبين ميشيل، 2015
114مؤتمر المؤلفين، 18 مارس 2018، في باريس؛ "المساعدة المتبادلة، قانون الغاب الآخر"، مقال . نُشر في 19 أبريل 2018 Ouest-France من صحيفة.
115. *المرجع نفسه*.
116. https://usbeketrica.com/video/les-autres-especes-peuvent-nous-apprendre-a-devenir-durable
117بيتر فوليبن، الحياة الخفية للأشجار، Les Arènes، 2017.
118. https://usbeketrica.com/video/les-autres-especes-peuvent-nous-apprendre-a-devenir-durable
119محاضرة بابلو سيرفيني في مونبلييه، 8 أكتوبر 2018 https://www.youtube.com/watch?v=kSVA5Q79Urc
120. *الزراعة المستدامة، تنمية مستدامة حقيقية*: https://www.youtube.com/watch?v=oox27vOEnjs
121تقرير جي لو بورسيكوت لـ Reporterre: https://reporterre.net/En-Bretagne-un-camp-d-ete-nous-apprend-a-fabriquer-des-low-tech
122بخصوص طلب المعلومات: https://www.youtube.com/watch?v=aUxhAgIYzAE

123. https://lowtechlab.org/
124. https://sismique.fr/7-philippe-bihouix-lage-des-low-tech/
125. https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1497899/systeme-consigne-bouteilles-canettes-vin-spiritueux
126. يشغل ميشيل بيتي منصب المدير التنفيذي السابق في أحد البنوك، ومدير في العديد من المختبر متعدد التخصصات لطاقات الغد)، وخبير LIED الصناعات، وهو أيضًا باحث مشارك في مختبر جمعية دراسة ذروة ASPO France) في الكرسي الأكاديمي للاقتصاد والطاقة والازدهار، وعضو في النفط والغاز).
127. جان مارك يانكوفيتشي، مرجع سابق. سيتي .
128. *المرجع نفسه*..
129. https://www.marianne.net/debattons/billets/la-vie-apres-la-croissance-c-est-possible
130. https://ourfiniteworld.com/2019/01/09/2019-world-economy-is-reaching-growth-limits-expect-low-oil-prices-financial-turbulence/?fbclid=IwAR1b5cByGqiu4OOD2gC5MwWs4KyMSeYMKV1kHffdyXwkEmnu-KpaWmwFyzA
131. مثل "جودة علاقاتنا الإنسانية، والفرح في العمل، فضلاً عن الضغط البشري على النظم البيئية الطبيعية، وما إلى ذلك".
132. https://www.marianne.net/debattons/entretiens/gael-giraud-l-ecologie-est-notre-meilleure-source-d-emplois?fbclid=IwAR3LupgHekjxnnn_irhCPQUiPxCV7E5nGNFr-RiNZbvx1DG5GJy10j01omY
133. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800916309569
134. جان مارك يانكوفيتشي، مرجع سابق. سيتي .
135. https://usbeketrica.com/article/peut-on-concilier-decroissance-progres
136. *المرجع نفسه*..
137. أنييس سيناي، رافائيل ستيفنز، هوغو كارتون، بابلو سيرفين، رسالة قصيرة حول المرونة المحلية، تشارلز ليوبولد ماير، 2015.
138. ريتشارد هاينبرغ، النفط، انتهى الحفل، ديمي لون، 2008.
139. https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-3-6-collapsologie-effondrement-nucleaire-et-capitalisme-entretien-croise-entre-jean-marc-jancovici-et-yves-cochet-2101969.html
140. https://usbeketrica.com/article/faut-il-changer-monnaie-sauver-monde
141. في الواقع، أكثر من مجرد إزالة الكربون، يجب أن يكون الاقتصاد مستدامًا على جميع المستويات: إذا قمنا فقط بإزالة الكربون من النظام دون تقليل تدفقات الإنتاج والاستهلاك والاستخراج وما إلى ذلك، فإن المستقبل لا يزال غير مستدام ويمكن تجاوز حدود الكوكب.
142. فيليب بيهويكس، المرجع السابق
143. https://www.lowtechmagazine.com/2017/09/how-to-run-the-economy-on-the-weather.html
144. https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-momentum/
145. https://www.institutdesactuaires.com/magazine/article/effondrement-faut-il-ouvrir-le-debat-8201/2547
146. https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-3-6-collapsologie-effondrement-nucleaire-et-capitalisme-entretien-croise-entre-jean-marc-jancovici-et-yves-cochet-2101969.html
147. https://blogs.alternatives-economiques.fr/gadrey/2018/11/20/en-france-les-tres-riches-emettent-40-fois-plus-de-carbone-que-les-pauvres-mais-les-pauvres-paient-plus-de-4-fois-plus-de-taxe-carbone-en-de-leurs-revenus
148. https://reporterre.net/En-Suede-la-taxe-carbone-est-bien-acceptee
149. https://www.lafabriqueecologique.fr/app/uploads/2019/03/technologies-sobres-et-r%C3%A9silientes.pdf
150. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/02/11/mon-idee-pour-la-france-une-carte-carbone-plutot-qu-une-taxe-carbone_5421879_3232.html
151. https://www.institutmomentum.org/histoire-et-avenir-du-rationnement-de-1973-a-demain/#more-4093
152. https://www.institutmomentum.org/histoire-et-avenir-du-rationnement-de-1973-a-demain/#more-4093
153. أغنيس سيناي، رافائيل ستيفنز، هوغو كارتون، بابلو سيرفيني، مرجع سابق. سيتي .
154. https://blogs.alternatives-economiques.fr/vidalenc/2018/12/31/les-quotas-carbone-individuels-a-la-rescousse-de-la-taxe-carbone-22

155.https://www.liberation.fr/debats/2019/09/16/changer-de-compta-pour-sauver-la-planete_1751610
156.https://www.chaire-comptabilite-ecologique.fr/la-chaire
157.https://reporterre.net/Gael-Giraud-Si-l-Inde-et-l-Asie-du-Sud-Est-deviennent-invivables-trois
158.https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/06/21/biens-communs-jouir-sans-posseder_5318960_3232.html
159.*المرجع نفسه*.
160.https://usbeketrica.com/article/energie-une-france-100-renouvelable-en-2050-c-est-possible-si-on-s-en-donne-les-moyens
161.https://www.marianne.net/debattons/entretiens/gael-giraud-l-ecologie-est-notre-meilleure-source-d-emplois?fbclid=IwAR3LupgHekjxnnn_irhCPQUiPxCV7E5nGNFr-RiNZbvx1DG5GJy10j01omY
162.أغنيس سيناي، رافائيل ستيفنز، هوغو كارتون، بابلو سيرفيني، مرجع سابق. سيتي .
163مؤتمر المهندسين في الجمعية الوطنية عام 2013: https://www.youtube.com/watch?time_continue=1325&v=xxbjx6K4xNw
164أما المزارعون، فيمثلون الآن بالكاد 3% من القوى العاملة (885 ألف وظيفة في عام 2015). وتوظف الصناعة أقل من 14%.
165.جان مارك يانكوفيتشي، مرجع سابق. سيتي .
166.فيليب بيهويكس، المرجع السابق
167.https://www.lincrevable.com/fr/
168يقترح إريك فيدالينك توسيع نطاق ذلك ليشمل جميع السلع الاستهلاكية: وديعة يتم استردادها بمجرد إعادة المنتج إلى بائع التجزئة أو التاجر أو مركز الفرز: https://blogs.alternatives-economiques.fr/vidalenc/2018/02/06/pour-une-consigne-universelle
169.https://www.la-croix.com/Sciences-et-ethique/Sciences-et-ethique/bioplastiques-sont-ils-solution-davenir-2018-11-20-1200984255
170إيزابيل ديلانوي، *الاقتصاد التكافلي: تجديد الكوكب والاقتصاد والمجتمع*، Actes Sud، 2017.
171.https://www.wedemain.fr/Les-plastiques-biodegradables-ne-peuvent-pas-se-decomposer-dans-l-ocean_a1944.html
172.https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/09/17/pots-de-yaourt-flacons-eponges-de-bain-des-chercheurs-ont-mesure-la-toxicite-des-plastiques_5511427_3244.html
173.https://www.umontpellier.fr/articles/la-chimie-du-futur-passe-par-les-plantes
174.https://reporterre.net/Pour-depolluer-sols-et-eaux-une-solution-efficace-et-ecolo-les-plantes
175.http://decarbonizeurope.org/wp-content/uploads/2016/11/5-Industrie-version-longue.pdf
176.https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-3-6-collapsologie-effondrement-nucleaire-et-capitalisme-entretien-croise-entre-jean-marc-jancovici-et-yves-cochet-2101969.html
177قد يكون لها جوانب سلبية من خلال توليد آثار ارتدادية غير مباشرة: فهي تشجع الناس على الاستقرار في أماكن أبعد، مما يزيد من الحاجة إلى السفر، وتولد مدخرات سيتم إنفاقها في أماكن أخرى-http://www.transitions2.net/catalogue/view/304/rebound-effects-and-ict-a-review-of-the-literature.
178.إيزابيل ديلانوي، المرجع السابق
179.أوجو باردي، المرجع السابق
180.https://www.lhistoire.fr/le-si%C3%A8cle-de-lor-noir
181.https://www.lemonde.fr/festival/article/2019/07/15/il-ne-faut-pas-negliger-les-lecons-de-l-histoire_5489488_4415198.html
182.http://petrole.blog.lemonde.fr/2015/11/26/daech-le-climat-et-le-pic-petrolier-apercu-des-tempetes-parfaites-de-demain/
183.http://petrole.blog.lemonde.fr/2015/11/26/daech-le-climat-et-le-pic-petrolier-apercu-des-tempetes-parfaites-de-demain/
184.https://theconversation.com/us-military-is-a-bigger-polluter-than-as-many-as-140-countries-shrinking-this-war-machine-is-a-must-119269
185.https://www.terrestres.org/2019/11/22/leffondrement-a-commence-il-est-politique/
186.https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-3-6-collapsologie-effondrement-nucleaire-et-capitalisme-entretien-croise-entre-jean-marc-jancovici-et-yves-cochet-2101969.html
187أوروبا 1: https://www.youtube.com/watch?v=lUd0d1U0GUk

188مؤتمر في مدينة العلوم:https://www.youtube.com/watch?v=2JH6TwaDYW4&feature=youtu.be
189.https://medium.com/insurge-intelligence/brexit-stage-one-in-europes-slow-burn-energy-collapse-1f520d7e2d89
190تيموثي سنايدر،.*حول الطغيان: عشرون درساً من القرن العشرين*، غاليمار، 2017
191.https://www.franceinter.fr/emissions/la-une-de-la-science/la-une-de-la-science-05-decembre-2018
192.https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/07/14/la-meteo-influence-en-partie-la-politique-climat-crise-agricole-et-revolution-francaise_5331357_4355770.html
193.http://www.rfi.fr/emission/20190307-climat-conference-securite-planetaire-conseil-militaire-paix-monde
194.*المرجع نفسه*.
195.https://medium.com/insurge-intelligence/war-empire-and-racism-in-the-anthropocene-133f13c3fb1
196يُثار جدلٌ حول هذا الجانب بين المختصين، الذين يحذرون من الميل إلى إلقاء اللوم على تغير المناخ وحده في جميع حالات الهجرة، التي غالبًا ما تكون متعددة العوامل. من الصعب جدًا عزل عامل المناخ عن أسباب الهجرة. لذا، فإن الخوف من موجات هجرة ناجمة عن الاحتباس الحراري قد يكون أقرب إلى الخيال منه إلى العلم. وقد يكون مفهوم "لاجئ المناخ" مُضللًا لأنه يُقلل من شأن الأسباب الاجتماعية والسياسية للهجرة.https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/10/02/jean-baptiste-fressoz-pour-les-specialistes-la-notion-de-refugie-climatique-est-tout-simplement-une-mauvaise-notion_6013853_3232.html;https://reporterre.net/Le-changement-climatique-amplifie-les-migrations-mondiales
197.https://www.terrestres.org/2019/11/22/leffondrement-a-commence-il-est-politique/
198.https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/09/25/l-alarme-du-giec-sur-un-ocean-en-surchauffe_6012972_3244.html
199.https://reporterre.net/Gael-Giraud-Si-l-Inde-et-l-Asie-du-Sud-Est-deviennent-invivables-trois
200.https://www.onceyouknow-thefilm.com/l-histoire/
201إن ظاهرة النينيو ونظيرتها ظاهرة لا نينا هما ظاهرتان محيطيتان واسعتان النطاق في المحيط الهادئ الاستوائي، وتؤثران على أنماط الرياح ودرجة حرارة البحر وهطول الأمطار، وفقًا لموقع meteofrance.fr.
202البودكاست "Omens"، بقلم Alexia Soyeux:https://www.youtube.com/watch?v=S8cO0FPTTUg
203.https://www.journaldemontreal.com/2014/11/15/limmeuble-de-la-fin-du-monde
204في جامعة التضامن والتمرد الصيفية للحركات الاجتماعية والمواطنية:https://www.youtube.com/watch?v=uvcgj4QV3D8
205.https://www.bastamag.net/Climat-et-effondrement-Seule-une-insurrection-des-societes-civiles-peut-nous?fbclid=IwAR0XSgeIZqq5uuHDBHvuoicPafuqdYYKWYMN99631Y048DrjjXvpIHU7VHg#nb98-14
206.Exodes، Folio SF، 2016. في .
207.https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/10/09/freiner-la-croissance-de-la-population-est-une-necessite-absolue_5366580_3232.html
208.https://www.lemonde.fr/economie/article/2018/11/30/les-solutions-des-theoriciens-de-la-decroissance-sont-elles-viables_5390612_3234.html
209.https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-5-6-collapsologie-suede-danemark-finlande-norvege-entre-ecologie-environnement-consommation-confort-et-niveau-de-vie-le-paradoxe-scandinave-2104467.html
210.https://blogs.alternatives-economiques.fr/gadrey/2018/11/20/en-france-les-tres-riches-emettent-40-fois-plus-de-carbone-que-les-pauvres-mais-les-pauvres-paient-plus-de-4-fois-plus-de-taxe-carbone-en-de-leurs-revenus
211.https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/03/01/a-angers-la-climatologue-valerie-masson-delmotte-exhorte-lyceens-et-etudiants-a-mettre-la-pression_5430206_3244.html
212.https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/02/16/trop-d-humains-pour-la-planete_5424231_3244.html
213.إيمانويل بونت، "الديموغرافيا والمناخ"، يغدراسيل، 3، ديسمبر 2019 .

https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/02/16/trop-d-humains-pour-la-.214
planete_5424231_3244.html
215بول هوكين، *الانخفاض. كيفية عكس مسار الاحتباس الحراري*، Actes Sud، 2018.
https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/12/02/dennis-meadows-la-democratie-a-.216
echoue-a-traiter-le-probleme-environnemental_5391524_3244.html
217.إيمانويل بونت، المرجع السابق .
https://ile-de-france.ademe.fr/cycle-de-conferences-cinquieme%C2%A0demi-218
journee%C2%A0-la-%C2%AB%C2%A0collapsologie%C2%A0%C2%BB-une-strategie-
gagnante-pour-des-te
219كانت هذه السيارات ذات المظهر الرباعي الدفع ثاني أكبر مصدر لزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في جميع أنحاء العالم بين عامي 2010 و2018، وفقًا لوكالة الطاقة الدولية:
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/10/16/les-populaires-4x4-urbains-
une-source-majeure-d-emissions-de-co2-et-de-rechauffement-mondial_6015788_3244.html
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/06/03/chiens-et-chats-quatorze-gestes-.220
pour-moins-polluer-en-leur-compagnie_5470590_3244.html
https://www.lemonde.fr/economie/article/2018/11/20/l-utopie-contrariee-de-rudolf-.221
diesel_5385795_3234.html
222وفقًا لميشيل دافي، الأستاذ الفخري في جامعة باريس-إيست (مدرسة باريس للتخطيط العمراني ومدرسة الجسور باريس تك)، في كتاب "أماكن جديدة، تدفقات جديدة: تنقلات المستقبل"، أوديل جاكوب، 2015.
https://abonnes.lemonde.fr/flottes-d-entreprise/article/2018/10/25/l-automobile-nuit-.223
gravement-a-la-planete_5374292_1779527.html
https://www.lemonde.fr/festival/article/2019/08/10/la-voiture-en-ville-est-de-loin-la-.224
premiere-source-de-pollution_5498258_4415198.html
https://www.lemonde.fr/smart-cities/article/2018/11/09/hors-des-villes-la-quete-d-.225
alternatives-a-la-voiture-individuelle_5381492_4811534.html?fbclid=IwAR0aGZ-
hO6_41URCzXt3NOBSDNCZYN43Bc18AhkTbOkws_NKQBOinBmGqcU
/https://www.lemonde.fr/blog/transports/2018/04/12/train-pour-les-autres.226
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/06/02/jean-jouzel-l-effondrement-n-est-.227
pas-imminent-je-nous-vois-griller-a-petit-feu_5470360_3244.html
https://www.lci.fr/planete/la-fin-d-un-monde-3-6-collapsologie-effondrement-nucleaire-.228
et-capitalisme-entretien-croise-entre-jean-marc-jancovici-et-yves-cochet-2101969.html
https://www.liberation.fr/debats/2018/11/07/effondrement-le-debut-de-la-.229
fin_1690594
https://www.youtube.com/watch?v=asrUKCUCE7k:محاضرة المؤلف في مونبلييه230
https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/06/23/batteries-electriques-l-europe-.231
sonne-la-charge_5480387_3234.html
https://alaingrandjean.fr/2019/09/26/defis-de-voiture-electrique/#_ftnref8.232
233فيما يتعلق بإعادة التدوير، تجدر الإشارة إلى أنها ستتقدم إذا لم تكن المواد الخام وفيرة للغاية وإذا كان هناك المزيد من البطاريات لإعادة تدويرها: https://alaingrandjean.fr/2019/09/26/defis-de-
voiture-electrique/#_ftnref8
/http://leseconoclastes.fr/2017/11/voiture-electrique-lexternalisation-de-pollution.234
https://alaingrandjean.fr/2019/09/26/defis-de-voiture-electrique/#_ftnref9.235
https://energieetenvironnement.com/2018/03/21/lindustrie-automobile-mise-en-.236
/garde-contre-la-penurie-de-cobalt
https://alaingrandjean.fr/2019/09/26/defis-de-voiture-electrique/#_ftnref8.237
https://www.lowtechmagazine.com/2008/06/citroen-2cv.html.238
https://www.lemonde.fr/blog/internetactu/2012/01/16/comment-les-technologies-du-.239
/passe-peuvent-elles-eclairer-notre-avenir
https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/05/03/l-avenir-est-au-transport-low-tech-.240
et-les-vehicules-autonomes-doivent-etre-abandonnes_5457860_3232.html
https://www.lowtechmagazine.com/les-v%C3%A9lomobiles-electriques-aussi-rapides-.241
et-confortables-que-les-automobiles-mais-80-fois-plus-efficaces.html
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-.242
/momentum
https://www.wedemain.fr/U-feel-le-premier-velo-100-electrique-qui-se-recharge-en-.243
pedalant_a4017.html

https://www.portlandoregon.gov/transportation/article/709719.244
https://www.liberation.fr/amphtml/planete/2019/03/07/une-trottinette-partagee-a-.245
une-duree-de-vie-de-28-jours_1713419?__twitter_impression=true
https://korii.slate.fr/et-caetera/trottinettes-electriques-pollution-voitures?amp.246
https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/le-doux-mirage-des-villes-.247
sans-voiture-1145333
https://www.lesoir.be/art/le-tram-vicinal-une-autre-histoire-du-rail-une-veritabl_t-.248
20000911-Z0JNF9.html
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-.249
/momentum
https://www.franceinter.fr/emissions/la-tete-au-carre/la-tete-au-carre-25-octobre-2018.250
https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/09/21/a-paris-le-reveil-de-la-.251
logistique-urbaine-fluviale_6012501_3234.html
252.تقرير من إعداد ج. لو بورسيكوت
253جان جيمبل،.*الثورة الصناعية في العصور الوسطى*، دار سوي، 1975
https://www.negawatt.org/IMG/pdf/mesure_nw_transp_v1.0.pdf.254
https://reporterre.net/Le-transport-de-marchandises-a-la-voile-commence-a-travers-l-.255
Atlantique
https://usbeketrica.com/article/climat-faut-il-taxer-ou-boycotter-l-avion.256
https://www.franceculture.fr/amp/ecologie-et-environnement/vers-la-fin-du-petrole.257
https://www.francetvinfo.fr/economie/transports/video-ces-aeroports-qui-survivent-.258
sous-perfusion-d-argent-public_3467767.html?
fbclid=IwAR3vi9nK4wVVuohijMtuB5RtRrGFUka0278UG-IdSEOXhNhkjclpieBB7nQ
/http://leseconoclastes.fr/2017/11/champion-monde-voiture-500kg.259
https://detours.canal.fr/a-montpellier-scolaire-futur-cest-2-chevaux-1-caleche/?.260
fbclid=IwAR3APKzP8wav_AQCQlDNHfm4gMtaGyvnXvKVq_OXHsjzx8LZzUt1FgOC2EI
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-.261
/momentum
262.التنمية البشرية للمستوطنات، المجلد 1، حررته ساسكيا ساسن، اليونسكو
263.بابلو سيرفين، تخيل مستقبل المدن، باريكيد، 2017
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-lile-de-france-apres-.264
leffondrement/#more-5329
https://www.courrierinternational.com/depeche/travaux-herculeens-new-york-pour-.265
resister-la-montee-des-eaux.afp.com.20190921.doc.1k96ny.xml?
fbclid=IwAR1CAdeObpatGmks5Xiio6ba-mVFHYLqGQed8MqrNHRjJpZ5AeTjaemcFPU
https://www.francetvinfo.fr/meteo/climat/dereglement-climatique-la-fin-du-monde-est-.266
elle-vraiment-prevue-pour-2050_3488261.html
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/11/08/montee-des-eaux-je-me-.267
demande-si-bombay-existera-encore-en-2050_6018486_3244.html
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/09/25/l-alarme-du-giec-sur-un-ocean-.268
en-surchauffe_6012972_3244.html
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ville-intelligente-et-.269
proximites_2018.pdf
https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/le-tresor-cache-des-eaux-.270
usees-999665
http://www.rfi.fr/emission/20190912-pesticides-catastrophe-sanitaire-biodiversite-.271
alimentation-climat
https://reporterre.net/Avec-les-toilettes-seches-la-pollution-devient-ressource.272
273.جيروم لو بورسيكوت في غرب فرنسا، 27 أغسطس 2018
274المؤتمر الافتتاحي لاجتماعات باريس الكبرى الزراعية، في أغرو باريس تك، في أكتوبر
https://www.youtube.com/watch?v=nlSTG4KQdM8v=nlSTG4KQdM82018:
275..*المرجع نفسه*
276.شاهد الفيلم الوثائقي "بعد الغد" من إخراج سيريل ديون ولور نوالهات، 2018
https://lareleveetlapeste.fr/une-ville-mise-sur-le-bio-et-le-local-et-devient-.277
/autosuffisante-en-alimentation
https://www.lemonde.fr/big-browser/article/2019/07/26/equipe-d-une-camera-.278
thermique-un-ingenieur-montre-les-differences-de-temperatures-a-paris-pendant-la-

canicule_5493892_4832693.html
https://www.liberation.fr/planete/2019/07/05/en-france-l-eau-pourrait-aussi-venir-a-manquer-dans-des-villes_1737724?fbclid=IwAR0UaL0cAL_tikrlWlwi593DpmEsByo_e5a6HJIy9V14vluACTEODL59NDU.279
http://www.eaudeparis.fr/uploads/tx_edpevents/Memodo-AqueducBD.pdf.280
281سلسلة مؤتمرات أديم إيل دو فرانس 2018، المؤتمر رقم 4، "التكنولوجيا المنخفضة والتكنولوجيا المتقدمة: ما هي الآفاق في إيل دو فرانس؟" https://www.dailymotion.com/video/x6wez6l:
https://www.lemonde.fr/climat/article/2018/12/10/en-espagne-la-revolution-pietonne-reussie-de-pontevedra_5395384_1652612.html.282
283تستهلك السيارات مساحة أكبر بكثير في المدن مقارنة بوسائل النقل الأخرى، إذا أخذنا في الاعتبار المساحة المستهلكة لكل شخص يتم نقله: https://www.telerama.fr/sortir/en-2030,-il-y-aura-plus-de-velos-que-dautos-dans-paris,n5196342.php
https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/10/12/gaspard-gantzer-detruisons-le-peripherique_5368670_3232.html?xtmc=peripherique&xtcr=5.284
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/02/08/le-bruit-un-risque-majeur-pour-la-sante-des-franciliens_5420770_3244.html.285
286فيلم وثائقي*قوة المجتمع: كيف نجت كوبا من ذروة إنتاج النفط، بقلم فيث مورغان*، 2006: https://www.youtube.com/watch?v=KEF19NV_3SE
287عرض المؤلف في مؤتمر أديم، عام 2018: https://www.youtube.com/watch?v=jC0IiJnuB2U
288.مقابلة مع بابلو سيرفين، 2018
289. تطوير المستوطنات البشرية، مرجع سابق: https://www.ted.com/talks/carolyn_steel_how_food_shapes_our_cities?language=fr#t-294903
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-lile-de-france-apres-leffondrement/#more-5329.290
291عرض المؤلف في مؤتمر أديم، عام 2018: https://www.youtube.com/watch?v=jC0IiJnuB2U
https://www.youtube.com/watch?v=O2ffVf9qcMg.292
https://www.liberation.fr/debats/2018/11/07/effondrement-le-debut-de-la-fin_1690594.293
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-momentum/.294
https://www.lemonde.fr/economie/article/2018/05/03/aux-etats-unis-des-villes-tirent-parti-du-declin-demographique_5293850_3234.html.295
296تُعدّ المساكن والطرق المحركين الرئيسيين لهذا التطور العمراني الخرساني المتفشي، ولكن هناك أيضًا مرافق خدمية (بما في ذلك المناطق التجارية) وبنية تحتية اقتصادية (زراعية وصناعية، إلخ): https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/08/02/la-france-face-aux-risques-de-la-betonisation-galopante_5495906_3244.html;https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/03/09/une-maison-individuelle-pour-tous-comment-l-urbanisme-na-pas-reussi-a-depasser-le-reve-pavillonaire_5433661_3234.html
https://www.europe1.fr/emissions/Le-vrai-faux-de-l-info2/betonne-t-on-lequivalent-dun-departement-tous-les-trois-ans-3461861.297
https://www.liberation.fr/checknews/2018/09/19/est-il-vrai-que-les-vers-de-terrestre-representent-80-de-la-biomasse-terrestre_1678652.298
https://www.la-croix.com/Economie/Le-nombre-logements-vacants-progresse-France-2018-06-27-1200950515.299
300الشجرة المقلمة هي شجرة يتم تقليمها دورياً إلى نفس الارتفاع لإنتاج الخشب أو العلف أو الفاكهة بشكل مستدام.
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-momentum/.301
302.*المرجع نفسه*.
http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/bioregion.303
https://www.lemonde.fr/festival/article/2019/07/22/face-al-effondrement-il-faut-mettre-en-uvre-une-nouvelle-organisation-sociale-et-culturelle_5491958_4415198.html.304
https://www.cairn.info/gouverner-la-decroissance—9782724619850-page-119.htm.305
https://reporterre.net/L-Ile-de-France-va-s-effondrer-et-la-vie-y-sera-belle.306
307.تقرير من إعداد ج. لو بورسيكوت

https://www.negawatt.org/Scenario-negaWatt-2017-2050.308
https://reporterre.net/Climat-rester-sous-la-barre-de-1-5-oC-impose-des-choix-radicaux-.309
sur-la
310يستطيع متر مكعب واحد من الخشب تخزين طن واحد من ثاني أكسيد الكربون، بينما ينبعث من نفس الحجم من الخرسانة 250 كيلوغرامًا... لكن يجب الانتباه إلى مصدر المواد: فنصف الخشب المستخدم في البناء في فرنسا فقط يأتي من فرنسا. وصرح جان باسيني، رئيس لجنة البيئة والبناء لصحيفة لوموند: "يأخذ تحليل دورة الحياة في الاعتبار (FFB)، المستدام في الاتحاد الفرنسي للبناء مصدر المواد، وعمرها الافتراضي، وعملية إعادة تدويرها: الأمر أكثر تعقيدًا من مجرد القول إن الخرسانة سيئة والخشب جيد". https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/11/03/le-batiment-al-epreuve-du-bilan-carbone_6017884_3234.html
311.بول هوكين، المرجع السابق
312تجفيف الملابس الرطبة في الداخل، وحماية الداخل من أشعة الشمس، والطلاء بألوان فاتحة، وعزل المبنى...: https://www.lemonde.fr/des-solutions-pour-la-planete/article/2019/06/24/les-gestes-a-adopter-pour-reduire-la-temperature-chez-soi-sans-clim_5480480_5444637.html
313يتم تبريد الهواء عبر تأثير فنتوري، حيث يمر عبر زجاجات بلاستيكية معاد تدويرها تعمل على ضغطه: https://lowtechlab.org/wiki/Le_volet_climatiseur#Description
https://www.lemonde.fr/climat/article/2018/12/12/dans-la-construction-il-faut-etre-frugal-en-materiaux-en-energie-en-technique_5396521_1652612.html.314
https://www.frugalite.org/fr/le-manifeste.html.315
https://www.wedemain.fr/Maisons-requin-libellule-ou-pomme-de-pin-quand-la-nature-inspire-l-architecture_a3191.html.316
https://i1.wp.com/bl-evolution.com/wp-content/uploads/2018/12/Infographie15_BLE.jpg?fbclid=IwAR2WAqWVoPF0i8DAISv-sBhKl_GxpD07KbRv9JBkPKzW5AqXcUaHncXcJSU.317
https://reporterre.net/Climat-rester-sous-la-barre-de-1-5-oC-impose-des-choix-radicaux-sur-la.318
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-evolution-habitat-2050.pdf.319
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/03/08/climat-nous-ne-pouvons-plus-attendre-pour-changer-notre-facon-de-consommer_5433241_3244.html.320
321بخاصة، *العيش بدون نفط. نداء من أجل موارد نباتية، ريشة الجزر*، 2015
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/01/17/un-steak-par-semaine-des-fruits-et-des-proteines-vegetales-la-recette-du-regime-de-sante-planetaire_5410177_3244.html.322
https://www.lci.fr/high-tech/video-salon-de-l-agriculture-2019-quand-les-robots-se-mettent-au-service-des-agriculteurs-2114184.html.323
https://www.newyorker.com/magazine/2019/04/15/the-age-of-robot-farmers.324
325بابلو سيرفين، إطعام أوروبا في أوقات الأزمات. نحو أنظمة غذائية مرنة، تقرير مقدم إلى تحالف الخضر الأوروبي الحر إلى البرلمان الأوروبي، 2013.
326.ريتشارد هاينبرغ، المرجع السابق
327.*المرجع نفسه*.
328بابلو سيرفيني، *.إطعام أوروبا في أوقات الأزمات. نحو أنظمة غذائية مرنة، مرجع سابق*
329لا يوجد ما يدعو المزارعين الفرنسيين للخجل من جودة منتجاتهم عند مقارنتها بالدول الأخرى، بل على العكس تمامًا. لكننا لن نتطرق هنا إلى الأمراض والإعاقات المتعددة والوفيات المبكرة الناجمة عن الاستخدام المفرط للمبيدات، والزراعة المكثفة الحديثة، أو المنتجات فائقة المعالجة من الصناعات الغذائية الزراعية، وفقًا لدراسات علمية عديدة. هذه آثار مدمرة على صحة الإنسان ناجمة عن نظام إنخرط فيه مزارعونا بعد الحرب، نتيجة خيارات سياسية واستراتيجية. وقد أدى هذا النظام المعولم أيضًا إلى ظهور انحرافات مثل الفلفل الحار المطحون المخلوط بفضلات الفئران، ولحم البقر المغشوش، والعسل المغشوش المنتج بكميات كبيرة في المتاجر الكبرى...
http://faere.fr/wp-content/uploads/2015/07/Ba_Gresset-Bourgeois_Quirion_Chiffrage-mone%CC%81taire-de-la-pollution-agricole_Juin2015.pdf.330
331.مفهوم واسع يشير إلى الزراعة التي تعتمد على النظم البيئية، وتحمي البيئة وتحافظ على مواردها
332مقطع فيديو تم بثه على فيسبوك بواسطة فرانس كولتور، وهو مأخوذ من برنامج: https://www.franceculture.fr/emissions/linvite-des-matins/face-au-malaise-agricole-evolution-ou-revolution?fbclid=IwAR297BQmpTzowTcGnJHfxdaqECONeohUIiWjrKOxd8DJA5w52tMPPDrD9es

https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/06/17/l-agroecologie-peut-.333
parfaitement-nourrir-10-milliards-d-humains_5477403_1650684.html
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/08/08/il-est-possible-de-nourrir-la-.334
planete-sans-augmenter-la-surface-cultivee_5497701_3244.html
335تُعدّ الأسمدة السائلة والمستخلصات النباتية فعّالة للغاية لبعض المحاصيل، وأقل فعالية لبعضها الآخر. ووفقًا لأحد علماء الأحياء الدقيقة، فإن سماد نبات القراص يُستنزف التربة. علاوة على ذلك، يستعد العلماء للتخلص التدريجي من المبيدات الحشرية من خلال المكافحة البيولوجية باستخدام الحشرات (التي أثبتت فعاليتها بالفعل)، والبكتيريا، والفطريات، والفيرومونات. كما طُرحت مؤخرًا أسمدة بروبيوتيكية في أسواق أمريكا الشمالية.
336محاضرة المؤلف في مونبلييه عام 2018: https://www.youtube.com/watch?
v=SqasBu0pfmk&feature=youtu.be
https://www.europe1.fr/economie/permaculture-on-arrive-non-seulement-a-vivre-.337
decemment-mais-aussi-a-creer-une-dynamique-sur-le-territoire-3866489.amp?
__twitter_impression=true
338محاضرة المؤلف في مونبلييه عام 2018: https://www.youtube.com/watch?
v=SqasBu0pfmk&feature=youtu.be
339C politique، فرانس تي في: https://www.youtube.com/watch?v=O2ffVf9qcMgمؤتمر إيف
كوشيه في أديم في نوفمبر 2019: https://www.youtube.com/watch?v=xlKeX9zTfyg
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-.340
https://www.youtube.com/watch?:2019 مؤتمر إيف كوشيه في أديم في نوفمبر /momentum
v=xlKeX9zTfyg
341.يوفال نوح هراري، مرجع سابق
342محاضرة المؤلف في مونبلييه عام 2018: https://www.youtube.com/watch?
v=SqasBu0pfmk&feature=youtu.be
https://usbeketrica.com/article/comment-les-arbres-peuvent-sauver-le-monde.343
https://reporterre.net/En-Haute-Savoie-les-agriculteurs-cherchent-les-solutions-face-au-.344
changement
https://reporterre.net/Le-jardin-des-Fraternites-ouvrieres-un-petit-paradis-de-.345
permaculture-et-de
https://usbeketrica.com/article/comment-les-arbres-peuvent-sauver-le-monde.346
347يُهدد التصحر 40% من مساحة اليابسة على سطح الأرض بسبب التعرية. وتختفي عشرات الأطنان من التربة بفعل الرياح في فرنسا. كما تُساهم الأمطار والجريان السطحي في تآكل التربة التي تُغذينا. وتُستنزف هذه التربة بفعل الزراعة الحديثة التي تُجردها من خصوبتها من خلال الإفراط في استخدام المواد الكيميائية. ونتيجةً لذلك، تزداد الحاجة إلى المواد الكيميائية للحفاظ على خصوبتها.https://usbeketrica.com/article/comment-les-arbres-peuvent-sauver-le-monde
348محاضرة المؤلف في مونبلييه عام 2018: https://www.youtube.com/watch?
v=SqasBu0pfmk&feature=youtu.be
349بابلو سيرفيني، *الزراعة بدون نفط. مسارات نحو أنظمة غذائية مرنة*، باريكيد، 2012.
https://www.academie-agriculture.fr/publications/encyclopedie/reperes/evolution-du-.350
rendement-moyen-annuel-du-ble-france-entiere-de-1815
https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-.351
/momentum
352.فيليب بيهويكس، المرجع السابق
https://www.goodplanet.info/actualite/2015/11/24/pierre-tranchant-un-paysan-low-.353
/tech
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/04/04/des-legumes-rustiques-.354
ressuscites-a-lyon-grace-a-la-memoire-russe-des-semences_5445935_3244.html
https://reporterre.net/En-Haute-Savoie-les-agriculteurs-cherchent-les-solutions-face-au-.355
changement
https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/01/02/l-appel-des-500-pour-un-lundi-vert-.356
nous-nous-engageons-a-remplacer-la-viande-et-le-poisson-chaque-lundi_5404460_3232.html
357بالطبع، كل شيء يعتمد على مصدره، وكيفية إنتاجه، وما إلى ذلك. وقد حسبت وكالة إدارة البيئة (Ademe) والغذاء أن كيلوغرامًا واحدًا من اللحم ينبعث منه ثاني أكسيد الكربون من خمسة إلى ثلاثين ضعفًا مقارنة بكيلوغرام واحد من الحبوب: https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/demain-mon-territoire-
complet_010970.pdf

358. https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/12/05/l-agriculture-intensive-est-responsable-d-une-pollution-tres-largement-sous-estimee_5393212_3244.html
359. https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/12/11/pourquoi-la-viande-est-elle-si-nocive-pour-la-planete_5395914_4355770.html
360. https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/02/22/ce-hamburger-qui-reconcilie-les-francais-avec-la-viande_5426594_3234.html?fbclid=IwAR0uia74T35xll0OXEENTG60YU2yxE9gIkyyd351tuAkRVyRn6wxs6KBPzQ
361. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/03/22/la-production-de-viande-de-synthese-n-est-pas-sans-impact-sur-l-environnement_5439695_3244.html
362. معرض "كوكب المحيط"، مؤسسة غودبلانيت؛ فيليب بيهويكس، المرجع السابق
363. https://reporterre.net/En-plein-essor-l-aquaponie-marie-le-potager-et-l-aquarium
364. بول هوكين، المرجع السابق
365. https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/01/28/les-insectes-vont-ils-bientot-nourrir-la-planete_5415862_1650684.html
366. https://lowtechlab.org/wiki/Culture_de_la_spiruline
367. *المرجع نفسه*..
368. https://www.lemonde.fr/series-d-ete-2018-long-format/article/2018/07/30/les-herbes-sauvages-de-la-cueillette-al-assiette_5337603_5325928.html
369. الفيلم الوثائقي "الانهيار" على قناة فرانس 4: https://www.youtube.com/watch?v=nHJIMilnetk
370. https://www.institutmomentum.org/bioregion-ile-de-france-2050-scenario-de-linstitut-momentum/
371. https://www.theguardian.com/uk/2000/sep/14/oil.business7
372. http://adrastia.org/transition-2017-4-programme-ethique-transition/
373. محاضرة المؤلف في مونبلييه عام 2018: https://www.youtube.com/watch?v=asrUKCUCE7k
374. https://www.encyclopedie-environnement.org/sante/changement-climatique-effets-sante-de-lhomme/#25_Impact_du_changement_climatique_sur_la_sante_mentale_refugies_climatiques
375. https://reporterre.net/Gael-Giraud-Si-l-Inde-et-l-Asie-du-Sud-Est-deviennent-invivables-trois
376. https://www.carbonbrief.org/mosquito-borne-diseases-could-reach-extra-one-billion-people-as-climate-warms?fbclid=IwAR36zlOg3_JP87pfiFJMNh22BlRQWFXan-l-rfFA76598moAzov_Mnbg428
377. https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1751877/fr/preserver-l-efficacite-des-antibiotiques
378. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/08/28/l-impact-sanitaire-du-changement-climatique-menace-d-annuler-les-progres-du-xxe-siecle_5503639_3232.html
379. https://www.lemonde.fr/climat/article/2019/11/14/la-sante-des-futures-generations-risque-d-etre-affectee-par-le-changement-climatique_6019073_1652612.html
380. https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/08/28/l-impact-sanitaire-du-changement-climatique-menace-d-annuler-les-progres-du-xxe-siecle_5503639_3232.html
381. https://www.wedemain.fr/Les-Kogis-peuvent-nous-apprendre-a-vivre-mieux_a3405.html
382. https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/prenez-soin-de-vous/prenez-soin-de-vous-sortez-de-votre-confort_3409071.html
383. https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/07/08/le-dernier-plan-sante-environnement-na-eu-aucun-effet_5486708_3244.html
384. بحسب دراسة، فإن تزايد عدم المساواة قد يفسر الركود في متوسط العمر المتوقع: https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/02/19/pourquoi-l-esperance-de-vie-des-francais-plavonne_5425324_1650684.html
385. https://www.lequotidiendumedecin.fr/actualites/article/2016/11/28/le-systeme-de-sante-cubain-fierte-de-fidel-castro_841201;https://www.francetvinfo.fr/monde/ameriques/castro-le-succes-de-la-politique-de-la-sante-a-cuba_3060789.html
386. http://www.medecine.unige.ch/enseignement/apprentissage/module4/immersion/archives/2012_2013/rapports/systemedesantecubain.pdf

/http://www.terrededemain.com/100-gestes-de-medecine-durgence-sans-materiel.387
https://www.institutmomentum.org/medecine-decroissance-adversaires-allies-pietro-.388
/majno
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/01/17/un-steak-par-semaine-des-fruits-.389
et-des-proteines-vegetales-la-recette-du-regime-de-sante-planetaire_5410177_3244.html
https://www.letemps.ch/sciences/lowtech-service-medecine.390
http://avenirsanspetrole.over-blog.com/article-resilience-du-systeme-de-sante-en-.391
france-56011821.html
https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/09/07/l-ocean-source-d-.392
inspiration_5351570_3244.html
https://www.letelegramme.fr/soir/documentaire-le-monde-hospitalier-sous-hypnose-17-.393
05-2019-12286167.php?
fbclid=IwAR1vVP5j1OMnacTIssk81MqFRhsDvRyTRysvqIQjLLUbWUPdbAev2wGY7Wo;https:
//www.sciencepresse.qc.ca/actualite/detecteur-rumeurs/2019/05/10/hypnose-medicale-
efficace-attention-exageration;http://sante.lefigaro.fr/article/l-hypnose-une-pratique-bien-
/implantee-al-hopital
/https://www.arte.tv/fr/videos/069099-000-A/les-etonnantes-vertus-de-la-meditation.394
/https://www.who.int/dg/speeches/2008/20081107/fr.395
https://reporterre.net/A-la-decouverte-de-la-medecine-ayurvedique.396
https://www.la-croix.com/Sciences-et-ethique/Ethique/Etats-Unis-lhumusation-corps-.397
desormais-legalisee-2019-05-02-1201019094
https://reporterre.net/Apres-la-mort-devenir-un-arbre.398
https://www.lemonde.fr/pixels/article/2019/05/29/la-ville-de-baltimore-paralysee-par-.399
un-virus-informatique-en-partie-cree-par-la-nsa_5469044_4408996.html
https://www.lemonde.fr/economie-mondiale/article/2018/06/24/internet-la-bataille-.400
du-cable-ne-fait-que-commencer_5320491_1656941.html
401.*المرجع نفسه*..
402.*المرجع نفسه*..
https://www.lemonde.fr/economie-mondiale/article/2018/06/24/cables-.403
transcontinentaux-des-milliards-de-gigaoctets-sous-les-mers_5320492_1656941.html
https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/bientot-lage-dor-des-low-.404
tech-961977
https://reporterre.net/Matthieu-Amiech-le-Numerique-devient-le-coeur-de-la-.405
catastrophe-ecologique
406بحسب خوسيه هالوي، من صحيفة ليد:https://fr.slideshare.net/aamonnz/quel-avenir-pour-
le-web-et-le-numrique-lheure-de-lanthropocne
407.نحو التعافي الرقمي، تقرير من مشروع التحول
408بحسب خوسيه هالوي، من صحيفة ليد:https://fr.slideshare.net/aamonnz/quel-avenir-pour-
le-web-et-le-numrique-lheure-de-lanthropocne
409مناظرة لـ Ademe:https://www.dailymotion.com/video/x6wez6l
410.*المرجع نفسه*..
http://www.leparisien.fr/societe/la-pollution-invisible-du-net-10-01-2017-6546294.php.411
https://www.journaldugeek.com/2018/12/06/youtube-devoile-classement-videos-plus-.412
/vues-france-monde-2018
https://www.lowtechmagazine.com/2015/10/can-the-internet-run-on-renewable-.413
energy.html
http://www.transitions2.net/catalogue/view/304/rebound-effects-and-ict-a-review-of-.414
the-literature
https://www.lowtechmagazine.com/2015/10/can-the-internet-run-on-renewable-.415
energy.html
https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/09/30/pollution-surexploitation-des-.416
ressources-consequences-sociales-les-impacts-du-numerique-sur-l-ecologie-sont-
multiples_6013589_3244.html
417.فيليب بيهويكس، المرجع السابق
https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/0600605630263-bientot-.418
lage-dor-des-low-tech-2242125.php
419.فيليب بيهويكس، المرجع السابق

420يتم إتاحة شفرة المصدر للبرمجيات مفتوحة المصدر مجانا من قبل مبتكريها حتى يتمكن المطورون الآخرون من المشاركة في تحسينها.
421.منشور على صفحة مختبر التكنولوجيا المنخفضة على فيسبوك
422.https://www.greenit.fr/2012/11/06/eco-conception-frugale-a-quand-des-ordinateurs-imprecis/
423مناظرة فيفا تك 2019: https://www.youtube.com/watch?v=8q3yvmi5V8I
424.https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/05/17/green-it-le-collectif-qui-veut-reduire-la-pollution-numerique_5463402_3244.html
425.https://usbeketrica.com/article/futur-low-tech-plus-desirable
426.https://www.numerama.com/tech/424983-ce-site-est-tellement-low-tech-quil-est-hors-ligne-quand-il-ny-a-pas-de-soleil.html
427اتخذ خيارات تقنية قللت من الحاجة إلى المعدات أو وزعت الجهد على المعدات الموجودة والمتينة، وبسطت محتوى الموقع، وقلصت حجم المحتوى المتبقي بشكل كبير. والنتيجة: "تجربة تصفح أكثر سهولة لجميع المستخدمين، بغض النظر عن معداتهم أو سرعة اتصالهم بالإنترنت أو احتياجاتهم المتعلقة بالحركة أو البصر". http://gauthierroussilhe.com/fr/posts/convert-low-tech
428.https://usbeketrica.com/article/internet-est-mort-vive-l-internet-low-tech
429.https://www.francetvinfo.fr/internet/reseaux-sociaux/consommation-energetique-zoom-sur-la-pollution-numerique_3092617.html
430.https://inria.fr/centre/grenoble/actualites/le-consortium-greentouch-recompense-d-un-trophee-d-argent-aux-edison-awards-2016
431.https://usbeketrica.com/article/demain-tous-connectes-technologies-frugales;https://www.lowtechmagazine.com/2015/10/how-to-build-a-low-tech-internet.html
432مناظرة لـ Ademe:https://www.dailymotion.com/video/x6wez6l
433.https://www.lafabriqueecologique.fr/app/uploads/2019/03/technologies-sobres-et-r%C3%A9silientes.pdf
434مناظرة لـ Ademe:https://www.dailymotion.com/video/x6wez6l
435.https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/11/09/les-reseaux-de-telecommunications-al-epreuve-des-aleas-climatiques_6018602_3234.html
436.https://usbeketrica.com/article/climat-faut-il-taxer-ou-boycotter-l-avion
437أكبر هذه المصانع تنبعث منها أكاسيد الكبريت عشرة أضعاف ما تنبعثه 260 مليون سيارة أوروبية: https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/06/05/les-cotes-europeennes-asphyxiees-par-les-navires-de-croisiere_5471497_3244.html
438.فيليب بيهويكس، المرجع السابق
439.*المرجع نفسه*.
440.https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/05/04/on-a-coupe-les-enfants-de-la-nature_5294128_3232.html

تُراقب نورا ضوء الفجر. طريقته في تلوين الأشياء، في استخلاص الحياة من الرمادي والأسود. هذا الجمال يجعل كل شيء ممكنًا. تُمرر يدها ذات البشرة النحاسية على شلال الأشعة البرتقالي المتدفق عبر النافذة. يا له من ضوء جميل! من المستحيل، كما تُفكر، أن يُنير نهاية البشرية. تُصدر المدفأة الحجرية الصغيرة أزيزًا خفيفًا، مُشعّةً بالدفء المُتبقّي الذي تراكم طوال الليل. عندما تكون الشمس في كبد السماء، تكون درجة الحرارة حوالي عشرين درجة مئوية، مع رطوبة عالية في الخارج. ثلاثون درجة كحد أقصى. يُبهجها شهر يناير. الليالي باردة، والصيف الحارق لا يزال بعيدًا.

متعة بسيطة عند شروق الشمس: سخّنت القهوة على الموقد، وهي الآن ترتشفها ناظرةً إلى الأفق. أحضر شريكها جوي حبوب البن الاسكتلندية من رحلة طويلة إلى الشمال مع الفتيات. اصطحبهنّ في جولة بين كروم العنب في المرتفعات الاسكتلندية ومدرجاتها الجبلية التي يتراوح ارتفاعها بين 350 و1200 متر. أصيبت تيس بالملاريا أثناء نزهة في المستنقعات، ما أثار قلق نورا، العالقة هنا بسبب العمل. في العام الماضي، توفي ما يقارب 31 ألف شخص بسبب أمراض معدية كهذه، تنتقل عن طريق البعوض، وقد دقّت نورا ناقوس الخطر لدى الحكومة بشأن هذه المشكلة الصحية العامة. لحسن الحظ، تلقت ابنتها علاجًا جيدًا من الطبيب المحلي، وكل شيء على ما يرام الآن.

بينما تمسك نورا بقدحٍ قديمٍ من البيوتر، تحدّق في غابةٍ مشمسةٍ غرب المبنى الصغير المبني من الخشب والطين الذي يضم شقة العائلة. من الطابق الثالث والأخير، يمتدّ نظرها عبر الريف المحيط في ضواحي لندن البعيدة، لتستيقظ وسط أشجار الصنوبر الحلبي وأشجار البلوط الفليني. تزدهر الآن نباتات شواطئ البحر الأبيض المتوسط القديمة على الجزر التي يطلّ عليها بحر الشمال. وقد بدأت الحكومة بالفعل بزراعة أنواعٍ كانت تزدهر في المناطق الاستوائية.

تستطيع نورا سماع شخير والدها المضحك. وهو يشارك الفتيات الغرفة. ويخبرهن كيليان العجوز أحيانًا أن مناظر إنجلترا الطبيعية أشبه بالأراضي الجافة في المغرب منها بالتلال الخضراء التي ألهمت تولكين لكتابة هوبيتون.

لم تقرأ نورا شيئًا للكاتب الشهير مؤلف "سيد الخواتم". لم تعرف الزمن الذي كانت فيه الآلات التي صوّرها الكاتب البريطاني بتلك الصورة القاتمة تُبجّل كأدوات للبشر. لم تعش العصر الذهبي للنفط. لكن عالمها ما زال ينهار

بسبب الوقود الأحفوري الذي كان يُعتبر في يوم من الأيام هبة من الله. البلد الذي وُلدت فيه والدتها دُمّرَ بفعل المناخ القاسي والحروب. في موريتانيا وفي جميع أنحاء شمال إفريقيا، يعيش الناس مدفونين في أعماق التربة الرملية، يحتمون من الجحيم ويبحثون عن الذهب الجديد: الماء. في أجزاء أخرى من العالم، التي كانت ذات يوم الأكثر اكتظاظًا بالسكان وخصوبة، لم يبقَ أي إنسان. فرّ الجميع أو هلكوا. هياكل عظمية وأشباح. مدن وقرى شاسعة تتلاشى ببطء تحت الشمس والرياح. هناك، يجعل الهواء الحارق الرطب الحياة البشرية مستحيلة، إن لم يكن البحر هو الذي بدأ يبتلع كل شيء. تخلّت الإمبراطورية الصينية عن ساحلها، الذي أصبح غير صالح للسكن، وابتلعت منغوليا للحفاظ على مساحتها الحيوية. مناطق شاسعة من الهند وبنغلاديش وباكستان وجنوب شرق آسيا وحوض الكونغو وخليج غينيا ومنطقة الأمازون بأكملها، وغيرها من الأماكن، أصبحت الآن غير صالحة للسكن. يعيش أقطاب النفط السابقون في دول الخليج في عزلة تامة تحت قباب مكيفة، تحميها بطاريات صواريخ ذاتية التشغيل، لحماية ما تبقى لديهم من احتياطيات هيدروكربونية باهظة الثمن بالنسبة لعامة الناس، وثمينة للغاية بحيث لا يمكن تصديرها. يغادر الناس هذه الجيوب المعزولة مرتدين بدلات خاصة، إما للترهيب أو لشن الحروب، أو عندما ترغب السلطات في التخلص منهم. أحد أبناء عمومة نورا، وهو ناشط، اختبر هذا الأمر بنفسه. عظامه الآن تحت أشعة الشمس الحارقة، بالقرب من هيكل مكيف هواء.

في حوض الغرانيت بالغرفة المشتركة، تصب نورا لترين من الماء الذي جمعته من السطح وتغتسل، وهي تُحضّر ذهنياً لخطابها المقرر في البرلمان. يُنتظر هذا الخطاب بفارغ الصبر، كغيره من خطاباتها منذ انتخابها نائبةً في البرلمان بالقرعة. ستدعو نورا إلى مزيد من خفض استهلاك الطاقة، وقبل كل شيء، إلى تحقيق العدالة المناخية، قضيتها المفضلة.

قبل مغادرتها، انتهزت نورا فرصة وجودها قبل القطار الوحيد في الصباح لتُفرز أخيرًا مقالاتها القديمة. على طاولة غرفة المعيشة، كان صندوق خشبي مليئًا ببقايا من عقد قضته في مجال الصحافة. في قاع الصندوق، وجدت نورا نصوصًا اصفرّت من فرط القدم. إنها أرشيف والديها. بعض هذه النصوص قصّتها والدتها قبل نصف قرن لتحسين لغتها الإنجليزية المتقطعة عندما وصلت إلى البلاد لأول مرة. وبينما كانت تقلب صفحات العناوين، شعرت وكأنها تقرأ تاريخ جنس بشري يكافح في مواجهة الهاوية.

دولي

فرنسا: مشاريع ضخمة وبطاريات وفيرة للنهوض من جديد

تُولي أوسيان لو فين اهتماماً بالغاً بالطرق والبطاريات. وتتحدث الرئيسة الفرنسية عن "دفعة لإنعاش الاقتصاد الوطني". وقد أطلقت أمس "خطة العشرة آلاف". وتشير هذه الخطة إلى عدد البطاريات المخصصة للسيارات الكهربائية (نصفها من طرازات الدفع الرباعي) التي سيتم إنتاجها أسبوعياً في ثلاثة مصانع ضخمة جديدة خلال الأشهر الثمانية عشر القادمة. وستتولى شركة بولوريه، وهي مجموعة سيتم تأميمها مطلع عام 2025، تصنيع هذه البطاريات.

خلال الفترة نفسها، ستُنفذ أعمالٌ ضخمة لبناء 10 آلاف كيلومتر من الطرق وترميم 10 آلاف جسر مُعرّض للانهيار. وسيتم تمويل كل ذلك من خلال الاقتراض الوطني، وذلك بفضل الإعلانات الأخيرة التي أدلى بها هيكتور فوربان، رئيس البنك المركزي الأوروبي، بشأن أسعار الفائدة.

ألف وظيفة 76

أوضحت أوسيان لو فين قائلةً: "علينا إنعاش الاقتصاد الوطني من خلال تسهيل التجارة داخل أراضينا". ومن المتوقع أن تُسهم هذه الخطة في خلق ألف وظيفة. وتقدم الحكومة الفرنسية هذه الخطة باعتبارها "سلاحاً 76 إضافياً" في مواجهة الكساد الكبير.

تتفاقم الأزمة العالمية لتشمل الاقتصاد الحقيقي في أعقاب انهيار الأسواق المالية في أغسطس/آب 2026. وقد تفاقمت هذه الأزمة، بل وتسببت فيها، وفقًا لبعض الاقتصاديين، التراجعات التدريجية في إمدادات النفط خلال السنوات الأخيرة. ويرى هؤلاء الاقتصاديون أن صدمة النفط في يونيو/حزيران 2026 لم تكن سوى هزة واحدة من بين هزات عديدة. ويحذر هؤلاء الخبراء، بمن فيهم روجر لامي، المدير العام السابق لمنظمة التجارة العالمية، من أن زلزالًا غير مسبوق في قوته ومدته يهز كوكب الأرض حاليًا.

بحسب منظمة التجارة العالمية، فاقمت فرنسا وضعها بإغلاق حدودها بشكل شبه كامل في يناير الماضي. وبررت منظمة أوسيان لو فين هذا القرار بالقول: "يجب حماية المواطنين الفرنسيين من الهجمات الإرهابية ومن المنتجات والخدمات الأجنبية الرديئة، التي تُباع بأسعار زهيدة وتُلحق الضرر بالنشاط الاقتصادي الوطني". وفي مواجهة انهيار الاقتصاد الوطني، ركز الرئيس الفرنسي على اتفاقيات التجارة الثنائية، التي تتفاوض عليها فرنسا وتوقعها مع حكومات ذات نزعة استبدادية متزايدة (المجر، إيطاليا، هولندا، الولايات المتحدة، ومصر).

إعادة فتح المناجم القديمة

أ ً

يتعين على فرنسا أيضا معالجة تحدي الطاقة في ظل ظروف مضطربة. وتعتمد الاستراتيجية المختارة على زيادة استخدام الكهرباء. في فرنسا، تُولّد الكهرباء بشكل أساسي من الطاقة النووية. وتنسجم "خطة العشرة آلاف" هذه تماماً مع التوجه الذي انتهجته أوسيان لو فين منذ بداية ولايتها: إنعاش النمو من خلال الاستثمار بكثافة في السيارات الكهربائية الفرنسية الصنع، القادرة على استبدال السيارات التي تعتمد على الوقود البترولي.

تعلقت مجموعة الإجراءات السابقة بقطاع التعدين. وتخطط الدولة لإعادة فتح المناجم القديمة قريباً وحفر مناجم جديدة. والهدف من ذلك هو ضمان إمدادات المعادن - ذات الأهمية الاستراتيجية للبطاريات والسيارات ومحطات الطاقة النووية - والتي عانت من نقص متكرر منذ بداية الكساد الكبير.

منذ العام الماضي، تسببت هذه الكوارث في ثلاث انقطاعات رئيسية للتيار الكهربائي، ونقص حاد في السلع الاستهلاكية اليومية، وأعمال نهب في بعض المدن. هل ستعاود أعمال الشغب المتعلقة بالوقود، التي هزت فرنسا منذ صيف 2026، في حال حدوث انقطاع آخر في الإمدادات؟ التهديد مقلق، لا سيما في ظل التراجع الملحوظ في الخدمات العامة، كالشرطة، خلال الشهرين الماضيين. تهدف أوسيان لو فين، من خلال "خطة العشرة آلاف"، إلى منع سلسلة من الأزمات عبر "معالجة المشكلة من جذورها".

مايو 2027 2

سؤال موجه إلى... غيل جيرو، كبيرة الاقتصاديين في مركز التنمية البريطاني

تتبع فرنسا الاتجاه العالمي: الاستثمار في السيارات الكهربائية وإعادة توجيه الاقتصاد للخروج من ركوده الحالي. هل هذه هي الاستراتيجية الصحيحة؟

جي جي: إن إعادة توجيه الاقتصاد هو الحل الأمثل، وهذا ما يتفق عليه معظم الاقتصاديين. لكن الاستثمار الضخم في المركبات الآلية، كما تفعل فرنسا، دون تسهيل التنقل المشترك، مثل مشاركة السيارات، فكرة سيئة للغاية. فهو بمثابة تفضيل للسيارة الخاصة، التي تسببت في الفوضى الحالية. وفوق كل ذلك، تبذل حكومة لو فين جهودًا حثيثة لاستعادة النمو الاقتصادي. في المقابل، اختارت حكومتنا التخلي عن فكرة النمو اللانهائي، وهي تُقنّن استهلاك الطاقة بشكل صارم. صحيح أن هذا الأمر مؤلم، وربما لم تُتوقع عواقبه الاجتماعية بشكل كافٍ، لكن هذا النهج توصي به أحدث النظريات الاقتصادية غير التقليدية، التي تراعي الطبيعة وحدود الكوكب. هذا التغيير ضروري للغاية، ومرونة الاقتصاد البريطاني في مواجهة آثار الكساد الكبير تُعزز خيار بلادنا.

لم تولد نورا بعد. على الجانب الآخر من القناة، يتصاعد بخار مشروب الهندباء من كوب تمسكه كلير بيدها المرتجفة بصعوبة. هذا آخر ما وجدته الجارة التي لم تتصل بها منذ ذلك الحين. على الأقل الماء الساخن له نكهة.

فجأةً، ملأت صيحات حادة السماء. بدأ عرضٌ جويٌّ ساحر. ابتهجت كلير، ناسيةً الجوع الذي نخرها ليومين. من هذه الشرفة الخشبية، فوق حديقتها الصغيرة، استمتعت العجوز بمنظر الطيور وجمال السماء، المُزيّنة بسحب السمحاق، وأسطح المنازل المصنوعة من الأردواز والمُغطاة بالطحالب الجافة في ميناء بريتون الصغير.

تنقضّ طيور السنونو السوداء من كل حدب وصوب. لم يعد الأمر رقصة باليه، بل هجوم جوي. بيرل هاربر للحشرات الطائرة. طيور السنونو، هذه الصيادات ذات الأجنحة المنجلية، مصممة للسرعة. تنقضّ على فرائس لا تراها عينا كلير.

بدأ سربٌ من حوالي ثمانية طيور سنونو بالتحليق فوق الشرفة. ومع كل مرور، كانت تُسمع صيحات. ثم خفتت هذه الصيحات، واختفت تمامًا خلف أسطح المنازل المجاورة، مثل صرخات الأطفال على متن قطار الملاهي.

تتجمع الفرائس في آخر خيوط الشمس المتساقطة على سطح منزلها الصغير. تقترب أسرابها أكثر فأكثر، حتى باتت تحلق على بُعد مترين منها، بينما تجلس ترتشف السائل عديم الطعم. ولتُمعن النظر في حركاتهم، فتحت كلير فمها على اتساعه، وأرجعت رأسها إلى الوراء، وانفجرت ضاحكة كما كان يفعل ابنها عندما كان طفلاً يشاهد عرضاً جوياً في مكان قريب.

توفي خلال أول أزمة نقص واسعة النطاق، في بداية أعمال الشغب بسبب الوقود. كانت خدمات الطوارئ قاصرة بشكلٍ مؤسف. قبل ثلاث سنوات، لكان قد نجا، كما تتأمل كلير. منذ رحيله، لم يزرها أحد. لم تعد ترغب حقًا في الحياة. تُعزز هذا الشعور باليأس بالتفكير في أن البطاطس والجزر التي زرعها السكان في الحديقة التي تبعد ثلاثمائة متر عن منزلها لن تكفي لإطعام شبه الجزيرة الخرسانية، المعزولة منذ زمن طويل عن الحقول. لا تريد القتال. المتاجر الكبرى الفارغة، بطريقة ما، تُناسبها. لا تعلم أن الإمدادات ستعود جزئيًا خلال أسبوعين. ولن تعلم أبدًا.

لأكثر من عام، تكررت حالات النقص في الإمدادات، بل وطال أمدها أحيانًا، حتى باتت أمرًا معتادًا. وتتناقص احتياطيات الوقود الاستراتيجية للدولة، وهذا أمرٌ معروف للجميع. ويُعدّ وجود جيش من موظفي الخدمة المدنية أولوية قصوى، لكنهم هنا نادرًا ما يُشاهدون. ولا يظهرون إلا عندما تتوقف شاحنة زرقاء في الساحة المركزية، وينزل منها شرطيان لتوزيع مياه الشرب وأكياس الأرز.

أخبرت الجارة كلير أن شاحنات المياه تعرضت لهجوم على الطريق وتم تحويل مسارها خلال موجة الحر الأخيرة التي استمرت شهرًا. وأن المسلمين يتعرضون للمضايقة في المدن الكبرى، وأن هناك حاجة إلى كبش فداء. وأن القوانين قد تُسنّ ضدهم. وأن الطبيب الذي كان يواصل معاينة المرضى مقابل سلة من الخضراوات أو بضع بيضات قد غادر إلى المدينة. ثم أغلق المستشفى، ولم يعد الطاقم الطبي يأتي إلى شبه الجزيرة. إنها بعيدة جدًا. معظمهم يعيشون في المدينة الكبرى. ربما يُعاد فتحه يومًا ما؟ اختفت الممرضة التي كانت تعطيه حقنته الأسبوعية. أغلقت الصيدليات الفارغة. ونتيجة لذلك، بعيدًا عن المراكز الحضرية الرئيسية، يموت جيل من كبار السن، وحيدين، في صمت.

حطّت بعوضة كبيرة على جلد ذراع كلير المتجعد ولدغتها. تركتها تراقب طيورها. فجأة، مدّت ذراعها، كما لو أن طائرًا صغيرًا قد يمرّ سريعًا ويلتهم البعوضة. لكن سرب الطيور ابتعد، وانصبّ اهتمامها على طائرين يبدو أنهما مربوطان بخيط رفيع. أينما ذهب أحدهما، تبعه الآخر. كانا يحومان فوق المنازل، كأنغام موسيقية. ربما لم يكونا زوجًا، لكنها فكّرت في حبيبها رينيه، الذي رحل عن هذا العالم منذ خمس سنوات. كان يلتصق بها أينما ذهبت، وكان ذلك يزعجها أحيانًا. رحل بسلام. فكّرت: الحمد لله أن رينيه لم ينتهِ هكذا؛ فنهايتي ليست جميلة. الحمد لله أنه ذهب إلى عالم لا ينقصه شيء، حتى وإن لم يدرك المرء ذلك تمامًا.

فجأةً، هبّت ريحٌ عاتية. ارتفعت طيور السنونو نحو خمسين متراً. وبمواجهة الريح، بدت وكأنها تحوم فوق المبنى. مثل الطائرات الورقية، التي تهبط فجأةً بضعة أمتار قبل أن تعود إلى مسارها الأصلي. اصطادت الكثير من الفرائس، وازداد عددها قبل حلول الظلام. قالت كلير: "إنها وليمتهم، وأنا أتضور جوعاً". شعرت بتعب شديد. لماذا لم يعد الجار يأتي؟ هل هو مريض؟

في السماء الفيروزية، التي تتحول برفق إلى اللون البرتقالي، يكشف رفرفة الأجنحة، للحظة خاطفة، عن بطون بيضاء باهتة بفعل ضوء الغسق الخافت. أسود، أبيض، أسود، أبيض، كأنها ومضات. أو طاحونة هوائية ورقية صغيرة تدور بأقصى سرعة. تُعجب كلير بطائر على الجانب، أقرب، بظلال مثالية. تُغمض عينيها الزرقاوين الثاقبتين وتستسلم. إنه جيد، لقد انتهى. تُحيط خصلات شعرها البيضاء الجميلة بوجه شاحب. خامل.

في هذه الأثناء، يحلق طائر السنونو الشائع فوق أسطح المنازل. يرتفع، وينزلق، ويدور، وينقض، ويصل بسرعة إلى مئتي كيلومتر في الساعة ليخطف ذبابة صغيرة تعرف على نوعها بدقة قبل جزء من الثانية. لقد اختفت الخنافس الكبيرة التي كان يتغذى عليها قبل عشرين عامًا. المواد الكيميائية التي يستخدمها الإنسان، لتحويل التربة المسمومة والمُطهرة والمعقمة، التي تغسلها الرياح والأمطار، إلى تربة خصبة، قد قضت على معظم الحشرات الطائرة التي كانت تُلقح نباتاتهم المزروعة. وقد أدى هذا النفوق الجماعي إلى تجويع مستعمرات السنونو. إنها تتناقص بشكل حاد. يدرك طائر السنونو الأسود هذا الأمر عندما يصعد إلى أعشاشه على ارتفاعات أعلى مع رفاقه من طيور السنونو. الآن، يأتون جميعًا إلى هنا، حيث لم تُجفف المستنقعات، ويُوفرون إمدادهم من الذباب والبعوض، من بين الأنواع القليلة التي تستفيد من التدمير البشري.

إذن، هذه اللقمة، هذه البعوضة الصغيرة وغيرها التي التهمها السنونو، ستفي بالغرض. تزن كرة الحشرات العالقة في حلقه غرامين. تكفي لتهدئة الفرخ الذي يصرخ تحت المزراب، هناك، في مؤخرة العش. تنقض أمه، السنونو الشائعة، وتصل إلى الشق، عبر فتحة لا تتجاوز بضعة سنتيمترات، دون أن تتباطأ. يلتهم الفرخ نفسه بشراهة. يرفرف بجناحيه. إنه يتدرب على الطيران المأمول.

بعد أيام قليلة، انطلق في السماء. مفتونًا بالهواء، ارتفع سريعًا وعاليًا مع تيار هوائي دافئ. منهكًا، غلبه النعاس. أيقظه طنينٌ يزداد حدةً، ففزع. كانت طائرة صغيرة تخرج من بين الغيوم. من النافذة، ولبرهة خاطفة، لمح طائر السنونو الأسود رأس امرأة. لم تره، لأن الطائرة كانت تسير بسرعة فائقة. كانت نظرتها شاردة. توقفت عن التحديق في السماء بعد دقائق من إقلاعها من موريتانيا. ذكرياتٌ مؤلمة تطاردها تحجب وجهها الجميل.

اسمها ليلى. هذا الصباح، رافقها شقيقها الصغير، جوناثان، إلى طريق وعر في صحراء المغرب. غادر العديد من الموريتانيين بلادهم، وخاصة الأثرياء منهم. غادرت ليلى وجوناثان عندما ظنّا أنهما سيموتان، فجمعا على عجل بعض الملابس ومدخرات العائلة التي كانت مخبأة تحت ألواح أرضية منزلهما المحترق. في بلدتهما، كان الناس يتساقطون كالحشرات. سادت الفوضى. أما الناجون، فقد أُحرقوا وقتلوا ونهبوا واغتصبوا. نجت ليلى وجوناثان من هجوم عصابة من النسور على حيهما. أما شقيقتاهما ووالداهما فلم يحالفهم الحظ. بالأمس، كانت جثثهم هامدة على أرضية المنزل الصغير.

كان نصف أفراد العائلة يعملون في منجم اليورانيوم الجديد الذي تديره فرنسا، حين انقلبت الأمور رأسًا على عقب. في غضون أسابيع، توسعت الخلافة في منطقة الساحل، التي نشأت في مالي، لتشمل آلاف الكيلومترات المربعة. وقد ازداد عدد أتباعها بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة. لم يتحدث الصحفيون على شاشات التلفزيون إلا عن هذا الموضوع. دفع المناخ المتقلب والضغط السكاني العديد من المزارعين إلى البحث عن عمل ذي أجر مجزٍ يدّعي تحقيق العدالة. عاد الجنود الفرنسيون إلى ديارهم، وبدأت بلادهم تشتعل. ثم حزم الأمريكيون المتمركزون في النيجر أمتعتهم، لأن الولايات المتحدة كانت هي الأخرى تغرق في أزمة، وكانت الحرب الأهلية تلوح في الأفق عبر المحيط الأطلسي. حدث كل شيء بعد ذلك في غضون أيام. أولًا، أُغلق منجم اليورانيوم. وفي اليوم التالي، استولت شاحنات الخلافة، التي كانت تعمل بالنفط الليبي، على نواكشوط من جيش يعاني من نقص التجهيزات، منهك وضعيف بسبب النقص في الإمدادات.

في شارعهم، كان الجميع يتحدث عن الطائرات المسيّرة التي تطلق صواريخ على كل من يقترب من المنجم المهجور. وقد استُهدفت مركبة وأربعة مقاتلين من "الخلافة" بالفعل. كان الناس يقولون إن الصينيين سيستولون على المنجم قريبًا. كانت الصين تدعم ميليشيات الفولاني والدوجون في مالي. وفي جميع أنحاء المنطقة، كانت تُؤجّج التنافس بين المجتمعات، وبفضل هذا التنافس، استحوذت على أراضٍ غنية بالمعادن لتصنيع روبوتاتها والمعدات عالية التقنية اللازمة للسيطرة على سكانها. لم يعش ليلى وجوناثان ليروا العلم الصيني يرفرف عند مدخل المنجم، أو عمالهم يحلون محل الموريتانيين. غادروا البلاد بعد أن قُتلت عائلتهم في مذبحة.

بينما كانت ليلى جالسةً على مقعد الطائرة المزدحمة الذي يصرّ، تذكرت عيني جوناثان، المليئتين بثقة مصطنعة، وهما يفترقان. كتمت دموعها، وكذلك فعل هو. أصرّ على أن تصعد هي إلى الطائرة. فالمال المتبقي سيساعد جوناثان في دفع تكاليف عبور البحر الأبيض المتوسط في قارب مطاطي بدائي.

صوتٌ عالٍ، مكتومٌ بفعل هدير المحرك، جعل ليلى تنتفض. كان صوت المهرب. كان الخنزير يقول شيئًا لم تفهمه لأحد المهاجرين العشرة الآخرين المكتظين في الطائرة الصغيرة مع حقائبهم. رفع مسدسه، وارتطم مؤخره بوجه الرجل. كانت رائحة العرق النفاذة تفوح من الطائرة. شعرت ليلى بالغثيان. بعد مغادرة جوناثان، أخبرها الخنزير أن مالها لن يكفي لدفع ثمن الرحلة. كان عليها أن تدفع بجسدها خلف كوخ من الصفيح قبل الإقلاع. منذ ذلك الحين، لم يفارقها الغثيان، ومنظر دماء الرجل وهي تتساقط على النافذة يجعلها تتقيأ. كانت الطائرة مكتظة لدرجة أنها تساءلت عما إذا كانت ستُقلع أصلًا. والآن، ها هي تحلق فوق الجزر البريطانية.

همس المهرب قائلًا: "رحلة سعيدة، أشتاق إليكِ بالفعل"، قبل أن يضغط بكفيه القذرتين بين لوحي كتفي ليلى ويدفعها نحو المدرج. بعد شهر، ومع وصول مجموعة أخرى من طالبي اللجوء، أُبلغ بأن هذا المهرب قد اعتُقل على مدرج نادٍ للطيران، برفقة ملازم في سلاح الجو الملكي، ومهرب هاوٍ، وطائرة محملة بنحو عشرة براميل من النفط الليبي.

كانت ليلى قد اطلعت على تقارير حول التحول غير المسبوق في بريطانيا، لكنها لم تتوقع هذا. نُقلت بسيارة إلى مزرعة كبيرة في الريف الإنجليزي. جاء مارين، وهو عامل زراعي روماني، لاصطحابها، برفقة لاجئين آخرين كان من المقرر إيواؤهما هناك. تبادلوا أطراف الحديث مع مارين أثناء انتظار الحافلة. التزمت الصمت. في السيارة الهادئة بشكلٍ لافت، مدّ طفل صغير ذو ملامح أمريكية أصلية وعينين سوداوين واسعتين يده من فوق كتف أمه. كانت الأم تحمله بين ذراعيها. تحسست يد الطفل الصغيرة الممتلئة وجه رجلٍ متجعد الوجه يرتدي قباقيب خشبية، يجلس خلفهما. لم تره الأم، لكنه أمسك بيد الطفل الصغيرة الممتلئة برفق. ارتسمت ابتسامات عريضة على وجوه من كانوا حاضرين ومن شاهدوا المشهد. ليلى، التي لم تسمح لنفسها بإظهار أي ضعف حتى تلك اللحظة، انفجرت في البكاء.

عندما وصلت الحافلة، نزلت منها وعيناها محمرتان، وسمعت ضحكات الأطفال من بعيد. كانت المزرعة تعجّ بالأطفال. تم تحويل مبنى مزرعة قديم إلى فصل دراسي، يستخدمه طلاب المراحل الدراسية المختلفة بالتناوب. لكنهم كانوا يقضون معظم وقتهم في الخارج، يتعلمون كيف تعمل معدة البقرة أو كيف لا تُنتج الغابة أي نفايات. كانوا يحلون مسائل الضرب بجانب البركة، ويتعلمون صنع ملعقة خشبية مع النجارين في ورشة القرية.

يتشارك المتقاعدون مبنىً آخر مع عدد قليل من الطلاب، وهم بدورهم ينقلون معارفهم إلى الأطفال. تتذكر ليلى أن هذا الترتيب يُشبه ما كان سائداً في قرية والديها الأصلية في موريتانيا. بالقرب من الحظيرة، تُدير فنانة، تتشارك مساحة عمل مشتركة مع محامٍ، ورش عمل في الكتابة للأطفال والمتقاعدين وعمال المزارع الراغبين في المشاركة. لم تتعرف ليلى على هؤلاء العمال الزراعيين إلا قليلاً، ولكن عندما تستعيد عافيتها، سيصبحون زملاءها الجدد.

هي هنا منذ ثلاثة أيام. تقبع وحيدةً محمومة، عاجزةً عن مغادرة غرفتها الصغيرة. نصحتها الأخصائية الاجتماعية التي تُساعدها قائلةً: "استريحي قليلاً". وقال لها طبيب القرية النفسي: "استريحي". نعم، إنها مُنهكة. لكنها تشعر بحاجة مُلحة إلى الانشغال، إلى أن تكون مُفيدة: الكثير من القلق والأفكار السوداوية التي تُريد التخلص منها بالجهد. إضافةً إلى ذلك، ترى أن الجميع يعملون بجد. يبدو الموظفون مُرهقين في المساء، لكن الفرح يملأ الأجواء على موائد العشاء الكبيرة.

كانت ترتدي ملابس خفيفة من الكتان المرقع الذي أُعطي لها، مستلقيةً على السرير القابل للطي في غرفتها، تاركةً بصرها يتجول في أرجاء المكان: جدران من الطين والقش تخفي بالات من القش، تظهر منها خيوط قليلة في الزوايا؛ شبكة تهوية صغيرة فوق النافذة ذات الإطار الخشبي تُخرج نسيمًا متواصلًا يُحرك بقايا خيوط العنكبوت؛ بطانيتان زاهيتان اللون وضعتهما مارين على الكرسي، بعد أن أقسمت لها أنها ستشعر بالبرد خلال الشتاء عندما تقتصر التدفئة على 16 درجة مئوية. ومع ذلك، لم ينتهِ الشتاء بعد. لكن مارين أحضرت لها أيضًا زوجًا من الجوارب العنابية اللون ومعطفًا صوفيًا بيج اللون، كانا موضوعين على الرف، موضحةً أن الصوف من أغنام المزرعة.

نظرت إلى الحاجز الخشبي المثبت على قضبانه المعدنية. أخبرها مارين أن هذا الحاجز، بتصميمه المعياري، يسمح بفتح مساحة المبنى عند استضافة الاجتماعات أو الحفلات الموسيقية. كان قد طلب منها المجيء في الحافلة، لكنها لم تدرك إلا الآن أنها ستضطر للعيش هنا لفترة طويلة. تخيلت نفسها هنا بعد عام، أو خمسة أعوام، أو عشرة، ترتدي قبعة القش التي يرتديها أولئك الفلاحون، حين لفت انتباهها حركة محمومة. من خلال النافذة، رأت دجاجة ترفرف بجناحيها بشدة بين يدي صبي شاحب الوجه. في مواجهة الطفل الخائف، أشارت إليه فتاة صغيرة ذات ضفائر طويلة بإصبعها، وهي تضحك بصوت عالٍ.

مايو 15 2027 ***صحيفة برمنغهام بوست***

حظرت محكمة الدفاع عن الصالح العام 12200 *منتجًا وخدمة*

يكشف التقرير الأخير الصادر اليوم عن محكمة الدفاع عن الصالح العام، والذي يغطي السنوات الثلاث الماضية، عن زيادة ملحوظة في نشاطها. ويعزى هذا الارتفاع، بطبيعة الحال، إلى تعزيز الكادر الإداري خلال العام

الماضي، وإلى التوقعات الجماهيرية العالية لهذه المؤسسة. ولن يخيب أمل الجمهور، فبعد ست سنوات من إنشائها، تعمل المحكمة بكامل طاقتها. وقد حظرت إنتاج أو تسويق ما لا يقل عن 12,200 منتج وخدمة خلال السنوات الثلاث الماضية. وهي مسؤولة عن حظر جميع المبيدات الحشرية تقريبًا، والسفن السياحية، واليخوت، وبعض الرحلات الجوية التجارية الداخلية، وحتى بوفيهات الطعام المفتوح في المطاعم.

اقترحت مجموعة من الأكاديميين والمنظمات غير الحكومية إنشاء محكمة الدفاع عن الصالح العام، التي تتألف من محلفين يتم اختيارهم عشوائياً، وذلك لتجنب التأثير المهني والتأثيرات التي قد تطال موظفي الخدمة المدنية الدائمين. ويشير فيليب بيويتز، رئيس المحكمة، إلى أن سرية عملية الاختيار العشوائي تظل عاملاً أساسياً في نجاحها، إذ تمنع خطر الضغوط التي قد تكون كبيرة إذا كانت المصالح التجارية على المحك".

ويؤكد أنه على مدى السنوات الست الماضية، "اتبعت قرارات المؤسسة معيارين أساسيين: المنفعة الاجتماعية والآثار البيئية التي يتحملها المجتمع". ولا تقتصر هذه القرارات على الحظر فحسب، بل يمكن أن تشمل أيضاً الترخيص بتسويق منتجات وخدمات جديدة، وتزويد الجمهور والشركات بأدوات التقييم، وإجراء دراسات حالة لإثبات عدم جدوى بعض المنتجات أو الخدمات من الناحية التكنولوجية، أو إصدار توصيات بشأن لوائح الإعلان.

لم يتعرف كيليان على ليلى بعد، لكنه يعرف جار المزرعة. يصعد الرجل الأشعث إلى الدراجة من مفترق الطرق قرب الحظيرة، ويحرص دائمًا على الجلوس مقابل كيليان، ويتحدث كثيرًا دون أن يقول شيئًا ذا قيمة، إلا عندما يبدأ بالحديث عن النباتات الطبية البرية المحلية. يعرف كيليان تلك النباتات جيدًا أيضًا، تمامًا مثل الطبيب الذي يصفها يوميًا. لكن في المرات الأولى، لم يرغب كيليان الخجول في الدردشة مع هذا الرجل كثير الكلام بين ركاب الدراجة العشرة الآخرين.

في النهاية، تمكن من بدء حديث، وبذل جهدًا لإظهار فضوله، وكرر في نفسه أن لكل شخص شيئًا ذا قيمة ليقدمه (مقولة جدته)، وأن بناء علاقة جيدة مع شخص قوي البنية كهذا قد يكون مفيدًا إذا واجه مشكلة، وأن المشاكل قد تنشأ بسهولة، خاصةً أنه كان يميل إلى قول أي شيء بعد بضع كؤوس من الجعة في الحانة، وأن هذا الهراء غالبًا ما كان يسيء إلى جاره الجالس على المنضدة. لكن في نهاية المطاف، كان كيليان منهكًا من العمل في الحقول، وفي حالة الإرهاق هذه، لم يكن جاره سوى مصدر للنعاس. لذا تظاهر كيليان. تظاهر بالاستماع إليه وهو يناقش الاختلافات بين محركات الديزل في الجرارين المشتركين في القرية. ألقى نظرة خاطفة على المنظر الطبيعي وأومأ برأسه من حين لآخر، مثبتًا نظره على الرجل ذي الخدين الورديين الممتلئين. خلال إحدى هذه النظرات الخاطفة، لمح كيليان السيارة الكهربائية المشتركة في المزرعة تقترب من الاتجاه المعاكس. يحاول التعرف على ركابها، بينما يذكر الجار قضية الوزير الذي سافر ابنه حول العالم. لا يتعرف كيليان على أي شخص في السيارة. لا عجب في ذلك: ففي هذه الأيام، لا يمر أسبوع دون أن يتم الترحيب بخمسة أو ستة متدربين جدد في المزرعة.

بينما تنزلق الدراجة متعددة الاستخدامات أمام البستان المزدهر في المقبرة، يمد كيليان ذراعه اليمنى ويتناول تفاحته المعتادة. يعضها، فتتساقط قطرة من عصيرها على ذقنه، وتتجه نظراته نحو حافة الطريق الدائري الذي تندمج فيه الدراجة. لافتة تحديد السرعة بـ 80 ميلاً في الساعة، مع شطب الصفر عليها، ترسم ابتسامة على وجهه دائمًا. تذكيرًا بأيام الطريق الدائري. لقد ولّى ذلك الزمن: فالطريق الآن أكثر خضرة من الخرسانة الرمادية، تنتشر فيه أحواض تربية الأحياء المائية ومساحات زراعية متنوعة. يحيط الطريق بالمدينة المجاورة للقرية، ويخدم أيضًا جميع البلديات في الحزام

الزراعي الذي تعمل السلطات على إعادة بنائه منذ عقد من الزمان. إنها بداية موفقة: نصف سكان المدينة يعتمدون عليه في غذائهم.

لفتت إحدى راكبات الدراجة متعددة الاستخدامات، امرأة، انتباه كيليان. لم يرها من قبل. ضفائر سوداء قاتمة تلتف حول قوامها النحيل. تبدو أصغر منه سنًا بقليل. كانت هناك، في الطرف الآخر من الدراجة، ولم تكن تدوس الدواسات. كانت تترك الآخرين والبطارية يعوضان خمولها. يبدو أنها لم تدوس الدواسات لأكثر من خمس دقائق، وبدأت نظرات الاستياء من جيرانها تتكرر. عندما لاحظتهم، بدأت تدوس الدواسات مجددًا، وهي تلهث. لقد وصلت للتو؛ إنها منهكة للغاية من الرحلة الشاقة لدرجة أنها أخذت استراحة، كما أوضحت بإنجليزية متقطعة. اعتذروا لها في حرج. تساءل كيليان أين كانت عندما أدرك أنه يجب عليه النزول، فأشار إلى السائق في مرآة الرؤية الخلفية، وصاح الرجل ذو الخوذة الداكنة "قف!" قبل أن يضغط على الفرامل. حيا كيليان جارته وهو ينزل من الدراجة. يراقب السيارة وهي تغادر من طرف عينه، ويطيل النظر إلى الغريبة ذات الضفائر السوداء الداكنة للمرة الأخيرة: يعتقد أنها جذابة ويأمل أن يراها مرة أخرى.

** *

ليست فقط ذات بنية قوية، بل هي ملاك، هكذا فكّر في اليوم التالي. إنها تحضر نفس صفّه، إلى جانب أربعة أشخاص آخرين، من بينهم المهاجر الذي هاجمه الخنزير على متن الطائرة، والذي يضع ضمادة على الجانب الأيمن من وجهه. يشرح مارين كيفية ترتيب العصي على شكل حامل ثلاثي القوائم لبناء كومة قش. وكيفية محاذاة القش بعد جمعه وتجفيفه، وإلا فقد يتعفن من الداخل. "أحيانًا، عندما يتعفن، تشتعل أكوام القش بفعل الحرارة".

أمسك بمذراة قديمة وأشرك طلابه. كان كيليان، الذي جلس فوق كومة التبن التي نمت بسرعة، يتلقى التبن الذي يُمرر إليه من الأسفل ويكدسه عند قدميه. عندما انتهى، راقب ليلى وهي تعمل من الأعلى. كانت تمشط التبن بمجرفة حتى ينساب الماء دون أن يتسرب إلى الداخل. بحركاتها، تحول السطح الخارجي لكومة التبن إلى طبقة عازلة للماء. لم تكن ليلى تعلم بعد أنها، في غضون يومين، ستفسد عمله بالاختباء في كومة التبن لتقبيل كيليان خلال الاستراحة.

بينما كان طلابه يعملون، أشار مارين إلى أن الآلات المستخدمة في صنع وتغليف بالات القش تُستبدل تدريجيًا. فعلى مدى السنوات العشر الماضية تقريبًا، حددت خطة إزالة الميكنة الزراعية التحول التدريجي إلى المهام اليدوية بالكامل، باستثناء بعض العمليات التي لا تزال تُستخدم فيها الآلات. منذ وصوله إلى هنا، لاحظ مارين، بشيء من الفخر، أن "بالات القش على

الطريقة الرومانية" بدأت تظهر في الحقول المحيطة. ذكر ذلك عرضًا في نهاية الحصة، قبل أن يقترح على ليلى جولة في المزرعة، وحرص على دعوة كيليان، الذي لاحظ نظراته الجانبية.

باريس أشبه ببركة ماء. تتناثر المياه الموحلة بين ألواح الطوف. يدفع لويك عصاه الطويلة ليدفع الطوف إلى الأمام. بدأت راحتاه تؤلمانه. يرتفع صوت مكتوم فوق صوت التناثر: لقد اصطدم الطوف بعائق. إنها كرة بيضاء مثبتة في حديد مشغول بنقوش نباتية، تعلو لافتة حمراء اللون عليها خمسة أحرف بيضاء تشير إلى مدخل مترو. بالكاد يظهر عمود الإنارة من الماء البني.

تشتد الرياح. تتهادى الأشجار. يواصل لويك سيره بصعوبة، مارًا بمستشفى مهجور غمرته المياه، تم إخلاؤه في اليوم السابق. يكافح للمضي قدمًا لساعة أخرى، مصادفًا آلاف القطع من الحطام، وقارب كاياك، وطوفًا آخر، وثلاثة قوارب، جميعها في حالة هشة كحال ركابها. يرى بعض جثث الكلاب وقطع أثاث تطفو على سطح الماء. في بعض الأماكن، تصطدم مصاريع معدنية بالجدران. وفي أماكن أخرى، يغلي الماء على نوافذ الطابق الأرضي، ويتراكم الحطام في إطاراتها. خلف نوافذ الطوابق العليا، يراقب الباريسيون الحطام، ثم يراقبونه. من خلال النوافذ، يلمح لويك أحيانًا شخصًا قلقًا أو شمعة تنير العتمة. يصل إلى جسر يسد أكوامًا من القمامة؛ الهواء خانق. بعد قليل، ينبعث من أحد المباني أثر صغير متلألئ، تنبعث منه رائحة زيت الوقود النفاذة.

قرر مواصلة طريقه، فخذاه ترتجفان كالإسمنت. كان يشرب من زجاجة ماء الصنبور التي كان قد غليها مسبقًا، عندما كاد منظر قرد أن يُسقطه أرضًا. كان إنسان الغاب، الذي لا شك أنه هرب من حديقة النباتات، ملتفًا حول غصن كبير لشجرة حور طويلة متأرجحة. على بُعد حوالي عشرة أمتار، تبادل القردان النظرات، وعينا لويك متسعتان، وظهره منحني. ثم عاد كل منهما إلى ما كان يفعله: تشبث القرد بغصنه، ولويك بقاربه الهش وعصاه الطويلة.

عندما وصل لويك إلى تماثيل جسر ألكسندر الثالث البرونزية المذهبة، التي كانت تحت سطح الماء مباشرة، أصابه دوي هائل لقطع معدنية، فشلّ حركته. كانت بارجة تتحرك على الجسر. علقت البارجة بأحد الدعامات التي تحمل تمثالًا، ثم انفصلت، وحملها التيار المتزايد، واصطدمت بظلال شجرة دلب نصف مغمورة، مما أبطأ حركتها، ثم انكسرت بصوت فرقعة. اندفعت البارجة للأمام مجددًا بعد أن تجاوزتها قافلة سريعة من عبوات المعكرونة في

المياه المتلاطمة. بالكاد استطاع لويك الوقوف الآن؛ لم يعد يشعر بيديه. رأى البارجة تصطدم بالسفارة الفنلندية وتخدش جدرانها بصوت هدير هائل. بدأت قطرات صغيرة باردة تتساقط على شعره الأحمر القصير، تضرب وجهه في هبات الرياح القوية. نظر إلى أعلى برج إيفل، وظن للحظة أنه رآه يتأرجح.

مرّ أسبوعان منذ وصول ليلى إلى بريطانيا. تجلس على العشب تحت شجرة ألدر، مقابل ذلك الشاب النحيل ذي الشعر الدهني الأشعث الذي بات يُضحكها باستمرار. له لحية شقراء مجعدة وعينان زرقاوان براقتان. لقد شاهدا للتو مسرحية في مرج أسفل الوادي. تخيّم الفرقة على الضفة الأخرى من الجدول الذي يجري بالقرب منهما. يُريح صوت الماء ليلى، وكذلك العشب الذي يلامس ساقيها العاريتين. لا يسع كيليان إلا أن يُراقبهما، وهي تُحب ذلك. تُحب كل شيء في هذا المكان. ظل شجرة الألدر بارد. يُشكّل الجدول شلالات صغيرة لطيفة بالقرب منهما، يتدحرج فيها بطتان كزورقين في سيل جارف. تُراقبهما ليلى بمتعة وهما يختفيان خلف منعطفات الجدول، ثم تستلقي على العشب وتتأمل أوراق الشجر. تتمايل الأوراق في مهب الريح، فتظهر بوضوح تحت أشعة الشمس، وتصفّي الضوء الذي يخرج ناعماً من خلال تصفية آلاف الأوراق.

لم تشعر ليلى بهذا القدر من السعادة منذ زمن طويل. خلال نزهتها الطويلة هنا، برفقة نحو عشرين شخصًا من المزرعة، فكرت في نفسها أن شقيقها جوناثان سيحب هذا المكان. كانت الحقول نابضة بالحياة وخضراء يانعة. والطرق جميلة وممهدة. والناس يلتهمون التوت الأحمر والأسود الحلو بشراهة. لم تكن هناك بقعة خضراء واحدة - على طول الطرق، وعلى أسطح المنازل، وفي كل مكان في القرية - مجرد زينة: فكل شيء تقريبًا كان صالحًا للأكل. تركت نفسها تستسلم لهذه السعادة، لكنها أقنعت نفسها أنها لا يجب أن تفعل ذلك، وأنها لا تستحقها، وأنها يجب أن تكون حذرة من هذه السعادة. لكنها هنا، احتضنتها واستمتعت بها ببساطة، وهي تستمع إلى هذا الرجل الذي كسبت قلبه وهو يخبرها كيف كانت الحياة هنا من قبل. وكيف أصبحت.

يقول كيليان: "الجميع أصبحوا مزارعين الآن". ويوضح أن البريطانيين يحلون تدريجياً محل الآلات. فمنذ بداية التباطؤ الاقتصادي، توافد سكان المدن بأعداد كبيرة للاستقرار في المناطق الزراعية أو في الريف. بدأوا أولاً في المزارع التجريبية، ثم في جميع المزارع الأخرى التي أُنشئت لاحقاً مع تطبيق اللامركزية. وعندما لا يتخذون الزراعة مهنةً لهم، ينتج هؤلاء الناس الغذاء لعائلاتهم، مستلهمين مبادئ الزراعة المستدامة، التي تُدرّس بشكل بارز في الكتب المدرسية. في كل مكان، يطرق البريطانيون أبواب المزارع للتعلم من خلال العمل التطوعي، في نوع من أنواع العمل الزراعي التطوعي[أنا] جَسِيم.

التباطؤ؟" تسأل ليلى".

كل شيء يتباطا. التجارة، السفر، تدفق المعلومات... هل رأيت أي – شخص يحمل هاتفًا ذكيًا هنا منذ وصولك؟

الآن تفهم ليلى سبب قلة الشاشات التي تستخدمها. فقد قلّصت الحكومة حجم البنية التحتية الرقمية، وأصبحت الاستخدامات كثيفة البيانات، كالفيديو، تخضع لرقابة صارمة وتُخصص في المقام الأول للوظائف الأساسية. يقول أو أقراص صلبة، ولم يعد هناك USB سيليان: "نستطيع نقل بياناتنا عبر ذاكرة وقت لمشاهدة البث المباشر". يتيح وجود هاتف واحد لكل أسرة، والذي يبقى غالبًا في المنزل، لهم التواصل والعمل عبر شاشة كبيرة واحدة. وتضمن ورش الصيانة المعتمدة إقليميًا استمرارها لعقود.

تسأل ليلى كيف تمكنت الزعيمة البريطانية من تمرير مثل هذا البرنامج، وكيف انتُخبت أصلاً. صحيح أنها تعرف القليل عن التاريخ، لكن مع ذلك، يذكّرها كيليان بأنه بعد خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي، قبل عشر سنوات، اهتزت البلاد. كان هناك نقص في المواد الكيميائية لتنقية المياه، وأحيانًا في الشاي أو الخبز، وفي الأدوية الأساسية... عانى الفقراء بشدة. صُدمت بريطانيا العظمى بأكملها من النقص الطفيف وارتفاع معدلات البطالة. ربما اعتقد الشعب البريطاني أن نظامهم متين، لكنهم اكتشفوا هشاشته الشديدة.

في الوقت نفسه، كانت حركة "تمرد الأرض" الاجتماعية والبيئية تحشد الشباب. أشعلت فتيل الثورة، بمساعدة غير مقصودة من الحكومة. وسرعان ما أدت الإجراءات الكارثية التي اتخذتها السلطة التنفيذية القومية المتطرفة آنذاك إلى انتخابات جديدة. يقول كيليان: "لقد صنع هؤلاء الحمقى شهداء بسجن النشطاء؛ لقد أضروا بأنفسهم". وهو يشير إلى تلك المظاهرة الضخمة في لندن والاشتباكات العنيفة مع الشرطة. "كنت هناك". يرفع بنطاله ويُظهر ندبة وردية على ساقه المشعرة. "أصيب صديق لي بالعمى بسبب هراوة. وأصيب العشرات بجروح خطيرة. ثم جاء الثاني من أبريل/نيسان. مع وفاة ذلك الزوجين الشابين أثناء إخلاء وزارة البيئة. كانت مجموعتهم قد احتلت المبنى لمدة يومين".

كان فصل الربيع، وبينما كان الغضب يتردد صداه في المدن، كان الريف والغابات صامتين.

ساد هذا الصمت المطبق دون أن يدركه الصغار. كان التغيير بطيئًا جدًا بحيث لا يعكس عصرنا هذا الذي يتسم بالسرعة الخاطفة. تساءل بعض كبار السن عما إذا كانوا يفقدون السمع أو يصابون بالخرف. "أين تغريد الطيور؟" سألوا. أما الأجيال الشابة، فلم تعرف قط صخب الربيع من طيور الشحرور والعندليب والسنونو. لم يدركوا أنهم ينشؤون في عالم نصف ميت. فقط تلك البقع المتناثرة من الغابات الطبيعية التي نجت من الزراعة الأحادية - تلك

الأماكن التي يضاهي فيها تنوع أنواع النباتات والروائح وألوان الأزهار في الربيع تغريد الطيور - فقط تلك الأماكن هي التي ترددت في أذهانهم كصرخة من أعماق الزمن: البرية تتلاشى.

حلّ الصيف، حاملاً معه موجات جفاف تاريخية. نفقت آلاف الحيوانات عطشاً. فُرضت حصصٌ من المياه في بعض المناطق، ونُقلت بواسطة شاحنات صهريجية. وضعٌ غير مسبوق. في هذا السياق، انتُخبت أليس هوبكنز. كان الرأي العام مُهيّأ. سنحت فرصة سياسية، فاغتنمتها. أليس هوبكنز: ناشطةٌ سابقة، مترددةٌ منذ زمنٍ طويل في دخول عالم السياسة، كاتبةٌ وخطيبةٌ ناجحة تُجسّد، في بلدتها الصغيرة، الثورة التي تدعو إليها. المرشحة المثالية. أعجب بها كيليان ودعمها منذ البداية. يقول إنها سيدة دولة حقيقية، قائدةٌ لم نرَ مثلها منذ تشرشل. بشخصيتها الجذابة، ألقت خطاباً صادقاً.

إنها متحدثة بارعة. ما زلت أتذكر تلك الجمل القليلة التي أعادت وسائل الإعلام بثها مرارًا وتكرارًا، والتي لم يصدقها أحدٌ للحظة أنها ستُنتخب: "لن يكون هناك نموٌّ بعد الآن، وقريبًا سينضب النفط. قد نغرق في غضون عشر أو عشرين أو ربما ثلاثين عامًا، أو قد نبطئ وتيرة النمو الآن. هذا ما يقوله الخبراء. لن يكون الأمر سهلًا. لكنني أضمن لكم أن العمل سيكون متاحًا للجميع. سيتعين على المجتمع بأسره أن يبذل جهدًا كبيرًا. سيكون جهدًا حربيًا. جهدًا حربيًا قبل الحرب. لتجنب الحرب. سيكون الاقتصاد البريطاني اقتصادًا في حالة حرب مع تغير المناخ، موجهًا بكامله، في كل قطاع، نحو التخلص التدريجي من الوقود الأحفوري." دار نقاشٌ حول المقابلة لأسابيع. ثم أوضحت هوبكنز أن خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي كان فرصةً لتغيير النموذج. نعمةٌ مُقنّعة. صدّقها الناس. اغتنموا الفرصة. بالطبع، كانت هناك احتجاجات، وهتافات، ووصف الناس هوبكنز بالجنون والهستيريا، وهاجموا المسؤولين المنتخبين... هل يمكنك أن تتخيل، كل هؤلاء الناس يُقال لهم: لا مزيد من الحياة المكتبية، ستعملون في الحقول وسنساعدكم! ولكن في النهاية، أثمرت الجهود الوطنية.

بعد نحو ثماني سنوات من بدء تحوّل بريطانيا نحو النفط، بدأ الاقتصاد العالمي بالتراجع، وأدت أولى حالات نقص النفط إلى فوضى متفاوتة في معظم البلدان. أما الدول التي تمتلك احتياطيات نفطية في باطنها أو قاع بحارها، واحتياطيات ضخمة من العملات الأجنبية، وجيشًا قويًا، فقد كان وضعها أفضل. يقول كيليان: "لم يكن لدى فرنسا سوى جيشها. واتخذت حكومتها قرارات خاطئة. انظروا إلى النتيجة".

أما بريطانيا العظمى، فقد نقلت بالفعل جزءًا كبيرًا من إنتاجها واستهلاكها. وكان الناس يتساءلون قبل كل عملية شراء: هل هي مفيدة؟ هل

هي ملوثة؟ انخفض الاستهلاك. وفي وقت قياسي، أصبح التوفير قيمة، وأسلوب حياة يُحسد عليه.

أتذكر ذلك الرجل في سيارته الفخمة، متوقفًا، منشغلًا بهاتفه، ومحركها يعمل. كنت أسير على الرصيف. أمامي، طرقت امرأة على النافذة وبدأ الشجار. صرخت قائلة: "أتظن أننا سنصل إلى أي مكان بهذه الطريقة؟" قبل أن تصفعه صفعة قوية. توقف المارة وصفقوا. حدثت الثورة نفسها في أعلى الهرم: في الحكومة والشركات الكبرى، طُلب من المديرين التنفيذيين ملء إقرار شخصي عن بصمتهم الكربونية. أجبر بعض كبار الملوثين على الاستقالة؛ كان الضغط لا يُطاق.

كانت القوانين تُشكّل مجتمعًا جديدًا. خضع كل تشريع للتقييم من منظور بيئي. ثم لم يعد الأمر مجرد منظور، بل أصبح إطارًا راسخًا، وحقيقة بديهية. تمامًا كما هو بديهي أنك لن تُقرّ قانونًا يُدمّر البلاد أو يُهلك نصف سكانها.

لم يصدق أي خبير ذلك. لكن في غضون تسع سنوات، تجاوزت البلاد هدفها المتمثل في خفض اعتمادها على الطاقة من النفط والغاز إلى النصف، وتخلصت تمامًا من اعتمادها على الفحم. كان كيليان متحمسًا للغاية وهو يشرح كل هذا. "سنذهب أبعد من ذلك؛ لقد بدأنا للتو." تلاشى هدوؤه المعتاد. وبينما يتحدث، تتمايل عود العشب الذي كان يمضغه قبل لحظات، والذي يمسكه الآن بين إبهامه وسبّابته، مع الريح وحركاته المفاجئة. "لقد تضاعفت مساحة الغابة الصغيرة في البداية، هل يمكنك أن تتخيل! حسنًا، لقد بدأنا بمساحة صغيرة جدًا، ولكن مع ذلك! عندما تنمو الغابة الجديدة، ستكون خزانًا هائلاً للأخشاب للبناء والصناعة، ولامتصاص غازات الاحتباس الحراري. بالفعل، تزدهر الحياة في الغابات من جديد. تعود الأنواع التي كانت على وشك الانقراض. على الرغم من الاحتباس الحراري. البلاد بأكملها تتغير."

صالات الرماية السكرية: ضحايا نجاحها

تشهد مراكز الحقن الخاضعة للإشراف، والبالغ عددها 350 مركزًا، والتي افتُتحت في جميع أنحاء البلاد قبل ستة أشهر بهدف "تخليص البريطانيين من إدمان السكر"، إقبالًا هائلًا. وتهدف هذه المبادرة، التي أطلقتها وزارة الصحة، إلى كسر الاعتماد على "منتج يُستهلك بإفراط"، كما صرّحت الوزارة. ويؤدي

هذا الاستهلاك المفرط، وفقًا لعدة دراسات علمية، إلى مجموعة واسعة من المشاكل الصحية، وبالتالي يزيد من الإنفاق على الرعاية الصحية. وتقدر الوزارة أنه يمكن توفير 15% من ميزانية هيئة الخدمات الصحية الوطنية في غضون ثلاث سنوات إذا تمكن جميع السكان من الإقلاع عن تعاطي السكر. ونظرًا للطلب المتزايد، أعلنت الوزارة عن افتتاح حوالي 100 مركز جديد بحلول نهاية العام. وفي هذه المراكز، يُستخدم العسل وسكر البنجر كبديل لسكر القصب المستورد، الذي انخفضت وارداته بشكل حاد بعد الزيادة الكبيرة في الرسوم الجمركية وفرض لوائح تنظيمية على صناعة الأغذية في السنوات الأخيرة. وتدّعي الوزارة أنها تتعاون مع البرازيل، على الرغم من أن السكر المهرب من ذلك البلد يُصادر بانتظام في بريطانيا العظمى.

ينخفض متوسط مساحة السطح المسموح بها لكل ساكن بمقدار متر مربع واحد

خمسة وثلاثون مترًا مربعًا. هذا هو متوسط مساحة المعيشة المسموح بها للمواطن البريطاني كمسكن. ويمثل هذا انخفاضًا بمقدار متر مربع واحد، بعد التخفيض السابق الذي طرأ قبل ثلاث سنوات. وسيُجرى التخفيض التالي بعد عامين. ويأتي هذا الوعد الانتخابي الذي قطعته أليس هوبكنز، والذي لاقى انتقادات واسعة في البداية، مصحوبًا بعدد كبير من الاستثناءات، والتي يرغب بعض أعضاء الحزب الحاكم في إلغائها. فعلى سبيل المثال، يُنتقد استثناء الوالدين المطلقين بشكل خاص من قبل أصوات أكثر راديكالية مثل النائب جون جانكوفيتشو. لكن رئيسة الوزراء أكدت أمس أنها لن تُغير هذا الاستثناء. ورحبت بـ"القبول الجيد من جانب المواطنين" لحدود مساحة المعيشة، والتي، وفقًا للحكومة، تسمح بتحقيق وفورات كبيرة في الطاقة والمواد.

يوم الجمعة المخصص للغابات: سيتم زراعة 400 مليون شجرة

رفعت الحكومة هذا العام هدفها ليوم العطلة المخصص لإعادة التشجير. إذ سيزرع البريطانيون ما لا يقل عن 400 مليون شجرة، ملائمة للبيئات الطبيعية، يوم الجمعة المقبل، أي بزيادة قدرها 50 مليون شجرة عن العام الماضي. وسيتم حشد 28 ألف جندي لمساعدة الجمهور ولجان "جمعة الغابات" المحلية. وقد دعت أليس هوبكنز 120 صحفيًا أجنبيًا لتغطية الحدث، وعرضت عليهم السفر على متن عبّارة الأميرة ديانا، التي زُوّدت بأشرعة عملاقة في حوض بناء السفن في بلفاست الشهر الماضي. وتقول رئيسة الوزراء إنها تريد أن تكون قدوة للدول الأخرى. وقد سخر المحافظون من هذه الرغبة في تقديم مثال يُحتذى به. وتندد أصوات المعارضة بهذه المبادرة باعتبارها "حيلة دعائية" تهدف إلى "جعل الناس ينسون حظر رصف الأراضي الخاصة"، وهو أمر لا يحظى بشعبية كبيرة لدى اليمين السياسي.

أنامماركة من أصل أنجلو ساكسوني تسمح للمزرعة باستضافة متطوع يأتي للتدريب على الزراعة العضوية مقابل المساعدة التطوعية.

مرت سنوات. يقف كيليان بلا حراك، مواجهًا القناة الإنجليزية. يتأمل مدّ وجزر هذا الحاجز المائي. يحاول عبثًا تخفيف سترته البحرية الضيقة بثني ساقيه. يحيط به ضوء غريب. على سطح البحر وفي السماء، يبدو الضوء كالبترول، أسود بانعكاسات ذهبية. تقذف الأمواج رغوة من قممها، تضربها الرياح العاتية. هنا وهناك، تتطاير كتل من رغوة البحر من شق مظلم. أسفل نقطة مراقبته، التي يعلوها رادار وتقع في مكتب رث، تنتشر المياه فوق صخور عريضة مسطحة. تقفز طيور الحجر مع اصطدام الأمواج بهذه الصفائح العملاقة، فتملأها بحيوانات بحرية صغيرة ذات أصداف. الجزر البريطانية تشبه هذه القشريات، يتأمل كيليان. إنها بحاجة إلى أصدافها. هل يقول هذا لنفسه لتبرير التزامه بكبح الهجرة؟

الهجرة. إنه يشعر بعدم الارتياح تجاه هذا الموضوع تمامًا مثل ليلى ومارين والعديد من زملائهم الآخرين في المزرعة. وقد تحولت النقاشات في الحفلات أحيانًا إلى جدالات حادة. وقد أثبتت دبلوماسية كيليان الأسطورية، وهو ثمل، فعاليتها في هذا الصدد. ومع ذلك، فهو يفي بوعده؛ لقد تطوع. لقد تجاهل المسائل الأخلاقية ويحاول، قدر استطاعته، إبقاءها طي الكتمان. الآن، هو بعيد عن شريكته وابنته، يراقب الساحل لمنع ملايين اللاجئين من أوروبا وغيرها، الذين يعانون من الفقر المدقع كما كانت ليلى عندما وصلت، من الوصول إلى هناك.

المزارع الجندي". هكذا يُطلق عليه زملاؤه في المزرعة. عندما علم" بتعيينه لدورية ساحل هذا الميناء الصغير، غمره السرور، لأنه يعشقه. سيبقى هناك لمدة عام، وهي مدة تجنيده. تجنيد لم يكن فطريًا. اكتشف نزعة وطنية، كان يجدها مثيرة للإشمئزاز قبل التباطؤ الاقتصادي. بعد انتخاب هويكنز، يتذكر فخره عندما أرسلت سفينة تابعة للبحرية الملكية إلى البحر الأبيض المتوسط للضغط على إيطاليا، المتهمة بالسماح لمصنع كيماويات بتلويث حوض البحر بأكمله دون قيود ودون عقاب. قال لنفسه إن بلاده، وقد أصبحت أقل اعتمادًا على التجارة الدولية، بدأت أخيرًا في استعراض قوتها لأسباب وجيهة. ليس فقط من أجل الأعمال التجارية، أو لاستعادة جزر فوكلاند من الأرجنتينيين، أو لتعزيز سلطة زعيم سياسي.

ثم أصبحت سياسة الهجرة في بلاده أكثر صرامة على مر السنين. ربما لم تكن ليلى لتصبح بريطانية لو وصلت بعد عامين. يفكر: "لم أكن لأكون والد

".هذه الطفلة الصغيرة

في القارة وخارجها، استمر الانهيار. بدأت ألسنة اللهب تلتهم الأرخبيل البريطاني منذ زمن بعيد، وهو صامد لكنه يخشى العالم الخارجي. كيليان خائف أيضاً. يقول لنفسه: "يجب ألا أستسلم".

نظر إلى الشاطئ فرأى فتاة صغيرة بشعر بني مضفر تحلق بطائرة ورقية مصنوعة من القماش والعصي الخشبية. هبط طائر بلشون أبيض صغير برشاقة على نتوء صخري، يأكل الرمل. رفع عنقه فوق بركة ماء، وحام في مكانه، مستعدًا لفرد جناحيه في لمح البصر نحو فريسته. فكر كيليان: أسرعي، حذري الفتاة". لوّح بذراعيه نحوها وأشار إلى الطائر الصياد، الذي لا" يزال بلا حراك. فهمت الفتاة؛ فالطائر يحتاج إلى هذه المساحة. أخذت طائرتها الورقية، وابتعدت خمسين مترًا، وأطلقتها عائدة إلى السماء.

جنود فلاحون: إعفاءات ضريبية إضافية للمزارع المشاركة

حقق برنامج "المزارع الجندي" نجاحًا متواضعًا، حيث يشارك فيه 2350 عاملًا زراعيًا من 1620 مزرعة. وتسعى الحكومة إلى تسريع وتيرة البرنامج، فأعلنت أمس عن تمديد تخفيضات مساهمات الضمان الاجتماعي لأصحاب العمل في المزارع المشاركة. وسيسمح هذا الإجراء، بدءًا من السنة المالية المقبلة، بإعفاء هذه المزارع من مساهمات أصحاب العمل حتى سقف راتب يعادل 1.1 ضعف الأجر القياسي.

منذ بدء تطبيق البرنامج عام 2033، استفادت المزارع التي تسمح لعمالها الزراعيين بالمشاركة فيه شهراً واحداً كل شهرين من إعفاء ضريبي. وتأمل الحكومة، من خلال جعله أكثر جاذبية، في استقطاب المزيد من أصحاب العمل. وغالباً ما يستخدم المزارعون الأموال الموفرة لدفع أجر بديل بدوام جزئي للمزارع الذي يعمل في الزراعة.

أصبح عدد العمال الزراعيين كبيراً لدرجة أن الدولة تستعين بهذه القوة العاملة لدعم خفر السواحل والبحرية في مراقبة السواحل في ظل تدفق اللاجئين. وقد اعتبر رئيس الوزراء بوريس كلارك هذه المهمة "أولوية"، وأطلق البرنامج فور توليه منصبه.

لكن داخل صفوف المعارضة، يُنظر إلى هذه العملية على أنها دليل على نظرة عفا عليها الزمن" لتدفقات الهجرة. كما يؤكد العديد من المسؤولين" المنتخبين على تزايد استياء المهاجرين من البوابة البحرية إلى بريطانيا العظمى، بل ومن أي وسيلة دخول إلى البلاد، استنادًا إلى تقرير حديث صادر عن وزارة الداخلية ينص على أن "الطريق البري إلى الدول الاسكندنافية وروسيا هو الذي يجذب الآن المزيد والمزيد من المهاجرين الأوروبيين". ويرى البعض أن سيبيريا قد تصبح بالفعل الدورادو الجديدة.

يستثمر بنك الأعمال البريطاني 4.5 مليار جنيه إسترليني في السفن الشراعية التجارية

تعهد بنك الاستثمار العام بتقديم 4.5 مليار جنيه إسترليني على مدى العامين المقبلين لدعم تطوير سفن الشحن الشراعية. ووفقًا لبنك الأعمال البريطاني، "مع انتشار سفن الشحن الشراعية في المياه البريطانية، وسعي اتحاد بحر الشمال الناشئ إلى تبني سياسة طموحة في هذا المجال، فقد حان الوقت لدعم قطاع الشحن التجاري الأصغر". ويتمثل هدف الحكومة المعلن في مضاعفة حجم البضائع المنقولة عبر النقل البحري الساحلي بواسطة السفن الشراعية الصغيرة على طول سواحلنا خلال ست سنوات، بهدف التخلص نهائيًا من آخر سفن الوقود الأحفوري. كما أعلن بنك الأعمال البريطاني عن نيته تمويل تطوير البنية التحتية للموانئ. ويتبنى الأعضاء الآخرون في اتحاد بحر الشمال سياسة مماثلة.

شهدت حركة الشحن الساحلي من السواحل الاسكندنافية إلى الجزر البريطانية نموًا ملحوظًا خلال العقد الماضي، حتى أن بعض السفن وصلت إلى أكثر الموانئ الفرنسية والإيبيرية أمانًا. أما فيما يتعلق بالتجارة الدولية، فتُعدّ أيسلندا والنرويج، الشريكان الرئيسيان للمملكة المتحدة في منطقة شمال ميرسي، الموردين الرئيسيين للاقتصاد البريطاني (المكونات الإلكترونية، والمعادن، والأخشاب، وغيرها)، فضلًا عن كونهما من كبار عملاء أكبر مصدري بريطانيا في قطاعي النسيج والنبيذ.

بعد الغداء، خرج كيليان في نزهته القصيرة، ومسدسه ذو المقبض الخشبي معلق بحزامه. سار على طول الجانب الصخري. هنا، وفي غضون سنوات قليلة، تحولت نباتات الشاطئ من لوحة خضراء مرقطة بالأرجواني والأصفر إلى درجات اللون البني المصفر والأحمر، وهي ألوان نموذجية للنباتات التي أحرقتها الشمس والحرارة، مما أدى إلى تشويش الصورة المثالية التي التقطتها البطاقات البريدية القديمة وفي ذاكرة سكان لندن - وهي صورة ما زالوا يأتون إلى هنا بحثًا عنها، على الرغم من كل شيء. ثم وصل كيليان إلى المنحدرات الطباشيرية. مرّ بالمنزلين اللذين جرفهما انهيار جزئي للمنحدر. لاحظ غياب الجملون والفتحة الواسعة المؤدية إلى مطبخ أحد المساكن. كان الشتاء الماضي كارثيًا: فقد جرفت العواصف كتلًا ضخمة من المنحدرات وأجزاءً كاملة من الشاطئ. عاجزين، هجر سكان هذه المنازل جنتهم ذات الإطلالة الخلابة على البحر المتصاعد.

الآن، من مكتبه، يراقب كيليان الحركة الدؤوبة للميناء، هذا المركز الحيوي، ويتذكر وصوله إلى هنا. لقد استقل قطار الهيدروجين، ثم حافلة تعمل بالغاز الحيوي من أسطول البلدية، والتي استولت عليها وزارة الدفاع. لقد مرت سنوات منذ أن رأى ميناء غرب ساسكس هذا. إنه يشهد نهضة بعد عقود من التدهور. ولكن كان لا بد من نقل الجزء الأقرب إلى البحر من البلدية إلى الداخل لمنع غمره بالمياه.

كثيرًا ما ترسو هنا سفن الشحن الشراعية. كما تتوقف هنا أيضًا مراكب شراعية أصغر حجمًا وأكثر عددًا. أحد هذه المراكب، الذي يرفرف عليه العلم السويدي، في منتصف عملية التفريغ. على الرصيف، تقوم امرأتان، شعرهما مربوط للخلف، بنقل الصناديق والمنصات الخشبية باستخدام عربات يدوية. شاب يسير على سطح المركب الشراعي المجاور، حاملًا كيسًا من البصل على كتفه. إلى أين يذهب هذا البصل؟ إلى أيرلندا الموحدة؟ يتساءل كيليان.

قاطع وصول زميله، الذي كان سيتولى المهمة، أفكاره. وفي طريق عودته إلى الثكنات، قرر كيليان تمديد نزهته وقت الغداء إلى ما وراء المنحدرات، فتوقف عند نتوء صخري ينحدر نحو البحر. لاحظ أنه يقف تمامًا على خط فاصل بين ضوء الشمس والظل، الذي يقسم البحر إلى رقعتين بلونين مختلفين. كان مبنى عسكري قديم، يعود إلى عصور ما قبل التاريخ، راسيًا على الرقعة الأكثر قتامة. بدا المبنى خاليًا. فجأة، دوى هدير بعيد ولكنه

متزايد من البحر، ما جعل كيليان ينتبه. في البداية، ظن أنه تعرف على أحد تلك المراكب الشراعية المجهزة بمحركات تعمل بوقود الديزل الحيوي - تلك التي كانت تقوم بمعظم الدوريات. لكن عندما يلمح تلك الكتلة الصغيرة الانسيابية وهي تقفز على الأمواج، يتذكر الزورق السريع الذي يعمل بالهيدروجين والذي اضطر أحيانًا إلى تنبيهه كجزء من مهمته، وهو زورق يندفع عادةً نحو المتسللين برفقة فرقة مسلحة ومسعف وطائرة مسيرة تعمل بالطاقة الشمسية، عندما يكون هؤلاء المتسللون فرنسيين وجنوب أوروبيين مكتظين على متن سفينة غارقة. المهمة دائمًا هي نفسها: مرافقة هؤلاء الأشخاص بأمان إلى المياه الفرنسية. لكن حالات "المُستغيثين"، كما يسميهم، أصبحت أقل تواترًا.

يقترب القارب. لم يكن هذا ما توقعه. يطغى الضجيج الآن على صوت الأمواج، ويراقب كيليان زورقًا صغيرًا سريعًا نحو مصب النهر، ثم يدخله، متجاوزًا عددًا من توربينات النهر الصغيرة. يقرأ كيليان على هيكل الزورق: "من يجرؤ يفوز"، وهو شعار القوات الخاصة البريطانية (SAS). لطالما تجاهل هوبكنز وحكومته، وكذلك خلفاؤهم، أسئلة الصحفيين حول هذا الموضوع، ولكن بات من المعروف الآن أن إحدى المهام الرئيسية للقوات الخاصة البريطانية، وهي وحدة من القوات الخاصة، هي تأمين إمدادات البلاد من المواد الخام الاستراتيجية غير المتوفرة محليًا. وللقيام بذلك، غالبًا ما يغامر هؤلاء الجنود بالدخول إلى المناطق المنهارة. ومن بين أهدافهم: احتياطيات اليورانيوم في النيجر، حيث يُستخدم هذا الخام كوقود لمحطات الطاقة النووية. وتنتشر شائعات حول مهمات للاستيلاء على جزء من المخزون الفرنسي. يُقال إن نصف هذا المخزون يكفي لتشغيل نحو اثنتي عشرة محطة صغيرة لتوليد الطاقة الكهرومائية تعمل في المملكة المتحدة منذ عقود، بعد إغلاق معظم المفاعلات النووية الكبيرة. لكن الصين وروسيا تطمعان أيضاً في هذا المخزون الفرنسي الثمين، نظراً لوجود مئات المنشآت النووية كثيفة الاستهلاك للطاقة لديهما.

بدأت الأفكار تتشكل في ذهن كيليان. في وقت مبكر من صباح اليوم، في المكتبة المزدحمة بقراء الصحف، قرأ عن استيراد طحالب استوائية نادرة من الرأس الأخضر لعلاج أنواع معينة من السرطان. وبينما يفكر في كل هذا، يتذكر كيليان أطروحته للدكتوراه في علم الأحياء. قبل أن يصبح مزارعًا، درس النباتات الماصة للتلوث. بعض المعادن الثقيلة الموجودة في المناجم القديمة يمكن أن تمتصها هذه النباتات. اليورانيوم، وقود محطات الطاقة، أحدها. هل من الممكن تطهير المناطق الملوثة بالإشعاع باستخدام هذه النباتات؟ الفكرة تبدو غريبة، لكنها بدأت تترسخ في ذهنه.

قبل ثماني سنوات، في باريس. يعود لويك من وظيفة فقدها للتو. شركة البناء التي كان يعمل بها لم تعد لديها أي عملاء. ومع ذلك، بينما يسير في أحد شوارع باريس، لا يُعد العمل شغله الشاغل: بل هو قلق بالدرجة الأولى على والدته، التي تعيش وحيدة في شبه جزيرة بريتاني.

في العاصمة، لا تزال آثار العاصفة والفيضانات الهائلة التي حدثت قبل شهر (خمسة وخمسون ألف مبنى غمرتها المياه، ومليارات اليورو من الأضرار، ومئات الشركات والبنى التحتية المدمرة) واضحة للعيان، ولكن مرة أخرى، تهب الرياح بقوة لدرجة أن أشجار الزيزفون المتبقية في الشارع تبدو وكأنها تضرب المباني.

إحداها في وضع حرج. طوال حياتها، أضعفتها المدينة. لكن تقلبات الرياح والأمطار والشمس الأخيرة حسمت مصيرها. زرعها البشر في حفرةٍ ضيقةٍ جدًا على جذورها. بحثت هذه الجذور عن شقوقٍ في الفجوات، باحثةً عن التربة والماء في هذا المحيط الخرساني. لم تجد سوى الأنابيب والمواسير. تثبيتها غير كافٍ. سمّمها البشر بعوادم السيارات، وبراز الكلاب، والمنظفات، والمبيدات الحشرية، وجميع المواد الكيميائية والتلوث الذي يتدفق في المدينة. قطعوا الكثير من الأغصان التي كانت تتوق إلى النور. والآن، تعصف رياحٌ عاتيةٌ بظلالها. إنها ستموت، وهي تعلم ذلك. فجأةً، تشعر وكأنها ترتفع من الأرض، فتسقط على إنسان. كلير فقدت للتو ابنها الوحيد. جولي، شريكتها. ستصل المساعدة متأخرةً جدًا، بعد ساعتين.

اغسلي بعض الملابس، أنتِ بحاجة ماسة لممارسة الرياضة!" أصبحت" ليلى تتحدث الإنجليزية بثقة أكبر الآن. تعيش هي وكيليان على مقربة من المزرعة، في كوخ خشبي صغير ومريح وقابل للفك، مع ابنتهما نورا التي تكبر. غفت المراهقة، ورأسها مستقر على حجر والدتها وهي جالسة على الأريكة. ليلى تقرأ. لا تفعل شيئًا سوى القراءة. تشعر بضعف شديد في هذه اللحظة، ولم تعد لديها القوة الكافية للعناية بالحديقة المنزلية. لذا تتولى ابنتها الأمر. بينما تقرأ، تداعب ليلى شعر نورا. بدأ شعر كيليان يشيب. بدأ يركب دراجته، ناظرًا إلى النساء في حياته. ثم، من خلال ربط منطقي لم يخطر بباله، تذكر مشروعه القديم لإزالة التلوث الإشعاعي باستخدام النباتات، وهو مشروع لم يكتمل. ما زلنا لا نملك حلاً آمنًا حقًا للنفايات المشعة. ترقد ملايين الأطنان من النفايات النووية خامدة في محجر اسكتلندي سابق، وسيتم تفكيك محطات الطاقة القديمة والضخمة بالكامل خلال نصف قرن، إذا سارت الأمور على ما يرام. محطة هينكلي بوينت هي الوحيدة التي لا تزال متصلة بشبكة الكهرباء.

مع ذلك، شكّل هذا المشروع الفاشل لسيليان مساره المهني. لم يعد مزارعًا، بل يعمل فريقه على تطوير السياسة الوطنية لإعادة تأهيل التربة. والآن، بعد أن توقف الاستنزاف المتفشي للتربة الزراعية وانتشار الخرسانة، بل وتراجعت آثارهما، حان دور المناطق الحضرية والأراضي الصناعية المهجورة لإعادة تأهيلها لتصبح منتجة من جديد. وتُعدّ الخصائص المنقية للنباتات الماصة للتلوث، والتي يُعدّ سيليان خبيرًا فيها، جزءًا من خطة الحكومة لتطهير هذه التربة الملوثة بممارسات الماضي.

يقاطعه صوت "مرحباً كيليان!" من الخارج، مُخرجاً إياه من شروده. إنها مجموعة صغيرة من راكبي الدراجات يمرون على الطريق الريفي المُحاذي للمنزل. من خلال الأبواب الفرنسية المؤدية مباشرةً إلى الدفيئة المفتوحة على مصراعيها، لوّح بيده، مُتعرفاً على أول راكب دراجة في الصف، والذي كان يحمل طفليه على دراجته المخصصة لنقل البضائع.

أوشك كيليان على الانتهاء من غسل الملابس. يحرك دواسات دراجته حزامًا يُشغل أسطوانة. في الداخل، تنبعث من قميصه الوحيد وأحد سرواليه،

وكلاهما مصنوع من القنب (نبات يمتص التلوث ويبحث في استخداماته المحتملة)، رائحة لبلاب قوية. يستخدم كيليان اللبلاب، الذي ينمو بريًا على ضفاف الأنهار، لصنع جزء من مسحوق الغسيل. تكره ليلى الرائحة، لكنها تستمتع بمشاهدة مؤخرة كيليان الصغيرة وهي تهتز على السرج.

هي تستمتع حاليًا بالعرض، بينما يستمع هو إلى الراديو. نسمع صوت جان لو بلون العميق وهو يروي البدايات المضطربة لجر الحيوانات، في برنامج (La course de l'histoire) كيليان المفضل، سباق التاريخ.

في يونيو 2031، لم يكن بإمكان معارضي حقوق الحيوان أن يأملوا في إقناع أكثر من 2 أو 3% من الناخبين البريطانيين. فقد أظهر هؤلاء المسؤولون المنتخبون آنذاك ميلاً واضحاً نحو أستراليا وروسيا والصين واليابان، وهي دول استمرت في حرق آلاف الأطنان من الفحم ورفضت استخدام الحيوانات كوسيلة نقل. في بريطانيا العظمى، كانت الحكومة قد بدأت للتو في تشجيع استخدام الحيوانات في الزراعة، وكانت قد أطلقت للتو تجربة واسعة النطاق في منطقة تجريبية: نقل الأشخاص باستخدام الحيوانات. بالنسبة لنشطاء حقوق الحيوان، كان هذا بمثابة ذريعة للحرب.

في غضون ذلك، حققت حملةٌ أطلقها نشطاء حقوق الحيوان نجاحًا ملحوظًا. فهم يطالبون بمعاملةٍ أكثر إنسانية للقطط، التي تتهمها الحكومة والعلماء بقتل 55 مليون طائر في الجزيرة سنويًا. كما تعتبر الحكومة هذه القطط مستهلكةً غير أساسية للموارد. ولذلك، في ديسمبر 2031، أخضعتها حكومة أليس هوبكنز لقانون حماية الطبيعة. هذا التشريع، الذي لا يزال ساري المفعول، يُلزم مُلّاك القطط بتعقيم جميع القطط الذكور.

النتيجة مذهلة. فالناشطون في مجال حقوق الحيوان، الذين يشوهون سمعة من يسمون أنفسهم مالكي حيوانات أليفة (إذ يقولون: أنت لا تملك حيوانًا، بل تتركه يعيش)، يصبحون، على نحوٍ متناقض، أشد المدافعين عنهم. لماذا؟ لأنهم يرون أنه من الضروري "إنقاذ القطط المحكوم عليها بمعاناة مروعة والممنوعة من تلبية أبسط رغباتها". لذا، يجب رفض الإلزام القانوني بتعقيمها. ويصرّ الناشطون في مجال حقوق الحيوان على ضرورة معارضة مالكي القطط للحكومة.

في مطلع عام ٢٠٣٢، تبنى قطاع من الرأي العام هذه الأفكار، غير مكترث بالتناقضات الكامنة في بعض مواقف حزب أنصار الحيوان. استغل الحزب هذا الزخم، وبدأ مسؤولوه المنتخبون في التشهير علنًا بجميع المزارعين الذين يستخدمون الحيوانات في الزراعة. أعقب ذلك موجة عنيفة من الهجمات وأعمال التخريب التي استهدفت المزارع في الريف الإنجليزي، وأودت بحياة ثلاثة عشر مزارعًا.

في أبريل/نيسان 2032، أطلقت أليس هوبكنز نداءً للتهدئة، ووعدت بتدريب إلزامي للمزارعين حول كيفية منع معاناة الحيوانات. كما اقترحت على نشطاء حقوق الحيوان مراعاة معاناة النباتات، كما أثبتت الدراسات العلمية. مثّلت هذه الأزمة بداية متاعب أليس هوبكنز، التي ستغادر السلطة بعد عامين.

يضم جوناثان حقيبة ظهره الصغيرة، التي تحوي كل ما يملك، إلى صدره. في أوائل صيف عام ٢٠٣٠، كان هناك نحو عشرة أشخاص، يهتزون باستمرار بفعل الحفر التي لا تُحصى، يجلسون متداخلين في مقطورة طويلة تجرها شاحنة بيجو. تُصيب أعمدة الدخان الأسود جوناثان بالغثيان كلما توقفت الشاحنة. لا بد أن سائقها كان عامل بناء قبل أن يتحول إلى النقل، استنادًا إلى الكلمات الفرنسية الممحوة جزئيًا والملصقة على هيكل الشاحنة.

لفتت انتباه جوناثان بقرة تحتضر في حفرة ماء جافة، في وسط حقل بجانب الطريق الوعر، وشعر من خلال القماش الأخضر الكاكي بأهم عنصر موجود في حقيبة ظهره الصغيرة: زجاجة ماء صفراء.

أعطته جولي زجاجة الماء هذه.

لن ينسى ذلك الصباح أبدًا، حين استيقظ في حرارة خانقة، تشبه حرارة اليوم لكنها لحسن الحظ تلطفها نسمة عليلة، منهكًا من تجواله في أرجاء فرنسا المدمرة. منهكًا من بحثه العقيم عن سبيل للوصول إلى أخته ليلى في بريطانيا العظمى. منهكًا من التعب والعطش والألم، لم يستطع أن يجمع قواه لملء قارورته البلاستيكية القديمة عديمة الشكل من إحدى النوافير القليلة العاملة في باريس، والتي كانت تضخ مياهًا صالحة للشرب ما لم تكن بلون بني باهت.

في ذلك الصباح، كان يئن قرب الطابور، فرأت جولي معاناته. خرجت من الصف، وأخرجت زجاجة ماء صفراء من حقيبتها بعد أن وضعت زجاجتها البيضاء عند أسفل المقعد، وقدمتها له مبتسمة. شكرها بصوتٍ خافتٍ بالكاد يُسمع، وانهمرت دموعه. كانت ذات شعر أشقر مموج وبشرة بيضاء عليها بعض النمش، والآن، في تلك العربة، كان جوناثان يفكر بها، فهي التي كان سيقابلها في بريتاني.

فرنسا: الأزمة تصب في مصلحة الانفصاليين البريتونيين

هل ستستعيد بريتاني، الواقعة شمال غرب فرنسا، استقلالها يومًا ما؟ يعتقد عدد متزايد من سكانها أنها ستفعل. ويكتسب الحزب المؤيد للاستقلال زخمًا، مع اقتراب موعد الانتخابات الإقليمية بعد أقل من شهر. وفي العديد من المدن والبلدات في أنحاء المنطقة، يتنافس الحزب بشدة مع الحزب الحاكم.

إنّ خطة بورديلا، التي سُمّيت على اسم وزير البيئة، والتي تقترح إنشاء ثلاث محطات طاقة نووية صغيرة في بريتاني، هي التي تُؤجّج نشاط الانفصاليين خلال الشهرين الماضيين. فهم يُعارضون محاولات الحكومة لفرض هذا المصدر للطاقة على المنطقة، وهو ما رفضه سكان بريتاني منذ زمن طويل. ومن رموز هذا الرفض نضال سكان بلوغوف ضدّ محطة الطاقة النووية المقترحة عام ١٩٧٨: فقد أجبرت القرية الصغيرة الحكومة على التراجع بعد أعمال شغب وتعبئة شعبية مستمرة.

«سنبقى أوفياء لمبادئ أبطال بلوغوف: لا للطاقة النووية التي تفرضها باريس. سيادة بريتاني على الطاقة. واستفتاء محلي على الاستقلال الإقليمي. وقد تم ذلك في أقاليم ما وراء البحار، مثل كاليدونيا الجديدة. شعب بريتاني مستعد للاستقلال، وهذا ما تؤكده جميع استطلاعات الرأي»، هكذا صرّح جوليان لو بير، المتحدث باسم الحزب، لصحيفة «بريتيش أوبزرفر». ثمّ شدّد على مدى اتساع نطاق الحركة الإقليمية في البلاد قائلاً: «لم نعد وحدنا، فنحن ننتمي إلى جانب الكورسيكيين والباسكيين. وكما نرى، فإنّ العديد من المناطق والمقاطعات والكانتونات، وحتى هذه المناطق البيئية التي لا تعترف بها الدولة، ترغب في الانفصال عن باريس وإملاءاتها التي أوصلتنا إلى هذه الكارثة».

يندفع العنكبوت عبر الطاولة، ثم يتوقف، ويهبط على خيط حريري رفيع، وينطلق مسرعًا تحت المقعد القديم. يجلس جوناثان، ويميل جانبًا ليراقبه. فتظهر أضلاعه بارزة كعظام وجنتيه. عيناه غائرتان. إنه جلد على عظم.

يبدو أن امرأة تقود الغزاة الذين وصلوا إلى منزلهم قبل ساعة. رأته يمص قطعة تفاح مجفف ببطء، فوجهت إليه لكمة في أضلاعه. تأوه من الألم وأطلق أنينًا أجشًا. قالت شيئًا باللغة البريتونية لم يفهمه. كان رجلان قريبان يضحكان. كان الجو حارًا، وكانوا جميعًا عراة الصدور، وبشرتهم رطبة. لم يكن يعرف مكان جولي، وكان يخشى الأسوأ. كان يخشى الأسوأ لأن الرجال أخذوا النساء من مجموعته نحو الأشجار القليلة القزمة المتبقية من بستان البلوط الذي كان يومًا ما مهيبًا.

منذ وصوله قبل بضع سنوات إلى هذا المجتمع المتجمع حول منزل ريفي شاسع مهجور، كان اليوم هو الأسوأ في سلسلة طويلة من الأيام البائسة. بدأت المشاكل الحقيقية الليلة الماضية مع العاصفة. انخفض الضغط الجوي بشكل حاد، وشعر بذلك في أذنيه. انتشرت رائحة القمح من حقلهم الصغير في الهواء. لجأ هو وجولي والتوأمان إلى كوخهم الصغير، وهو أشبه ببيوت الهوبيت. من خلال كوة الغسالة الصغيرة التي كانت بمثابة نافذة، أضاء البرق الداخل. بدا المشهد وكأنه فيلم حربي يُعرض على الجدران الطينية غير المستوية. هذا الصباح، عندما استيقظ، وجد جوناثان القمح والذرة متناثرة على أرض مليئة ببرك كبيرة. كانت الأشجار عارية من الأوراق. دُمرت حديقة الخضراوات. لقد تقدم الصيف كثيرًا على الحصاد، الذي كان سيكون، على أي حال، غير كافٍ على الإطلاق. كان الشتاء قاسياً لدرجة أن عشرات الآلاف من رؤوس الماشية تجمدت حتى الموت، كما أخبره بحار من الميناء القريب، بعد أن بادل بضع أوراق سبانخ بحصة من لحم الخنزير بالكراميل أُرسلت من الصين. لذا، ولعدم وجود ما هو أفضل، أكلوا خضراوات مجمدة واصطادوا بعض الطيور الهزيلة. وعندما لم يبقَ شيء، باعوا إطارات السيارة، ثم بقية أجزائها، لشراء بعض الطعام من سوق المدينة الكبيرة.

كانت حصة الطعام هناك، على الطاولة، بين غنائم اللصوص، وكان جوناثان يدرس الآن الرموز الغريبة على العبوة. كان عطشانًا، وتلك الحقيرة تعلم ذلك. الجميع يعلم. أخذت إحدى القوارير من الغنائم، مملوءة من البئر، ووقفت في مواجهة جوناثان، وأجبرت كلبها الضخم على الشرب. لعق

الحيوان قطرات الماء بلسانه السميك. كانت قارورة جولي الصفراء هي التي تسقيه. وبينما كانت تصب السائل، نظرت المرأة إلى جوناثان وكأنها تقول: أنت لست أفضل من كلبي". كانت جولي قد قررت الاستقرار هنا، في عمق" الريف، هربًا من أعمال العنف في المدينة. وقد نجح الأمر بشكل جيد. في البداية.

مات كل شيء في قلب جوناثان. فقد جولي. في ذلك اليوم، أثناء الهجوم، نجت جولي، لكن امرأة من مجموعتهم ذُبحت أمام عينيه، تحت أشجار البلوط القزمة في البستان. أصيبت جولي بصدمة نفسية. بالكاد كانت تهتم بالتوأمين، كيليج ويان. أصبحت نوبات بكائها أمرًا يوميًا. بدأت تفقد عقلها، والتجوال البائس في تلك الأسابيع القليلة الأولى في الريف - نظرًا لاستحالة بقائها في موقع الهجوم - دفعها هذا التجوال أخيرًا إلى حافة الانهيار. في صباح أحد أيام الخريف، بينما كانت أوراق البلوط تتساقط، رحلت. لم يرها جوناثان مرة أخرى.

حلّ الشتاء، وانفتحت الأبواب على مشارف كيمبيرلي. في هذه القرية الصغيرة، يعتني كبار السن بالتوأمين اللذين يبلغان من العمر عامًا واحدًا، بينما يتعلم جوناثان مهنته الجديدة. في الغابة المجاورة، تُقطع الأشجار هنا وهناك، ويُستخدم خشبها في بناء توربينات الرياح في الورشة. على حافة الغابة، في موقع ملعب غولف سابق، زرعوا أنواعًا من الأشجار مقاومة للظروف الجوية القاسية والجفاف، آملين أن يُسهم هذا الخشب في استدامة حياة الجميع لعقود قادمة. في الوقت الراهن، تسير الأعمال في القرية على نحو جيد، عامًا بعد عام. تقوم البلديات المُنشأة حديثًا بتركيب توربينات الرياح، مما يُؤدي إلى زيادة الطلب عليها.

أكثر من توربينات الرياح نفسها، يُحب جوناثان الأشجار التي تُشكّل هذه التوربينات. بدأ يتعرّف على معظمها، ومع مرور الوقت، يستعيد شيئًا من شغفه بالحياة من خلال احتكاكه بها. لقد فقد الكثير من شعره وروح الدعابة لديه، لكن ضحكات التوأم الصغيرة تُرسم دائمًا ابتسامة حزينة على وجه والدهما، كاشفةً عن أسنانه البيضاء الناصعة.

** *

مرت السنون سريعًا، واليوم يبلغ كيليج تسع سنوات. توفي شقيقه يان قبل أن يبلغ عامين بسبب مرض كان من الممكن علاجه بمضاد حيوي بسيط: الزحار. دفنه جوناثان عند جذع شجرة صغيرة في المزرعة على حافة الغابة. إنها شجرة يان.

تغلب كيليج على هذه المحنة بفضل كبار السن. وكغيره من الأطفال في سنه، كان يتسول في قرى المنطقة. كان كيليج خبيرًا بأساليب التسول، وكان يعتمد على والده الذي علّمه كل ما تعلمه في صغره في أحياء نواكشوط الفقيرة. على سبيل المثال: استغلال معتقدات الناس، الذين أصبحوا متدينين للغاية. كان التضرع إلى القديس أنسوفين، حامي المحاصيل، أمام المزارع الذي فتح بابه لكيليج يضمن له تقريبًا حفنة أو اثنتين من الحبوب. إذا رفض المزارع، كان الصبي يلعنه بشدة، متوعدًا بأن الحرائق والعواصف ستدمر محاصيله. كانت هذه الكوارث متكررة لدرجة أنه في الغالب، لم يكن الرفض الأول يتبعه رفض ثانٍ. أحيانًا، كان المزارع يعيد فتح الباب، ويرمي قطعة من الخبز الأسمر على الأرض.

هذه الحياة الخطيرة التي يعيشها ابنه على الطريق تملأ جوناثان رعباً. حتى هنا، قرب المدينة الكبيرة، يجوب قطاع الطرق الطرق، خاصة في أيام المعرض الزراعي. بالنسبة لهم، الماشية المشتراة أو عائدات البيع جوائز قيّمة. وهؤلاء اللصوص يفترسون أحياناً المتسولين الصغار.

** *

قال جوناثان: "سامحني يا بني". مرر يده المتجعدة على اللحاء وقطع الشجرة بفأس.

سيُطلق على توربين الرياح اسم يان.

يتذكر جوناثان أشجار البلوط القزمة. كم كانت جولي تحب الجلوس في ظلالها الوارفة، تحيك ملابس للتوأمين. والآن ماتت تلك الأشجار أيضاً. بعد ظهر هذا اليوم، عندما رأى جذوعها المتشابكة، بعد مسيرة طويلة في الهواء الخانق إلى موقع الهجوم على مجتمعه القديم، قرر جوناثان غرس الأشجار.

يزرع الأشجار أينما استطاع.

يعتقد أنه لا يوجد ما هو أفضل من ذلك، وأن هذه هي المتعة الوحيدة التي تُبقيه على قيد الحياة في سنواته الأخيرة. يجمع كل البذور التي يستطيعها في كيس مصنوع من سيقان نبات القراص، ويستعد لإعلان رحيله إلى كيليج.

بينما كانت نورا تنزل مسرعةً على درج الشقة حاملةً جوني، الذي لم يعد صغيرًا جدًا، بين ذراعيها، منهكةً من قلة النوم بسبب العاصفة العنيفة التي هبت الليلة الماضية، فكرت أن المصعد القديم لا بد أن له مزاياه. تيس، ابنتها الكبرى، كانت تتبعها، ويدها الصغيرة قابضة على سروالها الكتاني الخشن. بدا الوقت وكأنه يتباطأ الآن، لكن نورا لم يكن لديها رفاهية التأخر عن خطابها. قالت لتيس: "أسرعي، أمي مستعجلة"، فقلبت تيس عينيها وعبست. كيف يمكن للجمال أن يتخطى جيلًا كهذا، من والديّ إلى أبنائي، وينسى أمري؟ تساءلت نورا. لطالما اعتقدت أنها قبيحة جدًا ولم تُبالِ. على أي حال، لم يمنعها ذلك من سحر جوي، الذي كان وسيمًا للغاية. وجه نورا، بيضاوي الشكل وذو زوايا حادة، مع عظام حاجبيها البارزة، مثير للاشمئزاز بقدر ما هو جذاب. قبل كل شيء، تتمتع بجاذبية فطرية آسرة. لطالما فعلت ما يحلو لها، بعزيمة وإصرار وحرية لا مثيل لها. هذا ما أكسبها إعجاب من حولها وخوف أعدائها، في الحياة والسياسة على حد سواء. لا تدري حقًا لمن أو لما تُعزي هذه الصفات. إلى والدها؟ الوقاحة، نعم. لكن بخلاف ذلك، لا: كان طيبًا جدًا ومتقلبًا. والدتها؟ يصعب الجزم؛ فقد كانت كتومة للغاية. كانت تتمتع بقوة هائلة، نعم. لكن تلك القوة لم تكن كافية لمواجهة السرطان.

بينما كانت نورا تسير مع أطفالها إلى المدرسة، استعادت ذكريات معاناة ليلى التي دامت أربعة أشهر. شعرت بالعجز الشديد الذي سيطر عليها من جديد. عادت إلى الكوخ الخشبي الصغير حيث اعتنت بأمها طوال تلك المدة. كانت نورا هي من ساعدتها في المشي القصير بين الكوخ ومختبر الميكانيكا المتنقل التابع للمستشفى لإجراء فحوصاتها الدورية. انهار كيليان وهو يرى ليلى تغرق في ألم مبرح، لكنها أخفته. لم تفضحها سوى تعابير وجهها، عندما كانت تظن أن لا أحد ينظر إليها، عندما كانوا يتظاهرون بالانغماس في قراءة كتاب. اعتنت بها نورا بمفردها تقريبًا. كانت في السابعة عشرة من عمرها، وتبكي كل ليلة بعد إغلاق باب غرفة نوم والدتها.

تحوّل الحزن إلى غضب عارم. في إحدى الأمسيات، قبل أسبوعين أو ثلاثة من النهاية، أخبرت ليلى ابنتها أخيرًا بما دفنته عميقًا، ما حدث في صحراء شمال أفريقيا. كانت قصة مؤلمة، رُويت بنفس النظرة الشاردة البعيدة التي حاولت ابنتها فهمها لسنوات. ومنذ تلك الأيام، كما تتذكر نورا، بدأ ظلم كل هذا القذارة التي تنتهك كوكبنا يصدمها بشدة. ظلم الأثرياء الذين لا

يبالون ويدمرون مستقبل الجميع باستهلاكهم المفرط، وخاصة على حساب الفقراء. ظلم الرجال الذين يقودون هذه الرقصة المروعة، يسيئون معاملة النساء، ويدمرون فرحتهن.

عند سفح المبنى، أخرج صوت أنين نورا من شرودها. عاملٌ بلديٌّ يُكافح لتحميل خزانات ضخمة من البول على عربة. تُحيّيه نورا بينما يجرّ الحصانُ الفريقَ نحو أقربِ مُجمِّعٍ للنيتروجين، حيثُ كان مزارعٌ محليٌّ يُملأ خزانه، مُتجاوزًا بعضَ حطامِ عاصفةِ الليلةِ الماضية. على بُعدِ خمسينَ مترٍ تقريبًا من شقّتها، وجدتْ بيورنَ العجوز، أكثرَ مُهرِّجٍ تعرفُه، مُنحنيًا على عمودِ توربينِ الرياحِ - ذلكَ الموجودِ على مبناهم. قالَ مُشيرًا إلى قطعةِ خشبٍ داكنةٍ عالقةٍ في شَجرةِ خوخ، والثمرةُ الشهيةُ مُلقاةٌ على الأرض، وقد غطّاها الذبابُ والنحل: "مرحبًا نورا، كيف حالكِ؟ لقد اقتلعه ذلك الغَصنُ الكبيرُ هناك". لم تكن على وجهِ بيورن ملامحُه المُشاغبةِ المُعتادة، ذلك النوعُ من النكاتِ التي تخرجُ أسرعَ من ظله.

يا لها من عاصفة! سنضطر إلى إخبار الجيران أن يبذلوا جهدًا أكبر في ركوب الدراجات لتعويض نقص الطاقة. لقد قمت بضبط نظام الهواء المضغوط لتخزين الطاقة من حامل دراجاتهم.

رائع، شكراً لك يا بيورن. أنا سعيد جداً بوجودك هنا. سأذهب لرؤية ساندرا الليلة بخصوص إصلاح توربينات الرياح –.

تقوم نورا بتوصيل أطفالها إلى المدرسة، وتلاحظ في ذهنها أن ساندرا يجب أن تقوم بإصلاح مصراع العاصفة في غرفة النوم، والذي علق هذا الصباح.

أمام الساحة حيث تُعقد الحصة، تعانق تيس صديقتها. عيناها تلمعان. ثم تنطلق كالسهم.

إنه لطيف للغاية، وجميل جدًا. بصراحة، أنا أحبه! بالإضافة إلى ذلك، يقولون إن والده يصنع أفضل حنطة سوداء في المنطقة.

قطعة ممتازة"، وافقت صديقته".

لم يكن عليّ البحث بعيدًا. كان في معرض مايو. كما تعلم، كنت هناك لمساعدة أبي في رعاية حيواناته.

استمر حديثهما المفعم بالحيوية حتى بداية حصة التاريخ. لم يسمعا السؤال الذي أثار موضوع اليوم، بل سمعا فقط إجابة معلمهما، الذي ندم لاحقًا على عدم التفكير قبل الكلام: "قبل التباطؤ الاقتصادي، كان لدى العديد من البالغين عدة أطفال. هكذا كانت الأمور. لم يكن الناس يفكرون حقًا فيما

إذا كانوا يلوثون البيئة أم لا." جلست تيس متربعة، وشعرت بحرارة تحرق وجهها وتخيلته أحمرًا فاقعًا. شعرت بنظرات تتجه نحوها ونحو أختها جوني، الشقيقتين الوحيدتين في الحي، باستثناء التوائم الثلاثة مالوري. لكنهن لم يكنّ يُحتسبن: لم يكن أمام والديهن خيار!

في القطار المتجه إلى لندن، سرعان ما فقدت نورا تركيزها على ملاحظاتها، وانشغلت بمراقبة الرجال والنساء المنحنين في الحقول المحيطة ببلدتها الصغيرة. بدا على بعضهم الإرهاق واليأس، فلا بد أن العاصفة قد ألحقت بهم أضرارًا جسيمة. وقد يفقد بعضهم وظائفهم غدًا إذا ما أصبح فقدان الدخل عبئًا ماليًا على أصحاب العمل.

تتكشف المناظر الطبيعية، المتناثرة فيها بعض الأشجار المتساقطة، ببطء. وبفضل سرعة القطار البطيئة والموفرة للطاقة، تملك نورا متسعًا من الوقت للتأمل في التفاصيل الصغيرة. فتاة تحلب الأبقار على دراجتها مع مقطورة. الاستعدادات للسوق في الساحة المركزية للقرية المجاورة، حيث يقوم المزارعون بتفريغ شاحنة تعمل بالغاز الحيوي. منادي البلدة يلوّح بذراعيه، وهو يُلقي النشرة البلدية. المكتبة والمغسلة، وأحد السكان يجلس هناك يقرأ الجريدة. ثلاثة خيول من زيارات منزلية ترعى بالقرب من سيارة إسعاف من المستشفى الصغير. صومعة الحبوب البلدية، ومكان مراقبة للقلق. تُعجب نورا بسرب من طيور الزرزور، متحدة كجسد واحد، في المنعطفات الحادة والمنحنيات اللطيفة.

ينعطف القطار أيضاً انعطافاً حاداً، ويميل نحو المنعطف، ويعبر الآن فوق طريق سريع قديم. تحيط به خنادق عميقة ترعى فيها الأغنام. تُلقي الحيوانات، برؤوسها المنحنية نحو العشب، ظلالاً صباحية طويلة بين ظلال الألواح الكهروضوئية المثبتة على أسلاك السكك الحديدية العلوية.

المنطقة المحيطة بالبرلمان الجديد بأكملها مُطوّقة. انطلقت سيارة الأجرة التي أوصلت نورا للتو، مصحوبةً بصوت أزيزٍ حزينٍ متواصلٍ من طرازاتها القديمة الهجينة التي تعمل ببطاريات الهيدروجين. في طريقها، مرّت بأطلال قصر وستمنستر المُغطاة بالنباتات، حيث كان النواب يجلسون قبل مناقشة خطة مكافحة الفيضانات. الآن، يقف في طريقها أحد تلك الروبوتات الأنجلو-نرويجية القديمة، التي طوّرت قبل نحو عشرين عامًا لمراقبة الساحل وعسكرته، ثابتًا بلا حراك، وذراعه المدفعية مُوجّهة نحو الأرض.

لا أحد، باستثناء رئيس الوزراء ووزير دفاعه وعدد قليل من ضباط الجيش، يعلم عدد الروبوتات ذاتية التشغيل التي طورتها البلاد، والأهم من ذلك، التي سمحت باستخدامها على أراضيها، والتي لا تزال موجودة. سمعت نورا شائعات تفيد بأن عشرات الآلاف من هذه الآلات راكدة في حظيرة سرية تحت الأرض، تنتظر تفعيلها في حال غزو إمبراطوري. إذا كان جيش الروبوتات هذا لا يزال موجودًا، فهو لا يزال خامدًا. في الوقت الراهن، حمت الرؤوس الحربية النووية البريطانية، على الرغم من قلة عددها، البلاد من حروب الموارد التي لا تزال مستعرة في أجزاء كثيرة من العالم.

أظهرت نورا شارتها لضابط الشرطة المناوب مع الروبوت، قائلةً إنها تريد التحدث إلى المديرين. اجتازت الطوق الأمني وأصبحت الآن بالقرب من المبنى.

"سألت نائب قائد قوة الاقتحام التابعة للشرطة: "كم عددهم؟

من قبل الجيش والشرطة والمستشفيات؟ –

أتصور ذلك.–

كم عدد الضحايا؟ –

مقتل نائبين برلمانيين طعناً. إصابة عدد من الأشخاص، بعضهم بجروح – خطيرة. احتجاز أربعة رهائن.

أستطيع مساعدتك -.

ء ء

."أجاب النائب: "بالتاكيد لا

لكن نورا قوة لا يستهان بها. فهي تقنعه بإخبار القائد بخطته قبل الهجوم الوشيك. إنها تحظى بشعبية، وأكثر التزامًا بقضايا الطاقة من الحكومة. كما .أنها قادرة على التفاوض مع المهاجم

دخلت نورا المبنى. شعرت بحكة في الميكروفون أسفل ياقة قميصها. حكته، وهي تردد في نفسها كلمة "سلاح"، إشارة الخطر. وصلت إلى باب القاعة المغلق، والذي أشار إليه رجال الشرطة من مخبئهم، وهم يرتدون الخوذات والملابس الواقية. تقدمت وحدها، وقلبها يخفق بشدة. فتحت الباب، فوجدت نفسها وجهاً لوجه أمام رجل قصير القامة، ذو شعر أسود كثيف مجعد، في مثل عمرها تقريباً. كان يحمل سكيناً طويلة في يده، ملطخة بالدماء. كانت الدماء تغطي الأرض وملابس شخص فاقد للوعي ملقى على يسار نورا. على يمينها، كان أربعة أشخاص تعرفهم يجلسون على المقعد الأقرب إلى الرجل، وأيديهم مقيدة بحبال، شاحبين كالموتى. كان أحد الأسرى .يلهث، وقد أصابه الذعر الشديد

.مرحباً، أنا... هكذا بدأت نورا حديثها –

.أعرف من أنت يا رجل

.دعهم يذهبون، خذني أنا، فأنا أكثر شهرة منهم. سنتحدث

.حسنًا. هيا بنا"، قال وهو ينقر على ظهر المقعد بأصابع يده الحرة"

تقترب نورا، وعيناها متسعتان، متيقظة. ترى الدماء تغمر كم قميص الرجل الأخضر التفاحي بالكامل. هي على بُعد مترين منه. يخطو ثلاث خطوات، ويغرز النصل في بطنها، ثم يسحبه على الفور. تنحني نورا، والسائل الدافئ يغمر بلوزتها، وتنهار ساقاها. وبينما تسقط، تقول "سلاح" بصوت .خافت جدًا؛ لم تعد ترى شيئًا، بالكاد تسمع الصرخات القادمة من المقعد

** *

عندما استيقظت في المستشفى، عانقتها عائلتها وهي تعاني من ألم مبرح في بطنها. مات المتعصب في مداهمة الشرطة. وقالت له تيس: "الآن .البلد كله يحبك، وليس نحن فقط"

بعد أسبوع، ألقت نورا خطابها. استمر التصفيق ست دقائق. كان حضورها مذهلاً، لدرجة أنها فكرت في إنشاء حركتها السياسية الخاصة. في غضون أشهر قليلة، بدأت أفكارها تستحوذ على العقول والقلوب. ما حدث بعد ذلك

أسر نورا. هوبكنز، الزعيمة البريطانية الكاريزمية، أم التباطؤ، التي عادت حديثًا إلى السلطة، قررت الاعتراف بالمسؤولية التاريخية للبلاد عن الفوضى المناخية. رددت حجج نورا وحلفائها. كانت بريطانيا العظمى رائدة في الثورة الصناعية، التي أغرقت البشرية في دمار متسارع. مساهم رئيسي في عصر الأنثروبوسين. يجب على الأمة أن تدفع ثمن هذا الخطأ القديم. ستدفع تعويضات رمزية لدول الجنوب العالمي. حتى للإمبراطورية، إذا كانت مستعدة لقبولها، بالإضافة إلى اعتذاراتها. علاوة على ذلك، ستفتح حدودها على مصراعيها أمام لاجئيها.

أعلنت أليس هوبكنز كل هذا رسميًا على جسر خشبي جديد، يعلو نهر التايمز المتدفق، الذي غمر ضفافه بعد أمطار غزيرة. قبل أن تتحدث، كان هناك ترقب واضح يخيم على المكان تحت السماء الزرقاء الصافية. وضع المزارعون في حدائقهم العائمة أدواتهم جانبًا للمشاهدة. توقف اثنان من بحارة المراكب، يحجبان أعينهما بأيديهما. يحمل قاربهم الطويل مئات الأطنان من الحبوب. تجره قاطرة عمرها مئتا عام على الأقل، تسير ببطء على قضبان معلقة فوق النهر ومبطنة بألواح شمسية. على الضفة المقابلة وعلى جسور أخرى، يحدق الركاب في المنصة الصغيرة حيث تستعد رئيسة وزرائهم للصعود إليها. توقفت حافلة فجأة أمام عربة تجرها الخيول مليئة بتلاميذ المدارس. التفت جميع الركاب نحوها وهي تصعد إلى المنصة. أحاطت بها غابة من الميكروفونات المعدنية. حتى أن هناك أجهزة تلفزيون من عهد الإمبراطورية.

في ختام الخطاب، طلبت أليس هوبكنز من نورا تولي منصب وزيرة الخارجية. وفي اليوم التالي، شاهدت نورا من نافذة مكتبها الجديد في لندن خمسة طيور من فصيلة أبو منجل تحلق فوق نهر التايمز باتجاه مستنقعات الصرف الصحي. كانت لا تزال في حالة ذهول عندما سمعت عبر الراديو ما كانت تعرفه بالفعل: زعيم الإمبراطورية، شي جين بينغ، يدعو أليس هوبكنز لزيارة الصين. أول زيارة دولة يقوم بها زعيم بريطاني إلى ذلك البلد منذ نصف قرن.

لم يكن جوناثان يدرك مدى قوة الزلزال الذي تسببت به ابنة أخته للتو. بل إنه لم يكن يعلم بوجودها أصلاً. نهض من فراشه المصنوع من السرخس، وسكب الحليب على بعض الخبز البائت الذي حمصه بزيت الزيتون، ثم أكله. وبعد أن شبع، أمسك بالمِكنسة المصنوعة من أغصان نبات الكنّاس المربوطة بغصن من البندق، ثم نظف منزله الحجري الصغير بسرعة. قبل أن يحاول للمرة الأخيرة الاتصال بأخته الكبرى عبر راديو الموجات القصيرة في القرية.

انقطعت أخباره عنها منذ زمن بعيد، لكنه لم يتوقف عن البحث عنها. منذ أن سُرق هاتفه، لم يعد يملك صورة ليلى، ولا يستطيع تذكر ملامحها. آخر مرة رآها فيها كانت في أفريقيا، في عالم مختلف تمامًا، في زمن آخر. أحيانًا، وهو يغفو، يسمع صوت أخته يتردد في أعماق عقله، يُردد لحنًا لمطرب مشهور في موريتانيا، أغنية اعتادت ليلى غناءها باستمرار.

يمتطي جوناثان حماره ماتي ويتجه نحو قرية ابنه. سيجد كيليج ويسلمه الحمار؛ فلا ينبغي أن يموت وهو يحمل رجلاً عجوزاً مجنوناً في لحظاته الأخيرة. سيمشي جوناثان.

يعيش على بُعد كيلومترات قليلة من ابنه. يعيش كيليج بالقرب من الساحل، ويشارك في إعادة بناء مجتمعه ببطء على بُعد سبعة كيلومترات من الساحل، بعيدًا عن البحر وعواصفه المدمرة.

على الطريق الوعر، تشكل الأشواك منعطفات حادة في ظل أشجار الزيتون والعرعر. أجبرت حالة الطريق العربات المحملة بأحمال ثقيلة من أحجار الجرانيت والأخشاب المستصلحة على التعرج. ظن والده أنها متجهة بالتأكيد نحو موقع بناء كيليج. تجاوزها جوناثان وماتي بهدوء، ودخلا واديًا صغيرًا يجري فيه جدول جاف من مايو إلى أكتوبر. مر الاثنان تحت جسر منهار جزئيًا. ثم رأى جوناثان الحمار ينحرف برفق نحو فتاة صغيرة جاثمة تبيع خيارًا موضوعًا على كيس بلاستيكي قديم لمتنزهين. تخفي قبعة تحمل اسم مغني راب من عشرينيات القرن الحادي والعشرين عينيها. بعد ذلك، حيث استوى الطريق وتحسن، عرض رجل عجوز بلا أسنان ذو لحية صفراء حساء لحم خنزير بري. مرة أخرى، انجذب انتباه ماتي نحو الطعام. يُسخّن الرجل العجوز اللحم في وعاء موضوع في وسط فرن شمسي، مصنوع، كباقي الأفران هنا، من صفائح ألومنيوم مهترئة وصحن استقبال فضائي قديم. يمرّ رجلٌ بجانب

ماتي وجوناثان على دراجة صدئة تُصدر صريرًا، فيستنشق منها رائحة اللحم. تستمر الرحلة، وهكذا يُشير الطريق إلى مرور من يعيشون على ضفافه.

الشمس ساطعة الآن، والرحلة تقترب من نهايتها. مرّ ماتي وجوناثان بعربة مُجهزة بمقاعد سيارات قديمة تجرها خيول ضخمة، وكادت حافلة صغيرة تعمل بالديزل مسرعة أن تدهسهما. أطلقت الحافلة بوقها وهي تنطلق، ونهق ماتي، وسبّ جوناثان في سره: "يا لهؤلاء السياح اللعينين!". يأتي بعضهم بين الحين والآخر، وغالبًا ما يكونون من ملاك الأراضي الأثرياء من شمال المنطقة، الذين يُدللون أنفسهم بإقامة فاخرة في الجنوب لمشاهدة بقايا القرية الأصلية، التي كانت في يوم من الأيام ميناءً رئيسيًا لصيد السردين، ثم منتجعًا ساحليًا، وهي الآن تختفي تحت سطح البحر: فللها ومساكنها التي تعود إلى القرن العشرين تآكلت بفعل مياه البحر المالحة، وموقع التخييم الذي تحول إلى مستنقع، والكثبان الرملية القديمة التي تُشير إليها لافتة خشبية، وألعاب الشاطئ البلاستيكية تتدلى من خطاف في النسيم تحت أروقة متاجر الواجهة البحرية المغمورة بالمياه. سياحة النخبة والحنين إلى الماضي. لا شيء يُضاهي تلك الطوابير من السيارات ذات لوحات الترخيص من جميع أنحاء فرنسا التي كانت تتصادم. لم يعد عدد الزوار كافياً لكسب العيش من إنفاقهم. فضلاً عن ذلك، نادراً ما يتوقف هؤلاء الزوار في القرية الجديدة الأكثر اكتظاظاً بالسكان، حيث يعيش الناس الآن على خيرات الأرض، وعلى صيد الأسماك عندما يتوفر.

إلى الغرب، تُحيط بهذه القرية الجديدة غابة ناشئة وأراضٍ شجرية. على الطريق الذي يعبر المنطقة، انفجرت شجرة، أكبر من غيرها، مُطلقةً أسرابًا لا تُحصى من الطيور السوداء. جعل الانفجار ماتي يقفز. واصل اقترابه، بحذر أكبر. فرّ كلبان ضالان، فراءهما مُغطى ببقع داكنة، عند رؤية جوناثان. أبقيا رأسيهما مُلتفتين لمراقبته. ما زالا يرتديان الأحزمة الجلدية التي كان يضعها كبار السن على الكلاب لسحب عربات التسوق القديمة. اختفى الكلبان المسكينان خلف غابة كثيفة، ولمح جوناثان طاحونة الهواء في الأفق. عندما وصل إليها، شق طريقه عبر صف من المزارعين والتجار ووصل إلى موقع بناء كيليج.

يشرف على عمل أربعة أشخاص يشغلون رافعة يدوية. تستطيع هذه الآلة الخشبية رفع ستين طنًا إلى ارتفاع تسعة أمتار. أصبح كيليج متخصصًا في هذه الأدوات بعد رحلة طويلة استكشف خلالها بقايا مكتبات جامعة بريتون، جامعًا معارف ثمينة في هذه الصروح العلمية، التي نُهبت أثناء انهيارها، وكان الغرض الرئيسي من ذلك إشعال النيران بصفحات الكتب.

نمت شجرة الحور، وتراقصت أوراقها في الريح، واتسعت جذعها، وفي ليلة من ليالي فجر القرن الثاني والعشرين، وجدت فتاة صغيرة ملجأً بين أغصانها الكثيفة المطمئنة. مرت شهور، وجفّ الجدول عند سفح الشجرة إلى الأبد، واقتلع جذر قطعة من الإسفلت من طريق ألزاسي قديم، باحثًا عن تربة رطبة على الجانب الآخر، لكنه لم يجد شيئًا. ذبلت شجرة الحور وتساقطت أوراقها الهشة. عندما وجد كيليج الشجرة مرة أخرى، بعد زمن طويل من رؤيته لها وهي تفتح أوراقها الأولى نحو النور، كان رجل يهاجم جذعها بفأس. راقبه كيليج. لم ينطق بكلمة.

زرع والده هذه الشجرة في أول مرة مروا فيها من هنا. لقد زرعوا أكثر من مئتي ألف شجرة على طول الطريق.

وفي طريقهم، صادفوا حشودًا من المعدمين يبحثون عن مأوى. كانوا بحاجة إلى الحطب لتسخين المياه المالحة وطهي عصيدة متواضعة. لذا قطعت هذه الحشود الأشجار وأشعلت النيران. لم يعد كيليج يتذكر الوجوه التي أضاءتها النيران عند حلول الظلام، بل مجرد شذرات من قصص مروعة، ومعاناة العائلات، وضياع الأمل، وآثار العنف والمرض على أجسادهم.

هذه الرحلة الطويلة، التي استمرت لسنوات عديدة، منحت الأب قوةً جديدة، وظلّ مؤمنًا بها حتى النهاية، جاذبًا إليه التائهين والحالمين من هذا العالم. يبلغ عدد المجموعة الآن حوالي ستين شخصًا. جوناثان، الذي كان يسير في المقدمة مع كيليج، غادر منذ سنوات. برفقته، كان كيليج يبيع خدماته في المجتمعات والبلدات الصغيرة التي مروا بها، يزرع الأشجار على طول الطريق، محاولًا دحر الصحراء.

مثل الحشود الحائرة، تتجه مجموعة كيليج الآن شمالًا، مدفوعةً بالحرارة الحارقة وظروف المعيشة القاسية. ومثلهم، تتضاءل المجموعة مع مرور الوقت والمشقة. كما أصبحت المناظر الطبيعية قاحلة، جرداء كساحات معارك الحرب العالمية الأولى. ماتت جميع الأشجار تقريبًا، والبالغ عددها مئتي ألف شجرة.

** *

بالنسبة لنورا، ابنة عم كيليج، حان وقت الرحيل. في منزلها الريفي الإنجليزي، خلّف الإعصار الأخير دمارًا هائلًا. لا يزال مبنى شقتها الصغير قائمًا، وتتساءل كيف. فقد جرفت رياحٌ بلغت سرعتها 350 كيلومترًا في الساعة كل شيء آخر. القرية، التي تُلقي عليها نظرة أخيرة قبل المغادرة، لم يبقَ منها سوى الأنقاض. على أي حال، في الآونة الأخيرة، دأبت حبات البرد الضخمة، بحجم كرات البولينج، على إتلاف المحاصيل القليلة التي نجت من العواصف والأمراض والجفاف. قبل موسم البرد، كان هناك موسم الجفاف: لم تهطل قطرة مطر واحدة لمدة عامين، وذبل اللون الأخضر، والتهمت النيران النباتات الهشة، وتفحمت الغابات، وأظلمت السماء بالدخان السام، وصار التنفس صعبًا. كان انهيار النظم البيئية كارثيًا. لكن نورا لم تفقد عائلتها، على الأقل ليس أقرب أقربائها. إنها تعلم أنها محظوظة.

جوي، والد أطفالها، بالكاد يستطيع المشي. بناته في الأربعينيات من العمر الآن، وقد تعلمن نصب الفخاخ للقوارض الصغيرة. هنا وهناك، تنمو أشجار اليوكا والأغاف. هنا، كما في كل مكان تقريبًا على الأرض المتبقية، الأشجار الوحيدة التي لا تزال قائمة هي أشجار قاتمة، عارية من الأوراق، فارقتها الحياة، هياكل معزولة تسمح لنظر نورا بالتجول بعيدًا عبر السهول والتلال القاحلة. لم تستطع الغابات التكيف بالسرعة الكافية مع المناخ الدافئ، ولم تستطع الهجرة بعيدًا بما يكفي، فاختفت. اختفت لندن ولينكولنشاير: ابتلعتها الأرض. هولندا، مُحيت من الخريطة. مثل بانكوك ولاغوس وشنغهاي.

في بداية الكارثة، تقدمت نورا مرارًا وتكرارًا بطلبات لجوء سياسي لعائلتها بأكملها في إسكندنافيا الموحدة، التي تغطي مناطقها الشمالية غابات مثمرة، وتُزرع فيها محاصيل الدخن والبازلاء والبطيخ في بيوت زجاجية عملاقة دائمة: فسيفساء تعج بالمباني الخشبية ومخيمات اللاجئين المكتظة. كان الرد بالرفض، ثم انقطع تمامًا. الآن، لا أحد حتى يحاول السؤال؛ يحزمون أمتعتهم ويرحلون. لفترة من الزمن، كان ذلك بمثابة انتصار للشمال الأقصى. تفوقت إسكندنافيا وكندا وروسيا الموحدة على الإمبراطورية الصينية. كانت الأخيرة قد بدأت تنهار، وكان سكانها يتبعون مسار الحياة: شمالًا.

لكن هيمنة المناطق القطبية لم تدم. فسرعان ما لم يعد أقصى الشمال يبدو شاسعًا كما كان، إذ انتشر البشر ومنشآتهم في أرجائه؛ والآن تُتحدث فيه جميع لغات العالم. ولم يعد مناخه معتدلًا. فالكربون لا يكترث لخط العرض: حتى في القطب الشمالي، أصبح الهواء مشبعًا بالكربون لدرجة أن الدماغ لم يعد يعمل بكفاءة أو سرعة كما كان من قبل.

بينما تغادر نورا القرية سيرًا على الأقدام في رحلة طويلة، تتذكر أملها. لقد مرّت ثلاثون عامًا منذ أن ألقت خطابها. آمن الجميع وبذلوا الجهد، لكن الآن، باتت الأرض التي كانت يومًا ما أرضًا زراعية مسوّرة كارثةً حقيقية. انهيارٌ في كل مكان. طوعًا أو كرهًا، حدّت البشرية من الاحتباس الحراري، لكن ليس بالقدر الكافي. على الرغم من التباطؤ في بريطانيا العظمى وبعض الدول الأخرى، وعلى الرغم من انهيار الاقتصادات الملوثة، لأن النفط في بعض الأماكن استمرّ في الاحتراق لفترات طويلة جدًا في الآلات، والفحم في محطات توليد الطاقة. جاء الجهد الجماعي، جهد البشرية جمعاء، متأخرًا جدًا، متأخرًا جدًا لمنع الاحتباس الحراري الجامح. في القطب الشمالي، بدأت الأراضي المتجمدة بالذوبان أمام أعيننا، بسرعة كبيرة، أسرع بكثير مما كان متوقعًا. احتوت هذه التربة على ضعف كمية الكربون الموجودة في الغلاف الجوي. توقف البحر المشبع عن تخزين الفائض المنبعث من البشر، وتوقفت الغابات الميتة عن امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء الملوث، وسمّم الزئبق المنبعث من التربة الصقيعية المياه والمحاصيل.

هكذا تحولت أسوأ التوقعات العلمية في مطلع القرن الحادي والعشرين إلى حقيقة: دفعت البشرية الصناعية المناخ ونظام الأرض بأكمله إلى حافة الانهيار. وانطلقت سلسلة من الظواهر، يصعب قياسها والتنبؤ بها، اجتاحت كل شيء. سيبيريا، التي كانت تظن نفسها في أوج ازدهارها، دُمرت بسبب عودة ظهور إنفلونزا عام 1918، التي تحررت من الأرض بفعل ذوبان الجليد. وبسرعة انتشاره، يتراجع الإنسان العاقل. إنه يحتضر. بيده. يُسمى هذا انتحارًا. هذا ما تقوله تيس. وهذا ما ترفض نورا تصديقه.

يشبه القارب سفينة فايكنج: صاري واحد، وشراع مربع، ومقدمة عالية. في بحر هادئ، يقترب من الشاطئ. على متنه، يحدق نحو خمسة عشر شخصًا في اليابسة. يُطلق قارب صغير، يعج بقناديل البحر، ويتجه نحو الشاطئ.

جرفت الأمواج كميات هائلة من الأعشاب البحرية إلى الشاطئ، تاركةً رائحتها نفاذة. وبينما تتحلل تحت أشعة الشمس، تتغذى آلاف الذباب على عفنها. تطاردها طيور صغيرة بنية اللون، تقفز من الصخور لتلتقطها في الهواء، وتؤدي أحيانًا شقلبات رشيقة فوق أكوام الأعشاب. تتربص جرذان ضخمة، جاثمة بين الصخور. أما في الأعلى، على حافة الشاطئ، فتنتشر النمل، مشكلةً أعمدة لا نهاية لها بين النباتات الكثيفة المنخفضة.

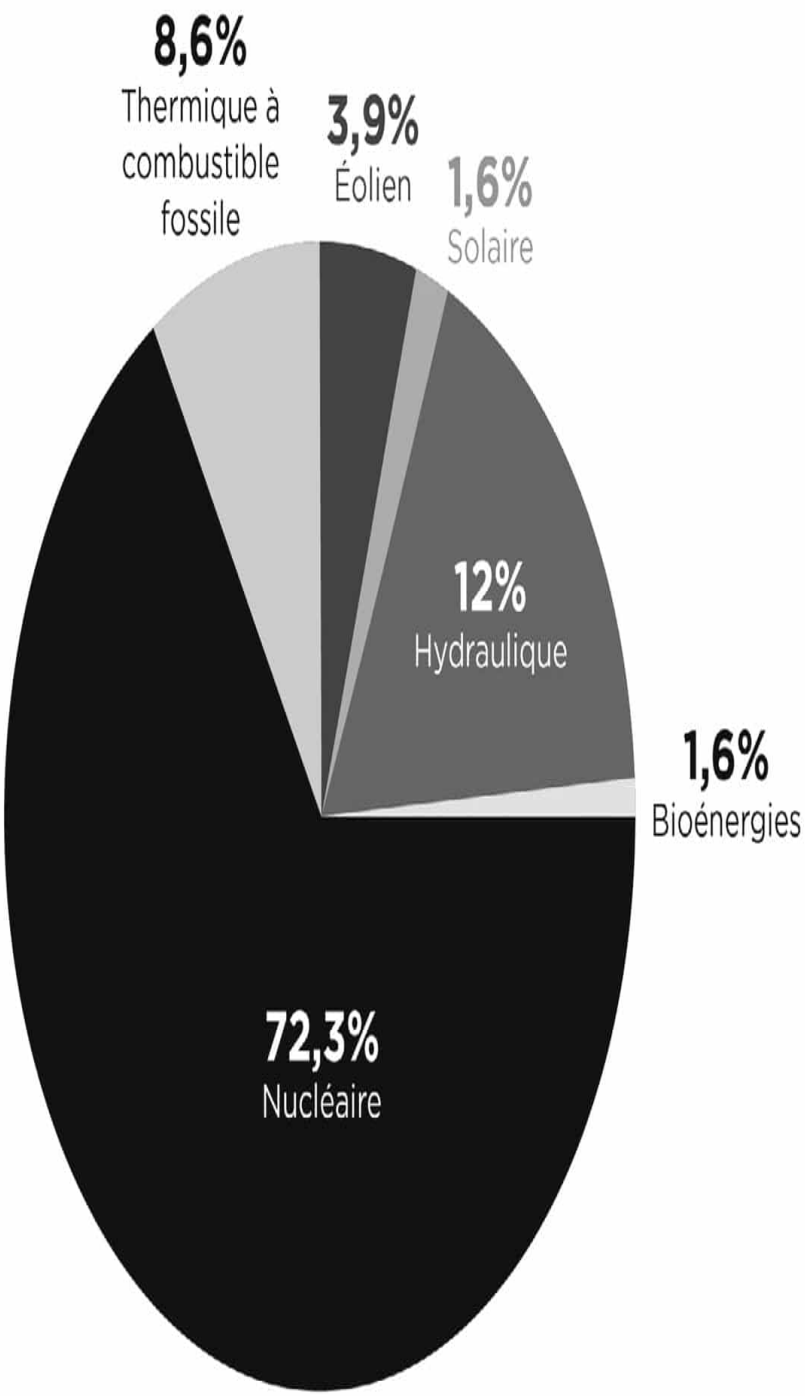
على الرمال العارية، ينهمك رجلٌ عجوزٌ في تقطيع قنديل بحر عملاق إلى قطع بفأس مصنوعة من حجر أسود مغروس في عظمة. أصبح شعر كيليج الآن أبيض طويلاً، ويشعر وكأنه يقطع حلوى الجيلي التي أهداها له والده في إحدى أعياد الميلاد في بريتاني. إنه مختلف عن أصدقائه الذين يجمعون الأعشاب البحرية حيث لا تزال رطبة، وحيث تغوص أقدامهم في نعومتها. جميعهم، بمن فيهم هو، يرتدون نوعًا من المئزر ويتحدثون لغة غريبة. لكن عيون أصدقائه مائلة. أصدقاؤه من الإنويت.

رأوا القارب والزورق يصلان. ينزل عدد أقل فأقل من الأجانب هنا الآن، لكن ذلك لا يزال يحدث من حين لآخر. تحركت المجموعة ببطء وحذر نحوهم. وقفت امرأة في المقدمة، منتصبة القامة رغم تقدمها الواضح في السن. لم يستطع كيليج تحديد ما إذا كانت تحدق به أم أن أشجار النخيل الصغيرة التي يبلغ ارتفاعها مترًا خلفه هي التي أفزعتها. كلما اقتربت، ازداد ارتباكه. كانت المرأة المعمرة تحدق به، هذا ما تأكد الآن. كان لها جبين عريض ونظرة مقلقة بدت مألوفة بشكل غريب. رفع جسده المنهك بصعوبة عندما توقف أمامه، وكان القماش الكبير الخفيف الممزق ملفوفًا حوله حتى كاحليه، يتأرجح بفعل الرياح الرطبة. سمعهم يتحدثون بهدوء باللغة الإنجليزية وقال:

– مرحباً، أنا كيليج. أهلاً بكم في جرينلاند.

أجابت قائلة: "مرحباً، اسمي نورا".

الضوء هنا ساطعٌ وأبيضٌ رغم غروب الشمس، حتى أنه يُبيّض الصخور التي تُبهرها. تُطمئن نورا نفسها قائلةً: "ليست هذه النهاية، بل هو نور بداية شيء آخر".



La production d'électricité française est essentiellement assurée par les centrales nucléaires, ainsi que par les énergies fossiles (charbon, gaz, fioul) et, de plus en plus, par les énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse (bioénergies)).

ألف شكر لآن صوفي، التي تعرف جيداً كيف تجمّل الحياة وتشجعني بلا هوادة.

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى إنريك باربيلون لإتاحة هذه الفرصة لي.

شكرًا جزيلًا لإيمانويل على ملاحظاته القيّمة دائمًا واهتمامه المستمر.

كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى سيلفيان ودومينيك وجوسيلين على دعمهم الثابت؛ وإلى توماس على بعض المناقشات الجيدة؛ وإلى فاليري وكليمنس وفينسنت ومارتن على استماعهم وآرائهم القيّمة.

شكرًا جزيلاً لآرثر كيلر، وبابلو سيرفين، وهيرفيه بيرسيغول، وكيم باش، وبرنارد بيرتراند، وكريستوف دي هودي على إجاباتهم المفيدة وصبرهم.

شكراً لكل من خصص وقتاً للإجابة على أسئلتي خلال فترة إعداد التقارير التي ساهمت في تأليف هذا الكتاب.

شكرًا لكل من يسعى لفهم كيفية عمل الأنظمة ويتجاوز التفكير المنعزل.
شكرًا جزيلًا لكل من كتب بتعمق في المواضيع التي تهمنا.

لقد نسيت أن أشكر الناس، وأشعر بالسوء حيال ذلك بالفعل، من أجل كل من يستحق الشكر.

المراجع الرئيسية

نو باردي،، Les Petits Matins، *النهب العظيم: كيف نستنزف موارد الكوكب* 2015.

يب بيهويكس،*عصر التكنولوجيا المنخفضة: نحو حضارة مستدامة تقنياً*، سوي، 2014.

ابيل ديلانوي،Actes، *الاقتصاد التكافلي: تجديد الكوكب والاقتصاد والمجتمع* Sud، 2017.

ل هوكين،، Actes Sud، *الانخفاض. كيفية عكس مسار الاحتباس الحراري* 2018.

نشارد هاينبرغ، النفط، انتهى الحفل، ديمي لون، 2008

ن مارك يانكوفيتشي،*النوم بهدوء حتى عام 2100، وسوء الفهم الآخر حول المناخ والطاقة*، أوديل جاكوب، 2015.

و سيرفيني، رافائيل ستيفنز،*كيف يمكن أن ينهار كل شيء. دليل موجز لعلم الانهيار لاستخدام الأجيال الحالية*، سوي، 2015.

س سيناي، رافاييل ستيفنز، هوغو كارتون، بابلو سيرفين، أطروحة قصيرة عن المرونة المحلية، تشارلز ليوبولد ماير، 2015.

ن لوك وينجرت،*الحياة بعد النفط. من الندرة إلى الطاقات الجديدة*، أوترمون، 2005.

أهم المصادر الإلكترونية

www.ademe

www.adrastia.

www.connaissancedesenergies.

www.futura-sciences.c

www.franceinter.fr/emissions/la-tete-au-ca

www.institutmomentum.

www.lemonde

/www.lemonde.fr/blog/petr

www.lowtechmagazine.c

www.presages

www.reporterre.

www.theshiftproject.

www.usbeketrica.c

حقوق الصور

1كوماندجو ،

2من كتاب عجائب العلوم، 1870 ،Age Photostock صور من موقع

3مشروع التحول/كوماندجو

4وزارة التحول البيئي والتضامني/كوماندجو

5نيوهيت

6، CC BY-SA 4.0 ،NBKF ((https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0

7Sketchplanations.com – جونو هاي ،

8إنوفينتوم

9آن روزنر/الملكية العامة

10جيروم لو بورسيكوت

11المجال العام

12فوتوليا/شاتانج

13موريس

14كريستوفر لانكستر من أوشاوا، كندا، CC BY-SA 2.0

15لاميو، CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0

16ورشة الفلاحين – CC BY-SA 2.0، DSC_0205 ((https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0

17بوريس نيهوس (جاست)، CC BY-SA 3.0 ((https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0

18RTE/Comandgo/وزارة التحول البيئي والتضامني

جدول المحتويات

عنوان

حقوق الطبع والنشر

التحقيق

مقدمة

مقدمة: على طريق مستقبل ما بعد النفط، هاوية

الحياة بدون وقود أحفوري

أولاً: فن استبدال مصدر طاقة لا مثيل له

1. الطاقة النووية: تقارب طبيعي وعقبات كبيرة
2. لا تُعتبر الطاقات المتجددة مستدامة دائمًا
3. قيود التقنية
4. ما هو مزيج الطاقة الذي سيدوم لقرون؟

ثانيًا: مرحبًا بكم في الحضارة الخالية من النفط

1. الرصانة والمرونة: بعض النصائح لتجاوز العاصفة
2. مخطط لاقتصاد خالٍ من الكربون
3. عندما يهدد المناخ والطاقة مجتمعاتنا
4. هل عدد سكان الأرض كبير جداً؟
5. وسائل نقل لا تدمر الكوكب
6. الغوص في مدن وأقاليم المستقبل
7. المباني والرجال
8. الأشياء اليومية بدون زيت
9. نظام الغذاء المستدام، من المزرعة إلى المائدة
10. الصحة تتعرض للاختبار بسبب الصدمات

11. هل تستطيع التكنولوجيا الرقمية الصمود أمام السقوط؟
12. استمتع دون إتلاف
خاتمة

خيالي

1. نورا (بريطانيا العظمى)
2. السقوط والصعود (فرنسا)
3. المنفى (فوق المحيط)
4. الهبوط (بريطانيا العظمى)
5. إحياء الريف
6. الابتلاع (فرنسا)
7. التباطؤ وإمكانية الشعور بالفرح (بريطانيا العظمى)
8. الطاقات والأصداف
9. البحر والذرة
10. الاختناق (فرنسا)
11. اللبلاب والجر (بريطانيا العظمى)
12. جوناثان (فرنسا)
13. الهجوم
14. شجرة يان
15. الزمن والمعاناة (بريطانيا العظمى)
16. على القضبان
17. الخطابات العظيمة
18. هنا في الأسفل باتجاه الشمال (فرنسا)
19. هارب
20. ما الذي قد يحدث بعد ذلك؟

الملحق: مزيج الطاقة الكهربائية في فرنسا (2016)

شكرًا
قائمة مراجع غير شاملة
حقوق الصور