



La démarche Low-tech : vers une Recherche durable

Guillaume Guimbretiere¹, Benjamin Pillot²

1 LACy (UMR8105, CNRS/Météo-France/Univ. la Réunion)

2 UMR Espace-DEV (UMR228, IRD, Univ. Montpellier, Univ. Guyane, Univ. La Réunion, Univ. Antilles, Univ. Nouvelle Calédonie)



Qui sommes nous ?

Guillaume Guimbretière

2002 - 2005 - Thèse de physique (Montpellier)

2005 – 2019 : Physico-chimie expérimentale
→ matériaux en conditions extrêmes : verres, combustible nucléaire, émissions volcaniques
→ développements instrumentaux (Bordeaux, Athènes, Orléans, La Réunion ...)

UR UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION



2019 →
Science de la Durabilité et rôle des technologies
→ Transformation alimentaire et écosystème boulanger Durable
→ Recherche Durable

2021 : AAP « Sciences frugales et innovation low-tech » de la MITI du CNRS

Benjamin Pillot



2009-2014 : Thèse Énergétique (Univ Corse)

Électrification décentralisée
Systèmes renouvelables
Afrique subsaharienne



2014-2017 : Postdoc Brésil
2018-2020 : Postdoc Guyane



Transition Énergétique



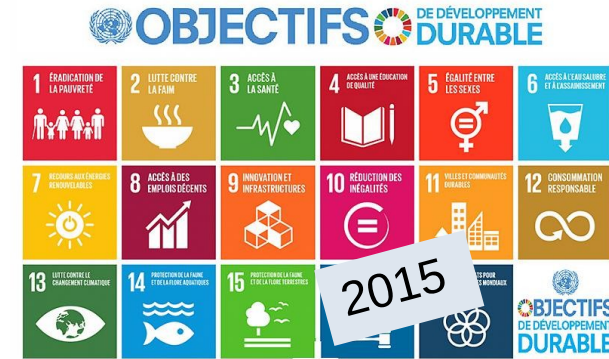
2020 : CR IRD
UMR Espace-DEV
Science de la Durabilité



2021 : Projet CODEC
(+ G. Guimbretière)

Sustainability Science

"Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs."
[Bruntland 1987]



→ Transposition à la démarche et l'instrumentation scientifique ?

Différents types de mesures ?

→ Mesures uniques

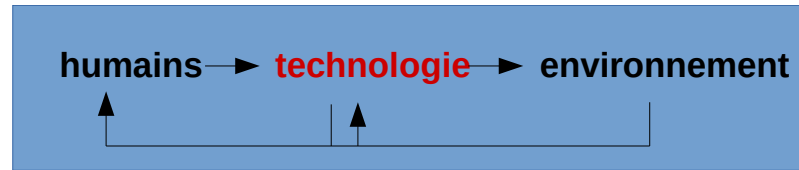
→ Observations récurrentes

Sciences de la durabilité → approche globale et transdisciplinaire

Science viable = science durable + rentable (en terme de connaissance) ?

La place des technologies ? - La Techno-critique

Trajectoire technologique résulte (aussi) de choix politiques et économiques :
Les technologies sont non-neutres : elles portent en elles un **modèle de société**

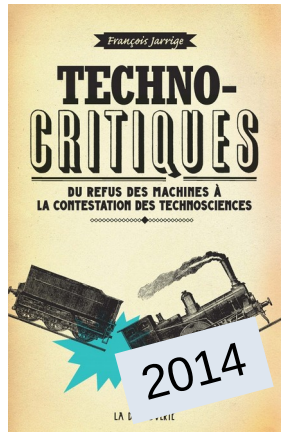


→ La *Critique* est une démarche constructive : elle demande de s'extraire d'une posture de déni et de regarder la réalité. Son sens philosophique est "l'art de discerner".

Techno-critique : chaque époque a son combat !

↳ **Low-tech** : *Utile, accessible, durable, convivial*

→ **Durabilité** : le problème de notre époque
(les technologies de recherche déjà utiles et accessibles ?)

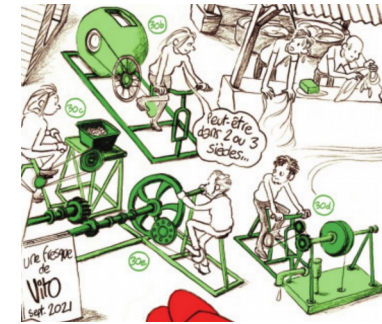


La Low-Tech : outil ou démarche ?

Une **low-tech** : la **réponse** la plus **sobre** et **résiliente** possible à un **besoin** déclaré.
C'est une valeur relative !

→ Cette réponse est alors nécessairement peu gourmande en ressources énergétiques et minérales et présente donc un impact environnemental limité.

Les low-tech citoyennes faites par des bricoleurs ressemblent à du bricolage



→ mais par des designers : c'est déjà mieux ...



→ par des ingénieurs et techniciens d'élites ?

↳ Définition du **besoin en recherche** ?

Des pièges

Piège 1 : La dépendance au sentier (*Path dependence*)

Définition :

Once [a country or region] has started down a track, the costs of reversal are very high.

M. Levi (1997)

Références

Jarrige & Bourg, *la pensée écologique, intro au dossier Low-Tech* (2020)

P. Pierson, *Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics* (2000)

Exemple

Le clavier QWERTY/AZERTY (1878 et fin 19^{ème})

La voiture (coche → vapeur → thermique → électrique)



En espagnol, *coche* = voiture



La Recherche as-usual : ne voir de l'innovation que dans la high-tech

Piège 2 : L'ambivalence des technologies

Définition :

Une technologie présente à la fois des aspects positifs et des aspects négatifs.

Le problème ici est dans la mise en avant systématique des effets positifs et la non prise en considération des potentiels effets négatifs.

Exemples

- **La voiture** : mobilité plus rapide (au début) ; consommation de ressources minérales et fossiles ; structuration des villes et impacts sur la santé.
- **Le réseau d'eau potable** : confort et gain de temps ; réduction des débats politiques
- **La photographie** : gain de temps et réalisme ; réduction de l'observation et du subjectif dans l'image
- **Le GPS** : réduction du sens de l'orientation, vision globale et vécu du territoire ; guide permanent ?
- **Réseau 5G ?**

- en Recherche : quel impact positif ? (ce que l'on gagne)
- en Recherche : quel impact négatif ? (ce que l'on perd)



Ambivalence



Compatibilité avec la démocratie

simplicité de maintenance, liberté logicielle, ... etc ?

Piège 3 : Les smart systèmes et le *Big Data* (sans intelligence)

Définition :

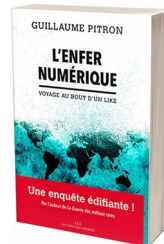
Les *smart-systems* sont des systèmes prédictifs et adaptatifs, incorporant une large gamme de capteurs et TIC, destinés à la collecte de données (data), afin d'optimiser la prise de décision dans une situation donnée.

Exemple

Smart-cities : gestion optimisée des ressources, des services, des biens et des personnes

Smart-grids : optimisation des flux d'énergie dans les réseaux

Problématique du stockage/traitement des (big) data



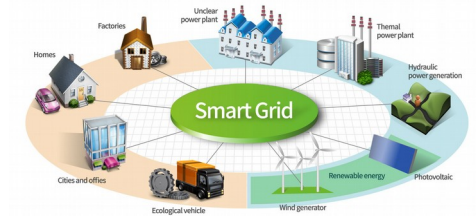
Référence

G. Pitron, *l'enfer numérique* (2021)

Automatisation



Smart-city



Machine Learning

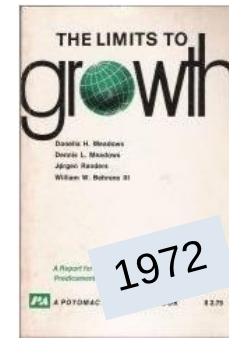
Smart systems = Optimisation de systèmes historiques (cf. *path dependence*)

Piège 4 : Effets de seuils et limites

Définition :

Les systèmes complexes que sont les socio-écosystème ne répond pas à des règles linéaires de proportionnalité : leurs dynamiques présentent des seuils et des limites ...

Applications



Limites



Effet de taille



Seuils

- Quelques satellites ok, mais une « constellation » ... ?
- Énergies *renouvelables* = le rythme de consommation n'excède pas le rythme de renouvellement
 - L'énergie du soleil n'est pas de nature « *renouvelable* » mais un flux constant intermittent. Qu'en est-il de la technologie permettant de mobiliser cette énergie ?
 - Les gisements de pétroles et de charbon se renouvellent à un rythme géologique
- De la durabilité de l'électricité comme vecteur énergétique ?
 - faibles sources présentes dans la nature (energy harvesting)
 - Fortes puissances utiles artificielles et polluantes
- La voiture : au début mobilité améliorée - maintenant des seuils sont dépassés et la mobilité est réduite

Piège 5 : La confusion low-tech ↔ low-cost

Définition :

La low-tech est une *démarche* (durable), le low-cost est un *attribut* (économique). La low-tech peut aboutir à des outputs low-cost, mais un output low-cost n'est pas nécessairement low-tech.

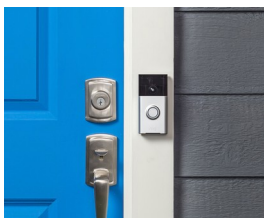
Exemple



Une sonnette low-tech



Un matériau low-tech
(et low-cost)



Une sonnette low-cost



Un matériau low-cost
(mais pas low-tech)



Un transport low-tech



Un transport low-cost



Un transport + low-tech (que l'avion)

Références

Bert de Vries, *Sustainability Science* (2013)

ADEME, *le grand défi low-tech* (2022)

Repenser la notion de coût → *low-cost* économique ne tient pas compte des autres dimensions de la *durabilité*

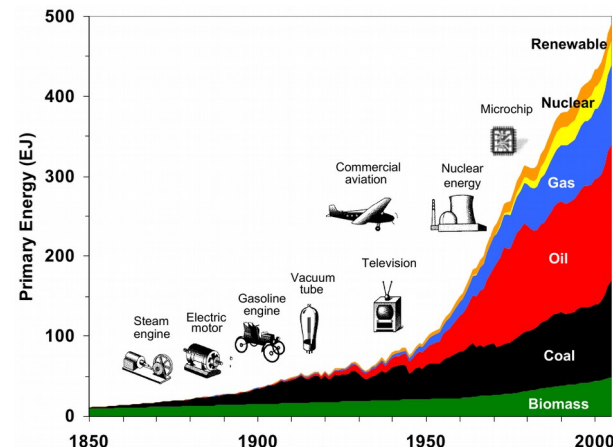
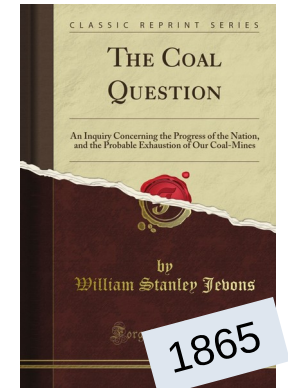
Piège 6 : L'effet rebond

Définition :

Utilisation automatique des ressources économisées dans de nouvelles fonctionnalités

Exemples

- ➔ De plus en plus d'options dans des voitures à la consommation constante ...
- ➔ Des capteurs environnementaux moins chers et un réseau plus denses à budget constant
- ➔ Une histoire additive des sources d'énergies
→ il n'y a jamais eu de transition énergétique !



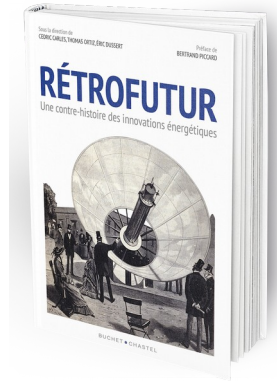
Des clefs

Clef 1 : La rétro-innovation

Définition :

Comme les choix technologiques ne sont pas techniques mais souvent plus politiques et économiques, il existe des technologies au potentiel inexprimé. D'autres ne pouvaient exprimer ce potentiel sans un élément technique qui est apparu après l'abandon de cette option technologique.

La rétro-innovation consiste à explorer les technologies du passé présentant un potentiel intéressant ...



Exemples

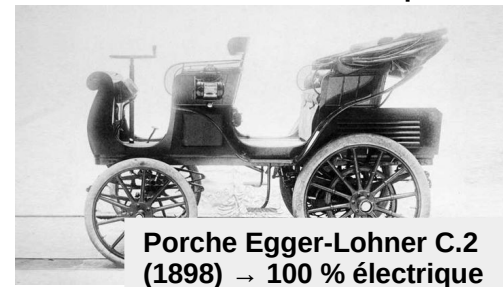
- Les systèmes de chauffe solaire (cuisson, métallurgie, artisanat ...)
- La traction animale, les moulins à eau et à vent avec des roulement à billes et de l'assistance électrique ?

→ Marine marchande à voile

- Cadres à aiguilles avec des caméras numériques ?



- La voiture électrique ?



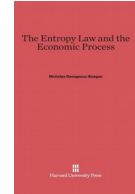
Porche Egger-Lohner C.2 (1898) → 100 % électrique

Clef 2 : Penser de nouvelles ressources (durables)

Définition :

Des ressources dont l'exploitation n'excède pas les limites planétaires (parce que renouvelables, recyclables, réparables, etc.)

Références



N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process* (1971)

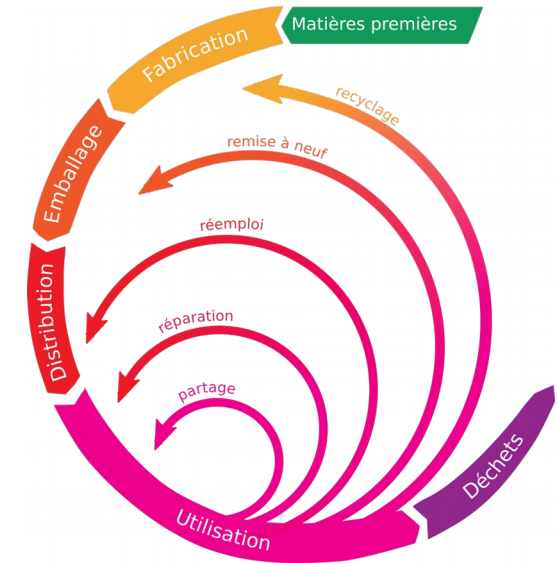
Allen V. Kneese, *The Economics of Natural Resources* (1988)

Exemple

Revoir la place du bois



Les déchets sont des ressources : Principe de la permaculture et de l'économie circulaire



➡ Penser la ressource comme une contrainte

Clef 3 : Penser la non-mesure

Définition :

Nous parlons ici de dimensionner et planifier une expérience d'accès à de la connaissance en acceptant des zones inexplorées. L'homme met trop de pression sur l'environnement et l'existence de zones d'ombre doivent être acceptées. Leur existence devient un défi pour la Science du futur. (Cette clef ne doit pas être confondue avec le travail sur les mesures manquantes ou à venir !)

Exemple

- Zones inexplorées et non-mesures ?
- Inversion des dynamiques de maillage des réseaux d'observation : contraction plutôt qu'expansion
→ Quelles conséquences pour l'instrumentation du futur ?
- Développer une culture de gestion de l'incertain et de la prise de décision avec de l'information manquante ?
(cf systèmes chaotiques déterministes mais non prévisibles)



Clef 4 : La collaboration avec le vivant

Définition :

Le vivant fait partie intégrante du milieu, au même titre que la ressource. C'est une contrainte que la recherche peut prendre en compte dans la conception et l'utilisation de dispositifs expérimentaux.

Exemple

Sondes non invasives pour animaux

Transport de charges

Sève des arbres et micro-courants

Bioindicateurs

Penser l'ingénierie instrumentale au-delà des dispositifs inorganiques

Références



1934



Clef 5 : La synergie High-tech / Low-tech

Definition :

Adopter une démarche low-tech ne signifie pas un rejet aveugle de la high-tech. Mais alors quelle est sa place ? Celle-ci, mobilisée lorsque nécessaire et avec parcimonie doit trouver sa place.

Exemple

➔ Identification, à partir d'une photo, d'un état physico-chimique relatif par colorimétrie calibrée

1 – Construction d'une base de donnée reliant la couleur vraie à l'état physico-chimique :
Utilisation en laboratoire d'une instrumentation d'analyse physico-chimique high-tech

2 - Application sur le terrain : prise d'image avec un appareil photo standard

3 – Lecture physico-chimique grâce à la base de données référence

Capitalisation de connaissance
(high-knowledge)
→ mobilisation intensive de ressources



Déploiement extensif de
l'instrumentation
→ faible impact



The Caliphoto Method
F. Foucher et al.
Inventions 2019, 4, 67
[doi:10.3390/inventions4040067](https://doi.org/10.3390/inventions4040067)

➔ Réseau de proxy ?

Clef 6 : La vision systémique (de la *Sustainability Science*)

Définition :

La science de la durabilité est transdisciplinaire, *problem-driven* et a pour objectif principal la compréhension et la gestion des socio-écosystèmes complexes. Elle requiert donc une vision **holistique** des problèmes que l'on cherche à résoudre, et des solutions envisagées.

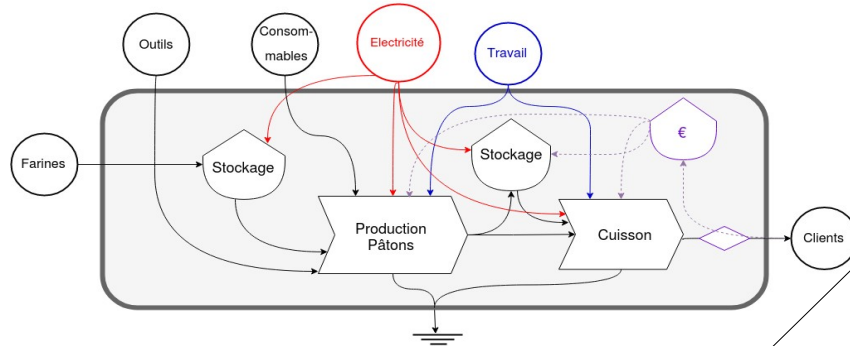
Références

Howard T. Odum, *Environment, Power, and Society* (1971)



Analyse de flux énergétiques, ressources matérielles, humaines et monétaires

De l'électricité ...

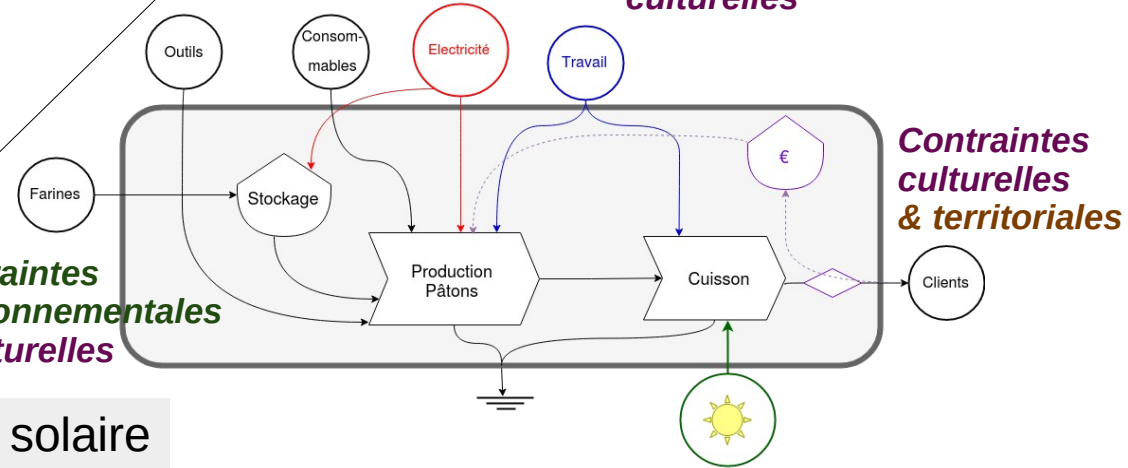


Contraintes environnementales & culturelles

... vers le solaire

Contraintes environnementales

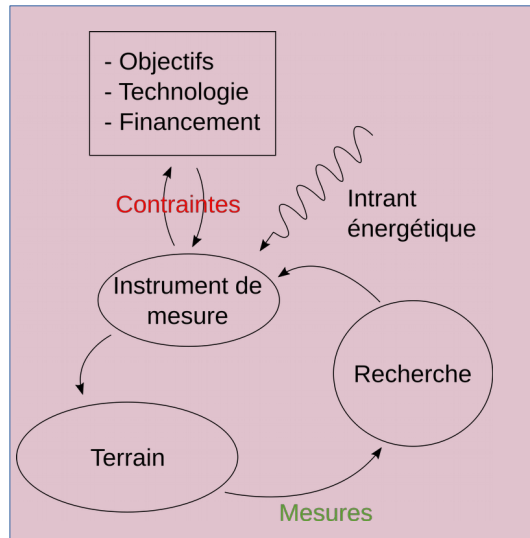
Contraintes culturelles



Contraintes techniques & environnementales & territoriales

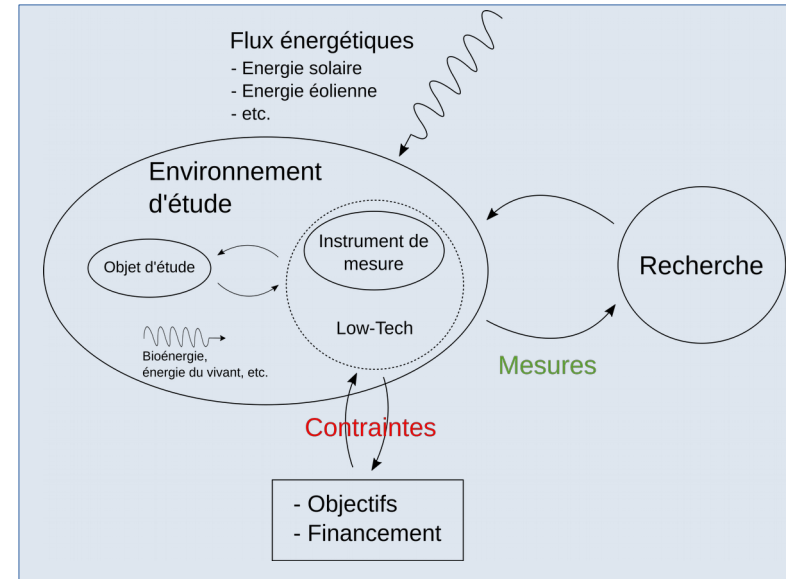
Quelle instrumentation low-tech pour une activité de recherche durable ?

Approche classique



Contraintes technico-économiques

Approche durable réaliste



Contextualisation de l'instrumentation → + contraintes environnementales internes au système

Faire ce que l'on veut au mieux



Faire ce que l'on peut au mieux

- Quel régime technologique pour une Recherche durable ?
- Quelle méthodologie pour répondre à cette question ?

La low-tech dans la recherche de demain :

1. Une *démarche* (durable) et pas une finalité

- Questionnement du besoin, ↗ utilité sociale, accessibilité, convivialité
- Valeur relative → ex. des transports : prendre le train plutôt que l'avion ; fret fluvial plutôt que le train

2. Un défi intellectuel et une question scientifique légitime (et pas une « sous-science »)

- Science de la durabilité → transdisciplinarité, science des systèmes complexes
- Ex. du concept H2MIRS et méta-recherche (Espace-DEV)

3. Repenser nos stratégies d'accès à la connaissance

- Repenser la temporalité → low-tech et Slow Science
- Penser la non-mesure
- Smart automatique vs. Smart heuristique

Quelle instrumentation low-tech pour une activité de recherche durable ?

Des clefs et concepts généraux pour guider, initier et émuler (mais pas limiter) les ateliers du séminaire



Feedback, perceptions, critiques, interactions et co-construction

Merci pour votre attention !

This work is licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Please cite as:

“G. Guimbretière, B. Pillot.

La démarche low-tech : vers une Recherche durable -

Atelier Low-COAST - 8, 9 septembre 2022 - Plouzané

”