

PEPR Robotique et Frugalité

GdR Robotique et Sobriété

Proposition GdR déc. 2023

- A. Une science robotique au service des transitions (...)
- B. Vers une robotique frugale et responsable (...)
- C. Transformation des usages et des pratiques de la robotique (...)

Ces trois axes renouvelleront, **sous contraintes de frugalité et de sobriété**, les connaissances et technologies robotiques qui peuvent être catégorisées comme suit :

1. Frugalité et autonomie (...)
2. Perception et adaptation (...)
3. Mobilité et commande (...)

Cadrage Ministère avril 2024

Ce PEPR répondra à **l'urgence** de développer les fondements d'une **robotique performante, frugale et responsable** pour accompagner les transformations de la société et de l'industrie en intégrant les **enjeux énergétiques et environnementaux** et en améliorant la **productivité et soutenabilité** des activités humaines.

1. Perception et adaptation (...)
2. Mobilité et commande (...)
3. Frugalité et autonomie (...)

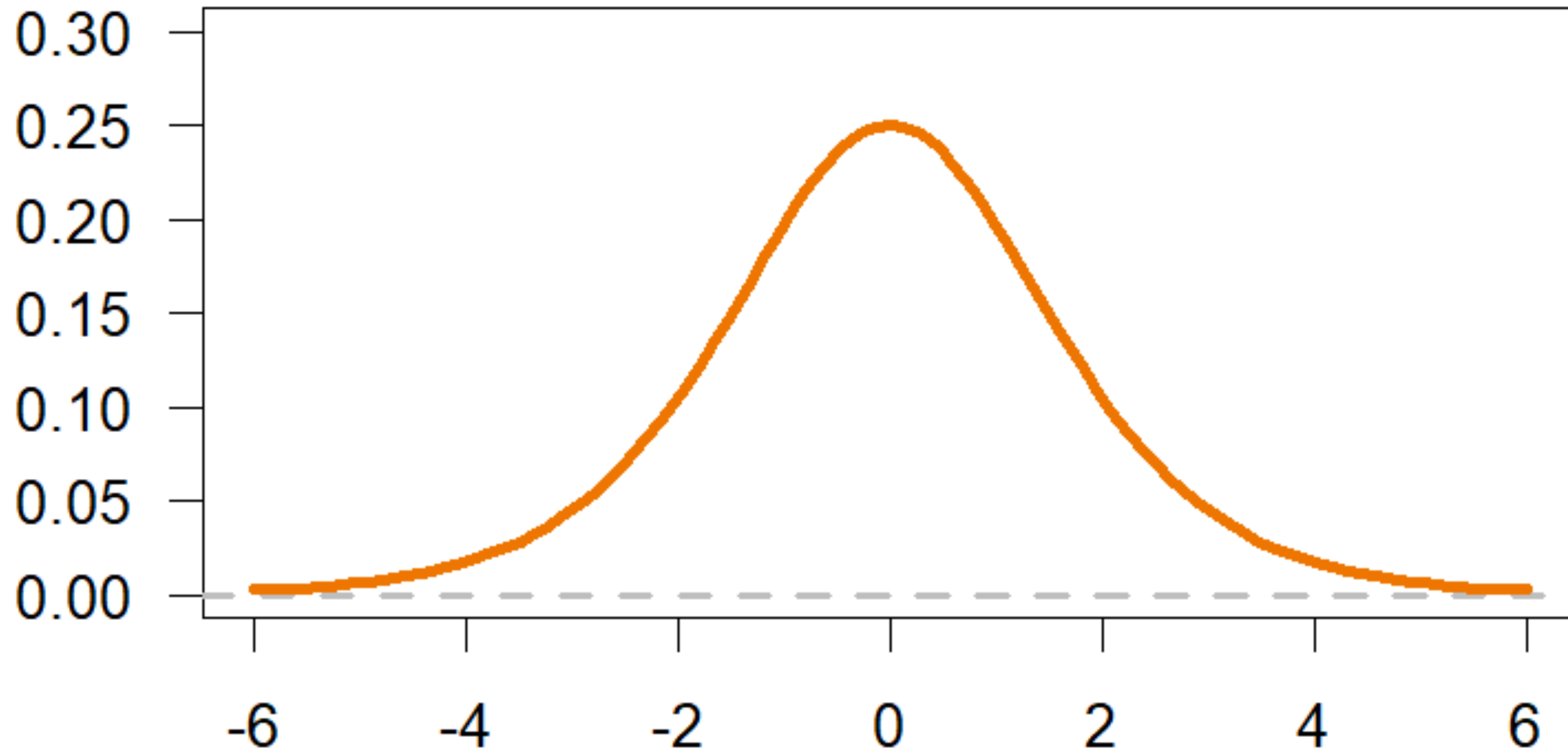
Cadrage CNRS sept. 2024

- **15 pages** donnant une cartographie des forces de recherche françaises, proposant une vision et une stratégie scientifique, décrivant un programme de déclinaison opérationnelle de la recherche fondamentale à la prématuration, proposant un développement d'équipements structurants pour la recherche, estimant le budget nécessaire à un tel PEPR, présentant un schéma unique de gouvernance, *etc.*
- l'Etat a **validé le principe** d'un (...) PEPR (...) pour soutenir la recherche en robotique en vue de sa diffusion dans l'économie (...) doté de 30 millions d'euros.

Frugalité

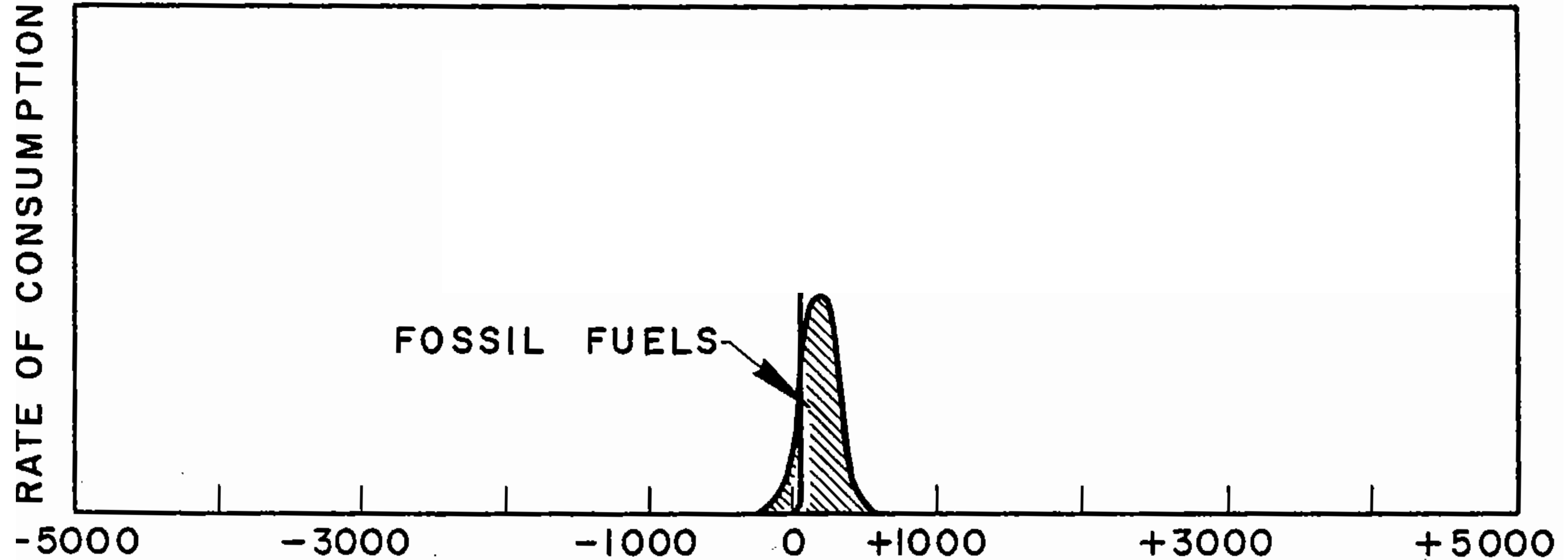
- Dans un monde aux ressources limitées, efficacité et économie de ces ressources.
- Objectif intellectuel (Everything should be as simple as it can be, but not simpler), économique, de souveraineté (indépendance), **environnemental**.

$$\dot{x} = x(1 - x)$$

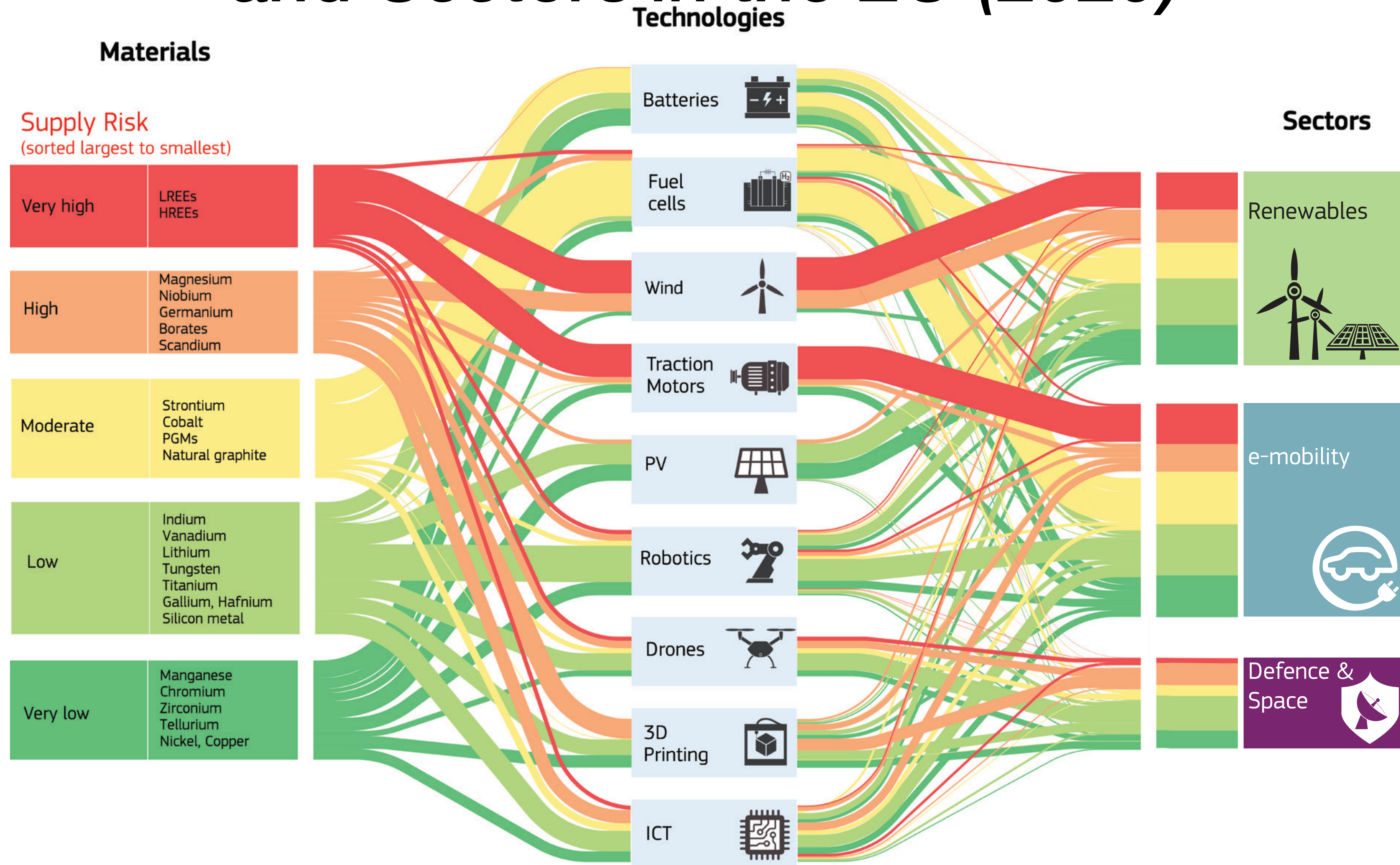


Nuclear Energy and the Fossil Fuels

M. King Hubbert (1956)



Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU (2020)



An 8-Bit, 40-Instructions-Per-Second Organic Microprocessor on Plastic Foil

Kris Myny, Erik van Veenendaal, Gerwin H. Gelinck, Jan Genoe, Wim Dehaene (2012)

	Plastic microprocessor	Intel 4004
Transistor-count	3381	2300
Area	1.96 x 1.72 cm ²	3 x 4 mm ²
Pin-count	30	16
Power supply voltage	10 V	15 V
Power consumption	92 μ W	1 W
Operation speed	40 operations/second	92000 operations/second
Semiconductor	Pentacene	Silicon
P-type mobility	~ 0.15 cm ² /Vs	~ 450 cm ² /Vs
Logic family	P-type	P-type
Operation	accumulation	inversion
Technology	5 μ m	10 μ m
Bus width	8 bit	4 bit
Production year	2011	1971
Wafer scale	6"	2"
Substrate	flexible	rigid

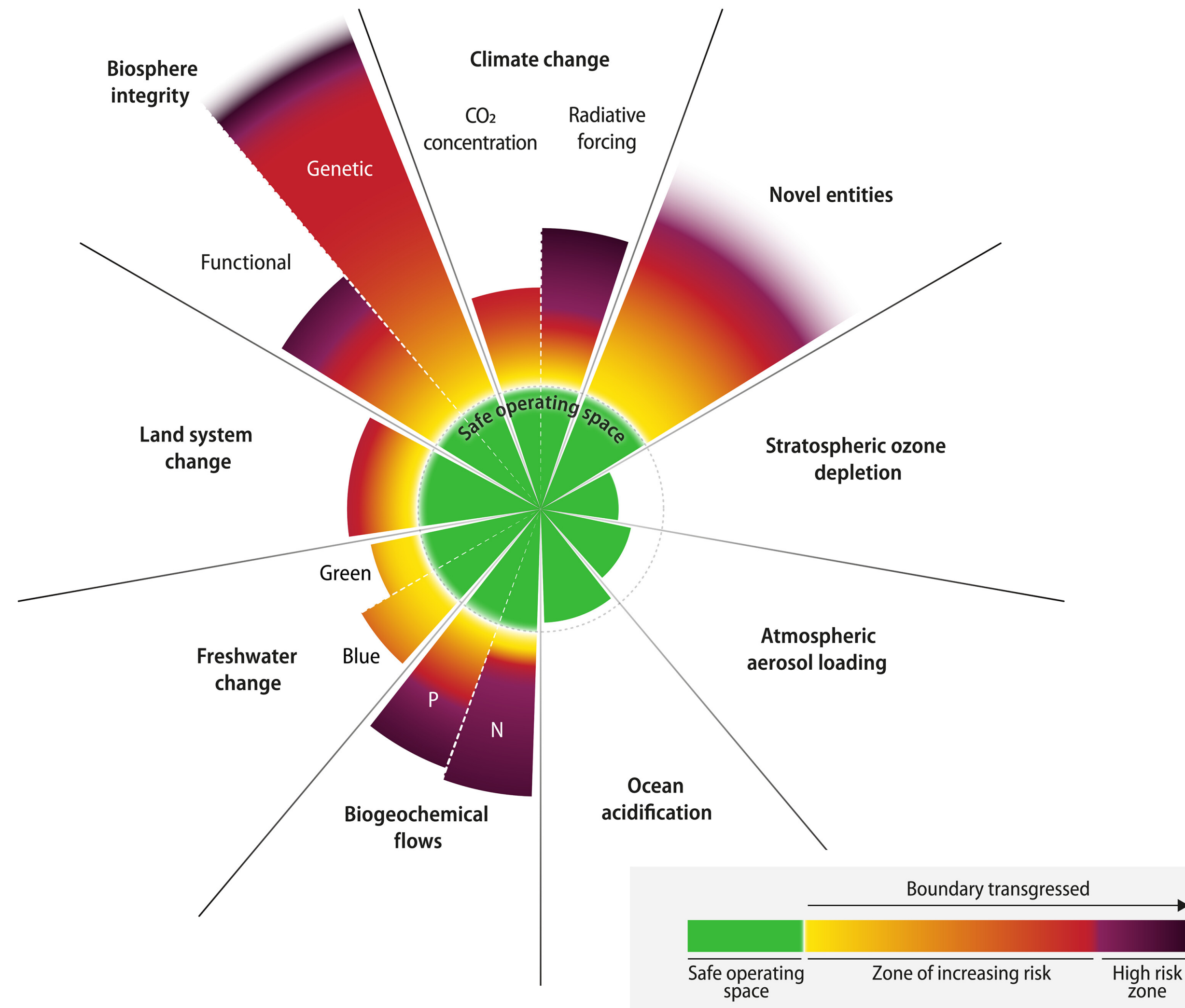


Une urgence...

- Intellectuelle ?
- Économique ?
- De souveraineté ?
- **Environnementale !**

Earth beyond six of nine planetary boundaries

Katherine Richardson et al. (2023)



En 2021 sur notre planète

- 100 000 robots pour le transport, la logistique, l'agriculture, le médical...
- 500 000 robots industriels
- 80 000 000 véhicules à moteurs
- 1 359 800 000 smartphones
- 133 974 696 bébés

Global human-made mass exceeds all living biomass

Emily Elhacham, Liad Ben-Uri, Jonathan Grozovski, Yinon M. Bar-On & Ron Milo (2020)





SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

1 NO POVERTY

2 ZERO HUNGER

3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING

4 QUALITY EDUCATION

5 GENDER EQUALITY

6 CLEAN WATER AND SANITATION

7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY

8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE

10 REDUCED INEQUALITIES

11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES

12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION

13 CLIMATE ACTION

14 LIFE BELOW WATER

15 LIFE ON LAND

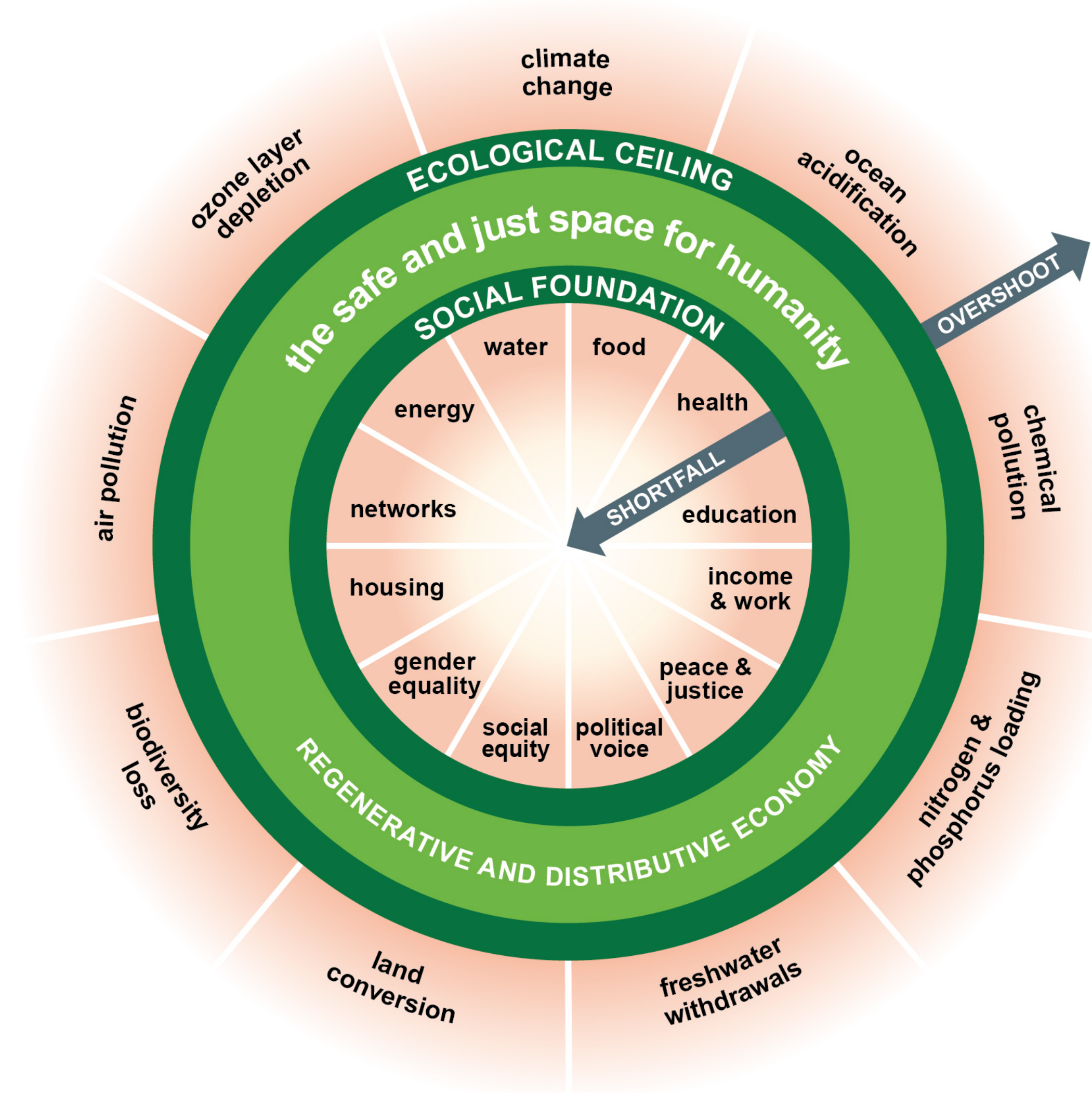
16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS

17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS



A safe and just space for humanity: can we live within the doughnut?

Kate Raworth (2012)



Bilan environnemental d'un robot

- **Fabrication**
 - Usage de produits biosourcés ou à moindre impact environnemental
 - Limitation de consommation des ressources pour une même efficacité
- **Usage**
 - Sobriété énergétique
 - Maximiser l'autonomie
 - Limitation de l'usage aux opérations qui le nécessitent le plus
- **Fin de vie**
 - Recyclabilité renforcée
 - Maximiser la durée de vie (réutilisation)

Quels sujets scientifiques ?

1. Perception et adaptation

Reconnaissance et manipulation d'objets complexes (environnement naturel, dévissage industriel, désassemblage...), conception de nouveaux capteurs (perception globale, intégration de différents types de grandeurs, miniaturisation, capteurs intracorporels avancés, ...), **capteurs sobres (en matériaux, en consommation, en données produites...)**, multisensoriels, optroniques, intégration technologique LIDAR-RADAR ...

2. Mobilité et commande

Navigation autonome et sûre tous milieux, et toutes conditions, localisation sur des données fusionnées hétérogènes, cartographie temps-réel, exploitation de capteurs hétérogènes, compensation d'erreurs de modèles, commande référencée capteurs hétérodoxes, logiciels de contrôle commande, commande prédictive, architectures génériques de commande et contrôle pour l'autonomie des systèmes cyberphysiques intégrant les exigences de sûreté, de sécurité ainsi que de certificabilité, interactions humain-robot, interaction avec des objets déformables, flottes hétérogènes de robots collaboratifs (terrestres, aériens, aquatiques,...), locomotion agile, environnement de programmation, de supervision et de planification des opérations robotisées pour l'industrie au sens large, incluant les opérations industrielles en milieux naturels,...

3. Frugalité et autonomie

Conception sobre de robots frugaux, autonomie informationnelle (optimisation de la répartition du traitement de l'information in situ, **commande et perception frugales** (notamment événementielle) et autonomie énergétique (utilisation frugale et/ou récupération de l'énergie ambiante, nouveaux paradigmes pour les capteurs et actionneurs), architectures à haute mobilité, légère, à **faible consommation d'énergie**.

**Mesurer l'impact environnemental
est un sujet en soi.**

L'IA est un sujet inévitable

HORIZON-CL4-2024-HUMAN-01-07: Intelligence collaborative combinant le meilleur de la machine et de l'humain (RIA), 20M€

ANNULÉ ET REMPLACÉ PAR

HORIZON-CL4-2024-HUMAN-03-01: Advancing Large AI Models: Integration of New Data Modalities and Expansion of Capabilities (RIA), 50M€

« en vue de sa diffusion dans l'économie »

- Les travaux se concentreront sur les fonctions des systèmes robotiques à forte valeur ajoutée susceptibles d'offrir des résultats de **pré-maturation (matériels et logiciels)** essentiels à la production de vecteurs et solutions robotiques sur les marchés avérés des filières stratégiques de France 2030.
- La généricité, l'interopérabilité et l'ouverture des **briques matérielles et logicielles** produites constitueront un enjeu majeur.

Calendrier

- 14 juillet : collecte auprès de la communauté
- 31 juillet : version préliminaire
- mi-septembre : document final