

MATÉRIELS DE FORMATION EGC - ÉVALUATION DE L'ATTÉNUATION

MODULE E

Analyse de l'atténuation : Méthodes et outils



Objectifs et attentes relatifs aux modules

- 1. Objectif :** Présenter différentes approches pour l'évaluation de l'atténuation des gaz à effet de serre (GES) y compris :
 - Revoir les avantages et les inconvénients de différentes approches
 - Introduire des outils logiciels qui peuvent être utiles pour l'analyse de la réduction des GES
 - Fournir aux participants des informations pour les aider à choisir un outil approprié pour leurs propres évaluations.
- 2. Attentes :** Les participants auront une compréhension large et complète des outils quantitatifs principaux et des méthodes disponibles pour l'évaluation de l'atténuation des GES, y compris les outils de modélisation spécifiques au secteur et les outils intégrés.
 - NB : Ce module ne fournit pas de formation en profondeur concernant l'utilisation de ces outils
 - Une formation séparée sera probablement nécessaire pour les outils sélectionnés.



Grandes lignes du module

1. Sélection d'une approche d'évaluation
2. Méthodes concernant le secteur de l'énergie et outils d'évaluation de l'atténuation
3. Exemples d'outils de modélisation du secteur de l'énergie
 - Outils intégrés
 - Outils spécifiques au secteur
4. Évaluation de la réduction des GES dans des secteurs non liés à l'énergie
5. Exemples d'outils de modélisation de secteurs non liés à l'énergie
6. Conclusions



Le contexte...

Décision 17/CP.8, paragraphe 38 :

- En tenant compte des circonstances nationales, **les parties non-visées à l'annexe (NAI) sont encouragées à utiliser toutes les méthodes disponibles et appropriées** afin de formuler et de prioriser les programmes qui contiennent des mesures pour réduire les changements climatiques et cela dans le cadre des objectifs de développement durable qui devraient inclure des facteurs sociaux, économiques et environnementaux.

Source : CCNUCC (2002)



MODULE E1

Sélection d'une approche d'évaluation



Quelles sont les méthodes appropriées ?

- Elles varient selon le pays : de nombreux cadres d'analyse politique sont disponibles
- Des approches qualitatives et quantitatives peuvent être utilisées
- La plupart d'entre elles implique l'évaluation par rapport à une série d'objectifs ou critères convenus.
- Elles peuvent aider à définir et prioriser les programmes d'atténuation
- Elles peuvent être fortement axées vers le processus avec une participation structurée d'un ensemble d'acteurs.
- Ce module se concentre principalement sur les approches quantitatives
 - Voir les chapitres 2, 3 et 13 du GIEC/GT III



Évaluations de l'atténuation :

- Utilisées pour évaluer l'échelle et la synchronisation des réductions d'émissions, ainsi que les impacts financiers, économiques et autres concernant les stratégies d'atténuation
- Peuvent être basées sur :
 - Tableurs, courbes des coûts
 - Outils de modélisation officiels (certains sont décrits ici)
 - Modèles ou outils développés au niveau national
 - Consultants indépendants.



Les enjeux dans l'évaluation de l'atténuation

- Le succès dépend plus de l'attention, la rigueur, la cohérence et la qualité des données qui sont à la base de l'analyse que de la sophistication des modèles.
- Réfléchissez à la personne qui sera chargée de l'analyse. Les consultants fournissent une source d'expertise facile mais cette approche peut ne pas suffire pour renforcer les capacités dans un pays.
- Des évaluations simples lorsque les données manquent peuvent être suffisantes : elles peuvent aider à mettre au point et à définir les efforts de futures collectes de données.
- Même les modèles officiels les plus simples demandent de nombreux mois et un bon niveau de compétence.
- Ne vous attendez pas à ce que la modélisation soit faite seulement par les analystes : cela nécessite une formation continue et de nombreux conseils de la part d'experts locaux expérimentés.
- Idéalement, définissez une équipe permanente responsable de la modélisation de l'atténuation afin d'assurer la continuité de l'expertise.
- Équipe forte et coordonnée nécessaire : économistes, ingénieurs, ingénieurs en industrie et en énergie, experts en utilisation des terres - changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF), selon les besoins.
- Une coordination étroite avec l'équipe qui travaille sur les inventaires de GES est essentielle.



MODULE E2

Méthodes et outils pour l'évaluation de l'atténuation dans le secteur de l'énergie



Modèles pour les analyses d'évaluation dans le contexte de la CCNUCC

- Les directives de la CCNUCC ne spécifient pas quelles approches sont les meilleures pour les communications nationales concernant l'atténuation.
- Les deux modèles, **descendant** et **ascendant**, peuvent apporter des idées utiles complémentaires concernant l'atténuation :
 - Les modèles descendants sont surtout utiles pour étudier les politiques générales macroéconomiques et fiscales d'atténuation telles que les taxes sur le carbone ou autres taxes environnementales
 - Les modèles ascendants sont surtout utiles pour étudier les options qui ont des implications sectorielles et technologiques spécifiques.



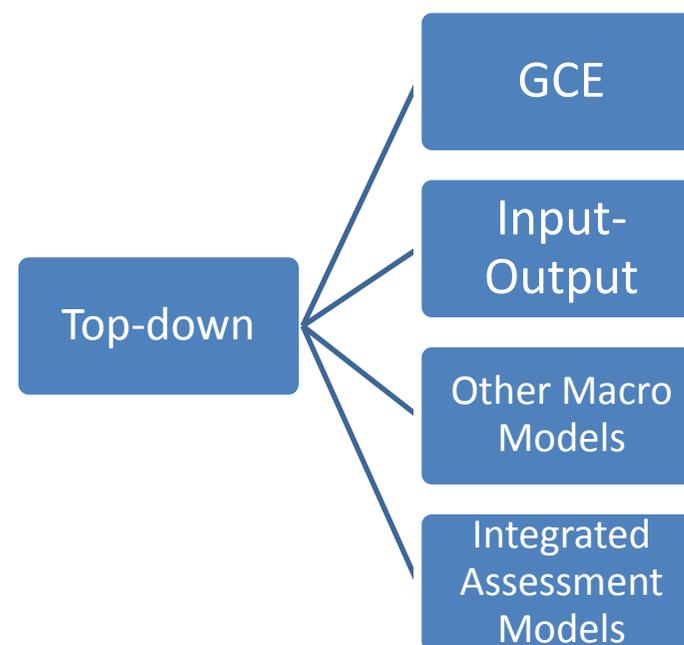
Modèles descendants

- Les modèles descendants dépendent généralement des données recueillies et de divers types de méthodes de modélisations macroéconomiques et économétriques.
- Les tendances de consommation prévoient le futur en utilisant les tendances historiques ou les données économétriques recueillies (PIB, prix du pétrole, etc.).
- Ils permettent de capturer les impacts des politiques fiscales (par ex. la taxe carbone).
- Ils dépendent de l'obtention de bonnes données de séries chronologiques historiques.
- Ils peuvent ne pas être adaptés aux évaluations à long terme dû au fait que les variables exogènes (par ex. les prix) sont elles-mêmes mal connues au long terme.
- Ils ne sont pas adaptés pour examiner les questions spécifiques à la technologie parce que leur structure est trop abstraite pour capturer le détail des tendances technologiques.



Types de modèles descendants

- Les modèles **EGC** (Équilibre générale calculable) utilisent des données économiques pour estimer de quelle façon une économie répondra aux changements de politique, de technologie et de prix. Ils supposent que les économies s'approchent de ou atteignent un état d'équilibre.
- Les modèles **E/S** (Entrées/Sorties) sont orientés autour des interdépendances entre différents secteurs d'une économie. Ils adoptent souvent des structures économiques fixes.
- **Autres modèles macroéconomiques**
- **Modèles d'évaluation intégrée** : ils ont tendance à être basés sur des descriptions technologiques et physiques des systèmes et de leurs interconnexions (énergie, eau, terre, agriculture, forêts, alimentaire, etc.). IMAGE (PBL) et PoleStar (SEI) en sont des exemples.
- La plupart des modèles descendants ont une portée mondiale ou spécifique à un pays particulier.
- Peu sont facilement adaptables aux pays en voie de développement.



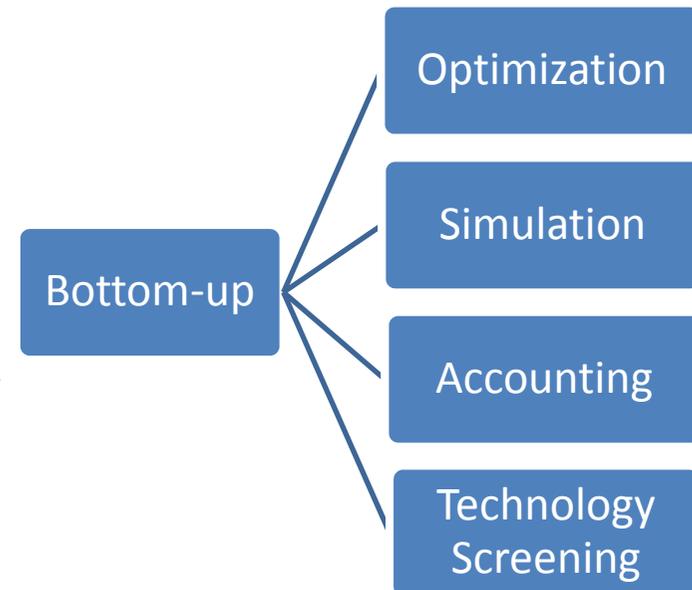
Modèles ascendants

- Basés sur la comptabilité physique détaillée du système.
- Ils fournissent une compréhension plus fondamentale concernant le comportement présent des systèmes et leur évolution potentielle future, ils sont donc appropriés pour examiner les transitions potentielles au long terme.
- **Modèles intégrés** (à une échelle nationale) :
 - Ils ont tendance à traiter l'ampleur au dépit de la profondeur
 - Ils prennent en considération la modélisation des interactions entre les secteurs.
- **Modèles spécifiques à un secteur** :
 - Ils fournissent des entrées complètes dans des modèles intégrés
 - Ils peuvent être utilisés de manière individuelle pour évaluer les secteurs fortement émetteurs ou les secteurs principaux



Types de modèles ascendants

- **Optimisation** : Ils utilisent des programmes mathématiques pour identifier les configurations des systèmes d'énergie qui minimisent le coût total des services fournis.
Exemples : MARKAL/TIMES, LEAP, MESSAGE
- **Simulation** : Ils simulent la conduite des consommateurs et des producteurs sous différents signaux (par ex. prix, niveau de revenus) et contraintes (par ex. limites des taux de rotation des stocks).
Exemples : ENPEP-BALANCE
- **Systèmes de comptabilité** : Ils rendent compte des stocks physiques et des flux dans les systèmes qui sont basés principalement sur les relations d'ingénierie et des hypothèses explicites concernant le futur (par ex. améliorations technologiques, taux de pénétration des marchés).
Exemples : LEAP, EFFECT, MAED
- **Sélection de la technologie** : Ils sont centrés sur la façon dont une technologie particulière (ou un ensemble de technologies) fonctionnera sous certaines contraintes et ils peuvent suivre les coûts et les émissions afférents.
Exemples : RETScreen, HOMER. ClimateDesk



MODULE E3

Exemples d'outils de modélisation du secteur de l'énergie



Critères pour l'inclusion d'outils dans cette revue

Pour être inclus, les outils doivent être :

1. largement appliqués dans une variété d'actions internationales
2. minutieusement testés et reconnus crédibles dans ce domaine
3. activement développés et de préférence soutenus par des professionnels
4. principalement conçus pour l'évaluation de l'atténuation de GES au niveau national (pas de modèles mondiaux et pas de modèles conçus pour un pays spécifique).



Outils inclus

- Outils intégrés
 - a) ClimateDesk
 - b) EFFECT
 - c) ENPEP-BALANCE
 - d) LEAP (Programme de prise de conscience relative aux énergies et au leadership du climat)
 - e) MARKAL/TIMES
 - f) Outils de l'AIEA (MAED, MESSAGE, etc.)
- Outils pour un secteur spécifique
 - a) HOMER
 - b) RETScreen
 - c) Divers modèles de transport : ITDP, ICCT, GREET
 - d) Divers modèles pour l'utilisation des terres et les forêts
 - e) Divers modèles pour l'agriculture



Divulgate importante : L'auteur de ces matériels de formation, SEI, développe également l'outil LEAP.

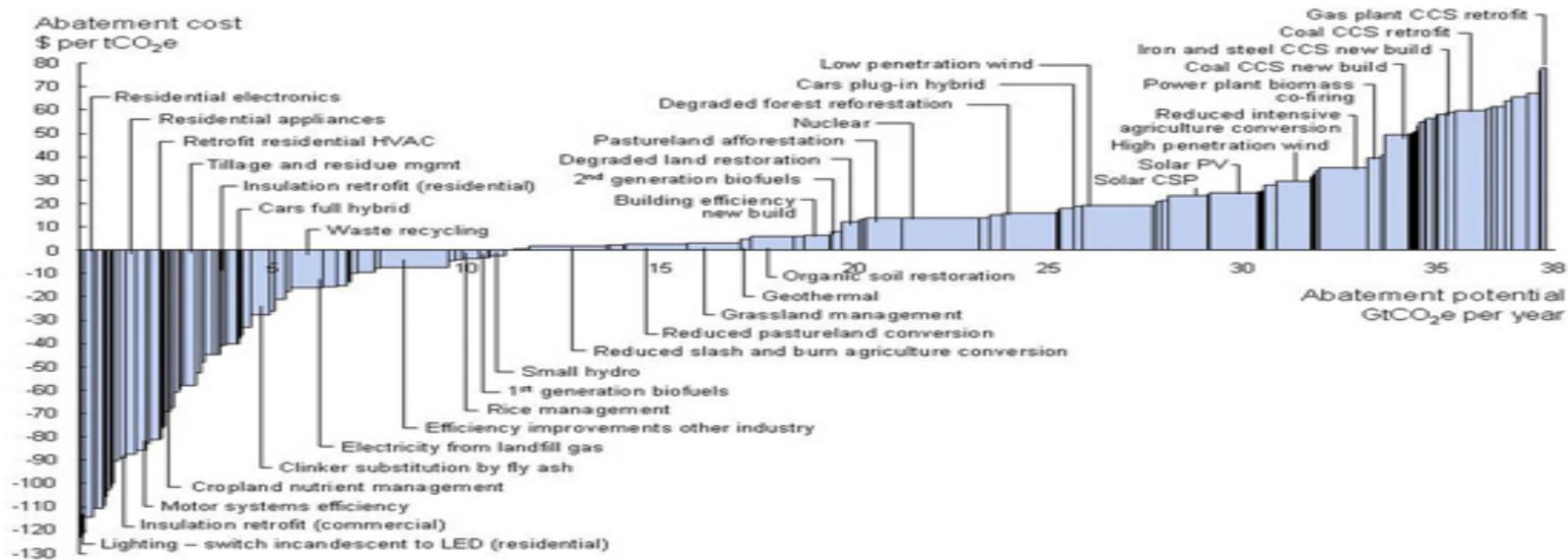


MODULE E3A

Outils intégrés



ClimateDesk



- **Description** : Modèle en ligne pour développer des courbes de coûts marginaux d'atténuation (CCMA) pour les secteurs de l'énergie et les secteurs non énergétiques.
- **Développeur** : McKinsey & Co.
- **Coût** : Utilisé avec les services des consultants McKinsey & Co.
- **Contact** : Dr. Jens Dinkel - sustainability@mckinsey.com
- **Site Web** : www.solutions.mckinsey.com/climatedesk/



EFFECT

- Macroeconomic outlook
- Load Duration Curve
- Reference scenario
- Alternate scenarios
- Financing needs and options



EFFECT



- GES emissions, cost comparison of scenarios
- Comparison of technologies over lifetime
- Break even point of Carbon
- IRR of technologies
- Marginal abatement cost curves

- **Description** : Modèle ascendant basé sur Excel de réduction des GES dans le secteur de l'énergie qui comprend : la production de l'électricité (voir le schéma ci-dessus), les transports, le secteur domestique, l'industrie et le secteur non résidentiel.
- **Développeur** : Banque mondiale, ESMAP
- **Licence** : Gratuite
- **Contact** : John A Rogers - jarogers@worldbank.org
- **Site Web** : www.esmap.org/esmap/EFFECT



ENPEP-BALANCE

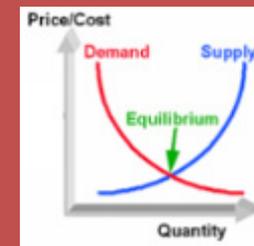
- Energy system structure
- Base year energy flows and prices
- Energy demand and growth projections
- Technical and policy constraints



ENPEP-
BALANCE



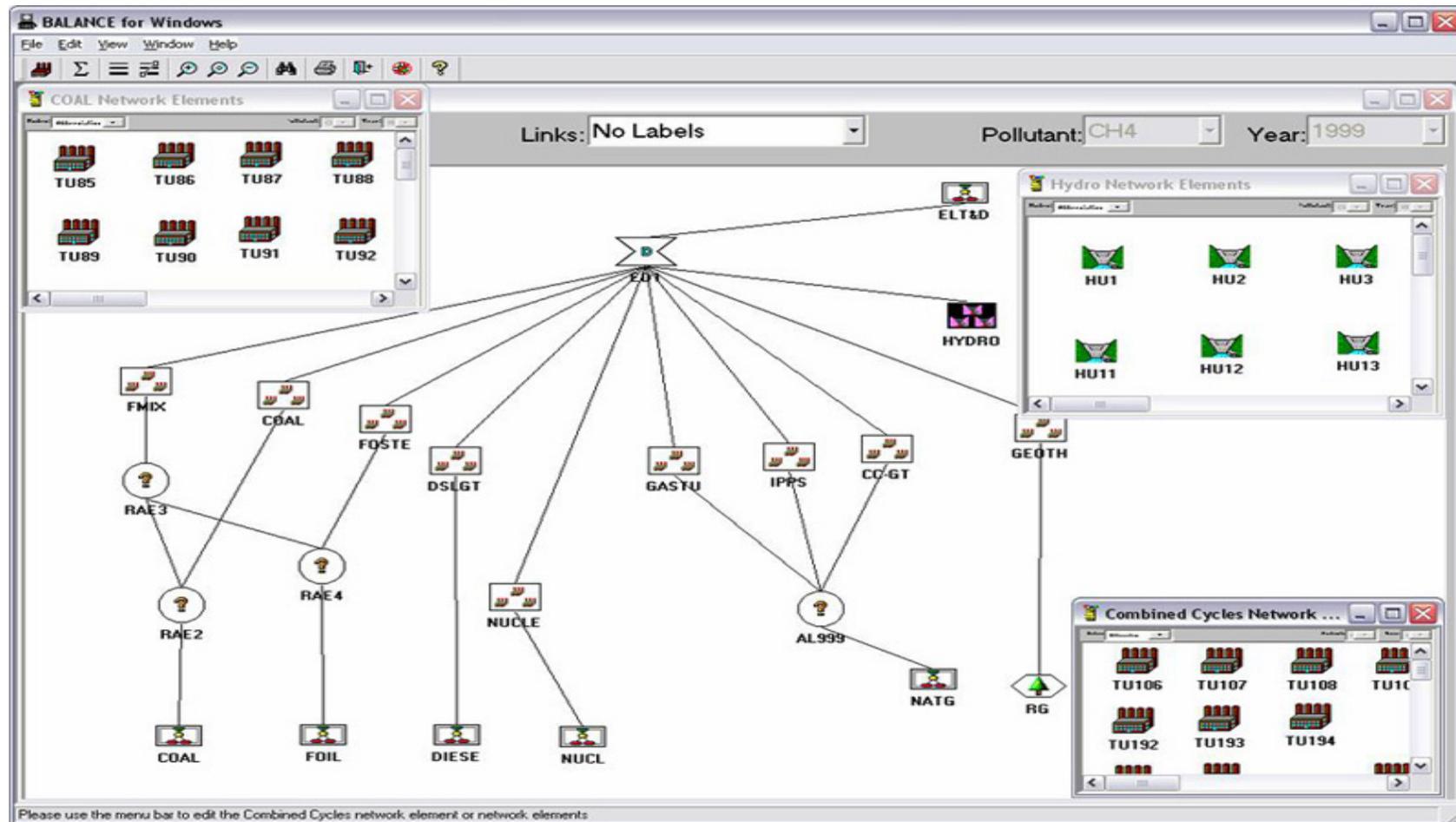
- The intersection of supply and demand curves for all energy supply forms and all energy uses in the energy network



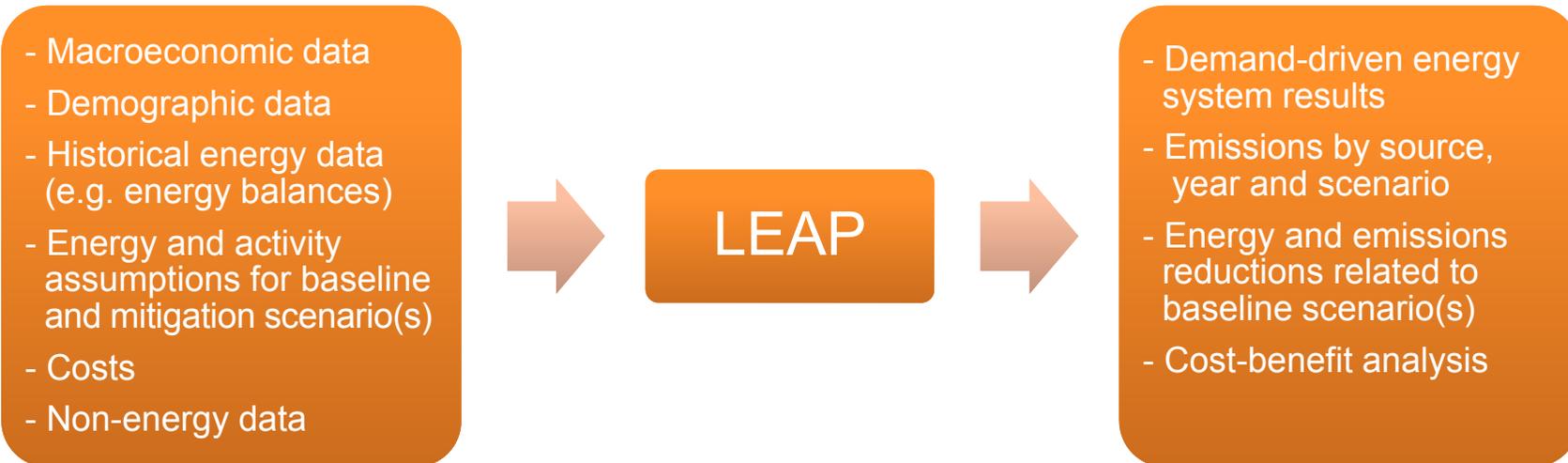
- **Description** : Une simulation fondée sur le marché du secteur de l'énergie qui détermine comment divers consommateurs et producteurs peuvent répondre aux changements des prix de l'énergie et autres signaux. Il calcule aussi les émissions de GES et des polluants locaux de l'air.
- **Développeur** : Argonne National Laboratory (ANL)
- **Licence** : Gratuite
- **Contact** : Guenter Conzelmann - guenter@anl.gov
- **Site Web** : <http://www.dis.anl.gov/ceeesa/programs/enpepwin.html>



ENPEP-BALANCE Interface utilisateur



LEAP : Système de planification à long terme des énergies alternatives



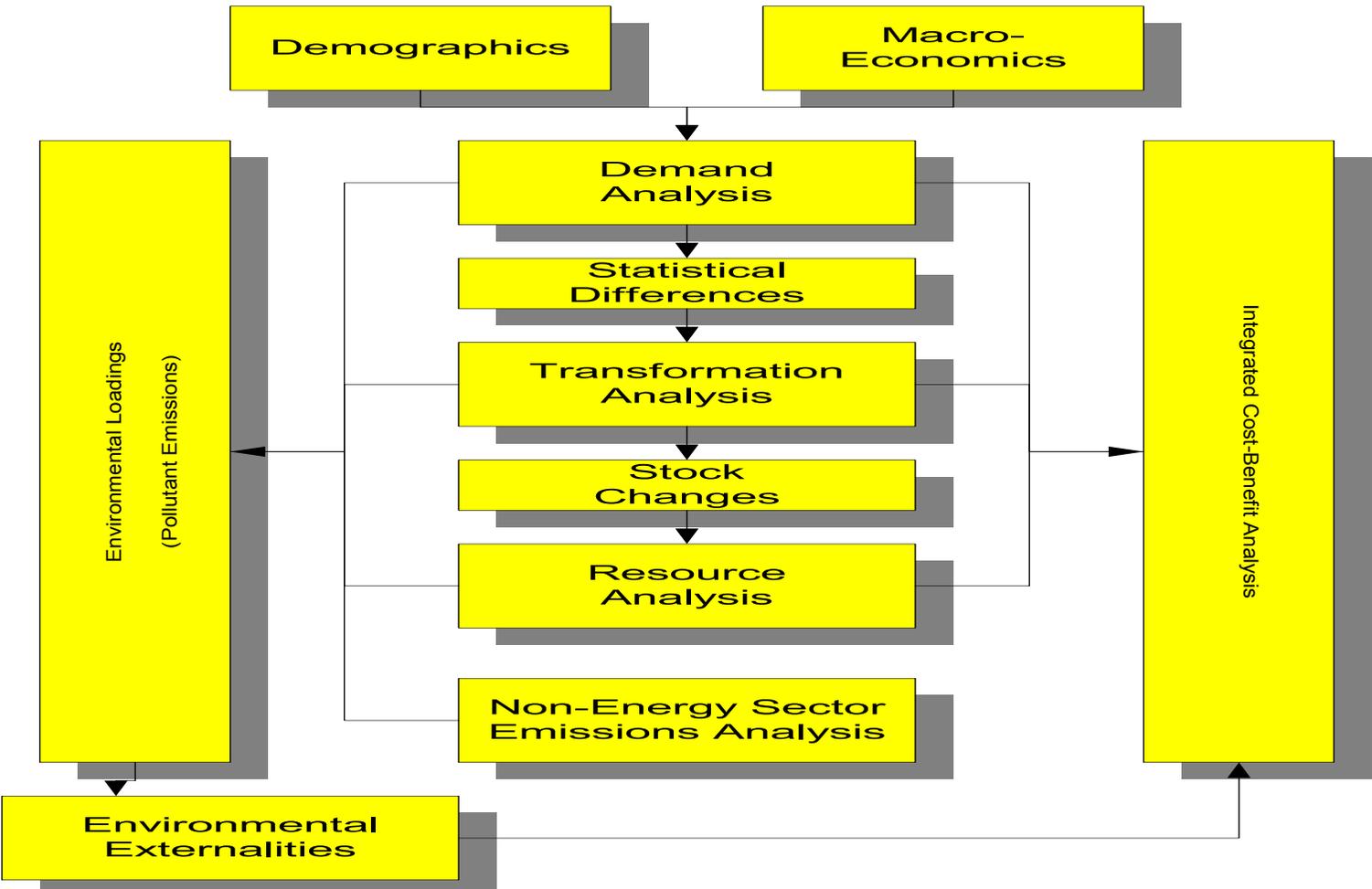
- **Description** : Modèle de comptabilité et d'optimisation couvrant l'offre et la demande d'énergie. Peut être utilisé pour examiner les GES et les polluants locaux de l'air du secteur de l'énergie ainsi que les sources et les puits ne dépendant pas du secteur de l'énergie.
- **Développeur** : Institut de l'environnement de Stockholm
- **Licence** : Gratuite pour les gouvernements, les établissements d'enseignement et les ONG dans les pays en voie de développement et gratuite pour les étudiants de tout pays.
- **Contact** : Dr. Charles Heaps – leap@sei-us.org
- **Site Web** : www.energycommunity.org



Divulgation importante : L'auteur de ces supports de formation, SEI, développe également l'outil LEAP.



Structure et calculs dans LEAP



Interface utilisateur de LEAP

The main menu and toolbar give access to major options.

Data is organized in a tree.

Select scenarios here.

Edit data by typing here.

Switch between views of the Area here.

Select units and scaling factors here.

The status bar notes the current Area and View.

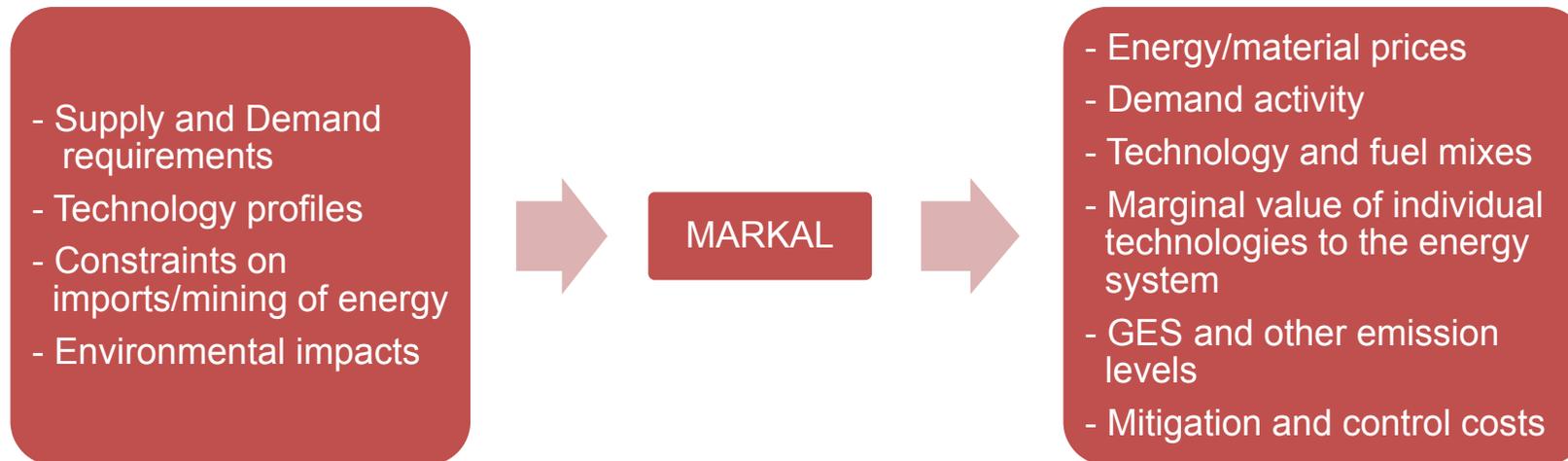
Data can be reviewed in chart or table format.

The screenshot shows the LEAP: Freedonia interface. At the top is a menu bar (Area, View, Analysis, Edit, General, Tree, Chart, Advanced, Help) and a toolbar with icons for New, Open, Save, Email, Find, Basic Params, Fuels, Effects, Units, References, and Help. Below the toolbar is a 'Views' sidebar with icons for Analysis, Results, Diagram, Energy Balance, Summaries, and Overviews. The main workspace is divided into three panes: a tree view on the left showing a hierarchy from Freedonia to Demand to Household to Urban; a central data table for 'Activity Level' with columns for Name, 2000 Value, Expression, Scale, Units, and Per; and a bottom chart view showing a line graph of 'Demand: Activity Level (Million Household)' from 2000 to 2030. The status bar at the bottom indicates '2011.0.0.16 Area: Freedonia Analysis Registered to: charlie.heaps@sei-us.org until: 09/08/2012'.

Name	2000 Value	Expression	Scale	Units	Per
Household	8.00	Growth(3%)	Million	Household	
Urban	30.00	Interp(2030,45)	Percent	Share	of Hou



MARKAL/TIMES



- **Description** : Modèle basé sur l'optimisation des systèmes d'énergie qui peut aussi être utilisé pour calculer les émissions de GES et les polluants locaux de l'air. TIMES (Le système intégré MARKAL-EFOM) doit graduellement remplacer MARKAL.
- **Développeur** : Agence internationale de l'énergie, Programme d'analyse des systèmes de technologie de l'énergie (AIE/ETSAP)
- **Licence** : 3 000 à 15 000 USD (Code source + GAMS + Interface)
- **Contact** : GianCarlo Tosato - gct@etsap.org
- **Site Web** : www.iea-etsap.org



Interface utilisateur ANSWER pour MARKAL

La plupart des utilisateurs de MARKAL travaille avec les interfaces utilisateurs Answer ou Veda

UtopiaV5 - ANSWER-MARKAL Energy Modelling

File Edit View Run Tools Functions Help

Results Regions... Items: All Cases: Non-BASE

Global Energy Material Demand Emission Technology Constraint Tax/Subsidy Stochastic Parameter

Subset Items: *All Emissions (ENV)

Name	Region	Description	Status
CO2	REGION1	Carbon Dioxide	
NOX	REGION1	Nitrous Oxide	

Item Management
Current Emission: CO2

Subset Parameters: * Emission, Specific TS data ?

Case	Parameter	Region	Emission	1990	2000	2010
BASEUTOP	D.EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.22	4.89	4.57
CFL1	D.EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.22	4.35	3.93
BASEUTOP	EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.70	8.70	13.25
CFL1	EMISSION.L	? REGION1	CO2	5.70	7.74	11.37
BASEUTOP	EMISSION.M	? REGION1	CO2	0.00	0.00	0.00
CFL1	EMISSION.M	? REGION1	CO2	0.00	0.00	0.00

Database: C:\Program Files\answer\Answer_Databases\UtopiaV5.mdb Library Database:

Chart
Region: REGION1

thousand tons

Cases and Years

1990 BASEUTOP 2000 BASEUTOP 2010 BASEUTOP 1990 CFL1 2000 CFL1 2010 CFL1

Legend: D.EMISSION.L. CO2 EMISSION.L. CO2 EMISSION.M. CO2

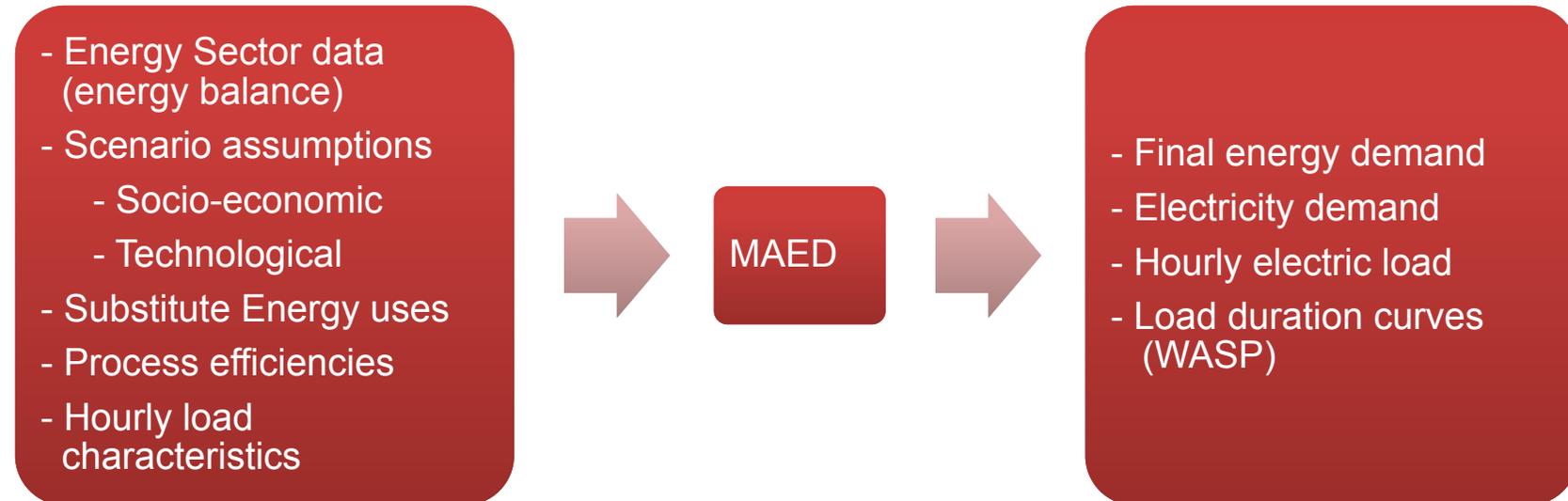


Outils de modélisation de l'AIEA pour l'énergie

- Suite de modélisation AIEA :
 - MAED (pour la demande en énergie)
 - MESSAGE pour l'optimisation de l'offre
 - SIMFACTS : Approche simplifiée d'estimation des impacts concernant la production de l'électricité
 - FINPLAN : Modèles pour les analyses financières concernant les programmes d'expansion du secteur de l'électricité
- **Développeur** : Agence Internationale de l'Énergie Atomique
- **Licence** : Gratuite : disponible pour les gouvernements partenaires de l'AIEA.
- **Contact** : Mr. Ahmed Irej Jalal - A.Jalal@iaea.org
- **Site Web** : <http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Pess/capacitybuilding.html>



AIEA-MAED



- **MAED : Modèle pour l'analyse de la demande en énergie**
- Modèle de comptabilité basé sur Excel pour l'analyse des scénarios de demande sur le moyen et le long terme concernant le développement socioéconomique, technologique et démographique.
- Comprend des secteurs économiques prédéfinis : l'industrie, (y compris l'agriculture, la construction, les exploitations minières et la production), les transports, les services et le secteur domestique



AIEA-MESSAGE

- Energy System structure (incl. vintage of plant and equipment)
- Base year energy flows and prices
- Energy demand projections (MAED)
- Technology and resource options + performance profiles
- Technical + Policy Constraints



MESSAGE



- Primary and final energy mix
- Emission and waste streams
- Environmental Impacts
- Resource use
- Land use
- Import dependence
- Investment requirements

- **MESSAGE : Modèle pour les systèmes d'offre d'énergie et leurs impacts environnementaux généraux**
- Modèle d'optimisation utilisé pour aider à concevoir des stratégies sur le long terme grâce à des analyses des mélanges optimaux d'énergie, des besoins en investissement, de la sécurité de l'énergie, du savoir en matière de technologie, etc. Il peut aussi être utilisé pour calculer les émissions de GES et les polluants locaux de l'air.

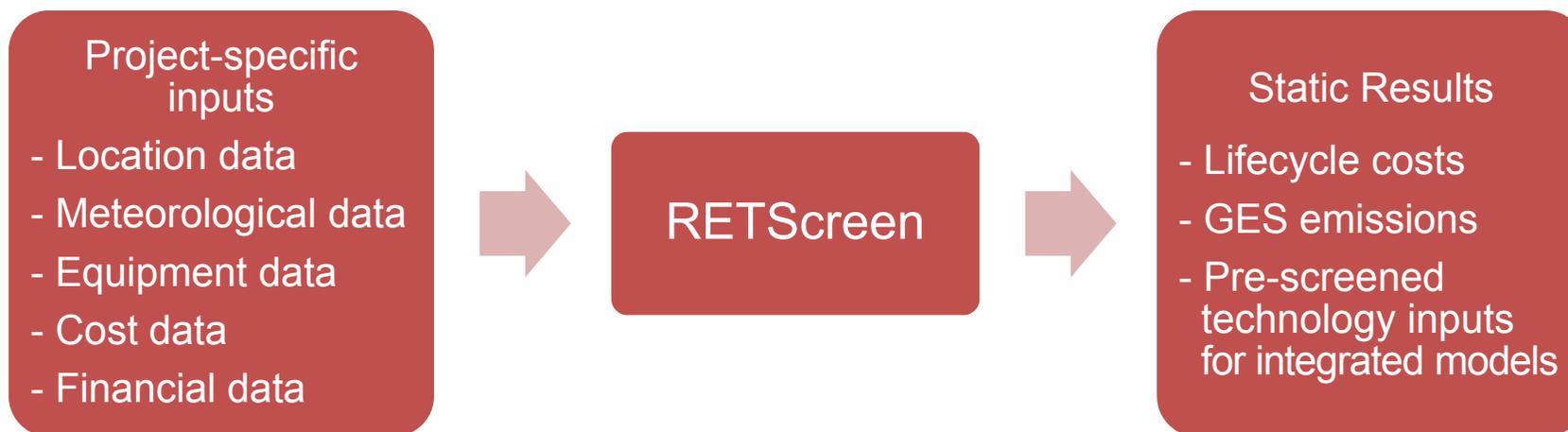


MODULE E3B

Outils spécifiques au secteur



RETScreen



- **Description** : Évalue la production de l'énergie, les coûts des cycles de vie et les réductions des émissions de GES dans les secteurs de l'énergie renouvelable et des technologies efficaces énergétiques. Conçu en premier lieu pour les analyses au simple niveau de projet (procédure/faisabilité), plutôt que pour les analyses intégrées au niveau national.
- **Développeur** : Ressources Naturelles Canada
- **Licence** : Gratuite
- **Contact** : retscreen@nrcan.gc.ca
- **Site Web** : www.retscreen.net



Interface RETScreen

RETScreen® Equipment Data - Small Hydro Project

Small Hydro Turbine Characteristics	Estimate	Notes/Range
Gross head	m 146.00	
Design flow	m³/s 1.900	
Turbine type	- Pelton	See Product Database
Turbine efficiency curve data source	- Standard	
Number of jets for impulse turbine	jet 1	1 to 6
Number of turbines	turbine 1	
Small hydro turbine manufacturer	- Alstom	
Small hydro turbine model	- model XYZ	
Turbine manufacture/design coefficient	- 4.5	2.8 to 6.1; Default = 4.5
Efficiency adjustment	% 0%	-5% to 5%
Turbine peak efficiency	% 88.4%	
Flow at peak efficiency	m³/s 1.3	
Turbine efficiency at design flow	% 86.3%	

Turbine Efficiency Curve Data

Flow (%)	Turbine efficiency (%)	Turbines running #	Combined turbine efficiency
0%	0.00	0	0.00
5%	0.15	1	0.15
10%	0.44	1	0.44
15%	0.63	1	0.63
20%	0.75	1	0.75
25%	0.81	1	0.81
30%	0.85	1	0.85
35%	0.87	1	0.87
40%	0.88	1	0.88
45%	0.88	1	0.88
50%	0.88	1	0.88
55%	0.88	1	0.88
60%	0.88	1	0.88
65%	0.88	1	0.88
70%	0.88	1	0.88
75%	0.88	1	0.88
80%	0.88	1	0.88
85%	0.88	1	0.88
90%	0.88	1	0.88
95%	0.88	1	0.88
100%	0.86	1	0.86

Efficiency Curve - 1 Turbine(s)

Intro / Energy Model / Hydrology & Load / **Equipment Data** / Cost Analysis / GHG Analysis / Financial Su

Weather database

Country: United States of America (USA)
 Province / State: MA
 Weather station: Boston

Monthly heating degree-days [°C-d]:
 Jan: 615, Feb: 531, Mar: 454, Apr: 284, May: 117, Jun: 0, Jul: 0, Aug: 0, Sep: 6, Oct: 179, Nov: 330, Dec: 533

Monthly cooling degree-days [°C-d]:
 Jan: 0, Feb: 0, Mar: 0, Apr: 0, May: 131, Jun: 287, Jul: 396, Aug: 369, Sep: 234, Oct: 69, Nov: 0, Dec: 0

Heating design temperature [°C]: -10.9
 Cooling design temperature [°C]: 30.9
 Latitude [°]: 42.37
 Longitude [°]: -71.02

Buttons: Paste data, Close, Help
[Visit NASA satellite data site](#)
 Date modified: 2005/05/28

Product Database

Turbine Type: Francis
 Region: N. & Central America
 Supplier: Alstom

Buttons: Help, Paste Data, Close
[Visit RETScreen Marketplace Site](#)

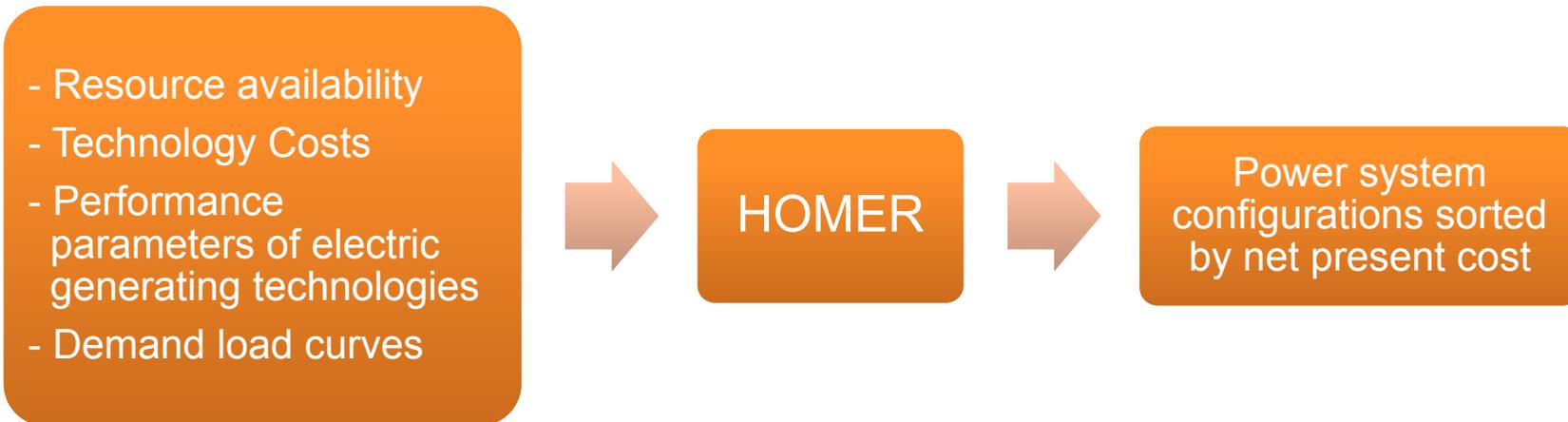
Supplier Information / Other Information

Net Head Range
 Min (m):
 Max (m):
 Maximum Gate Flow
 At Min Head (m³/s):
 At Max Head (m³/s):
 Output Range (Shaft)
 Min (kW): 2,000
 Max (kW): 30,000

Date modified: 2004/01/01



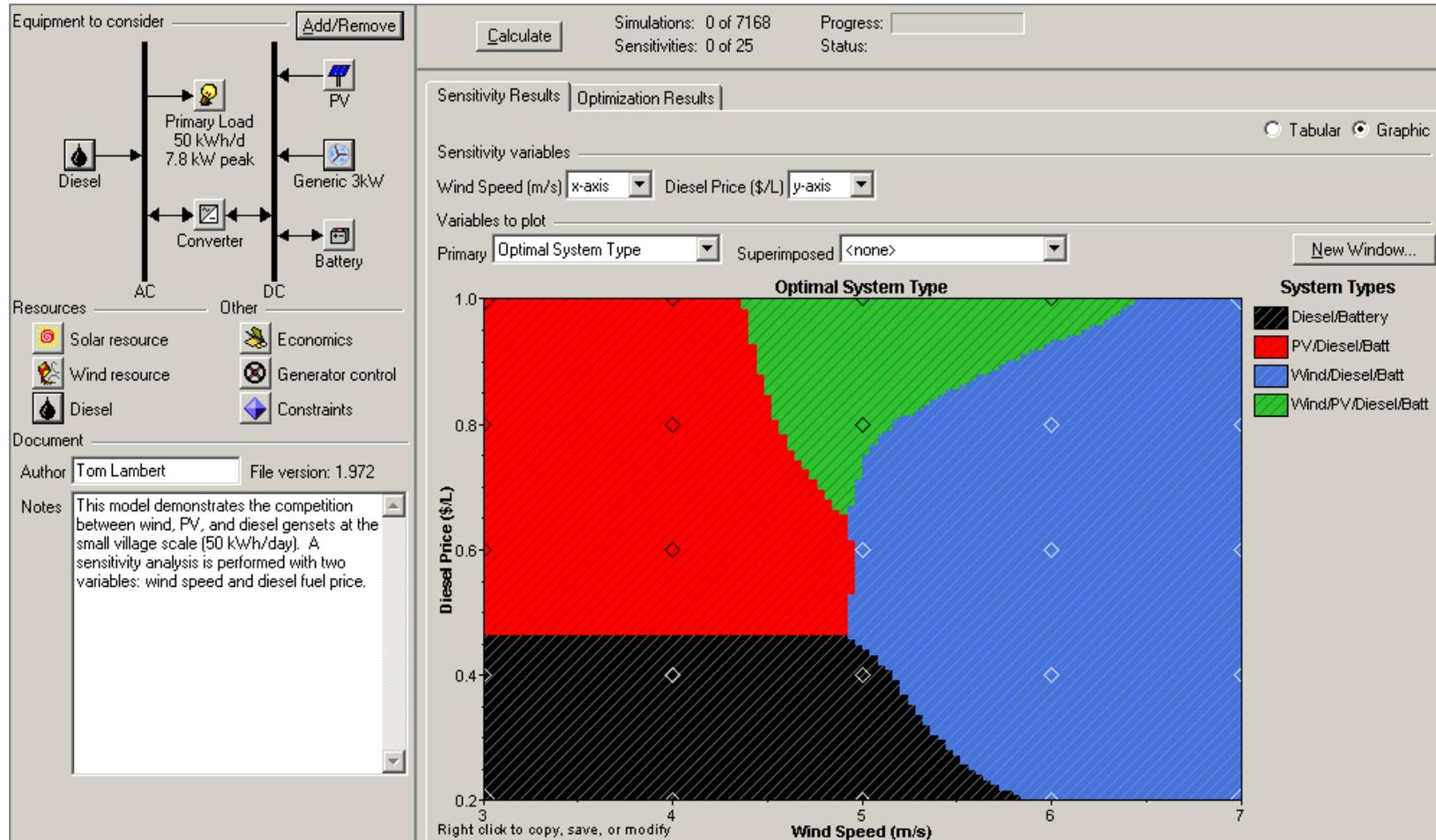
HOMER



- **Description** : Outil d'optimisation/de sélection du secteur de l'énergie pour évaluer comment les ressources variables (par ex. le vent et le solaire) peuvent être intégrées de façon optimale aux systèmes d'énergie conventionnels. S'applique généralement aux systèmes à petite échelle.
Peut être utile pour examiner les programmes d'expansion de production d'électricité.
- **Développeur** : NREL/HOMER Energy LLC
- **Licence, assistance** : Gratuite
- **Contact** : Dr. Peter Lilienthal - info@homerenergy.com
- **Site Web** : www.homerenergy.com

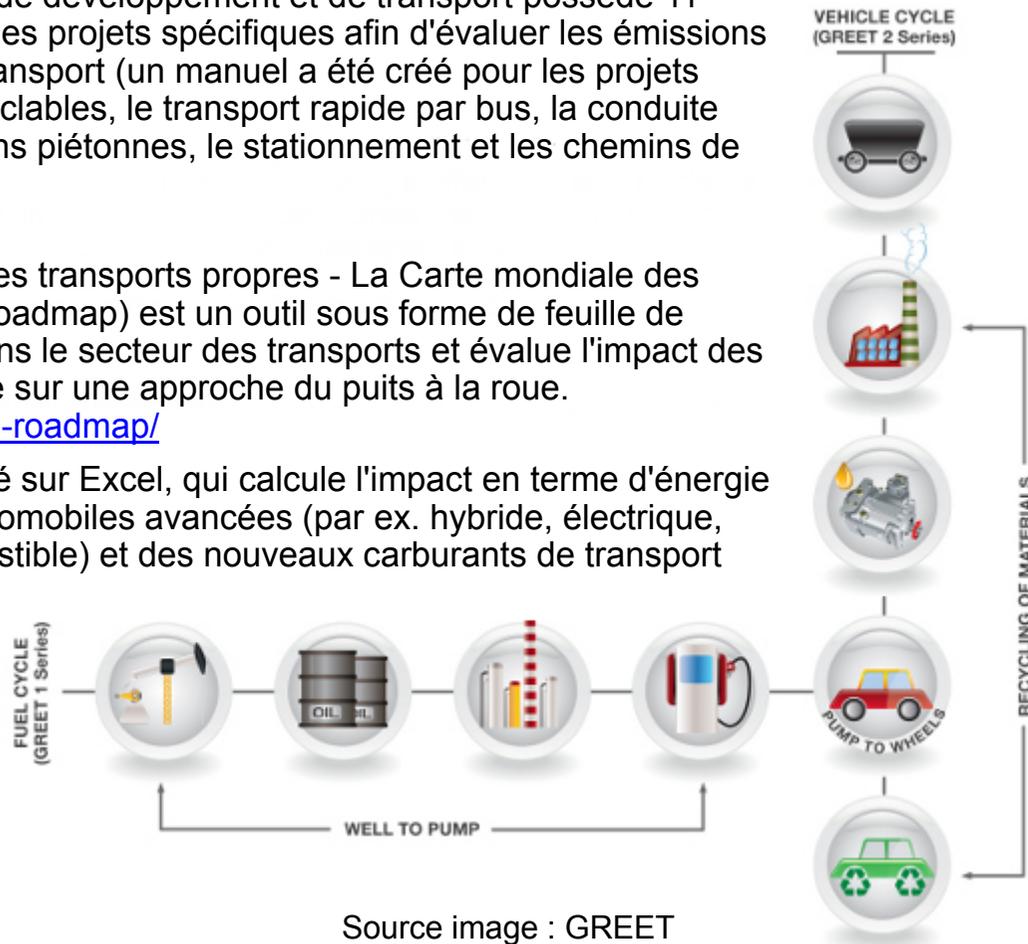


Interface HOMER



Modèles de transport

- **ITDP** – L'Institut pour les politiques de développement et de transport possède 11 modèles de feuilles de calcul pour des projets spécifiques afin d'évaluer les émissions de GES à partir des politiques de transport (un manuel a été créé pour les projets FEM). Ils comprennent les pistes cyclables, le transport rapide par bus, la conduite écologique, l'amélioration des options piétonnes, le stationnement et les chemins de fer.
<http://tinyurl.com/7sy33e8>
- **ICCT** – Conseil international pour des transports propres - La Carte mondiale des transports (Global Transportation Roadmap) est un outil sous forme de feuille de calcul qui identifie les tendances dans le secteur des transports et évalue l'impact des différentes options de politique basé sur une approche du puits à la roue.
<http://www.theicct.org/transportation-roadmap/>
- **REET** - Outil gratuit de l'ANL, basé sur Excel, qui calcule l'impact en terme d'énergie et d'émissions des technologies automobiles avancées (par ex. hybride, électrique, véhicules équipés de piles à combustible) et des nouveaux carburants de transport (par ex. gaz naturel, biocarburants).
<http://greet.es.anl.gov/>



MODULE E4

Évaluation de la réduction des GES dans les secteurs non liés à l'énergie



Évaluation de la réduction des GES dans les secteurs non liés à l'énergie

- Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) (prend en considération la disponibilité des terres et de ses produits) :
 - Foresterie
 - Agriculture
 - Pâturages et prairies
- Gestion des déchets.



Étapes de base pour les évaluations d'atténuation dans tous les secteurs non liés à l'énergie

1. Établir un inventaire actuel des émissions (basé de préférence sur les inventaires de GES nationaux) et identifier l'intensité des émissions par unité de variables moteurs clés.
2. Développer un point de comparaison en projetant les variables moteurs clés dans le futur et en prenant en considération tous les changements probables dans l'intensité des émissions en supposant la continuation des politiques actuelles.
3. Identifier des options clés d'atténuation dans chaque secteur.
4. Sélectionner les options d'atténuation sur la base des coûts, des possibilités d'atténuation et d'autres priorités environnementales et de développement au niveau national.
5. Construire des scénarios d'atténuation en considérant le potentiel de réduction des émissions des points de comparaison en mettant en œuvre les options d'atténuation sélectionnées.



Étapes pour évaluer le changement d'affectation des terres

- **Étape 1 : Année de référence :**
 - Évaluer la disponibilité actuelle des terres
 - Déterminer la demande actuelle pour les produits de la biomasse (bois de chauffe, bois, récoltes, etc.)
 - Déterminer l'offre actuelle des produits de la biomasse
- **Étape 2 : Scénario des points de comparaison : projets d'utilisations des terres, offres et demandes dans l'avenir basées sur le présent, en prenant en considération :**
 - les tendances démographiques telles que la population humaine et son taux de croissance, la distribution rurale/urbaine et la dépendance vis-à-vis des ressources du sol.
 - les facteurs économiques tels que le niveau de revenu, le développement technologique, la dépendance vis-à-vis des exportations des produits de la terre et les taux de croissance économique.
 - le type et l'intensité d'utilisation de la terre, tels que l'agriculture itinérante comparée à l'agriculture permanente ou la coupe à blanc comparée à la récolte sélective
 - les facteurs biophysiques tels que la productivité du sol, la topographie et le climat.
- **Étape 3 : Réconcilier la terre et la disponibilité des produits avec la demande.**
- **Étape 4 : Scénario d'atténuation : examiner les impacts des options d'atténuation en prenant en considération la manière dont ils modifieront les tendances des points de comparaison.**



Atténuation UTCATF

- **Conserver les stocks existants**
 - Protection et conservation des forêts
 - Augmenter l'efficacité de la gestion des forêts. Récolte et utilisation des produits
 - Initiatives bioénergétiques (par ex. utiliser la biomasse durable cultivée à la place de l'énergie fossile).
- **Développer les puits de carbone**
 - Boisement
 - Reboisement
 - Améliorer la repousse
 - Agroforesterie
 - Foresterie urbaine et communautaire :



Étapes du Processus complet d'analyse d'atténuation (COMAP)

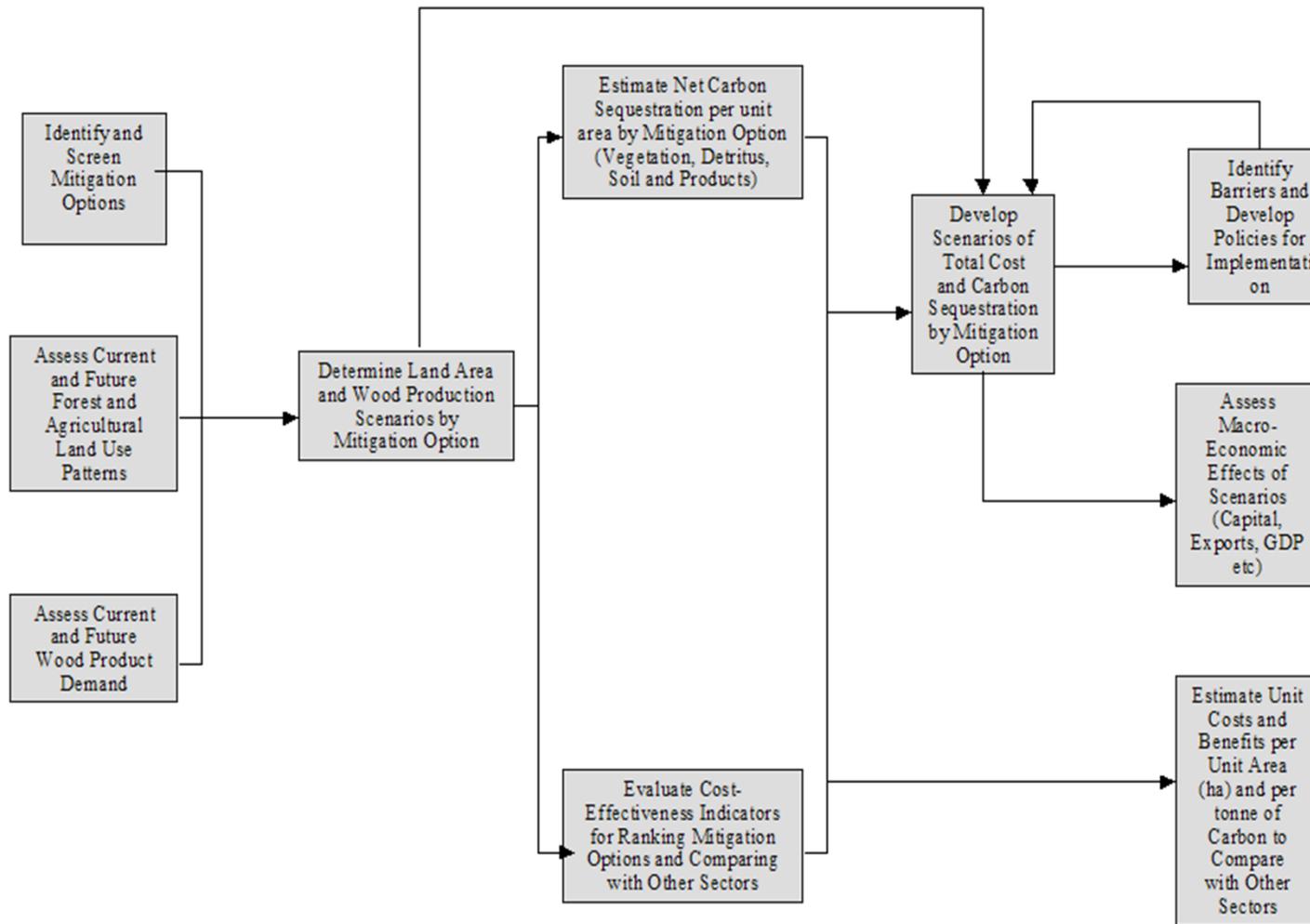
Le processus COMAP (Comprehensive Mitigation Analysis Process) est conçu pour identifier à moindre coût les façons de fournir des produits et des services issus de la forêt en réduisant les GES émis ou en augmentant l'emprisonnement du carbone dans le secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie.

Étapes :

- 1.Sélection des options d'atténuation
- 2.Évaluer les terres disponibles actuellement et dans le futur pour l'atténuation en identifiant les options qui peuvent être mises en œuvre sur les terres disponibles
- 3.Estimer les réductions des émissions et/ou la séquestration du carbone par unité de surface
- 4.Estimer le coût total et unitaire, ainsi que les avantages
- 5.Développer des scénarii futurs concernant les coûts et les GES
- 6.Évaluer le rapport coût/efficacité des options et des scénarii
- 7.Explorer les politiques, les dispositions institutionnelles et les incitations nécessaires pour la mise en œuvre



Le processus COMAP



L'atténuation dans le secteur des pâturages et des prairies

- Deux approches principales peuvent être utilisées pour évaluer la réduction des GES :
 - Évaluer les projets et/ou les programmes individuels dans le cadre des plans de gestion des pâturages existants et identifier les mesures ou les politiques qui pourraient être appliquées pour atteindre les objectifs fixés.
 - Faire une évaluation complète du secteur des pâturages et définir son rôle dans l'économie formelle et informelle d'un pays, y compris celui de services environnementaux tels que l'atténuation du changement climatique.



Étapes de l'évaluation de l'atténuation dans le secteur des pâturages et des prairies

- **Année de référence :**
 - Inventaire des aires de pâturage actuelles, de la végétation, des types de sol, des demandes actuelles de forage, du bois combustible, etc.
 - Évaluer l'état actuel (santé) des types d'écosystème
 - Évaluer la charge des écosystème de pâturage.
- **Point de comparaison :**
 - Évaluer les surfaces disponibles futures pour le pâturage des animaux domestiques, la faune et la flore par rapport à la demande de terre des autres secteurs.
 - Évaluer les futures demandes de forage, de bois combustible, d'agriculture ou autres utilisations des écosystèmes de pâturage
 - Prévoir les surfaces futures des terres ainsi que la production de bétail, la faune et la flore sous les politiques actuelles
- **Sélectionner les options d'atténuation :**
 - Estimer le potentiel de réduction des émissions de GES et/ou d'emprisonnement du carbone pour chaque option considérée
 - Estimer les coûts et les avantages non liés aux GES pour chaque option
 - Identifier les options d'atténuation qui pourraient être intéressantes
 - Estimer la séquestration possible du carbone ou la réduction des GES pour chaque option d'atténuation.
- **Scénarii d'atténuation :**
 - Définir des scénarii alternatifs en combinant les options d'atténuation favorables



Options d'atténuation pâturages/prairies

- Réhabilitation des pâturages détériorés
- Réduire le nombre de têtes de bétail
- Changer le mélange d'animaux
- Changer la distribution des animaux à travers les marais salants, le développement des sources d'eau ou des clôtures
- Améliorer la qualité de l'alimentation des animaux
- Autres pratiques agricoles telles que l'application d'herbicides, l'utilisation de méthodes mécaniques pour réhabiliter les pâturages en mauvaise santé et le développement des bassins hydrographiques.



Atténuation des GES dans le secteur agricole

Secteurs principaux à prendre en considération :

- **Élevage des animaux** : Réduire les émissions de CH₄ produit par fermentation entérique :
 - Meilleure efficacité de production : amélioration de l'alimentation, agents d'amélioration de la production, amélioration des caractères génétiques et de la reproduction animale.
 - Capturer le CH₄ grâce à une meilleure gestion du fumier : lagunes couvertes, digesteurs, etc..
- **Culture du riz** : Réduire le CH₄ grâce à la modification des pratiques de culture (meilleurs éléments nutritifs et meilleure gestion de l'eau).
- **Application des engrais** : Réduction des émissions d'azote grâce à une meilleure gestion des engrais.
- **Carbone dans les sols** : Réduire les émissions de CO₂ ou emprisonner le CO₂ grâce à la culture alternative et autres pratiques.



Gestion des déchets

- **Décharges** : Réduire le CH₄ dans les décharges existantes en :
 - capturant et brûlant les gaz des décharges (ce qui compense aussi l'utilisation d'énergie dans les autres secteurs)
 - utilisant d'autres pratiques telles que le compostage, le recyclage et l'incinération pour réduire le besoin de décharges.
- **Traitement des eaux usées** : Réduire les émissions de CH₄ grâce à :
 - des systèmes de traitement aérobie des eaux usées
 - la récupération et l'utilisation du méthane suite à la digestion anaérobie des eaux usées ou des boues.
Si les déchets sont digérés, grâce à des conditions d'anaérobie contrôlées, le méthane et les autres gaz peuvent être récupérés et utilisés comme source d'énergie.
- Exemple de modèle concernant les déchets :
 - **Modèle de réduction des déchets (WARM)** : Il calcule les émissions de GES pour les pratiques de gestion des déchets des points de comparaison et des pratiques alternatives (réduction de la source, recyclage, incinération, compostage, et décharge). WARM reconnaît 46 types de matériaux (les boîtes en aluminium, les briques en terre cuite, les cendres volantes, les déchets alimentaires, les feuilles, les plastiques mélangés, le papier de bureau, les ordinateurs personnels, les pneus, etc.). Disponible en tant que calculateur en ligne ou feuille de calcul Excel.

http://www.epa.gov/climatechange/waste/calculators/Warm_home.html



MODULE E5

Exemples d'outils de modélisation de secteurs non liés à l'énergie



Exemples de modèles pour l'utilisation des terres et la foresterie

- **CO₂ Fix** – Modèle gratuit et relativement simple qui simule les stocks et les flux de carbone dans les arbres, dans le sol et dans les produits du bois.
<http://www.efi.int/projects/casfor/models.htm>
- **GORCAM** - Outil basé sur Excel pour l'utilisation des terres, il analyse les implications du carbone dans la gestion des terres et les stratégies d'utilisation de la biomasse. <http://tinyurl.com/6sg4zm2>
- **Modèle WBE** – Méthodologie, elle aide à estimer la biomasse des arbres de surface, une contribution importante à l'analyse de la foresterie et des directives du GIEC.
<http://tinyurl.com/8y6bedb>
- **GOTIL WA+** - Modèle de croissance des forêts, il simule les impacts du climat, de la structure du peuplement des arbres, des techniques de gestion, des propriétés des sols et des changements climatiques sur le processus de croissance des forêts. (+ de 50 entrées)
<http://www.creaf.uab.es/gotilwa+/download.htm>
- **COMAP** – Processus d'évaluation de l'atténuation ; il aide à identifier les façons à moindre coût de fournir des produits et des services issus de la forêt pour un pays, en réduisant les GES émis ou en augmentant l'emprisonnement du carbone dans le secteur du changement d'affectation des terres et la foresterie.
<http://ies.lbl.gov/COMAP>

Entrées fréquentes pour un scénario de points de comparaison dans un modèle de foresterie :

- Densité du bois
- Taux de biomasse sèche et humide
- Pourcentage de biomasse au-dessus du sol
- Densité du carbone de biomasse
- Taux de déforestation et de boisement
- Données sur le renouvellement des stocks



Exemples de modèles agricoles

- **CAMFor** - Modèle de comptabilité gratuit basé sur Excel pour le carbone : il traque le carbone de la biomasse aérienne et souterraine, le carbone du sol, du débris du tapis forestier et des produits du bois.
tinyurl.com/6nfzvel
- **EX-ACT** - Fournit des estimations ex-ante de l'impact de l'agriculture et des projets de développement des forêts sur les émissions de GES et la séquestration du carbone, en indiquant leurs effets sur le bilan carbone. Basé sur l'utilisation des terres et les pratiques de gestion ainsi que sur les valeurs par défaut des utilisations du GIEC.
www.fao.org/tc/exact/en/
- **ROTH-C** – Modélise la rotation du carbone organique dans les sols des prairies et les forêts, influencée par le type de sol, la température, le taux d'humidité et la couverture végétale. Dix données sont nécessaires pour obtenir un résultat global concernant le contenu du carbone organique dans la strate superficielle du sol pour une perspective de moyen à long terme.
tinyurl.com/7mkyh9k
- **BIOME BGC** - Modèle de processus écologique, il peut être utilisé pour simuler les flux de carbone, d'azote ou d'eau dans différents écosystèmes. Les entrées comprennent les données météorologiques, géomorphologiques, les caractéristiques du sol des sites et les données écophysologiques de la végétation (+ de 50 entrées au total).
www.ntsug.umd.edu/project/biome-bgc
- **ALU** – Logiciel qui permet de dresser l'inventaire des estimations des émissions et retraits de GES dans les activités forestières et agricoles. Il accepte l'évaluation du potentiel d'atténuation en utilisant les données de l'inventaire comme point de comparaison pour projeter les tendances des émissions associées aux choix de gestion. Basé sur les directives du GIEC. <http://www.nrel.colostate.edu/projects/ALUsoftware/>

Entrées courantes pour le scénario de points de comparaison dans un modèle agricole :

- Niveaux d'activité (par ex. quantité de bétails par type, tonnes d'azote appliquées au sols au travers d'engrais, etc.)
- Facteurs d'émission
- Conditions climatiques
- Informations sur la gestion de cultures spécifiques



MODULE E6

Conclusions



Conclusions : Choisir une approche

- La méthode la plus appropriée pour une équipe dépend des ressources disponibles, de l'expérience de modélisation, de la situation du pays et des secteurs clés
- Les méthodes qualitatives et les outils quantitatifs peuvent tous aider à définir les priorités et à renseigner les programmes d'atténuation
- La plupart d'entre elles implique l'évaluation par rapport à une série d'objectifs ou critères convenus.
- Les méthodes qualitatives peuvent être utilisées avant et après les analyses quantitatives ou de modélisation
- La plupart des modélisations d'atténuation jusqu'à présent était axée sur une approche ascendante dû à un manque de modèles économétriques standards.
- Les modèles sophistiqués peuvent être utiles là où l'expertise et les données sont relativement abondantes, sinon, des outils plus conviviaux peuvent être plus appropriés
- Des outils spécifiques à certains secteurs peuvent venir en complément des modèles intégrés : ils aident à examiner les options avant de les inclure dans les scénarios intégrés et ils fournissent des aperçus supplémentaires et plus détaillés concernant la pertinence des options



Ressources supplémentaires pour outils de modélisation

- Le CDKN (Réseau de connaissances et de développement du climat) a créé un nouveau site Internet qui fournit des présentations de haut niveau concernant un large ensemble d'outils appropriés pour l'atténuation du changement climatique (et l'adaptation) :
www.climateplanning.org
- Le SEI possède une liste de modélisation de l'énergie et de modèles de programmes d'atténuation climatique dans le secteur de l'énergie. <http://tinyurl.com/mitmods>
- Le NREL a développé le site Internet OpenEI qui présente des liens vers des logiciels et des données adaptés aux programmes d'atténuation climatique dans le secteur de l'énergie :
<http://en.openei.org>



Ressources

- Sathaye, J. and Meyers, S. 1995. *Greenhouse Gas Mitigation Assessment: A Guidebook*; Kluwer.
<http://ies.lbl.gov/iespubs/iesgpubs.html>
- Halsnaes, K.; Callaway, J.M.; Meyer, H.J. 1999. *Economics of Greenhouse Gas Limitations: Methodological Guidelines*. Centre de collaboration UNEP sur l'énergie et l'environnement, Danemark.
<http://uneprisoe.org/EconomicsGHG/MethGuidelines.pdf>
- Swisher, J.; Januzzi, G.; Redlinger, R.Y. 1997 *Tools and Methods for Integrated Resource Planning*. Centre de collaboration UNEP sur l'énergie et l'environnement, Danemark. <http://www.uneprisoe.org/IRPManual/IRPmanual.pdf>
- Climate Change 2007: Mitigation. Contribution du groupe de travail III au quatrième rapport d'évaluation du panel international sur les changements climatiques.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html
- CDKN Outils de développement climatique compatible - <http://climateplanning.org/>
- Lignes directrices transnationales concernant l'adaptation des modèles [Agricoles et UTCATF] http://www.carbonpro.org/documents-models_guidelines.asp



Thèmes de discussion

- Quelles informations supplémentaires vous faut-il afin de décider d'une approche de modélisation?
- Dans quelle mesure les modèles existants correspondent-ils aux besoins en matière d'évaluation de vos communications nationales ?
- Quelle est la meilleure façon d'aborder les formations dans votre pays ?

