

21. Les perspectives énergétiques

21.1 – Perspectives énergétiques et scénarios

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

Département de génie mécanique

Tanguy Lunel, M.ing.

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Méthodologies de construction
- Faites votre scénario
- Conclusion

Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Méthodologies de construction
- Faites votre scénario : En-ROADS
- Les perspectives énergétiques du WEO depuis 2006 : une revue
- Conclusion

Introduction et objectifs de la capsule

- Le module 21 a pour but de présenter plusieurs perspectives énergétiques proposées par différents organismes.
- Pour comprendre ces perspectives, il faut néanmoins être capable de comprendre comment sont faites les projections et sur quelles hypothèses elles reposent.
- Ce faisant, il sera possible d'être critique des hypothèses ou de la méthode, et finalement de formuler un avis sur la vraisemblance des résultats proposés.

Introduction et objectifs de la capsule

- Le thème 21.1 consiste donc à donner un aperçu de certaines méthodologies de construction de projection.
- Ce domaine est néanmoins riche et large, et il faut rester modeste, nous ne deviendrons pas des experts des prévisions énergétiques.

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Méthodologies de construction***
- Faites votre scénario : En-ROADS
- Les perspectives énergétiques du WEO depuis 2006 : une revue
- Conclusion

Méthodologie de construction

- Terminologie :
 - Prédiction : désigne un résultat attendu issu d'un modèle scientifique validé.
 - Prévision : se distingue de la prédiction par le fait que le modèle utilisé est moins fiable, moins vérifié, ou que les hypothèses utilisées sont plus larges, moins ciblées.
 - Scénario : ni une prédiction du futur, ni une prévision, mais une **image possible** de ce que l'avenir peut réserver.

Méthodologie de construction

- Un scénario est fondé sur un jeu cohérent d'hypothèses;
- Un scénario peut être **descriptif** (évolution plausible du secteur énergétique compte tenu des hypothèses formulées) ou **normatif** (l'évolution considérée répond à un idéal sociétal, évolution telle qu'elle « devrait » être);
- L'IEA, BP, l'IRENA, Exxon Mobil, Bloomberg se livrent tous à cet exercice de création de scénarios;
- Au Québec, l'IET (Institut d'Énergie Trottier) développe des **scénarios normatifs** d'évolution du secteur énergétique.

Méthodologie de construction

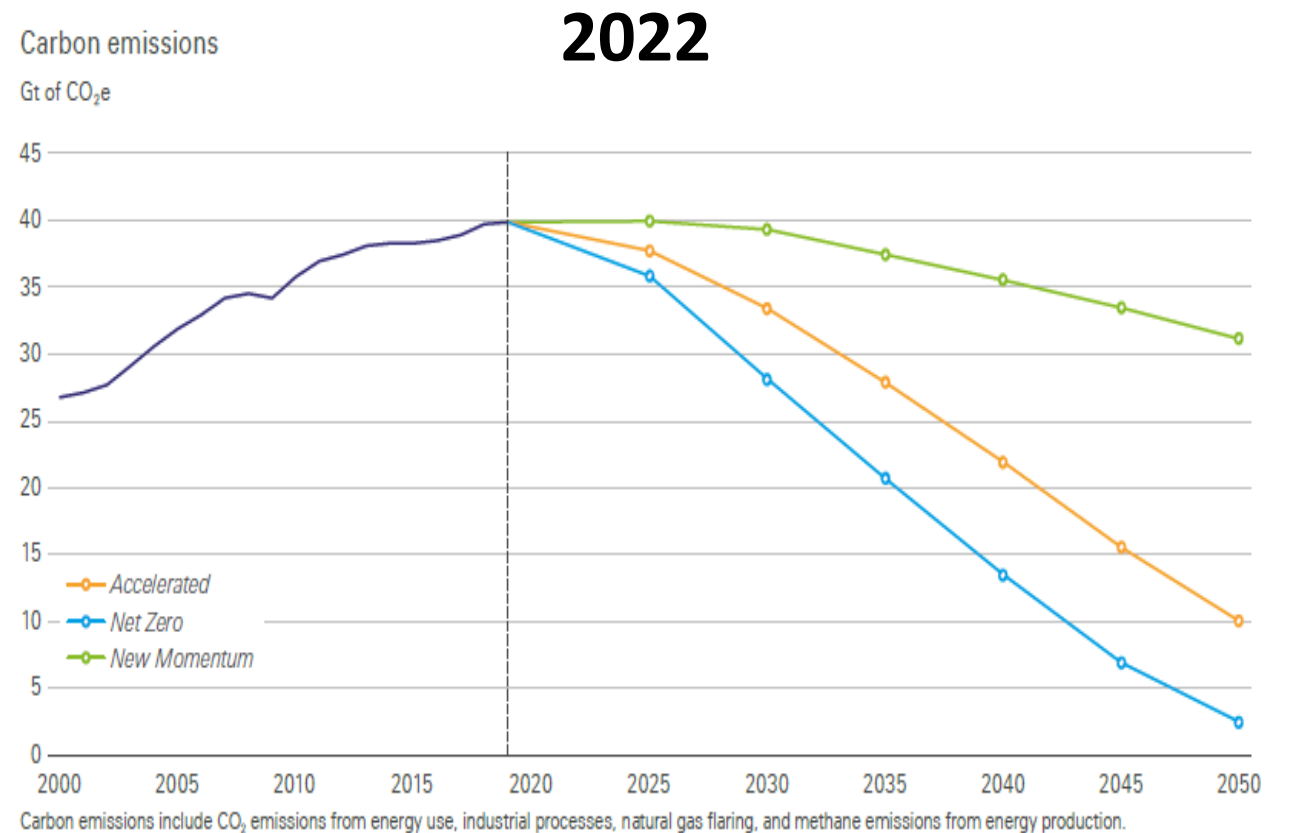
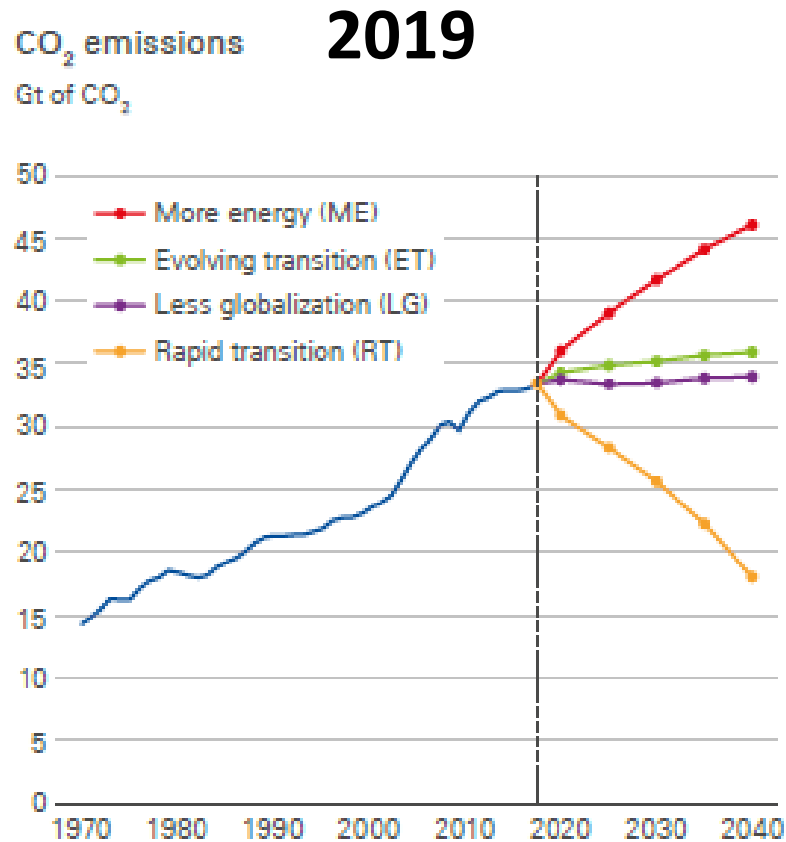
- BP (British Petroleum) Energy Outlook:
 - Ne fournit pas de détails sur la façon dont ils produisent leur scénarios.
 - Le rapport invite à ne pas prendre les scénarios comme des prévisions

The Outlook considers a number of different scenarios. These scenarios **are not predictions** of what is likely to happen or what BP would like to happen. Rather, they explore the possible implications of different judgements and assumptions by considering a series of “what if” experiments. The scenarios consider only a tiny sub-set of the uncertainty surrounding energy markets out to 2040; they do not provide a comprehensive description of all possible future outcomes.

For ease of explanation, much of the Outlook is described with reference to the ‘Evolving transition’ scenario. But that does not imply that the probability of this scenario is higher than the others. Indeed, the multitude of uncertainties means the probability of any one of these scenarios materializing exactly as described is negligible. The Energy Outlook is produced to aid BP’s analysis and decision making, and is published as a contribution to the wider debate. But the Outlook is only one source among many when considering the future of global energy markets. BP considers the scenarios in the Outlook, together with a range of other analysis and information, when forming its long-term strategy.

Méthodologie de construction

- BP (British Petroleum) Energy Outlook:
 - Les figures suivantes montrent bien la variabilité des différents scénarios



Méthodologie de construction

- Agence Internationale de l'Énergie (AIE) :
 - Fournit un scénario normatif : le Sustainable Development Scenario (abrégé en SDS dans nombre de leur publications), qui permettrait de respecter l'accord de Paris en restant sous les 2°C degrés Celsius de réchauffement et de remplir les objectifs de développement durable de l'ONU en même temps.
 - Construit un certain nombre de scénarios autres avec le modèle TIMES développé par leur programme ETSAP.

Méthodologie de construction

- AIE - ETSAP (Energy Technology Systems Analysis Program):
 - Programme de l'Agence Internationale de l'Énergie datant de 1978 visant à développer des outils de modélisation énergétique en accès libre;
 - Permet de conduire des analyses regroupant des paramètres techniques, économiques et environnementaux;
 - Fournit une plateforme commune aux pays pour examiner l'évolution possible de leurs systèmes énergétiques en réponse à des développements technologiques et des politiques énergétiques ou climatiques;
 - Utilisateurs : gouvernements, universités, industries et firmes-conseils;
 - Développe le modèle TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System)
 - Détails: <https://iea-etsap.org/index.php/etsap-tools/model-generators/times> et code accessible sur github: https://github.com/etsap-TIMES/TIMES_model

Méthodologie de construction

- Modèles MARKAL / TIMES:
 - The principle insights generated from TIMES are achieved through scenario analysis. A **reference energy scenario** is generated first by running the model in the absence of any policy **constraints**. These results from the reference scenario are not normally totally aligned to national energy forecasts (generated by simulating future energy demand and supply), mainly because TIMES optimizes the energy systems providing a least cost solution.
 - A second scenario is then established by imposing a single (or many) policy constraint on the model (e.g. minimum share of renewable energy, maximum amount of GHG emissions or minimum level of energy security) and the model generates a different least cost energy system with different technology and fuel choices.

Méthodologie de construction

- Modèles MARKAL / TIMES:
 - When the results are compared with those from the reference scenario scenario X-reference scenario = difference, the different technology choices can be identified that deliver the policy constraint at **least cost**.
 - Noter que le modèle suppose que le système énergétique final sera celui **coûtant le moins dans son ensemble**.
 - Cette hypothèse est courante en économie orthodoxe, mais est déjà forte au demeurant.
 - Les autres modèles utilisés en interne pour évaluer l'évolution du coût des différentes technologies ne sont très probablement pas fiables à 100% non plus.

Méthodologie de construction

- Canadien Energy Outlook - ESMIA (Energy Super Modelers and International Analyst)
 - ESMIA est une compagnie canadienne de conseil;
 - Développe le modèle NATEM (North American TIMES Energy Model).
 - Une adaptation du modèle TIMES de l'IEA

Méthodologie de construction

- NATEM : North American TIMES Energy Model
 - modèle d'optimisation : comme TIMES, le modèle **minimise** les coûts pour satisfaire des demandes de services énergétiques;
 - suit une approche technico-économique : contient plus de **4500 technologies** caractérisées par des paramètres techniques et économiques.

- NATEM - Canada :
 - se projette à l'horizon **2050**;
 - détaille le système énergétique des **13 provinces et territoires** canadiens.
 - Utilisé dans le « Canadian Energy Outlook »

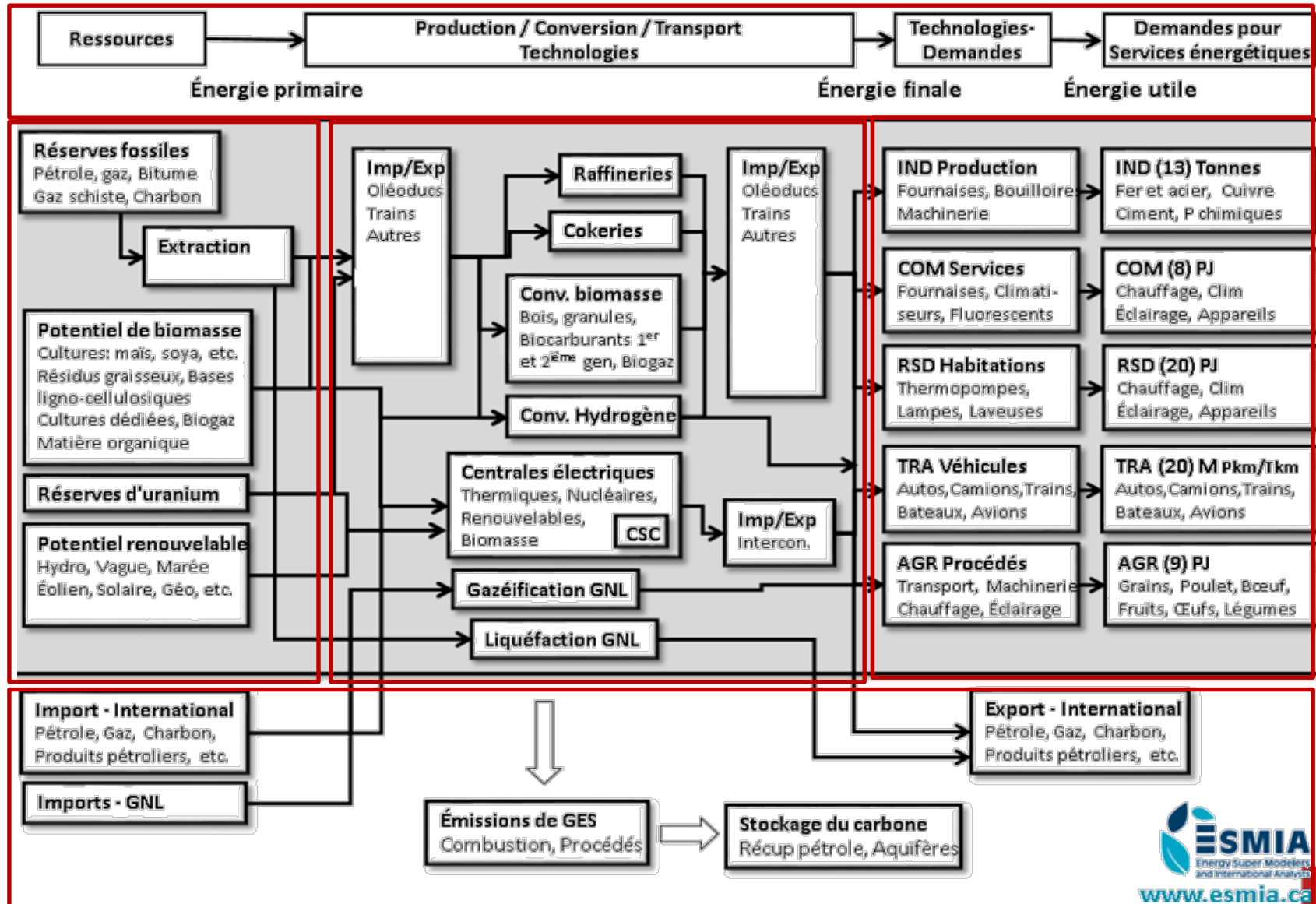
NATEM-Canada

Transformation

Énergie

Ressources

Intrants/
Extrants



Utilisation

Méthodologie de construction

- De nombreux autres modèles de construction de scénarios existent.
- Si les hypothèses des analyses économiques sont plus souvent remises en question, il faut néanmoins voir que même les hypothèses techniques ne font pas forcément l'objet de consensus chez les scientifiques.
 - Exemple : Le fait qu'un réseau électrique puisse être alimenté à 100% par des énergies renouvelables intermittentes est encore très fortement débattu dans la communauté scientifique. Si intéressé, voir les 2 articles suivants:
 - 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems', doi : 10.1016/j.rser.2017.03.114
 - 'Response to 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems'', doi : 10.1016/j.rser.2018.04.113

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Méthodologies de construction
- ***Faites votre scénario : En-ROADS***
- Conclusion

Developed by:

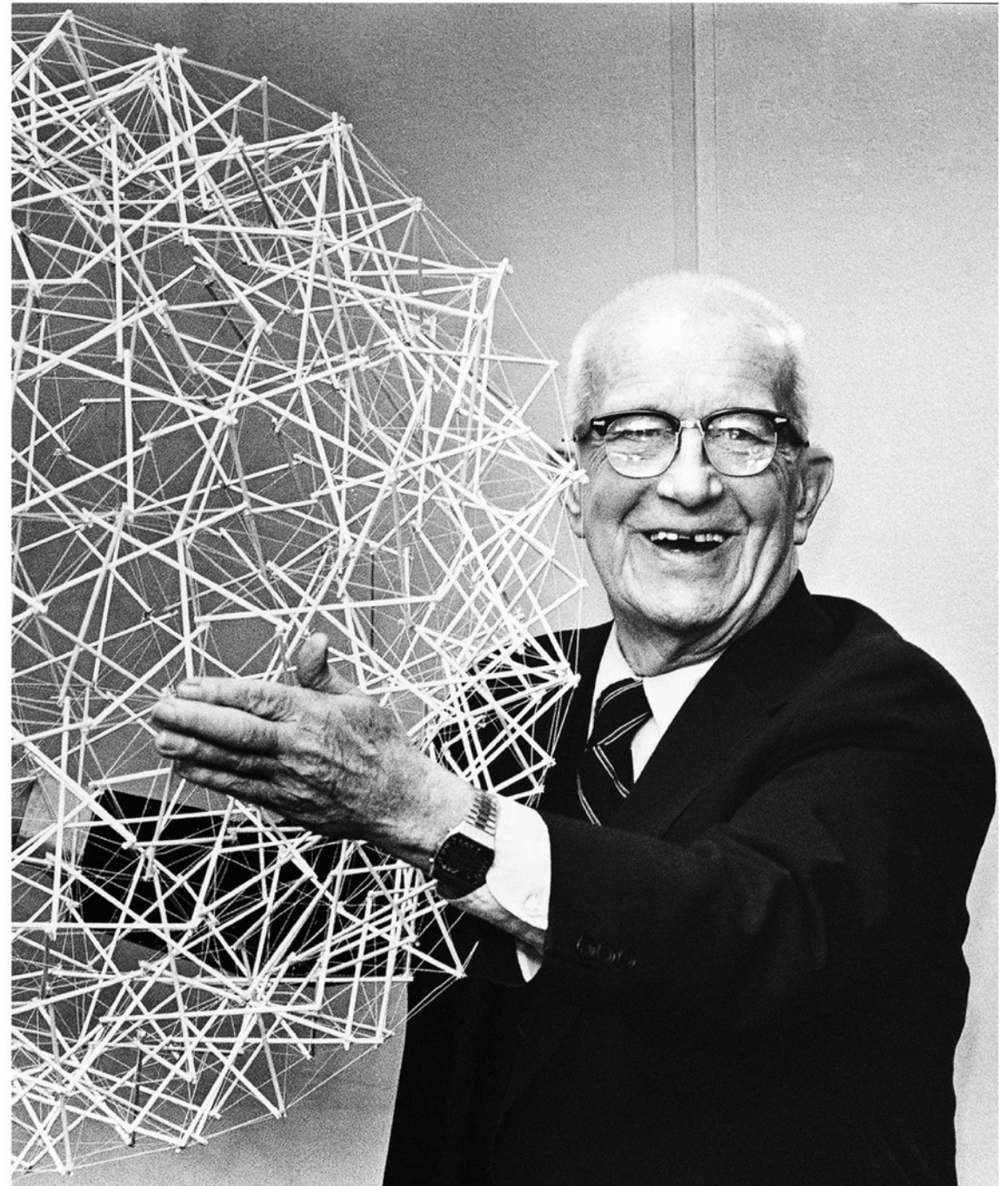
CLIMATE 
 **INTERACTIVE**

MIT
MANAGEMENT

Sustainability
Initiative

“If you want to teach people a new way of thinking, don’t bother trying to teach them. Instead, give them a tool, the use of which will lead to new ways of thinking.”

**- BUCKMINSTER FULLER,
ARCHITECT, VISIONARY 1895-1983**



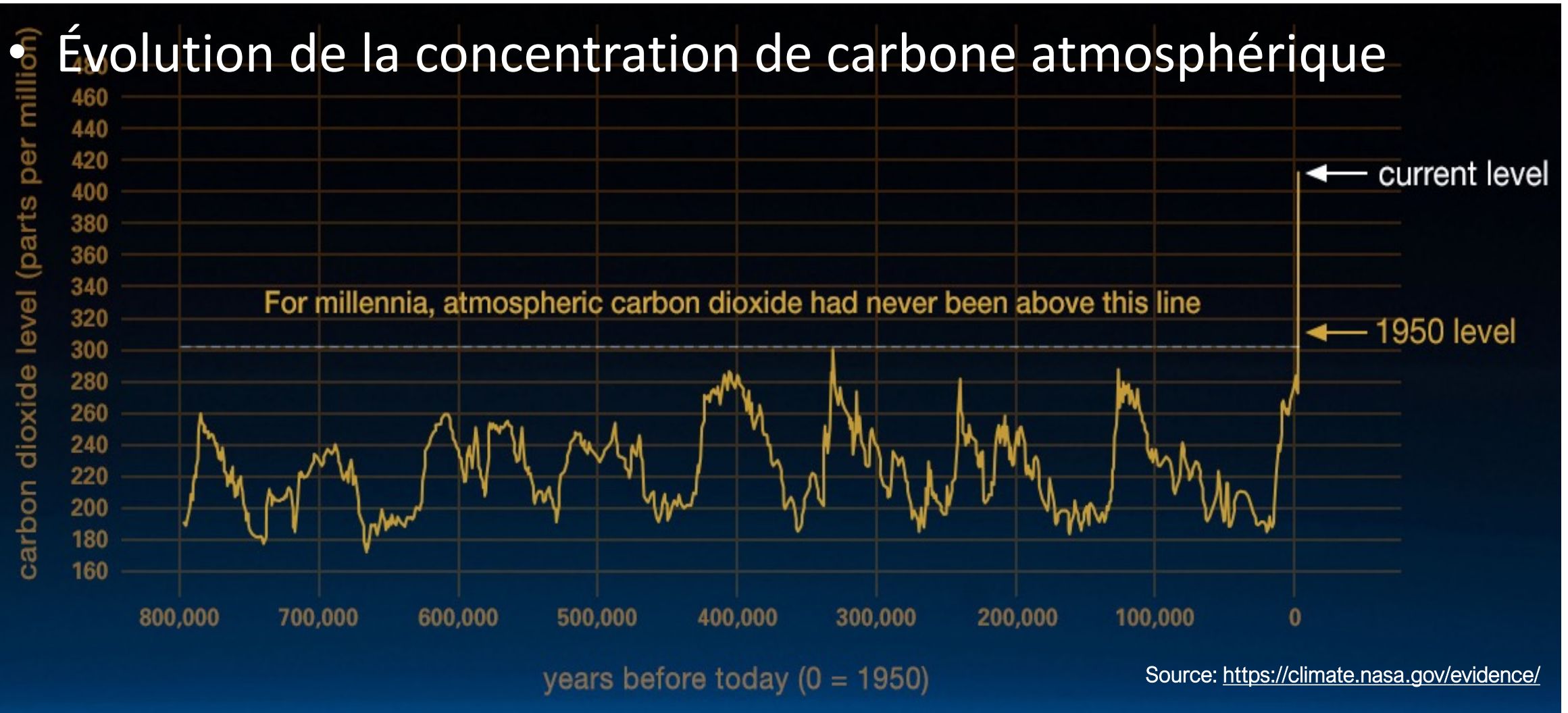
Climate Interactive/MIT simulations:



Over **62,000** participants in **93** countries

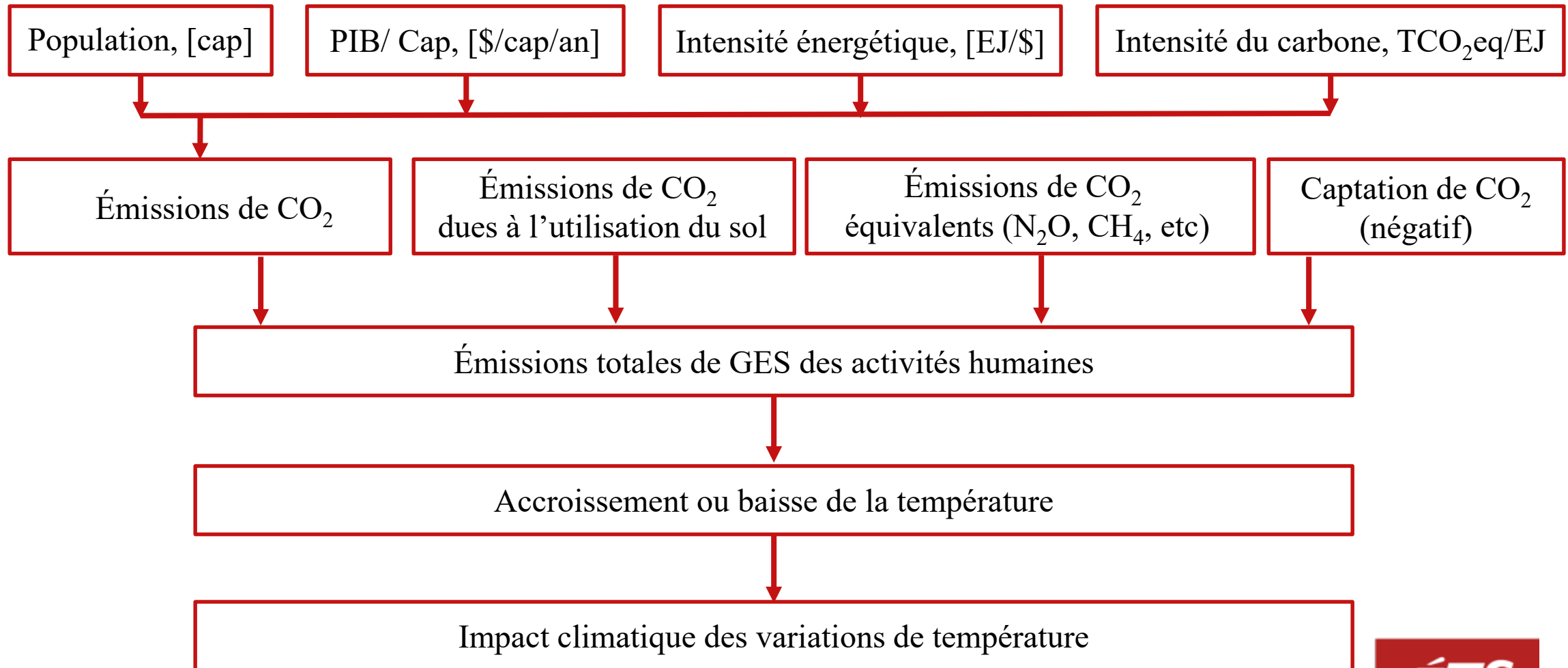
Faites votre scénario : En-ROADS

- Évolution de la concentration de carbone atmosphérique



Faites votre scénario : En-ROADS

- Les éléments des impacts sur le climat



Faites votre scénario : En-ROADS

- En-ROADS:
 - Résultat d'un travail mené par le MIT et une compagnie de conseil Ventana systems.
 - <https://www.climateinteractive.org/tools/en-roads/>
 - *“En-ROADS is a transparent, freely-available policy simulation model that provides policymakers, educators, businesses, the media, and the public with the ability to explore, for themselves, the likely consequences of energy, economic growth, land use, and other policies and uncertainties, with the goal of improving their understanding.”*

Faites votre scénario : En-ROADS

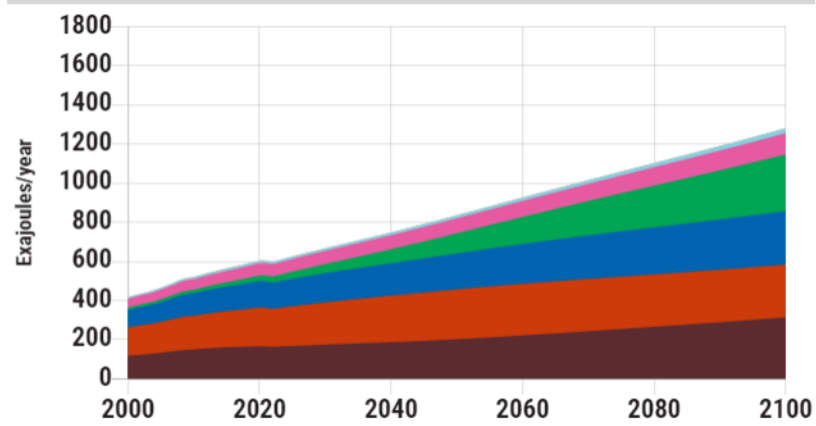
- En-ROADS:
 - Vidéo de formation essentielle:
https://www.youtube.com/watch?v=7Muh-eoPd3g&feature=emb_logo



Faites votre scénario : En-ROADS

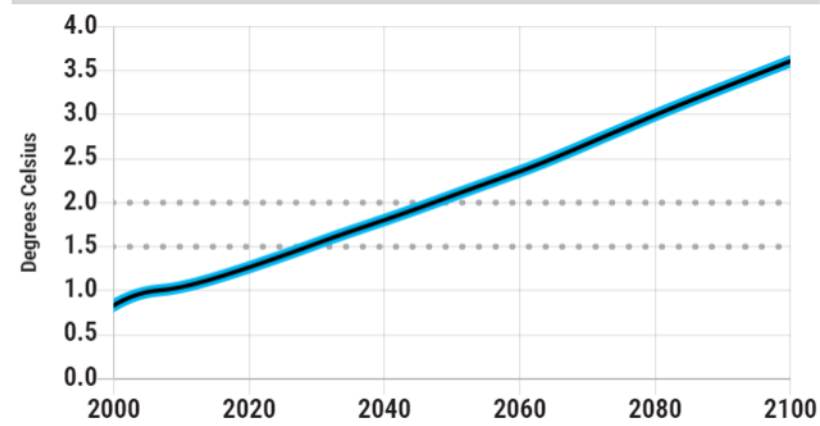


Global Sources of Primary Energy



COAL OIL GAS RENEWABLES BIOENERGY NUCLEAR NEW ZERO

Temperature Change



BASELINE CURRENT SCENARIO

+3.6°C
+6.5°F
Temperature Increase by 2100

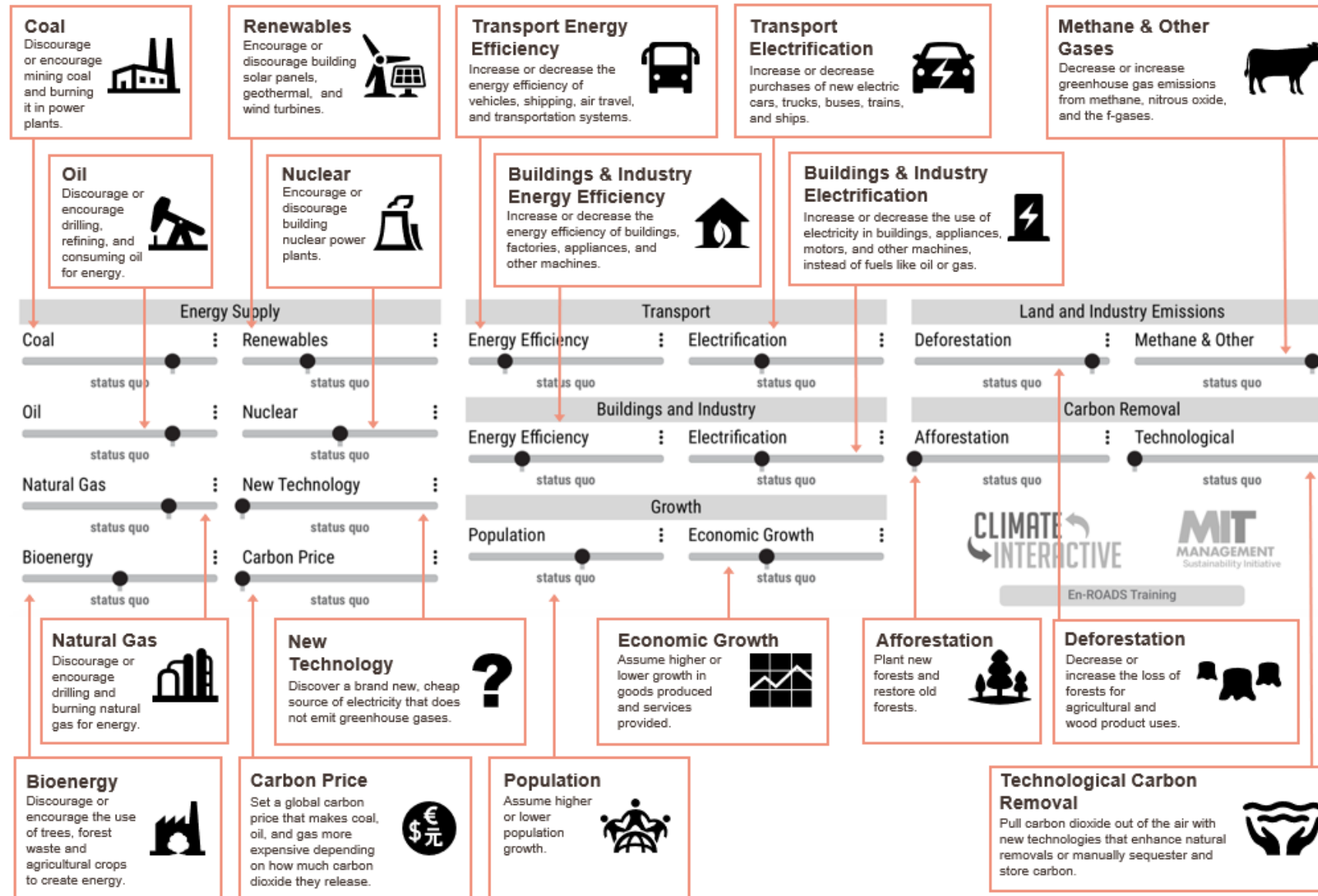
<p>Energy Supply</p> <p>Coal <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Renewables <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Oil <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Nuclear <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Natural Gas <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> New Zero-Carbon <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Bioenergy <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Carbon Price <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p>		<p>Transport</p> <p>Energy Efficiency <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Electrification <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Buildings and Industry</p> <p>Energy Efficiency <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Electrification <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Growth</p> <p>Population <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Economic Growth <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p>		<p>Land and Industry Emissions</p> <p>Deforestation <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Methane & Other Gases <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Carbon Removal</p> <p>Afforestation <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/> Technological <input type="range" value="status quo"/> <input type="checkbox"/></p>	
--	--	---	--	--	--



Register Your En-ROADS Event



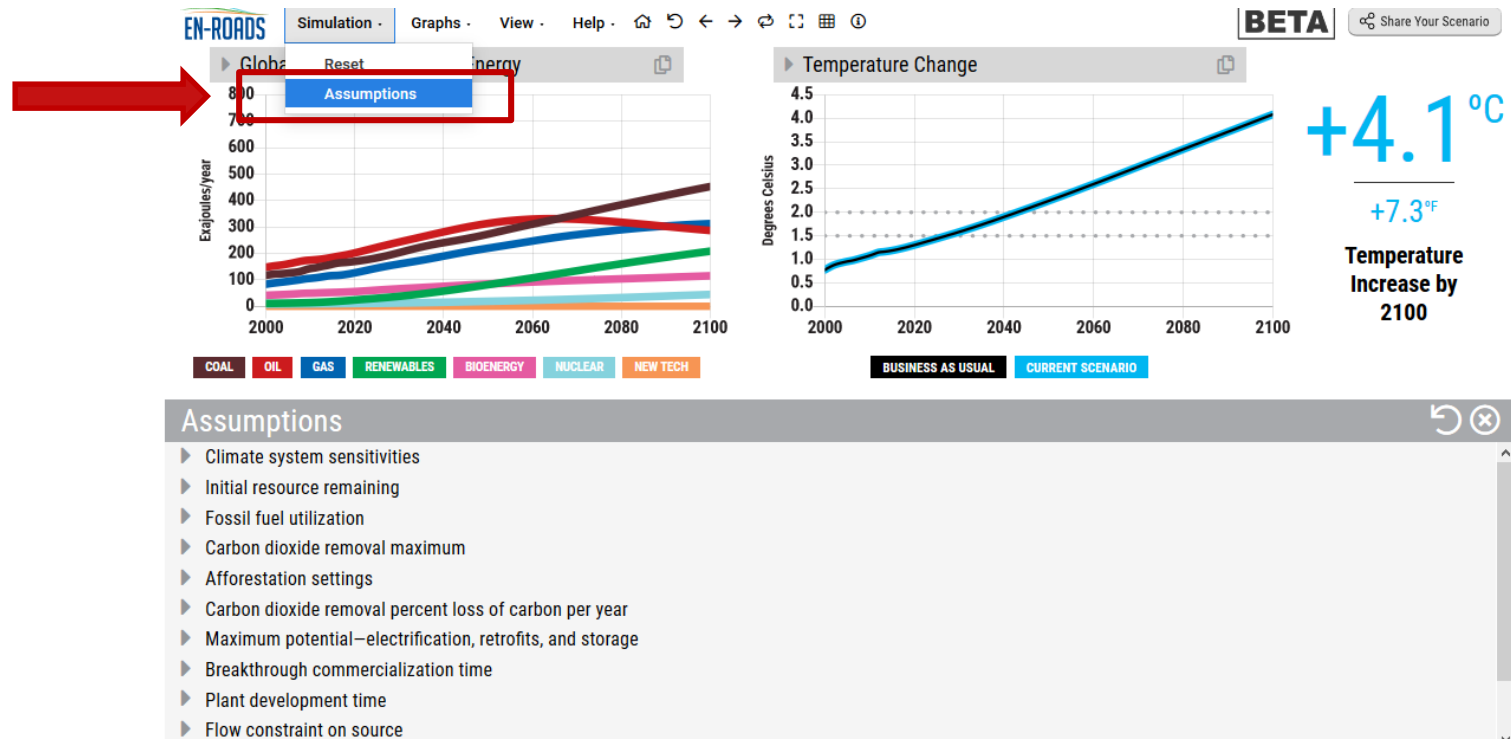
Faites votre scénario : En-ROADS



Faites votre scénario : En-ROADS

- En-ROADS:

- ...Mais permet aussi de consulter et de faire varier les très nombreuses hypothèses qui sous-tendent le modèle (avec sources référencées) :



Faites votre scénario : En-ROADS

- En-ROADS:
 - Cet outil a l'avantage de rendre accessible les nombreuses hypothèses du modèle et de calculer en temps réel l'effet que peuvent avoir certaines actions/politiques sur le climat et sur l'énergie;
 - Cependant, il est bien destiné à un public large non-expert en énergie et climat (typiquement les décideurs) et ne donne pas les intervalles d'incertitudes des résultats (ce qui pourrait laisser penser que ses résultats sont des prédictions).

Faites votre scénario : En-ROADS

- En-ROADS:

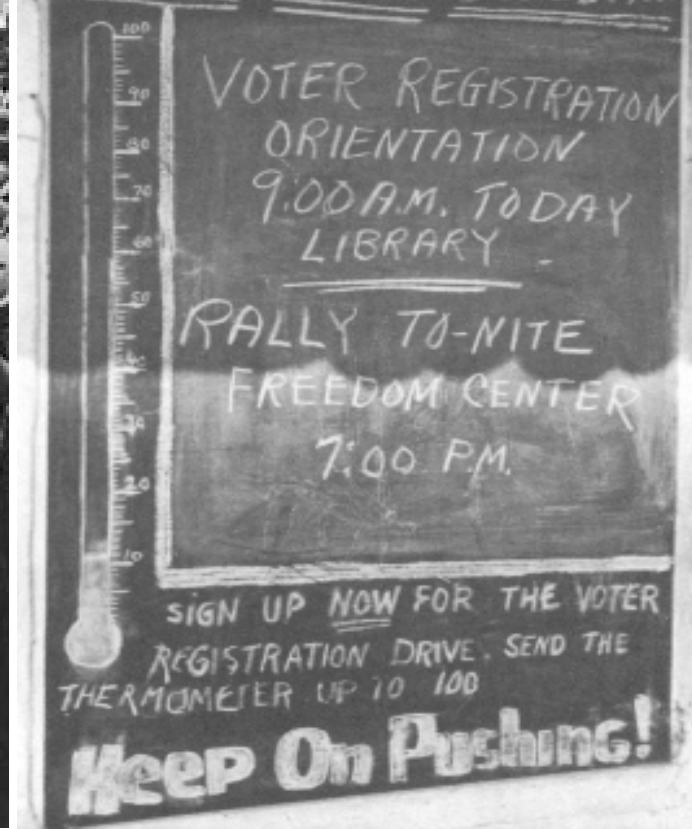
- Si vous désirez devenir un peu plus expert et présenter un projet basé sur cet outil, projet de Radia par exemple, vous pouvez participer au programme de formation plus détaillée:

<https://www.climateinteractive.org/tools/en-roads/landing-page/>



“The world as we have created it is a process of our thinking. It cannot be changed without changing our thinking.”

- Albert Einstein



“Never doubt that a small group of thoughtful, committed citizens can change the world. Indeed, it is the only thing that ever has.”

- Margaret Mead

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Méthodologies de construction
- Faites votre scénario : En-ROADS
- ***Conclusion***

Conclusion

- Les scénarios du futur de l'énergie ne sont ni des prédictions, ni des prévisions.
- Il faut faire des nombreuses hypothèses incertaines pour arriver à produire des résultats.
- La variabilité tant politique qu'économique est une grande inconnue de ces systèmes.

En 2020, une autre inconnue est venue chambarder toute forme de scénario: COVID