

Power systems 2050: guidelines for design

Présentation du projet



Nicolas RAILLARD
Chargé de Projet

www.theshiftproject.org

06/02/2018

Contexte énergétique

- **Union européenne**

- Un mix d'énergie primaire très carboné (42% pétrole, 25% gaz, 14% charbon)
- Une dépendance énergétique importante

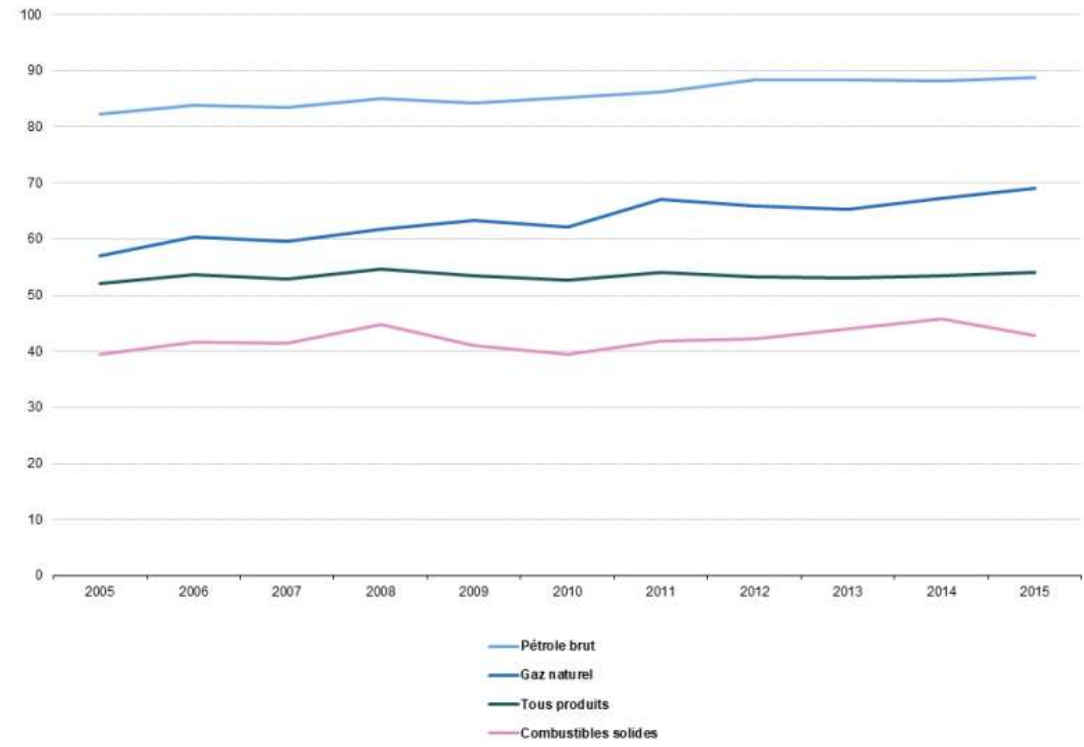
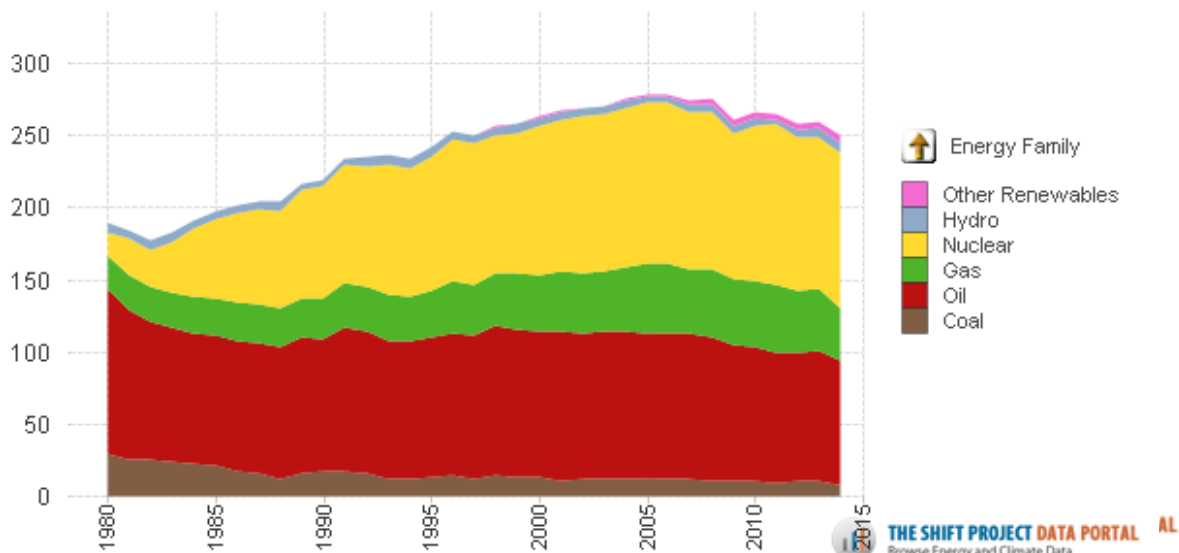


- **France**

- Un parc nucléaire vieillissant (moyenne d'âge 34 ans)
- Effet falaise



Primary Energy Consumption (EU27, Mtoe)
Primary Energy Consumption (France, Mtoe)



Source: Eurostat (codes des données en ligne: nrg_100a, nrg_102a et nrg_103a)

Contexte politique

- **Union européenne**
 - Paquet énergie-climat de 2008 : objectif des 3x20 pour 2020
 - Nouveau paquet en 2014 : objectifs pour 2030
 - Grandes orientations pour 2050 : neutralité carbone
 - Libéralisation du marché de l'électricité

- **Allemagne**
 - Débat sur la sortie du nucléaire de depuis 25 ans
 - Sortie du nucléaire d'ici 2022
 - Energy Concept

- **France**
 - Loi POPE en 2005 :
 - 21% de l'électricité ENR en 2010,
 - programmes de recherche sur le stockage, les ENR, la CCS
 - Grenelle de l'Environnement (2007), DNTE (2013)
 - LTECV (2015)

Targets of the Energiewende

Table 7

	2020	2025	2030	2035	2040	2050
		2025	2030			2050
GES (vs 1990)			-40%			Facteur 4
Conso énergie finale (vs 2012)			-20%			-50%
Prod ENR dans électricité			40%			
Production nucléaire dans électricité		50%				
Reduction of energy use in transport sector (against 2005)	10%					40%

Les scénarios - Monde

- **World energy outlook par l'AIE**

- Tous les ans, depuis 1977
- Scénario « current policy »
- Scénario « new policy »
- Scénario « sustainable development » (ex « 450 »)



- **Energy [r]evolution par Greenpeace**

- Tous les 2 ans, depuis 2005
- Un scénario référence « current policy » de l'AIE
- Un scénario E[r] « basique » (83% d'ENR)
- Un scénario E[r] « avancé » (100% d'ENR)

GREENPEACE

- **World energy scenarios, par le World Energy Council**

- Un scénario Modern Jazz : économies ouvertes, gestion du réchauffement par les marchés et la technologie, mondialisation
- Un scénario Unfinished Symphony : coopération internationale forte, régions unifiées, économie circulaire, action de mitigation forte
- Un scénario Hard Rock : replis vers le national, sécurité et défense, indépendance énergétique, recherche de croissance nationale



Les scénarios - Europe

- **La Roadmap 2050 par la European Climate Foundation**
 - Scénario 80% ENR
 - Scénario 60% ENR
 - Scénario 40% ENR
- **Les scénarios de la Commission européenne**
 - Scénario référence
 - Scénario current policy initiative
 - 6 scénarios de mesures de décarbonation
- **Extension de scénario par EDF**
 - Analyse du scénario « High RES » de la CE 2011 à l'année 2050



Les scénarios - France

- **Le bilan prévisionnel de RTE**

- Tout les deux ans, avec mise à jour de la capacité de production l'année suivante
- Un scénario Ohm à 2025, qui respecte l'objectif de 50% de production nucléaire
- Un scénario Ampère à 2035, qui remplace le nucléaire à hauteur de l'apport des ENR
- Un scénario Hertz à 2035, qui remplace le nucléaire à hauteur de l'apport ENR + fossile
- Un scénario Volt à 2035, avec un fort développement ENR
- Un scénario Watt à 2035, avec sortie du nucléaire à 40 ans



- **Les scénarios Vision de l'ADEME**

- Vision 2030, qui analyse l'impact de mesures ambitieuses d'ici 2030
- Vision 2030-2050, normatif, pour étudier l'impact de respecter le facteur 4
- Ces scénarios ont été mis à jour en 2017

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

- **Le scénario 100% ENR de l'ADEME**

- Une dizaine de scénarios mettant en jeu de 40% à 100% d'ENR dans le mix électrique

Des controverses universitaires internationales

- **Jacobson et al vs Clack et al**



Cite this: *Energy Environ. Sci.* 2015, 8, 2093

100% clean and renewable wind, water, and sunlight (WWS) all-sector energy roadmaps for the 50 United States†

Mark Z. Jacobson,^{a*} Mark A. Delucchi,^d Guillaume Bazouin,^a Zack A. F. Bauer,^a Christa C. Heavey,^a Emma Fisher,^a Sean B. Morris,^b Diniana J. Y. Piekutowski,^a Taylor A. Vencill^a and Tim W. Yeskoo^a

Evaluation of a proposal for reliable low-cost grid power with 100% wind, water, and solar

Christopher T. M. Clack^{a,b,1,2}, Staffan A. Qvist^c, Jay Apt^{d,e}, Morgan Bazilian^f, Adam R. Brandt^g, Ken Caldeira^h, Steven J. Davisⁱ, Victor Diakov^j, Mark A. Handschy^{k,l}, Paul D. Hines^l, Paulina Jaramillo^l, Daniel M. Kammen^{m,n,o}, Jane C. S. Long^o, M. Granger Morgan^d, Adam Reed^q, Varun Sivaram^r, James Sweeney^{s,t}, George R. Tynan^u, David G. Victor^{v,w}, John P. Weyant^{x,y}, and Jay F. Whitacre^z

Stanford professor files \$10 million lawsuit against scientific journal over clean energy claims

By Chris Mooney November 1, 2017 [Email the author](#)



M
Li
Delucchi to

Evaluation of a proposal for reliable low-cost grid power with 100% wind, water, and solar

Christopher T. M. Clack^{1,2,3*}, Staffan A. Qvist⁴, Jay Apt^{5,6}, Morgan Bazilian⁷, Adam Brandt⁸, Ken Caldeira⁹, Steven J. Davis¹⁰, Victor Diakov¹¹, Mark Handschy^{2,12}, Paul Hines¹³, Paulina Jaramillo⁷, Daniel M. Kammen¹⁴⁻¹⁶, Jane C. S. Long¹⁷, M. Granger Morgan⁵, Adam Reed¹⁸, Varun Sivaram¹⁹, James Sweeney^{20,21}, George R. Tynan²², David G. Victor^{23,24}, John P. Weyant²⁵, and Jay F. Whitacre⁵

- **« Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems »**



Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems

B.P. Heard^{a,*}, B.W. Brook^b, T.M.L. Wigley^{c,*}, C.J.A. Bradshaw^d

^a University of Adelaide, Adelaide, South Australia 5005, Australia
^b University of Tasmania, Private Bag 55, Hobart, Tasmania 7001, Australia
^c National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO 80502, USA
^d Flinders University, GPO Box 2100, South Australia 5001, Australia

Response to 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems'

T. W. Brown^{a,*}, T. Bischof-Niemz^b, K. Blok^c, C. Breyer^d, H. Lund^e, B.V. Mathiesen^f

^a Frankfurt Institute for Advanced Studies, Ruth-Moufang-Straße 1, 60438 Frankfurt am Main, Germany
^b Energy Centre, Council for Scientific and Industrial Research, Meiring Naude Road, Pretoria, South Africa
^c Lappeenranta University of Technology, School of Energy Systems, Skinnarilankatu 34, 53850 Lappeenranta, Finland
^d Delft University of Technology, Chair of Energy Systems Analysis, Faculty Technology, Policy and Management, Affiliatum 5, 2628 BX Delft, The Netherlands
^e Department of Development and Planning, Aalborg University, Rendbojsgade 14, 9000 Aalborg, Denmark
^f Department of Development and Planning, Aalborg University, A.C. Meyers Vang 15, 2450 Copenhagen SV, Denmark

soc-ph/17 Sep 2017

Abstract

A recent article 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems' claims that many studies of 100% renewable electricity systems do not demonstrate sufficient technical feasibility, according to the authors' criteria. Here we analyse the authors' methodology and find it problematic. The feasibility criteria chosen by the authors are important, but are also easily addressed at low cost, while not affecting the main conclusions of the reviewed studies and certainly not affecting their technical feasibility. A more thorough review reveals that all of the issues have already been addressed in the engineering and modelling literature. Nuclear power, as advocated by some of the authors, faces other, genuine feasibility problems, such as the finiteness of uranium resources and a reliance on unproven technologies in the medium- to long-term. Energy systems based on renewables, on the other hand, are not only feasible, but already economically viable and getting cheaper every day.

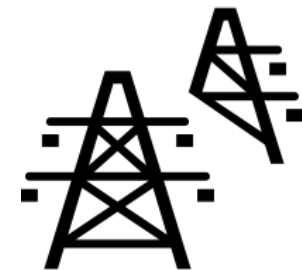
Keywords: renewables, wind power, solar power, power transmission, ancillary services, reliability

Une grande variété de scénarios

- **Des objectifs différents**
 - Court-terme : processus de décision visés, public-cible
 - Long-terme : « informer », donner une direction particulière au système électrique...
- **Des approches différentes**
 - Normatif / backcasting
 - Exploratoire politique
 - Exploratoire énergétique
 - Prospectif
 - Optimisation
- **Des périmètres du système différents**
 - Géographiques
 - Temporel
 - Sectoriel
- **Des impacts analysés différents**
- **Des modèles différents**

Qu'est-ce qu'un scénario?

- **La description d'un monde cohérent, diffusée auprès d'un public-cible. Ce monde cohérent est délimité par un périmètre géographique, un horizon temporel, et un périmètre sectoriel.**
- **Le but d'un scénario est de changer les comportements/discours de ceux qui en prennent connaissance (directement, ou par d'autres medias), idéalement le public-cible.**
 - Qu'ils lisent / prennent connaissance du scénario
 - Et, prioritairement, que leurs comportements/ décisions/ discours changent après cette prise de connaissance
 - Un décideur politique change ses décisions ou discours
 - Un citoyen change ses comportements ou discussions sur le sujet
 - Une entreprise adapte sa stratégie ou ses communications
- **Le but final d'un scénario sur un système électrique est de le faire évoluer dans la « bonne » direction**
 - Par des informations nouvelles et/ou
 - Par des recommandations
- **Un scénario se compose d'un rapport, qui peut être accompagné d'un site internet, de données interactives, de données ouvertes, d'inforgraphies, de vidéos etc.**



Objectifs du Groupe de Travail

- **Produire un référentiel méthodologique**
 - « Un bon scénario devrait... »
- **Produire une grille d'analyse synthétique**
 - Permettre au lecteur de voir rapidement les points sur lesquels la publication répond au référentiel et les points sur lesquels elle ne se penche pas
- **Diffuser et faire adopter ce référentiel et cette grille, notamment par les scénaristes**
 - Co-construction du référentiel avec des acteurs référence
 - Trouver le « bon niveau » d'exigence
 - **Utilité du référentiel pour les producteurs de scénarios et leurs lecteurs**
 - **Degré de flexibilité et de créativité suffisant pour les producteurs de scénarios**

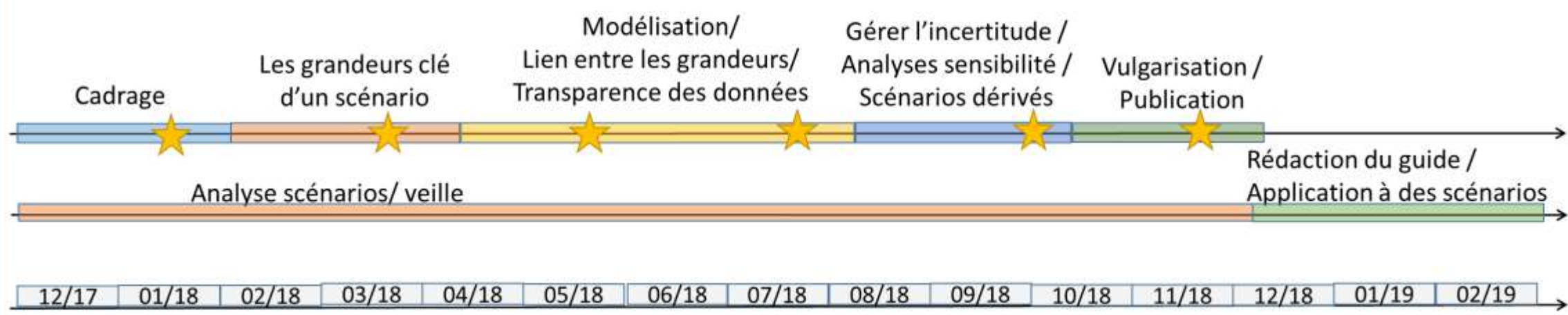


Le Groupe de Travail

- **Christophe Bonnery** – directeur prospective et économie, ENEDIS
- **Patrick Criqui** – directeur de recherche émérite au Laboratoire d'économie appliquée de Grenoble
- **Robin Girard** – enseignant chercheur en énergies renouvelables et systèmes énergétiques, Sophia Antipolis et Mines ParisTech
- **Tanguy Le Guen** – associé sénior au sein de la division stratégie d'ENGIE
- **Robert Lowe** – directeur adjoint de l'Energy Institute de University College of London
- **Jacques Percebois** – professeur émérite à l'Université de Montpellier, directeur du Centre de recherche en économie et droit de l'énergie
- **Dimitri Pescia** - associé senior chargé de la coopération énergétique européenne à AgoraEnergiewende
- **Pedro Prieto** - vice-président de l'association pour l'étude des ressources énergétiques, AEREN
- **Vera Silva** – directeur de programme de recherche au sein de la division R&D, EDF
- **Philippe Torrion** - ex-directeur innovation et stratégie, EDF

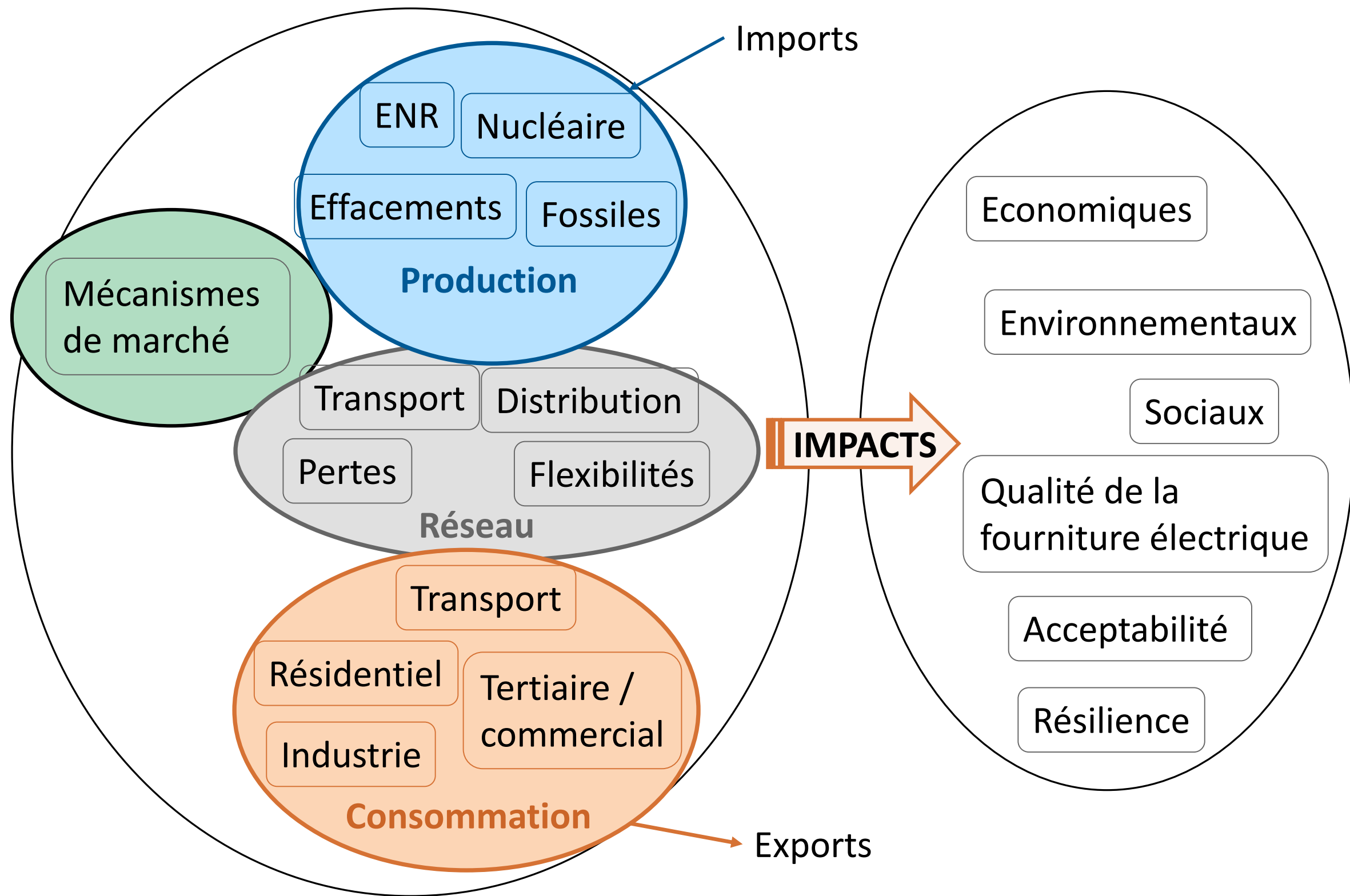
Les étapes de travail

Programme prévisionnel



★ Réunion du groupe de travail

Des sujets à traiter...



Merci pour votre attention



www.theshiftproject.org