

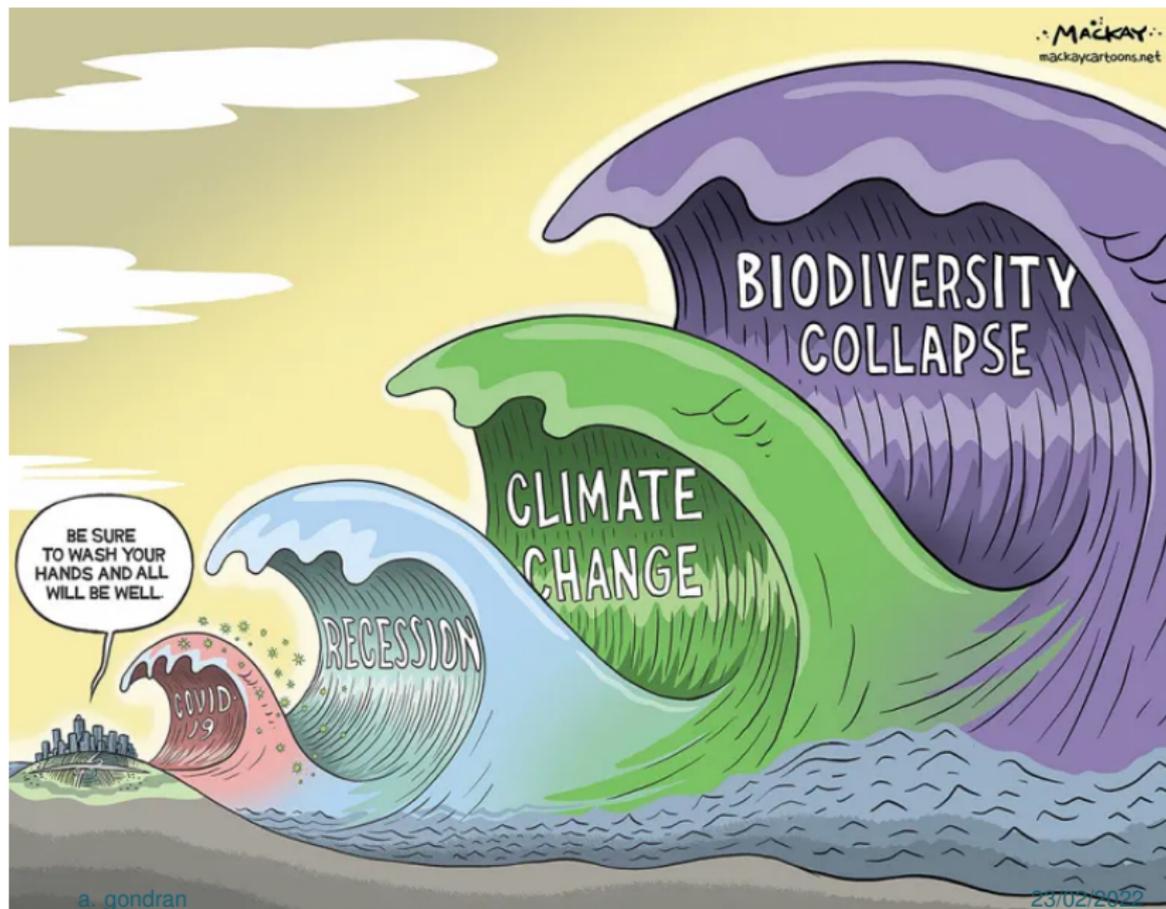
Allons-nous continuer la recherche opérationnelle ?

Alexandre Gondran

École Nationale de l'Aviation Civile - ENAC - Toulouse
et Camille Noûs

ROADEF 2022, Lyon
23 février 2022

Anthropocène... écocide planétaire



Dépassements des limites planétaires



crédit : Stockholm resilience centre/Azote
Trad : Sydney THOMAS

@BonPote

Peut-on penser le monde comme avant ?

Comment (re-)penser la Recherche Opérationnelle
à l'âge de l'Anthropocène ?

“Savoir et ne rien faire, c'est ne pas savoir”

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'annuaire mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'annuaire mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?
- À quoi (et à qui) sert la RO ?

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'annuaire mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?
- À quoi (et à qui) sert la RO ?
- À qui profitent les gains de productivité de la RO ?

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'actualité mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?
- À quoi (et à qui) sert la RO ?
- À qui profitent les gains de productivité de la RO ?
- Modifie-t-elle les rapports de force sociétaux ?

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'actualité mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?
- À quoi (et à qui) sert la RO ?
- À qui profitent les gains de productivité de la RO ?
- Modifie-t-elle les rapports de force sociétaux ?
- La RO, est-elle une technologie neutre ?

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'actualité mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?
- À quoi (et à qui) sert la RO ?
- À qui profitent les gains de productivité de la RO ?
- Modifie-t-elle les rapports de force sociétaux ?
- La RO, est-elle une technologie neutre ?
- De quelles idéologies est-elle porteuse ?

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'annuaire mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?
- À quoi (et à qui) sert la RO ?
- À qui profitent les gains de productivité de la RO ?
- Modifie-t-elle les rapports de force sociétaux ?
- La RO, est-elle une technologie neutre ?
- De quelles idéologies est-elle porteuse ?
- Participe-t-elle au progrès technique ?

Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle ?

Tangente

Bibliothèque
Tangente
L'actualité mathématique

La recherche opérationnelle



Des mathématiques pour
décider et organiser

EDITIONS
POLE
a. gondran

Bibliothèque Tangente

ISSN 2263-4908

- Qu'est-ce que la RO-AD ?
- À quoi (et à qui) sert la RO ?
- À qui profitent les gains de productivité de la RO ?
- Modifie-t-elle les rapports de force sociétaux ?
- La RO, est-elle une technologie neutre ?
- De quelles idéologies est-elle porteuse ?
- Participe-t-elle au progrès technique ?
- La RO, le compagnon de route du développement industriel depuis l'après-guerre ?

La RO : au coeur de l'organisation des machines et des humains

*“La RO est la discipline des méthodes scientifiques utilisable pour élaborer de meilleures décisions. Elle permet de rationaliser, de simuler et d’**optimiser l’architecture et le fonctionnement des systèmes de production et d’organisation.**” [site de la ROADEF]*

La RO : au coeur de l'organisation des machines et des humains

*“La RO est la discipline des méthodes scientifiques utilisable pour élaborer de meilleures décisions. Elle permet de rationaliser, de simuler et d’**optimiser l’architecture et le fonctionnement des systèmes de production et d’organisation.**” [site de la ROADEF]*

*“Operations Research: **the science of better**”*

La RO : au coeur de l'organisation des machines et des humains

*“La RO est la discipline des méthodes scientifiques utilisable pour élaborer de meilleures décisions. Elle permet de rationaliser, de simuler et d’**optimiser l’architecture et le fonctionnement des systèmes de production et d’organisation.**” [site de la ROADEF]*

*“Operations Research: **the science of better**”*

“la science du management quantitatif” [livre blanc de la RO]

La RO : au coeur de l'organisation des machines et des humains

*“La RO est la discipline des méthodes scientifiques utilisable pour élaborer de meilleures décisions. Elle permet de rationaliser, de simuler et d’**optimiser l’architecture et le fonctionnement des systèmes de production et d’organisation.**” [site de la ROADEF]*

*“Operations Research: **the science of better**”*

“la science du management quantitatif” [livre blanc de la RO]

“Elle est par nature en prise directe sur l’industrie et joue un rôle-clé dans le maintien de la compétitivité.” [site de la ROADEF]

*“Elle ne peut être que **bénéfique à la compétitivité** de nos entreprises.”*

La RO est-elle neutre ?

Question un peu absurde

Toute technique a un impact politique, social et environnemental
Chaque technique implique un type de société, un type de rapport au monde.
Adopter des techniques, c'est adopter aussi ce rapport au monde.

La RO est-elle neutre ?

Question un peu absurde

Toute technique a un impact politique, social et environnemental
Chaque technique implique un type de société, un type de rapport au monde.
Adopter des techniques, c'est adopter aussi ce rapport au monde.

Imaginaire de la technique neutre

- Évolution linéaire continue (force contre laquelle on ne peut rien faire)
- Relève d'experts, d'ingénieurs ou de techniciens (détenteur du savoir)
- Disqualifier tout débat sur la technique

La RO est-elle neutre ?

Question un peu absurde

Toute technique a un impact politique, social et environnemental
Chaque technique implique un type de société, un type de rapport au monde.
Adopter des techniques, c'est adopter aussi ce rapport au monde.

Imaginaire de la technique neutre

- Évolution linéaire continue (force contre laquelle on ne peut rien faire)
- Relève d'experts, d'ingénieurs ou de techniciens (détenteur du savoir)
- Disqualifier tout débat sur la technique

Objectif

Quel monde est-on en train de construire avec la RO ?

Progrès technique

- Évolution de la technique dans le sens d'une **amélioration continue**
- Oublie les bifurcations possibles
- Émancipation de contraintes matérielles et environnementale (XIXe siècle) : l'humain s'extirpe du monde du vivant.

La RO et le (mythe) du progrès technique

Progrès technique

- Évolution de la technique dans le sens d'une **amélioration continue**
- Oublie les bifurcations possibles
- Émancipation de contraintes matérielles et environnementale (XIXe siècle) : l'humain s'extirpe du monde du vivant.

La RO est au cœur de l'idéologie du progrès technique

"l'ampleur du gisement d'innovation et de bienfaits que pourrait procurer [... la] recherche opérationnelle" [site de la ROADEF]

La RO et le (mythe) du progrès technique

Progrès technique

- Évolution de la technique dans le sens d'une **amélioration continue**
- Oublie les bifurcations possibles
- Émancipation de contraintes matérielles et environnementale (XIXe siècle) : l'humain s'extirpe du monde du vivant.

La RO est au cœur de l'idéologie du progrès technique

"l'ampleur du gisement d'innovation et de bienfaits que pourrait procurer [... la] recherche opérationnelle" [site de la ROADEF]

Problématiques sociales ... et écologiques

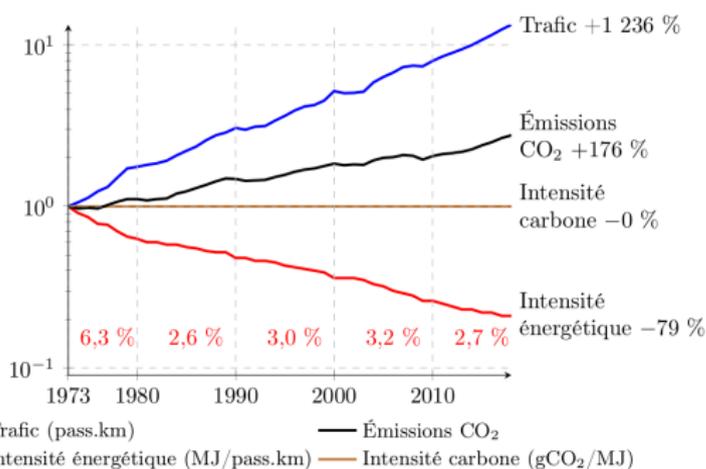
- Chômage technologique : remplacement des humains par des machines pour de nombreux emplois, même qualifiés
- XXe siècle : idée que le progrès technique était forcément bénéfique à terme
- Limites planétaires : l'humain ne peut pas s'extraire du monde du vivant
- Système technique : nature transformée par des activités productives

Effet rebond [Stanley Jevons, 1865]

les solutions techniques ... aggravent la situation écologique

Équation IPAT [1972]

$$\text{Impact eco} = \text{Pop} \times \text{Affluence} \times \text{Technology}$$



avion, 5G, numérique...

Dans une société capitaliste (du toujours plus), la technologie ne résout pas les problèmes mais les amplifie.

Pour être efficace, il faut être à usage constant (ou décroissant)

Mythe du découplage PIB ↔ CO₂ ou de la croissance verte (aucune base scientifique)

[Référentiel Aviation et Climat Supaéro, 2021]

La RO, bras armé du développement industriel capitaliste

La RO

- Objectif : rendre plus performantes les techniques
 - Technique qui améliore les autres techniques
 - Accélérateur du développement industriel
- ⇒ Complice de l'écocide
- ⇒ Nécessité de redéfinir ses objectifs, de la relier aux besoins fondamentaux

Change les rapports de force

- Pouvoir de l'abstraction mathématique
- Mise à distance de l'usage
- Dépossession des savoirs-faire des technicien-ne-s, des ouvrier-ère-s au profit des ingénieur-e-s

Change les rapports de force

- Pouvoir de l'abstraction mathématique
- Mise à distance de l'usage
- Dépossession des savoirs-faire des technicien-ne-s, des ouvrier-ère-s au profit des ingénieur-e-s

Optimalité : justification mathématique de décisions politiques

- Donne une justification mathématique, scientifique (DICE, Northaus, prix Nobel économie 2018)
- ⇒ Impression de rationalité, de scientificité
- Un modèle est toujours faux
 - Un modèle n'est jamais neutre

Que faire ? Dans quel sens veut-on avancer ?

Éviter l'ingérable et gérer l'inévitable [John Holdren, 2007]

- Éviter l'ingérable : stopper les usages nuisibles
Nécessaire renoncement à certaines techniques et certains usages

Que faire ? Dans quel sens veut-on avancer ?

Éviter l'ingérable et gérer l'inévitable [John Holdren, 2007]

- Éviter l'ingérable : stopper les usages nuisibles
Nécessaire renoncement à certaines techniques et certains usages
- Gérer l'inévitable : développer des nouveaux usages uniquement s'ils résolvent des problèmes sociaux et écologiques :

Tout est dans l'usage

Que faire ? Dans quel sens veut-on avancer ?

Éviter l'ingérable et gérer l'inévitable [John Holdren, 2007]

- Éviter l'ingérable : stopper les usages nuisibles
Nécessaire renoncement à certaines techniques et certains usages
- Gérer l'inévitable : développer des nouveaux usages uniquement s'ils résolvent des problèmes sociaux et écologiques :

Tout est dans l'usage

⇒ Ne plus faire de la RO pour la RO, faire de la RO pour un usage utile (porteur de sens)

Que faire ? Dans quel sens veut-on avancer ?

Éviter l'ingérable et gérer l'inévitable [John Holdren, 2007]

- Éviter l'ingérable : stopper les usages nuisibles
Nécessaire renoncement à certaines techniques et certains usages
- Gérer l'inévitable : développer des nouveaux usages uniquement s'ils résolvent des problèmes sociaux et écologiques :

Tout est dans l'usage

- ⇒ Ne plus faire de la RO pour la RO, faire de la RO pour un usage utile (porteur de sens)
- La RO étant au service d'autres techniques, il faut interroger ces autres techniques

Que faire ? Dans quel sens veut-on avancer ?

Éviter l'ingérable et gérer l'inévitable [John Holdren, 2007]

- Éviter l'ingérable : stopper les usages nuisibles
Nécessaire renoncement à certaines techniques et certains usages
- Gérer l'inévitable : développer des nouveaux usages uniquement s'ils résolvent des problèmes sociaux et écologiques :

Tout est dans l'usage

- ⇒ Ne plus faire de la RO pour la RO, faire de la RO pour un usage utile (porteur de sens)
- La RO étant au service d'autres techniques, il faut interroger ces autres techniques

Que faire ? Dans quel sens veut-on avancer ?

Éviter l'ingérable et gérer l'inévitable [John Holdren, 2007]

- Éviter l'ingérable : stopper les usages nuisibles
Nécessaire renoncement à certaines techniques et certains usages
- Gérer l'inévitable : développer des nouveaux usages uniquement s'ils résolvent des problèmes sociaux et écologiques :

Tout est dans l'usage

- ⇒ Ne plus faire de la RO pour la RO, faire de la RO pour un usage utile (porteur de sens)
- La RO étant au service d'autres techniques, il faut interroger ces autres techniques

Que doit-on produire, comment produire, pour quel but et pour répondre à **quels besoins** ?

Idéologie écocidaire

Faire du profit sur la destruction du vivant ou sa surexploitation

Idéologie écocidaire

Faire du profit sur la destruction du vivant ou sa surexploitation

Domaines à proscrire

- Ce n'est pas parce qu'une technologie est ingénieuse ou plus performante, qu'il faut l'utiliser
- Interroger son utilité, son besoin
- Modèles d'optimisation des profits qui ne tiennent pas compte des impacts environnement
- La RO pour accompagner la décroissance de certains secteurs
- Publicité ? yield management ? aviation ? télécom ? logistique ? IA ? calcul quantique ?

Redonner du sens, un but : exemple en économie

Théorie du Donut [Kate Raworth, 2012]

Maximiser le PIB \Rightarrow Vivre bien à l'intérieur des limites planétaires

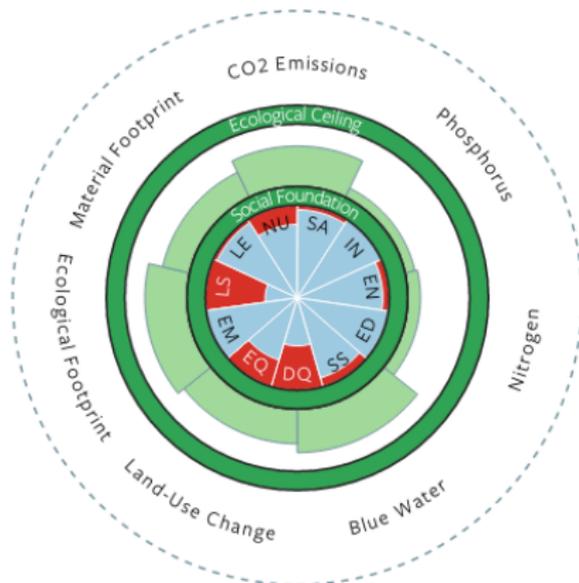
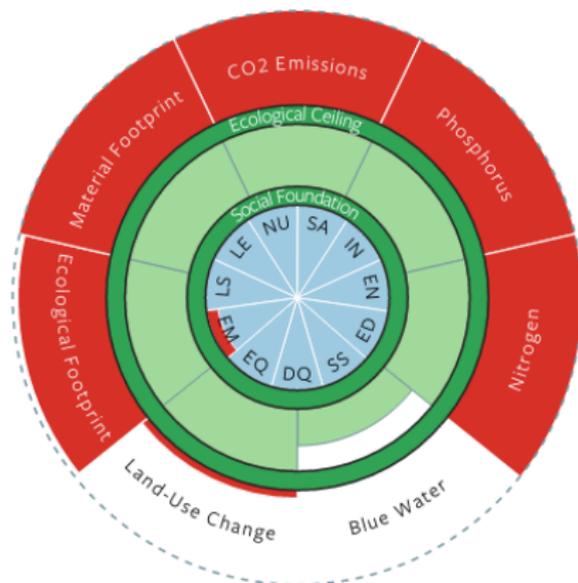


Redonner du sens, un but : exemple en économie

France



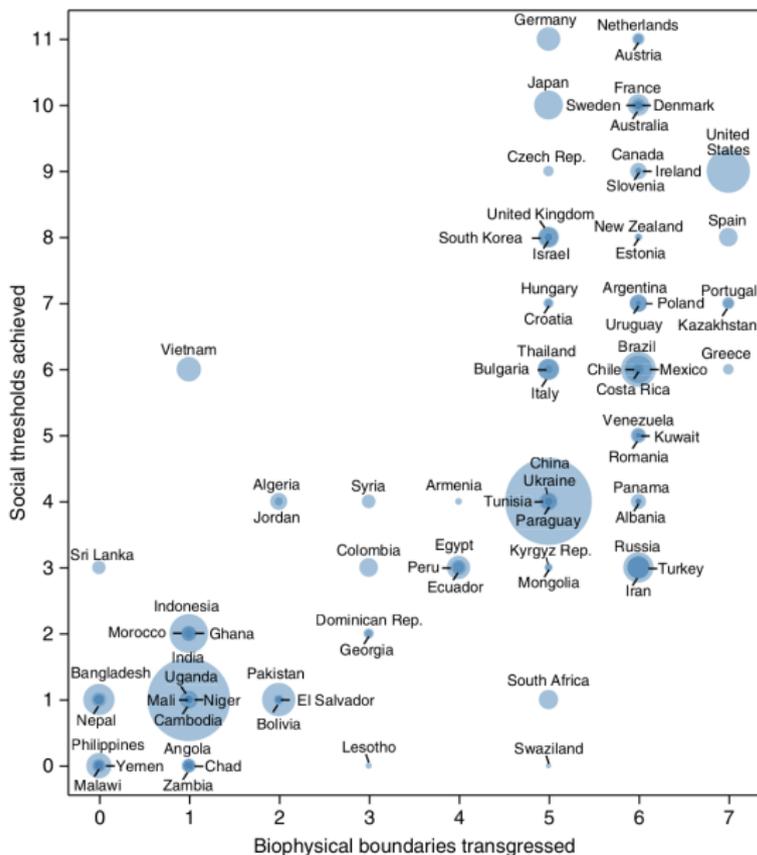
Sri Lanka



LS - Life Satisfaction	ED - Education
LE - Healthy Life Expect.	SS - Social Support
NU - Nutrition	DQ - Democratic Quality
SA - Sanitation	EQ - Equality
IN - Income	EM - Employment
EN - Access to Energy	

d'après <http://goodlife.leeds.ac.uk>

Redonner du sens, un but : exemple en économie



Nous sommes tous des pays en voie de développement

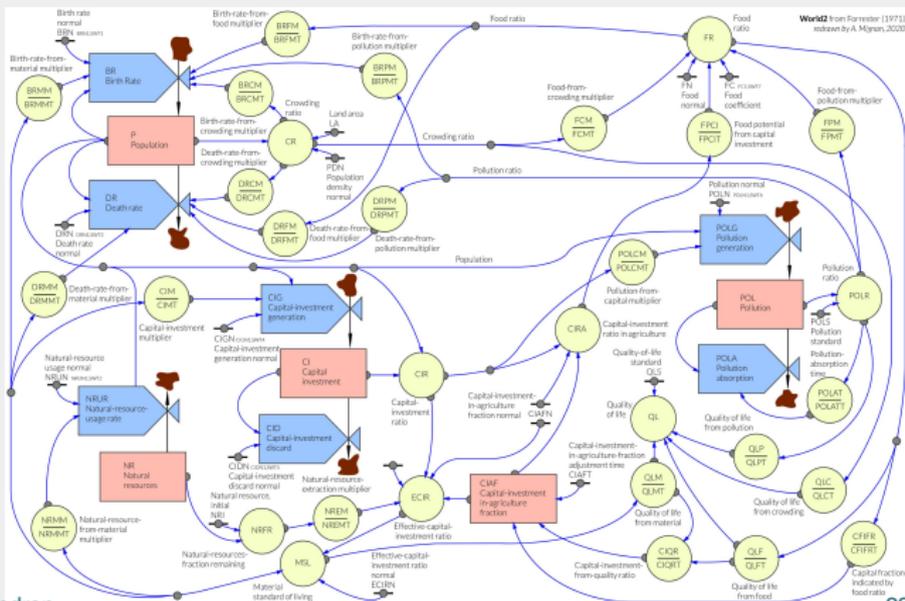
d'après O'Neill et al., A good life for all within planetary boundaries. Nature Sustainability 1, 88-95 (2018).

Redonner du sens : exemple en économie

Problème d'optimisation multi-objectifs

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max. } \text{nos besoins sociaux} \\ \text{sc. } \text{respecter les limites planétaires} \end{array} \right.$

Modèle World 3 du rapport de Rome [Meadows, 1972]



Sujet le plus important du siècle

Rôle et pouvoirs des fonctionnaires

- Salaire attaché à la personne (qualification) et non à l'emploi
- ⇒ Statut révolutionnaire pour la bifurcation sociétale (écologique...)

Sujet le plus important du siècle

Rôle et pouvoirs des fonctionnaires

- Salaire attaché à la personne (qualification) et non à l'emploi
- ⇒ Statut révolutionnaire pour la bifurcation sociétale (écologique...)

Recherche

- Réorienter nos recherches vers les limites planétaires
- Mouvement des low tech et de technologies conviviales [Illich]
- Répondre à des projets écologiques et sociaux

Sujet le plus important du siècle

Rôle et pouvoirs des fonctionnaires

- Salaire attaché à la personne (qualification) et non à l'emploi
- ⇒ Statut révolutionnaire pour la bifurcation sociétale (écologique...)

Recherche

- Réorienter nos recherches vers les limites planétaires
- Mouvement des low tech et de technologies conviviales [Illich]
- Répondre à des projets écologiques et sociaux

Enseignement

- Stages/projet/exo/exemples sur ces enjeux
- Pilules d'autodéfense intellectuelles et écologiques (Minutes papillon)
- L'informatique débranchée (sans ordinateurs)
- Apprentissage Par Projet (Utile)
- Mastère Spécialisé Eco-Ingénierie - INP Toulouse

Autres collectifs d'écologie politique

- **Paris & Ile de France** : Ecopolien “Atelier d'écologie politique francilien”
- **Montpellier** : Atécopol Montpellier
- **Rennes** : Epolar, “Ecologie politique en Armorique”
- **Grenoble** : Campus d'après Grenoble
- **Lyon** : La Fabrique des questions simples
- **Dijon** : Atelier d'écologie politique Penser les transitions
- **Marseille, Lille et Brest** : collectifs d'écologie politique en construction

Autres collectifs d'écologie politique

- **Paris & Ile de France** : Ecopolien “Atelier d'écologie politique francilien”
- **Montpellier** : Atécopol Montpellier
- **Rennes** : Epolar, “Ecologie politique en Armorique”
- **Grenoble** : Campus d'après Grenoble
- **Lyon** : La Fabrique des questions simples
- **Dijon** : Atelier d'écologie politique Penser les transitions
- **Marseille, Lille et Brest** : collectifs d'écologie politique en construction

Initiatives à l'échelle nationale

- Sciences Citoyennes
- Labos 1point5
- EcoInfo, GDS du CNRS

Ailleurs en Europe

- **Espagne (Barcelone)** : Research & Degrowth
- **Belgique (Louvain)** : Groupe de Réflexion Interdisciplinaire sur la Crise Écologique (GRICE)

Archipel 2022

Risques systémiques, trajectoires et leviers d'action transdisciplinaires

Conférence scientifique - 20-23 Juin 2022, Grenoble

Lieu : [Maison de la Création et de l'Innovation](#), 339 avenue Centrale, 38400 Saint-Martin d'Hères

Dans le cadre des dégradations globales actuelles, qu'elles soient environnementales, écosystémiques, climatiques, sociales ou politiques, nos sociétés humaines se trouvent confrontées à des enjeux toujours plus pressants, constituant ce qu'on appelle maintenant communément la transition de l'Anthropocène. Ces grands changements, s'ils se matérialisent pleinement, engagent nos sociétés vers des trajectoires de transitions brutales et de potentiels effondrements à des échelles variées.

STEEP (Soutenabilité, Transition, Environnement, Économie biophysique et Politiques locales) est une équipe de recherche interdisciplinaire de l'Inria Grenoble Rhône-Alpes et du Laboratoire Jean Kuntzmann. Nous nous consacrons à la **modélisation systémique** et la simulation des interactions entre **facteurs environnementaux, économiques et sociaux**. Notre objectif est de mieux comprendre les trajectoires biophysiques et alternatives sociotechniques de **nos sociétés**.

[En savoir plus](#)





[LE MANIFESTE](#) [LE PROGRAMME](#) [LES INFORMATIONS PRATIQUES](#) [INSCRIPTION](#) [LES PARTENAIRES](#) [ACTUALITÉS ET LECTURES](#)

LES ASSISES DE LA RECHERCHE EN INGÉNIERIE

SCIENCE EN CONSCIENCE, ENJEUX ÉCOLOGIQUES ET DE SOCIÉTÉ

Les "Assises de la Recherche en Ingénierie : Sciences en conscience, enjeux écologiques et de société" ont pour objectif de confronter les acteurs de la recherche en ingénierie aux enjeux de la transition énergétique, des changements globaux et leurs impacts sur les sociétés. Tenir des Assises de la Recherche en Ingénierie à Toulouse vient de la nécessité de réinterroger nos disciplines et nos activités au regard du contexte des changements globaux, des enjeux écologiques associés et de leurs répercussions sur les sociétés. Quel doit être à l'avenir le rôle de la Recherche et des Sciences de l'Ingénierie ? Comment repenser les relations avec la formation aussi bien que les missions des métiers d'ingénieur et de chercheurs/chercheuses? Quelles technologies développer en prenant en compte l'exigence de décarbonation, la finitude des ressources, la durabilité des productions, les besoins sociaux et les aspirations sociétales ? Comment mieux faire dialoguer les recherches en ingénierie avec les sciences humaines et sociales?

 CALENDRIER

Mai : Publication du programme
27 juin : Date limite pour les inscriptions
4 - 8 juillet : Les assises de la recherche en ingénierie

 PROGRAMME

Vous souhaitez en savoir plus sur les thématiques abordées?
Suivez ce lien:
[Programme >](#)

 LIEU DE L'ÉVÈNEMENT

Les Assises de la Recherche en Ingénierie se tiendront à Toulouse dans la semaine du 4 au 8 juillet 2022, sur le campus du Mirail de l'Université Toulouse Jean Jaurès.



alexandre.gondran@recherche.enac.fr

Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre du laboratoire de recherche de l'ÉNAC

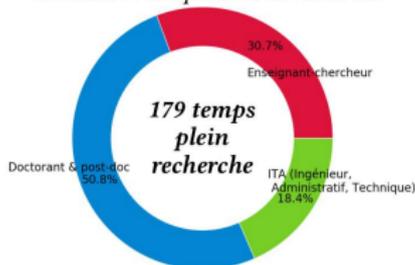


Réalisé par Maëlle Combreau, élève ingénieure de 2e année

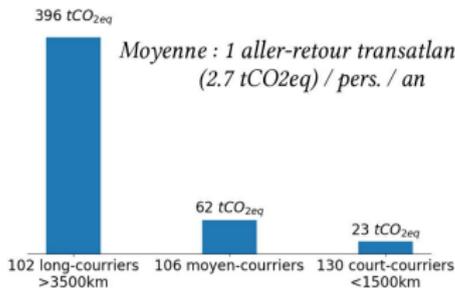
Supervisé par Nicolas Barnier, Alexandre Gondran et Isabelle Laplace, contact : prénom.nom@enac.fr

année de l'étude : 2019

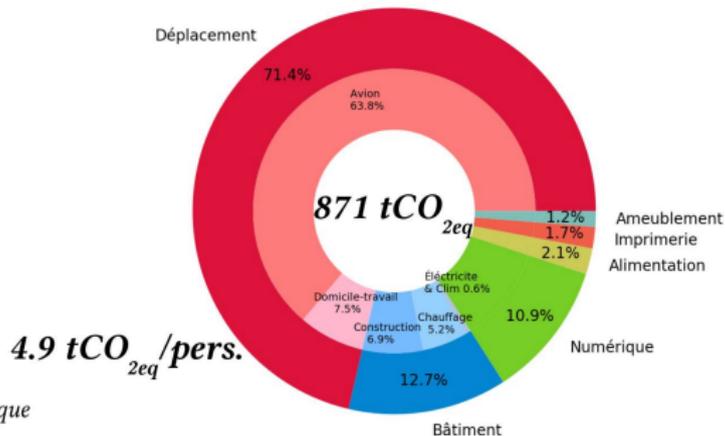
Périmètre : uniquement la recherche



1 enseignant-chercheur = 1/2 temps plein recherche



Déplacement



4.9 tCO_{2eq} /pers.

Objectifs des accords de Paris : réduction de 80 % de nos émissions en 2050

- 1 vol transatlantique / 5 ans / pers. => - 50 %
- Train plutôt qu'avion sur les court-courriers < 610km => - 0,3 %
- Mobilité douce (domicile-travail) => - 2,5 à - 5 %
- Nouveau bâtiment en bois => ?
- Remplacement du chauffage au gaz => - 3,4 %
- Sobriété numérique (non remplacement) => - quelques %
- Alimentation : végétarisme et local => - 1,5 %

Cela va être dur....