



**MEDEAS**  
MODELING THE RENEWABLE ENERGY TRANSITION IN EUROPE



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 691287

Jornades REVO. Barcelona 3-3-18

# Estudi de l'impacte de les actuacions contra el canvi climàtic. Projecte europeu MEDEAS

Jordi Solé

Departament d'Oceanografia Física i Tecnològica.  
Institut de Ciències del Mar i Universitat de Barcelona



- Actuacions contra el canvi climàtic: recomanacions de l'IPCC.
- El projecte MEDEAS: Introducció
- Marc conceptual: els escenaris d'evolució
- Un exemple: el transport a nivell global i Europeu
- Quant ràpida ha de ser la transició?
- Resultats dels models MEDEAS (World i EU)
- Conclusions



## Els límits del creixement

- Les previsions de l'IPCC alerten de diversos riscos:
  - En els ecosistemes singulars
  - Fenòmens climàtics extrems
  - D'impactes distribuïts irregularment
  - Impactes globals agregats (producció d'aliments, recursos hídrics, pèrdua de biodiversitat)
  - Fenòmens singulars de gran escala (efectes en ecosistemes de coralls i Àrtics, pujada del nivell del mar, gel àrtic)
- En aquest context la principal mesura **és la reducció de les emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle (GEH)**.
- Per reduir les emissions **cal passar d'una economia basada en els combustibles fòssils** a una basada en recursos no fòssils.
- La transició a aquesta nova socioeconomia planteja grans interrogants i situacions complexes per gestionar.





## Objectius

- **Desenvolupar una eina de modelització** de polítiques d'avantguarda basada en un enfocament dinàmic del sistema. Ús de models WoLiM, TIMES, LEAP i Anàlisi d'entrada i sortida.
- Ajudar a tancar la bretxa entre **el disseny de polítiques i la implementació del model** i, a continuació, proporcioneu l'anàlisi de suport en qüestions normatives relatives a Energies Renovables (RE), combustibles fòssils i noves formes d'energia.
- Retroalimentació entre el sistema energètic i les variables socioeconòmiques i ambientals.
- Transparència a través d'una **distribució gratuïta d'accés lliure del model** basada en el llenguatge de programació d'accés obert (Python), inclosos cursos gratuïts d'internet i materials d'aprenentatge.





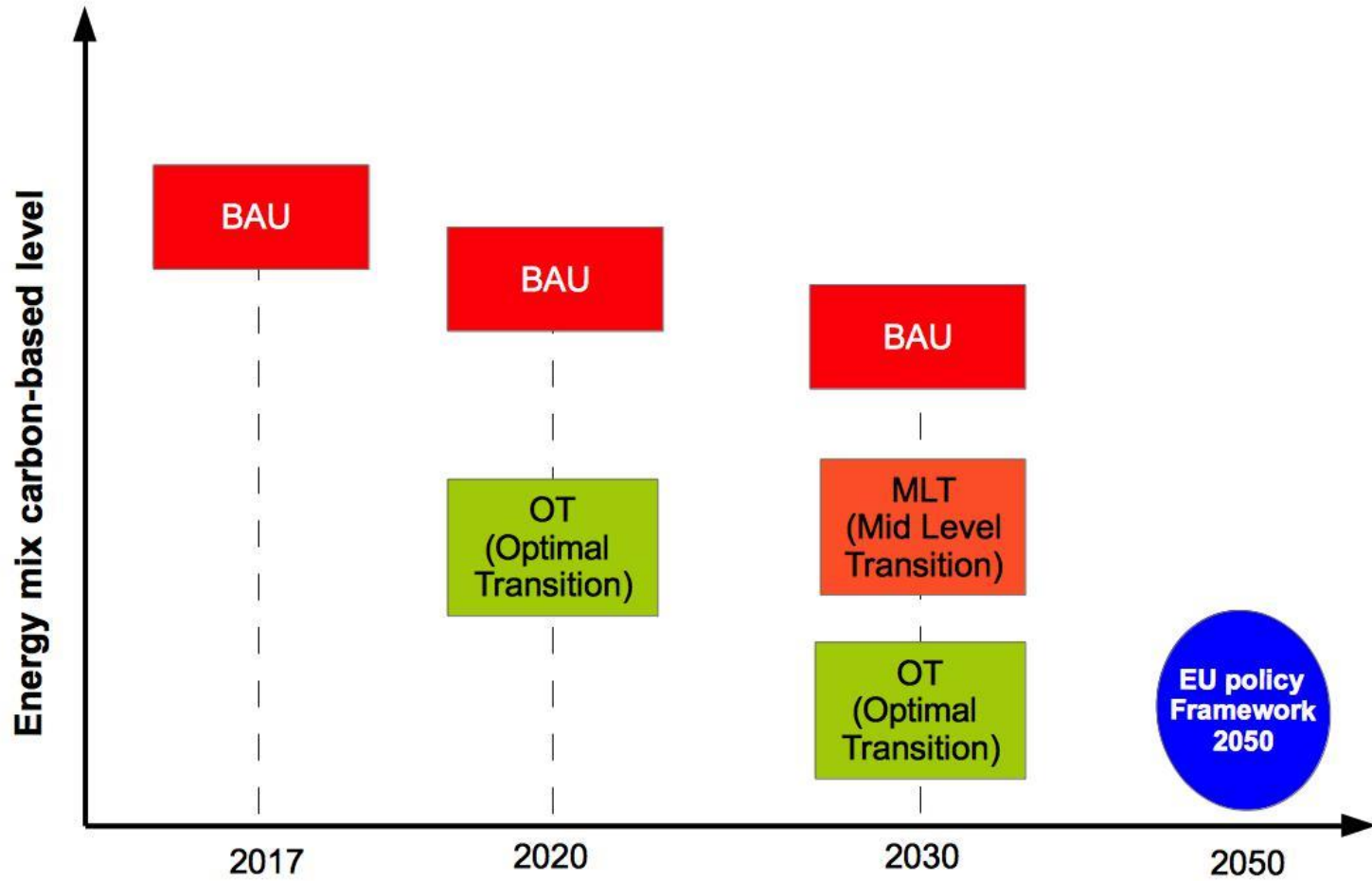
## Fonaments:

- Producció d'energia i limitacions en la transició energètica a RES, restriccions socioeconòmiques, impactes ambientals (emissions de CO<sub>2</sub>, impactes dels ecosistemes).
- Escenaris: MEDEAS treballa amb tres grans escenaris generals:
  - B.A.U.
  - Transició òptima (a partir de 2020)
  - Transició de nivell mitjà (començant el 2030)
- Es consideren totes les fonts d'energia (no renovables i renovables) per dissenyar els escenaris inicials i els escenaris de transició a mig termini:
  - Estudiar les diferents situacions (escenaris) i l'evolució temporal (rutes) per a cada marc de política inicial seleccionat per assolir l'objectiu d'una economia de baix consum de carboni en 2050.
  - Les restriccions físiques identificades en l'anàlisi de dades s'utilitzaran per avaluar la possible variabilitat de cada escenari.



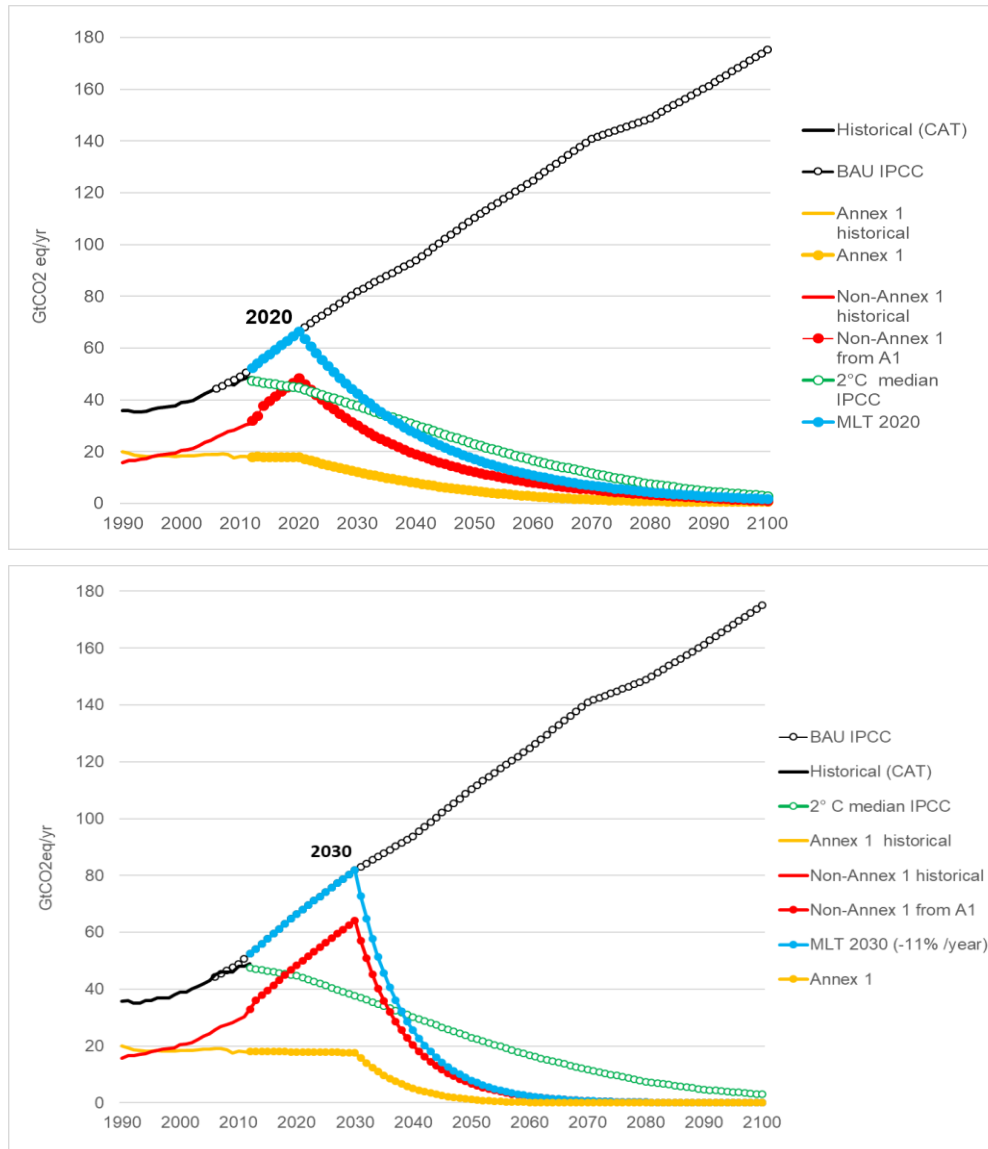


# Escenaris a MEDEAS





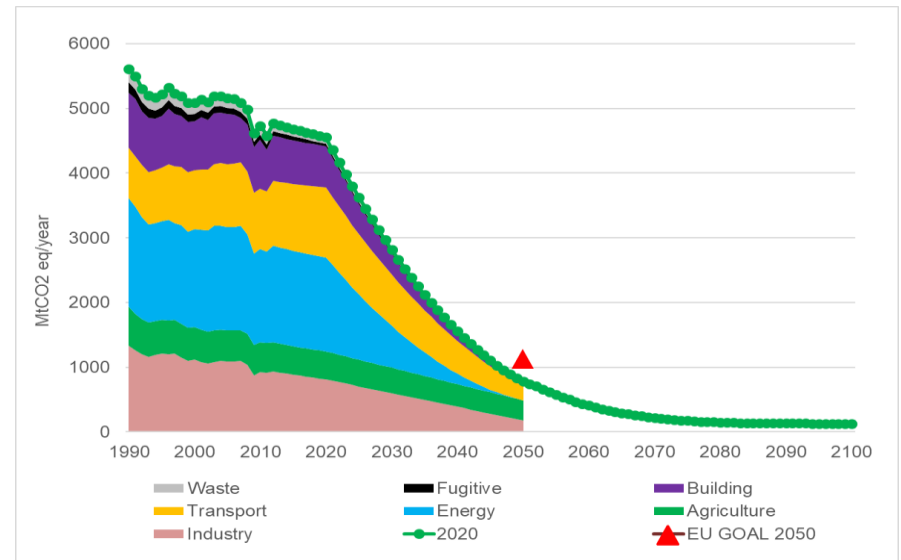
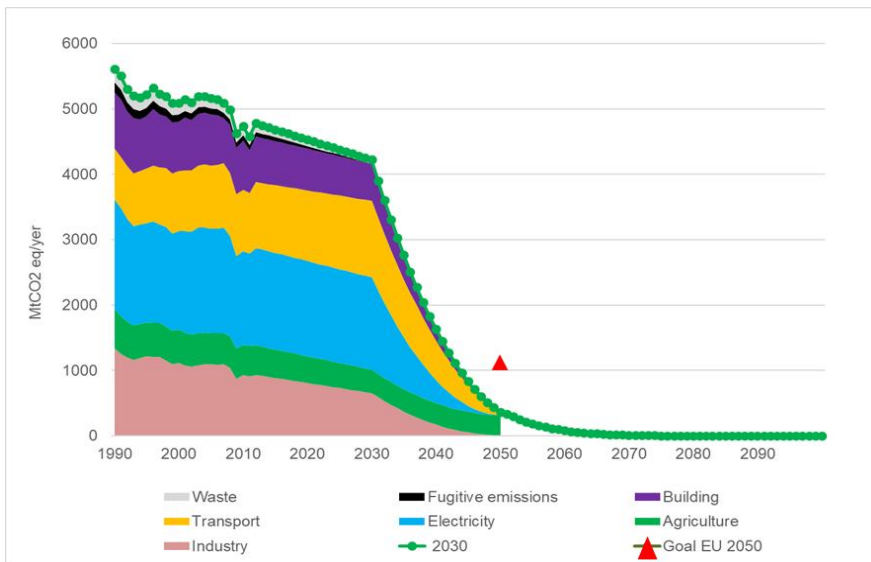
# Escenaris: emissions globals totals de CO<sub>2</sub>





# Emissions per sector a Europa

Power generation	Transport	Building	Industry	Agriculture
-100%	-95%	-99%	-95%	-50%







## Escenaris a MEDEAS: conclusions

Les trajectòries que proposem aquí vinculen per primer cop una política regional a una política global mitjançant una estimació quantitativa dels pressupostos regionals de carboni.

Les trajectòries també mostren que les polítiques actives per reduir les emissions a Europa són urgents i s'han d'implementar al més aviat possible per tal de limitar la contribució europea a l'escalfament global.

Els nostres resultats no pretenen captar la viabilitat de les descarbonitzacions de la UE abans de l'any 2050, sinó simplement convidar els responsables de les polítiques a **revisar l'actual programa de mitigació de la UE** que els vincula de manera més activa i quantitativa a les accions de mitigació de gran impacte comeses pel tractat de París.





# El transport a nivell global i Europeu





## El transport a nivell global i Europeu: mesures recomanades

- **Substitució de la major part del transport terrestre interurbà** per trens elèctrics per a mercaderies i passatgers.
- **Ús d'EV només per a transport de curta distància** entre ciutats sense alternativa de transport públic.
- Ús de les piles de combustible només quan els requisits d'autonomia i potència del vehicle ho requereixin.
- **Reducció de la flota de l'aviació** (en aquell moment, hidrogen o metà) a favor de (i) sistemes ferroviaris i (ii) transport marítim, en aquest ordre.
- **La reorganització i la reducció del trànsit marítim**, ja que els vaixells de càrrega són els principals consumidors de carburants (actuals) i les piles de combustible d'hidrogen i biogàs (en el futur).
- **Optimització de la logística i el treball**, per reduir la demanda de viatges.
- Desplaçament de "modes" de transport d'alta a baixa intensitat energètica.
- **Millora de l'eficiència energètica**, no només mitjançant l'ús de les millors tecnologies disponibles, sinó també **actuant sobre l'urbanisme i les infraestructures de transport públic**





## Transport a nivell global i Europeu: Incerteses

- **Tecnologies disruptives** que puguin reemplaçar els recursos crítics o alleujar el dèficit energètic.
- **Evolució de la distribució de la població** i migracions derivades del canvi climàtic i futures guerres.
- **Evolució de la desigualtat econòmica**, que podria obstaculitzar les inversions renovables en molts països.
- **Decisions polítiques i de mercat** que fomentin camins específics de transició del transport actual de combustibles fòssils al transport elèctric. El pronòstic i el consens dels estats globals sobre el desplegament d'una economia descarbonitzada, que es pot traduir en diferents escenaris de com es finança i fomenta la transició.
- **Recursos econòmics disponibles en futurs escenaris** de crisis climàtiques i ambientals.





## Quant ràpida ha de ser la transició?

Utilitzem el concepte de Taxa de Retorn Energètic (TRE) per calcular l'energia neta que és pot obtenir dels líquids del petroli fins al 2040.

Els anàlisis indiquen un descens en el futur proper de l'energia neta disponible a nivell global.

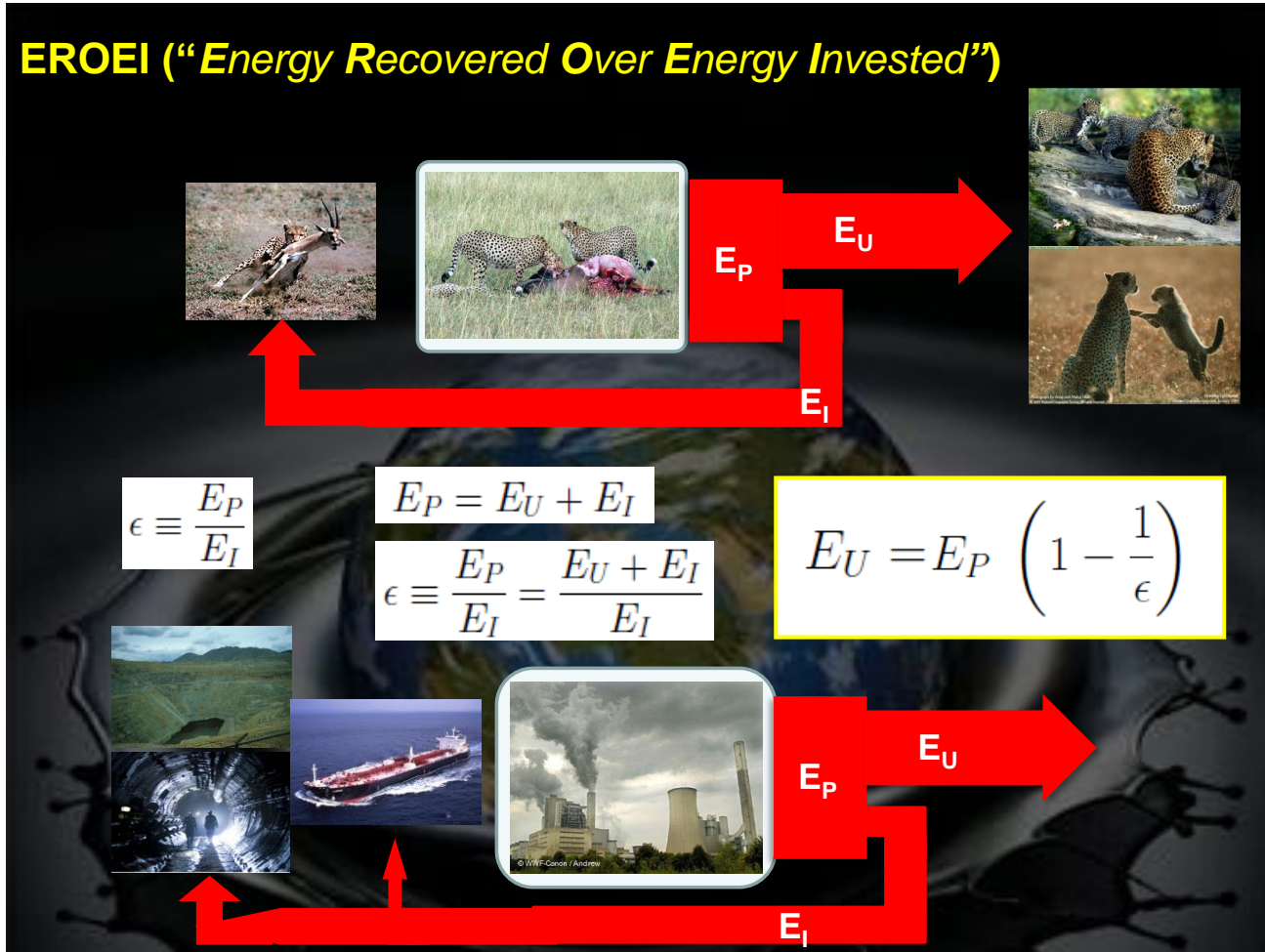
A partir d'aquest descens calculem la taxa de desenvolupament d'Energia renovable fins al 2040, assumint que per aquell any s'arribarà a 11 TW ( $10^{12}$  Watt).

En aquest cas entre un 10 i un 20% de l'energia dels hidrocarburs es necessitarà per a la transició renovable.



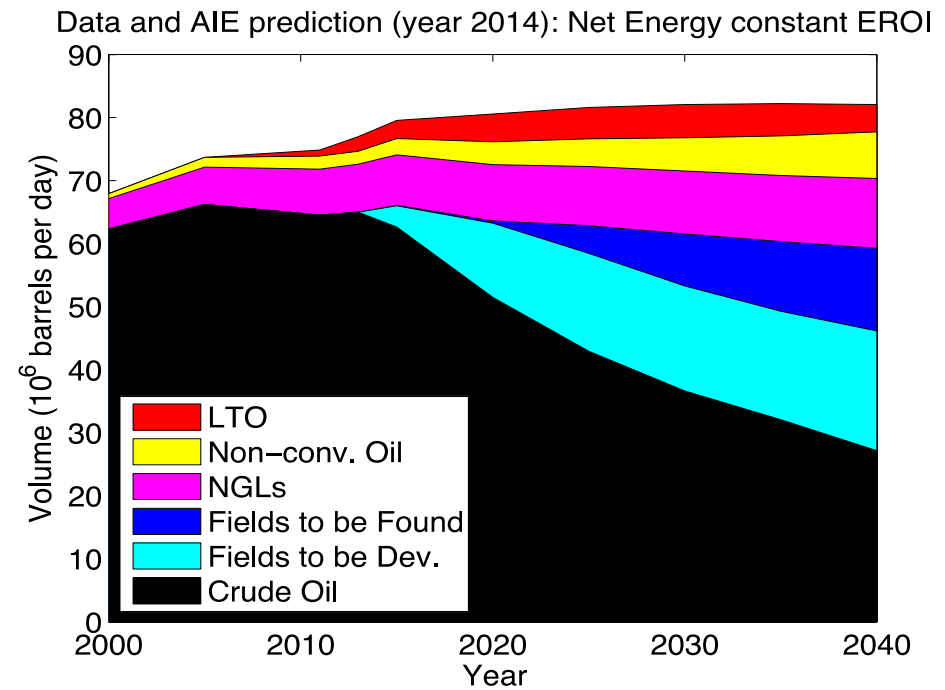
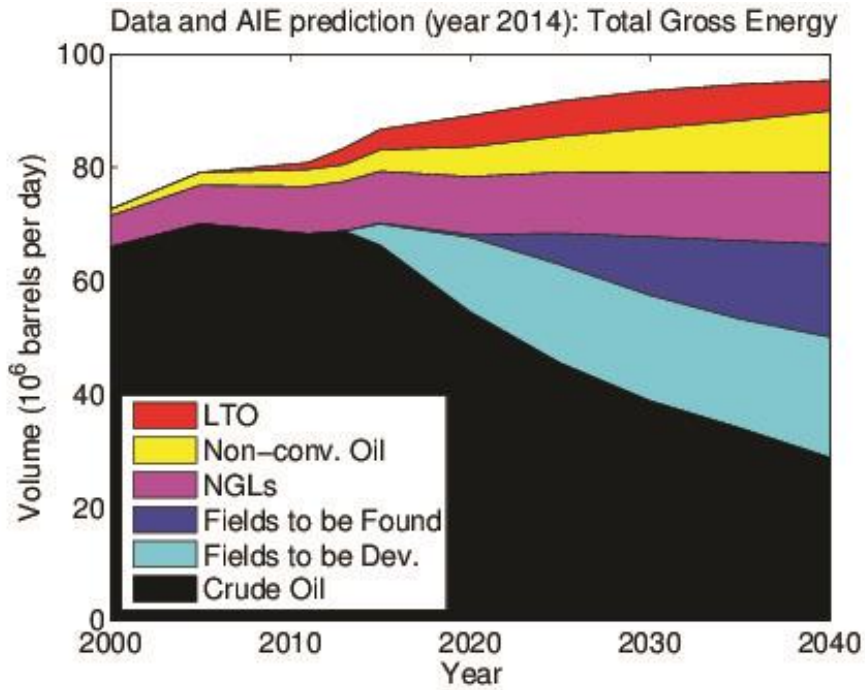


# Tasa de Retorno Energético (EROI)



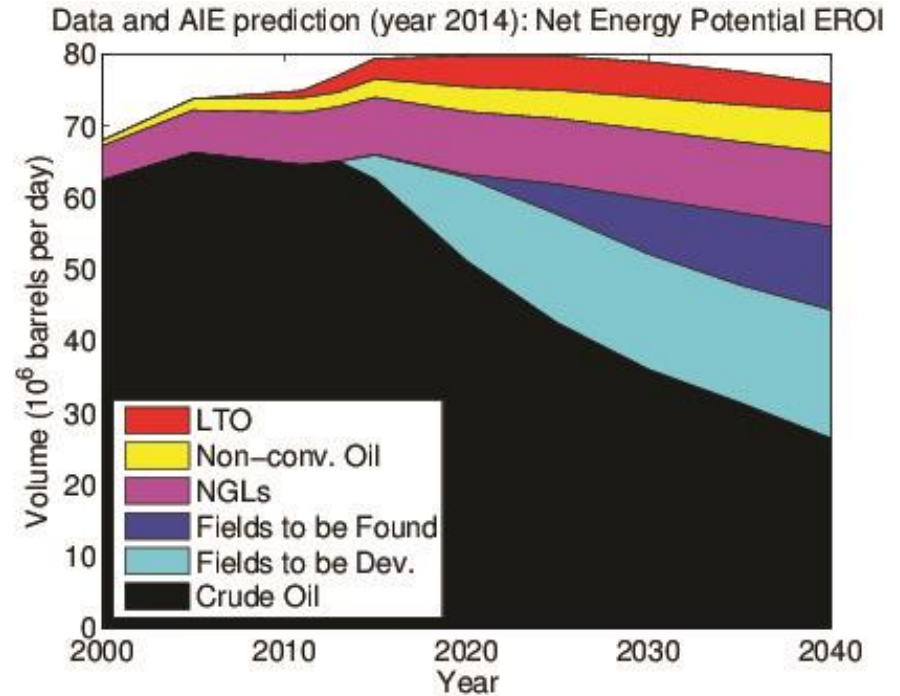
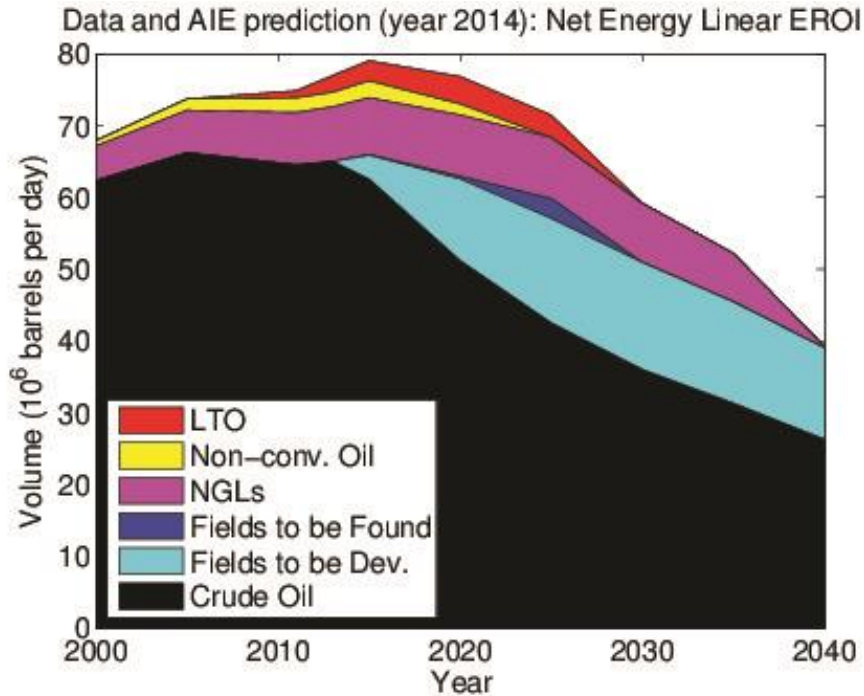


# Quant ràpida ha de ser la transició?





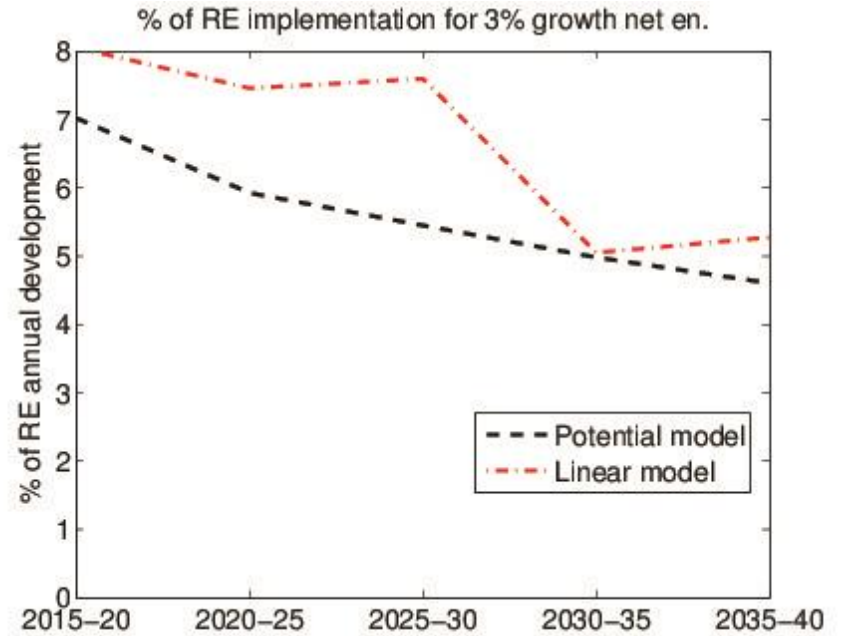
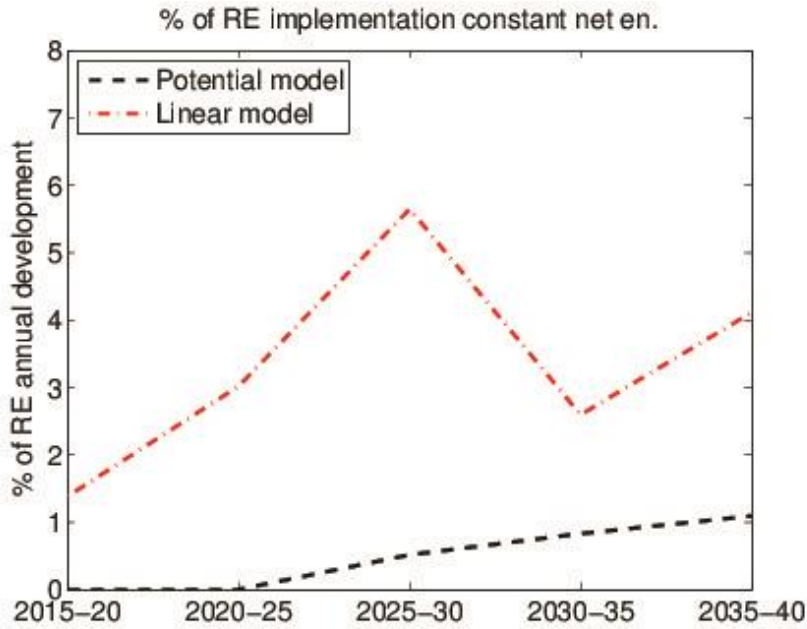
# Quant ràpida ha de ser la transició?







# Quant ràpida ha de ser la transició?





## Quant ràpida ha de ser la transició? Conclusions

Si volem compensar el decaïment en l'energia neta dels líquids del petroli i, al mateix temps tenir un **creixement del consum de l'energia neta d'un 3%**, cal que l'increment en desplegament renovable creixi un **8% (model lineal) o 4% en qualsevol model**.

El **cost de les infraestructures** per a la transició 100% renovable és de 165 Gboe, la qual cosa equival a invertir un **7% del total de l'energia consumida al món durant 25 anys**.

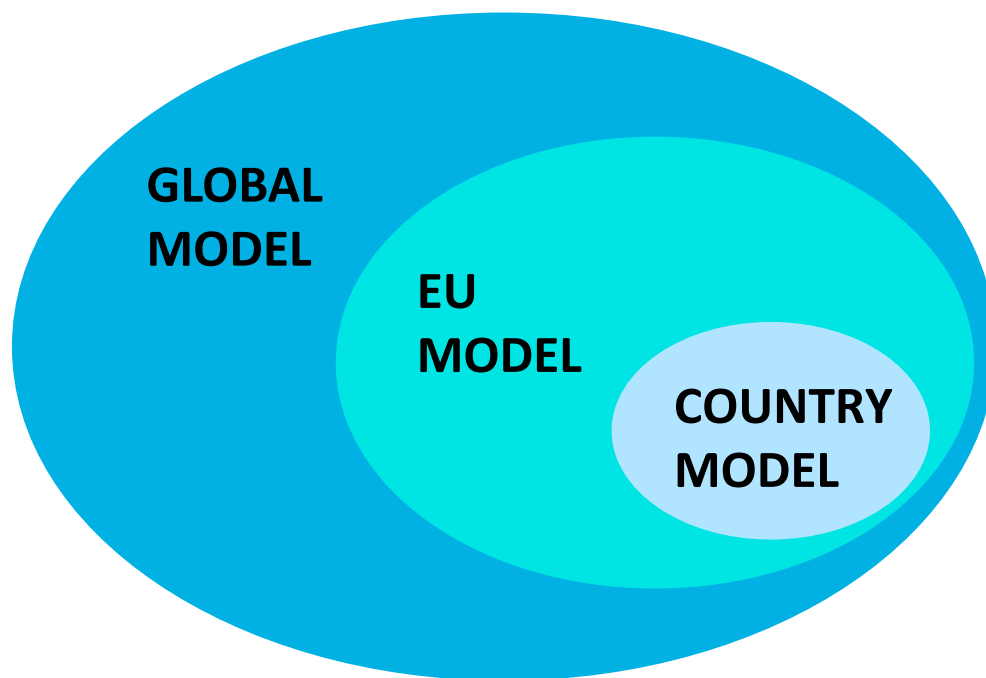
La taxa d'implantació de **ER implicaria més esforços per obtenir matèries primeres** i, alhora, produir un excés de coproductes que podrien tenir **dos impactes negatius: desafavorir el reciclatge de metalls rars i l'augment de les emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle**.





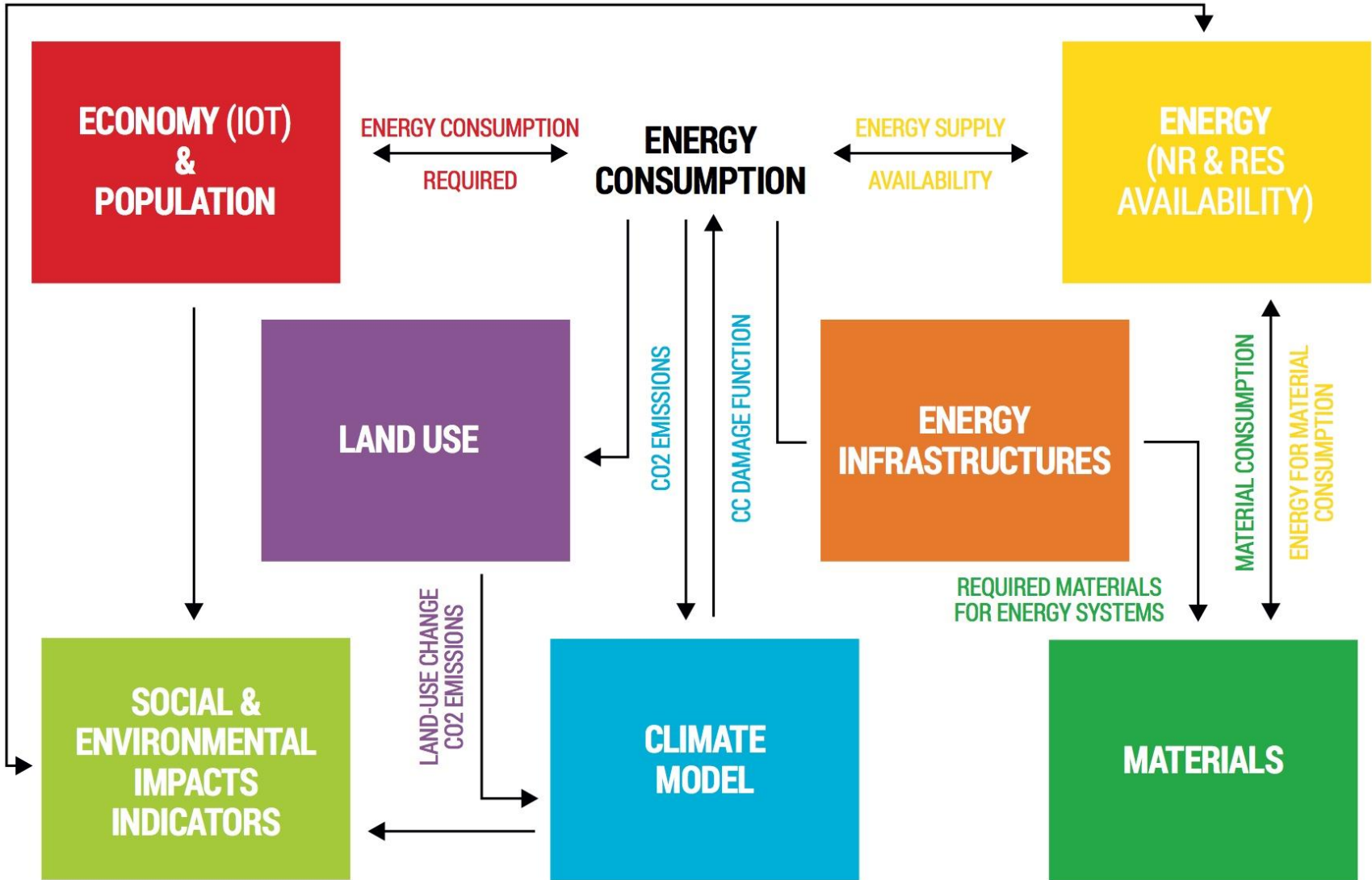
## El model MEDEAS World: [www.medeas.eu](http://www.medeas.eu)

- Intercanvi d'informació entre models en els tres nivells geogràfics diferents.
- Estructura de models i bucles de retroalimentació als diferents nivells.
- Assignació (i reassignació) de recursos entre sectors econòmics a causa de la combinació d'energia per nivell i la implementació en el model d'anàlisi Input-Output.





# El model MEDEAS World



An overview of MEDEAS-World by the modules and modelled linkages between them.

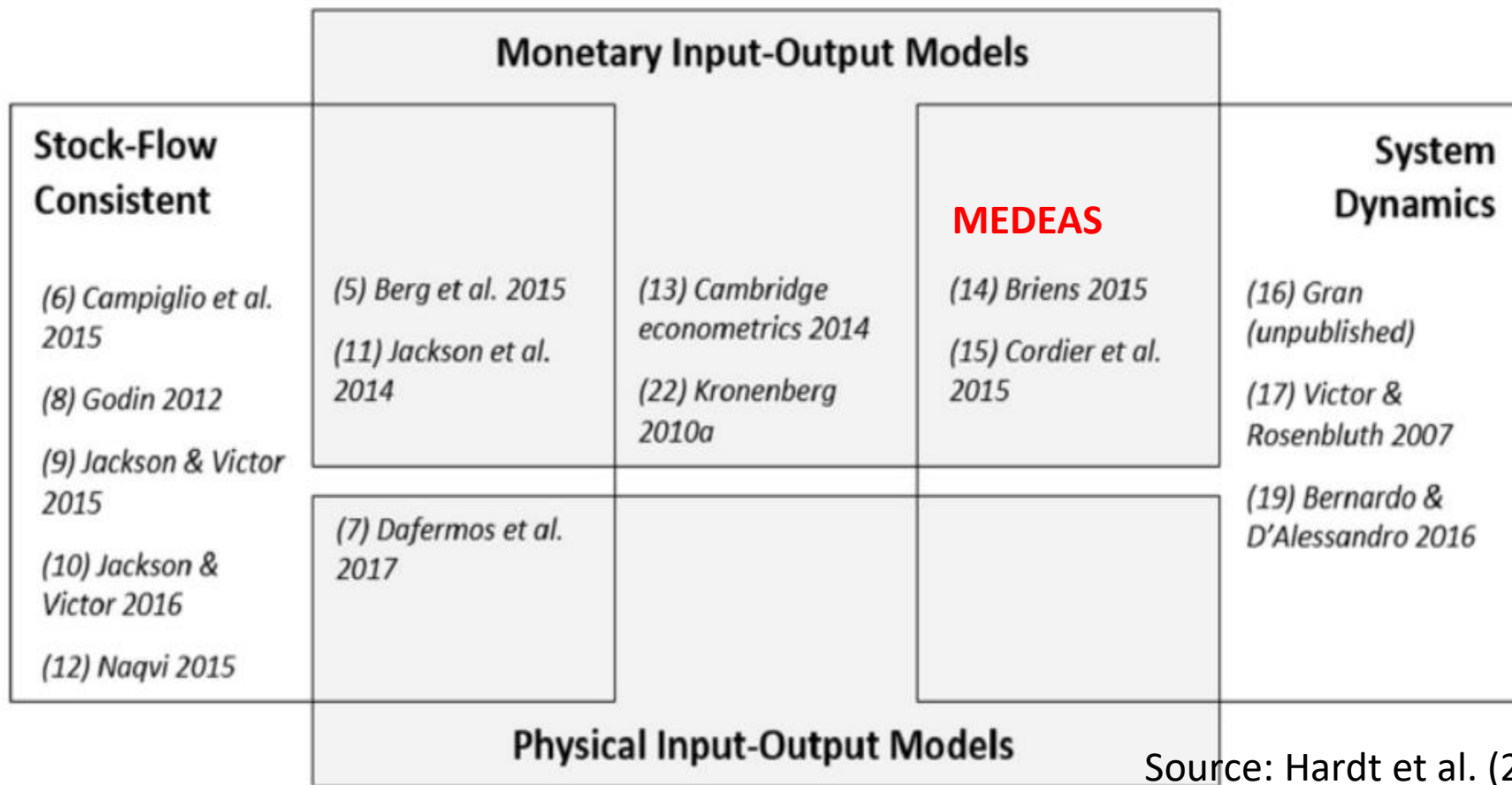




# MEDEAS in Macro-ecological economics models

## Numerical Models

(18) Bastin & Cassiers 2010



Source: Hardt et al. (2017)



## Examples of preliminary results

### “GREEN GROWTH” - Global Sustainable Development

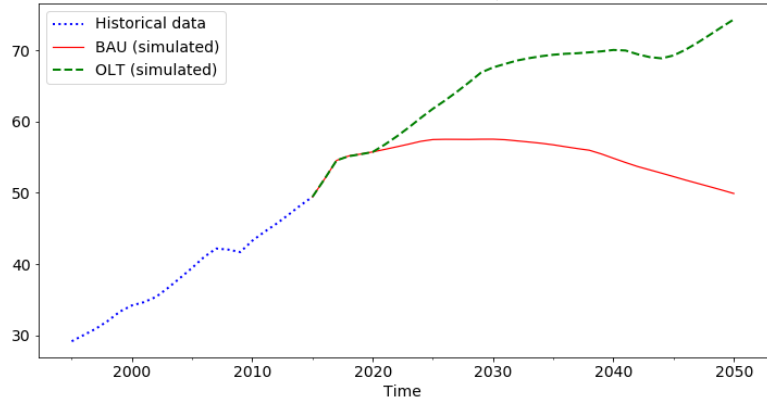
Strong orientation towards environmental protection and reducing inequality, based on solutions found through global cooperation, lifestyle change and technology (more efficient technologies, dematerialization of the economy, service and information economy, etc.).

	Equivalence with (IPCC SRES, 2000)	Equivalence with SSPs (O'Neill et al., 2014)	GDP growth	Population growth	NRE energy resource availability	RES deployment	Technology development	Main objectives	Environmental protection
BAU	-	SSP2	Historic trends	Medium	Medium	Medium growth	Medium	Not defined	Both reactive and proactive
GREEN GROWTH	B1	SSP1	High	Medium	Medium	Very rapid	Slow	Security	Reactive

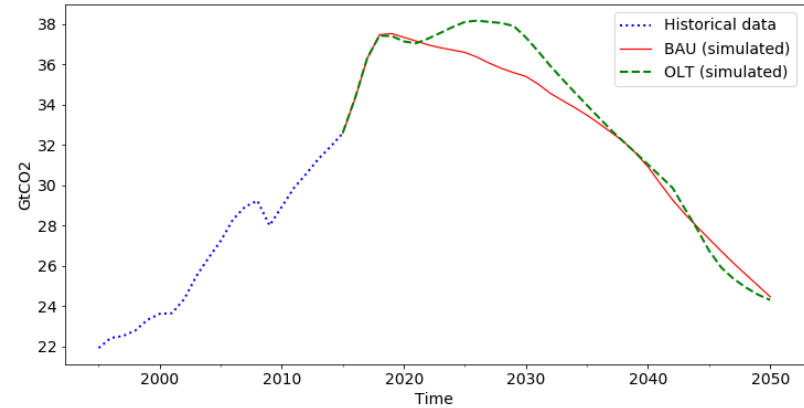


# Alguns resultats del model Global

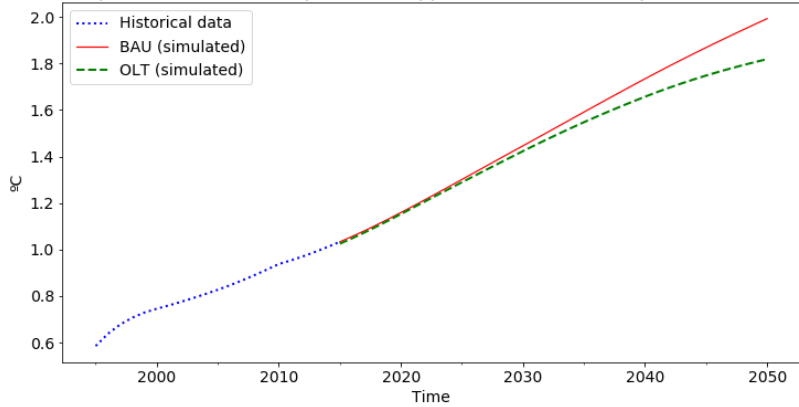
Global GDP in 1995T\$



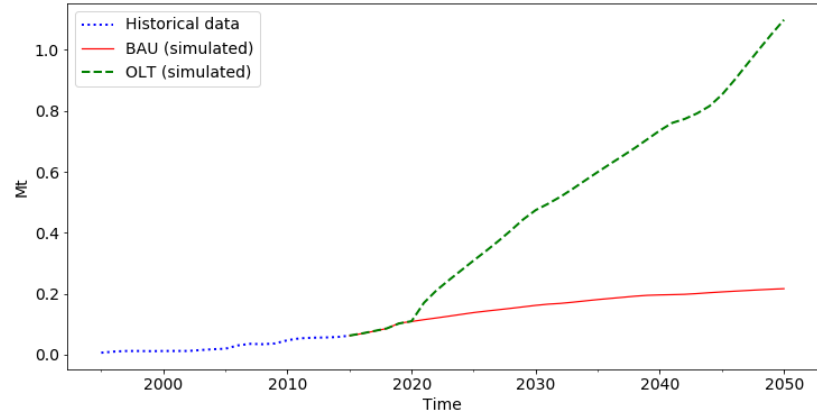
Total CO2 emissions from fossil fuels



Temperature of the Atmosphere and Upper Ocean, relative to preindustrial data

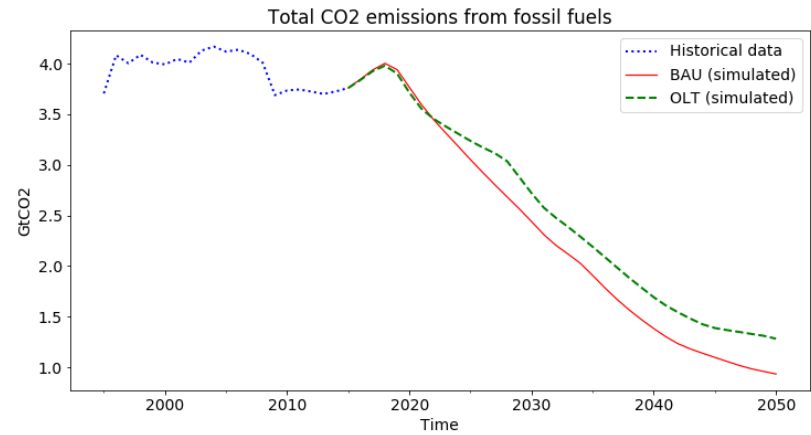
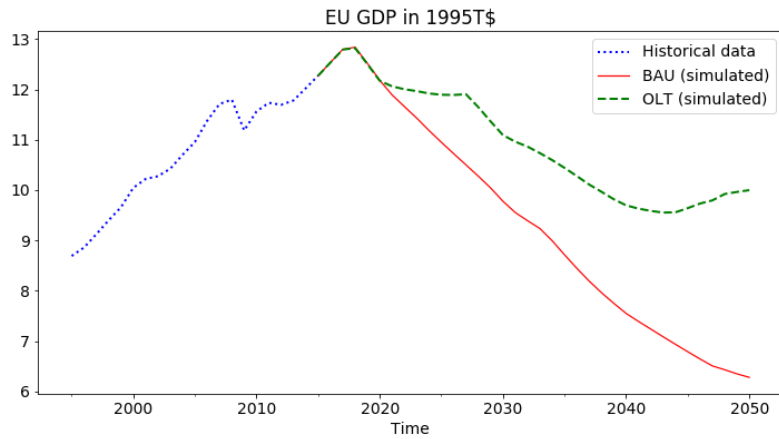


Total Lithium to extract

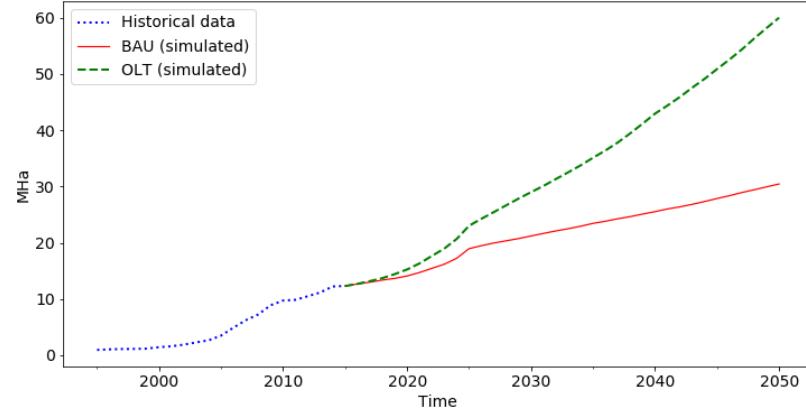




# Resultats del model EU



Land required for RES power plants and total bioenergy (land comp. and marginal lands)







## Conclusions generals

- Ens enfrontem a un dels reptes més grans de la nostra civilització.
- Calen un conjunt de canvis que van més enllà dels aspectes purament científics i tecnològics: socials, culturals, polítics, d'exploració de recursos, etc.
- Ens hem de plantejar si el sistema econòmic actual, amb la seva necessitat de creixement és vàlid per a la necessària transformació.
- Els riscos de no fer res (Business as Usual) són massa grans per plantejar-nos-els.
- Com més esperem a fer els canvis necessaris més cost energètic tindran i més riscos caldrà assumir.





# Moltes gràcies!

