

Une initiative Euro-Méditerranéenne :
pour des sociétés résilientes
au climat et sobres en carbone



Planification à long terme des énergies de substitution (logiciel LEAP) et modélisation des Gaz à effet de serre (GES)



Projet financé par
l'Union Européenne



Projet implementé par
AGRICONSULTING CONSORTIUM
Agriconsulting Agrer CMCC CIHEAM-IAM Bari
d'Appolonia Pescares Typsa Sviluppo Globale

Ce manuel a été réalisé
en collaboration avec le
projet ClimaEast



ClimaEast



MENTION LEGALE

Les informations et opinions contenues dans le présent document sont celles des auteurs, et, à ce titre, ne rendent pas forcément compte de la position officielle de l'Union européenne sur ces questions. L'Union européenne, ses institutions, ses organes, ou les personnes travaillant en leur nom, ne sauraient être tenus responsables de l'utilisation qui sera faite de ces informations.

Éditeurs : l'équipe ClimaEast et ClimaSouth, avec les contributions de Charlie Heaps, de l'Institut pour l'environnement de Stockholm (SEI) et de Lorenzo Facco (D'Appolonia).

Conception : G.H. Mattravers Messana

Modèle graphique : Zoi Environment Network

Graphisme et mise en page : Raffaella Gemma

Directeurs de projet Agriconsulting Consortium : Ottavio Novelli / Barbara Giannuzzi Savelli

Chef d'équipe ClimaSouth : Bernardo Sala



AVANT-PROPOS

La région méditerranéenne a été identifiée comme une zone sensible en termes de changements climatiques par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). La plupart des pays de la région connaissent déjà une montée des températures, une rareté de l'eau plus grande, une hausse de la fréquence des sécheresses et des feux de forêt, ainsi que des taux croissants de désertification. Une communauté de points de vue est donc en train d'émerger dans la région, selon laquelle la lutte contre les changements climatiques est essentielle, par des mesures à la fois d'atténuation et d'adaptation. Celles-ci pourraient aussi offrir de nouvelles opportunités de développement économique, en particulier celles associées à des options bas-carbone.

Le projet ClimaSouth, financé par l'UE, soutient l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques dans 9 pays du sud de la Méditerranée partenaires : l'Algérie, l'Égypte, Israël, la Jordanie, le Liban, la Lybie, le Maroc, la Palestine et la Tunisie. Le projet aide les pays partenaires et leurs administrations à mener la transition vers des sociétés bas-carbone tout en construisant la résilience face aux changements climatiques et en promouvant des opportunités de croissance économique durable et d'emploi. Le projet soutient aussi la coopération Sud-Sud et l'échange d'informations sur les questions de changement climatique dans la région, ainsi qu'un dialogue et un partenariat plus étroit avec l'Union Européenne.

Dans le cadre de ses efforts pour améliorer la planification stratégique en matière de changements climatiques, le projet ClimaSouth produit une série de manuels adaptés aux besoins de la région du sud de la Méditerranée. Les

principaux utilisateurs visés sont en particulier les ministères au niveau opérationnel et politique, les équipes et comités changements climatiques, les décideurs, les services météorologiques et les membres des gouvernements locaux, le secteur privé et la société civile. Les manuels de Clima-South sont basés sur des séminaires « par les pairs » accueillis par le projet, qui sont destinés à aider les administrations nationales à développer et mettre en œuvre des politiques sur les changements climatiques ; ils aident en outre les parties prenantes de la région à s'engager de façon plus efficace dans le cadre mondial d'action sur les changements climatiques.

Après le Manuel sur les inventaires de GES, ce quatrième manuel reflète le contenu présenté durant un séminaire ClimaSouth intitulé « Logiciel d'aide à la planification à long terme des énergies de substitution (Long range Energy Alternative Planning (LEAP)) et modélisation des Gaz à effet de serre (GES) » ainsi que les discussions qui ont lieu à cette occasion. Nous espérons que ce manuel contribuera à améliorer aussi bien la connaissance des décideurs que des techniciens sur ces questions, et les aidera à répondre à leurs préoccupations futures.

Puisse votre lecture être informative et intéressante.

Nicola Di Pietrantonio

Commission Européenne
Direction générale du voisinage et
des négociations d'élargissement (DG NEAR)

Matthieu Ballu

Commission Européenne
Direction Générale Action
pour le climat (DG-CLIMA)

MANUELS CLIMASOUTH

- Manuel N. 1 : Développements clés dans les politiques de lutte contre les changements climatiques
- Manuel N. 2 : Améliorer les informations sur le climat
- Manuel N. 3 : Introduction aux inventaires nationaux d'émissions de gaz à effet de serre (GES) - Mesure, Notification, Vérification (MNV)
- Manuel N. 4 : Planification à long terme des énergies de substitution (logiciel LEAP) et modélisation des Gaz à effet de serre (GES)
- Manuel N. 5 : Stratégie de développement bas-carbone (LEDS)
- Manuel N. 6 : Descendre l'échelle de la modélisation climatique pour une évaluation d'impact à haute résolution
- Manuel N. 7 : Mettre en relation la descente d'échelle, les impacts et le développement de stratégies d'adaptation

SOMMAIRE

- Mention Légale.....2
- Avant-propos3
- Liste d'acronymes.....5

- 1. INTRODUCTION 7**
- 2. CAS D'ÉTUDES NATIONAUX 8**
 - Belgique8
 - Tunisie.....10
- 3. FORMATION LEAP 12**
- 4. SOURCES-CLÉS DE DONNÉES 14**
 - Données macroéconomiques et démographiques.....14
 - Données sur l'énergie14
 - Données d'émissions15
- 5. LEAP EN BREF 17**
 - Le menu Analyse (Analysis View).....18
 - Le menu Résultats (Results View)19
 - Terminologie clé pour LEAP.....20
- 6. COMMENT UTILISER UNE SÉRIE DE DONNÉES LEAP 21**
- 7. STRUCTURES DE DONNÉES, MÉTHODES ET HYPOTHÈSES 22**
 - Hypothèses clés (Key Assumptions)22
 - Demande énergétique (Energy Demand)24
 - Comptes courants (Current Accounts)24
 - Scénario de base (Baseline Scenario).....26
 - Transformation.....27
 - Différences statistiques (Statistical Differences)27
 - Variations de stocks (Stock Changes)28
 - Émissions du secteur de l'énergie (Energy-Sector Emissions)28
 - Effets du secteur hors-énergie (Non-Energy-Sector Effects)28
 - Les résultats de la formation28
- 8. CONCLUSIONS 29**
 - Prochaines étapes clés.....30
- 9. BIBLIOGRAPHIE 31**

LISTE DES ACRONYMES

CIHEAM	Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes
CCE	Cogénération chaleur- électricité
CH4	Méthane
CO2	Dioxyde de carbone
DECC	Département de l'énergie et du changement climatique
EDGAR	Système électronique de collecte, d'analyse et d'extraction de données
PEV	Politique européenne de voisinage
PIB	Produit intérieur brut
GES	Gaz à effet de serre
PRG	Potentiel de réchauffement global
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
HFC	Hydrofluorocarbures
HTSPE	Absorbé par DAI (Development Alternatives Inc.)
AIE	Agence internationale de l'énergie
CPDN	Contributions prévues déterminées au niveau national
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
CCR	Centre commun de recherche (Commission européenne)
LEAP	Long range Energy Alternative Planning (logiciel d'aide à la planification)
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
MEDPRO	Prospectives méditerranéennes

TCM	Taux de change du marché
MNV	Mesure, notification et vérification
MAAN	Mesures d'atténuation appropriées au niveau national
N2O	Protoxyde d'azote
OPEERA	Outil open source de simulation de scénarios d'offre et de demande en énergie à l'horizon 2050.
PBL	Agence néerlandaise d'évaluation environnementale
SEI	Institut pour l'environnement de Stockholm
SF6	Hexafluorure de soufre
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
WDI	Indicateurs du développement dans le monde
CME	Conseil mondial de l'énergie

1. INTRODUCTION

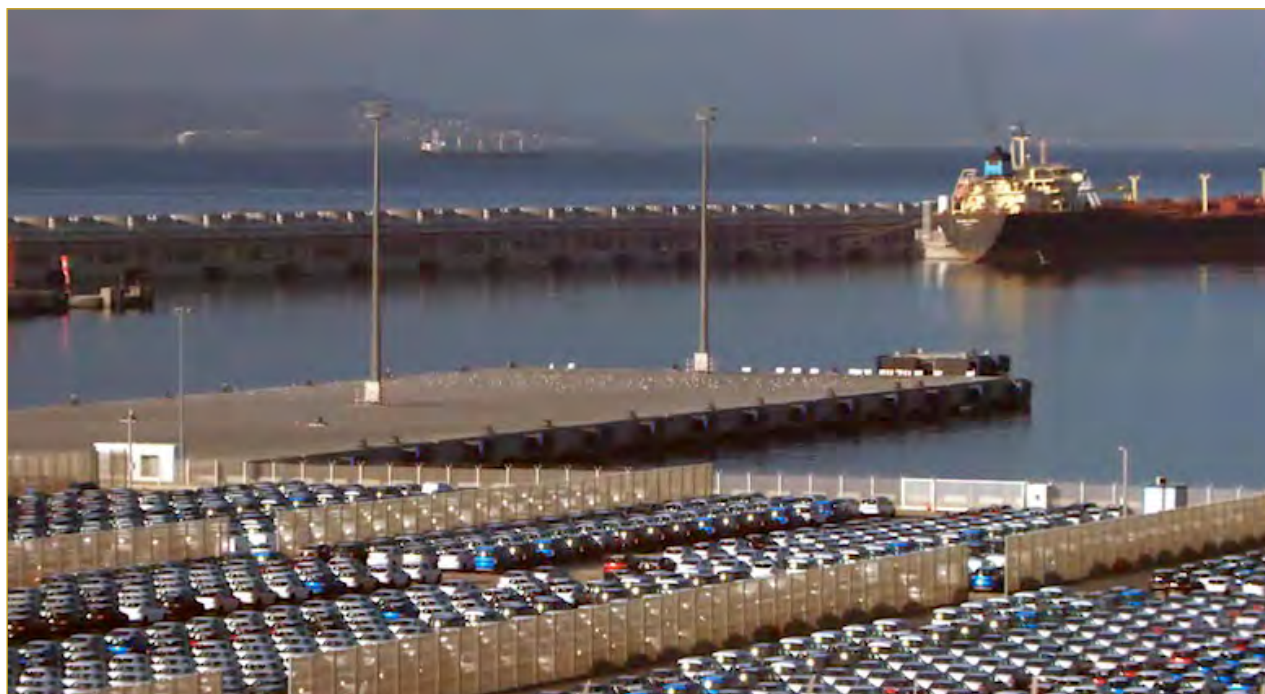
Du 10 au 14 novembre 2014, le projet ClimaSouth (géré par le Consortium Agriconsulting) et le projet ClimaEast (géré par le Consortium HTSPE) ont organisé conjointement un séminaire de modélisation de GES au centre de formation CIHEAM¹ à Bari (Italie). Ce séminaire a permis aux 12 pays PEV suivants de travailler ensemble :

- Algérie, Egypte, Israël, Liban, Maroc et Palestine pour ClimaSouth et ;
- Arménie, Biélorussie, République de Moldavie, Ukraine, Géorgie et Azerbaïdjan pour ClimaEast.

Le séminaire a commencé par une journée d'introduction sur le thème de l'évaluation de l'atténuation des GES et un résumé sur le contexte politique global, avec la présentation de 3 exemples de modélisation de GES au niveau national : Belgique (présentation pratique de sa feuille de route 2050), Azerbaïdjan et Tunisie.

Les quatre jours suivants ont été consacrés à une formation pratique sur la modélisation de GES sur le système logiciel LEAP au bénéfice de 2 représentants de chacun des 12 pays, avec le support technique de l'Institut pour l'environnement de Stockholm (SEI) sur 'LEAP' (Long-range Energy Alternatives Planning System), un « outil pour la planification énergétique et l'évaluation de l'atténuation des GES ». La formation a montré comment (1) modéli-

ser des systèmes énergétiques nationaux ; (2) évaluer les émissions de GES associées à ces systèmes ; (3) créer et comparer des scénarios alternatifs de base et d'atténuation ; et (4) évaluer les coûts et bénéfices de politiques et mesures alternatives. Au cours des deux derniers jours de l'atelier, on a donné aux participants des **ensembles de données « de démarrage »** pour LEAP sur leur propre pays, et il leur a été demandé d'en passer en revue les données, méthodes et hypothèses, de façon à élaborer une première série de scénarios.



¹ <http://www.iamb.it/>

2. CAS D'ÉTUDES NATIONAUX

Belgique

Lors d'une première étape, on a utilisé une approche sectorielle pour comprendre quels types et niveaux de changement sont techniquement possibles dans chaque zone. Pour chaque levier de réduction d'émissions identifié dans chacun de ces secteurs, une gamme de niveaux d'ambition a été définie de façon à pouvoir tester une grande variété de futurs potentiels.

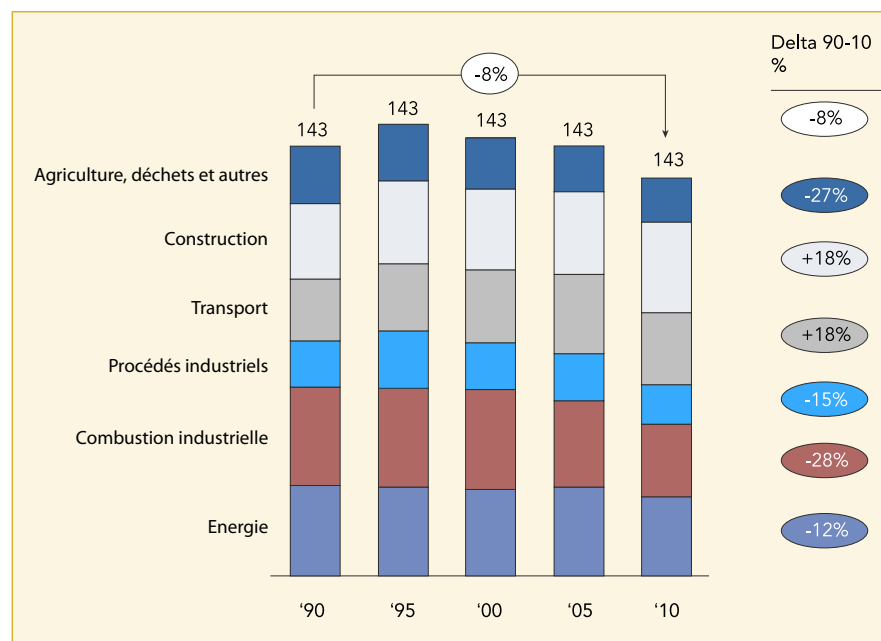
Ces leviers et les niveaux d'ambition possibles qui leur sont liés sont la base de la version belge du modèle OPEERA2, qui a été développé pour construire des trajectoires plausibles à l'horizon 2050. OPEERA est un modèle « orienté experts » développé avec le Département de l'énergie et du changement climatique (DECC) britannique (décrit plus en détails plus bas). L'approche utilisée consiste à ne pas se concentrer seulement sur 2050, en tant que date de fin, mais aussi sur la série de changements qui devront intervenir au cours des 40 prochaines années.

Beaucoup d'autres analyses et études existent déjà, basées sur un éventail de méthodologies et couvrant différents champs (par secteur, région, ou pays ; au niveau européen ou mondial, etc.) En plus d'une minutieuse analyse de la littérature, l'étude se base largement sur des ateliers de travail thématiques et des discussions intensives avec un grand nombre d'experts issus des entreprises, ONG, domaines techniques et universitaires. L'étude prête une attention particulière au travail belge existant. Plus d'une

centaine d'experts a aussi été consultée à plusieurs occasions, notamment par rapport aux niveaux d'ambition réalisables pour chaque levier de réduction.

L'étude se base aussi sur les commentaires de parties prenantes, afin de mieux identifier et comprendre les implications clés qu'auraient pour la Belgique le fait de se diriger vers une société bas-carbone.

La source utilisée pour les émissions historiques est le Rapport d'inventaire national, ou RIN, belge, qui donne un instantané des émissions de GES actuelles (et historiques) en Belgique pour les



Source : Inventaire belge des émissions de GES

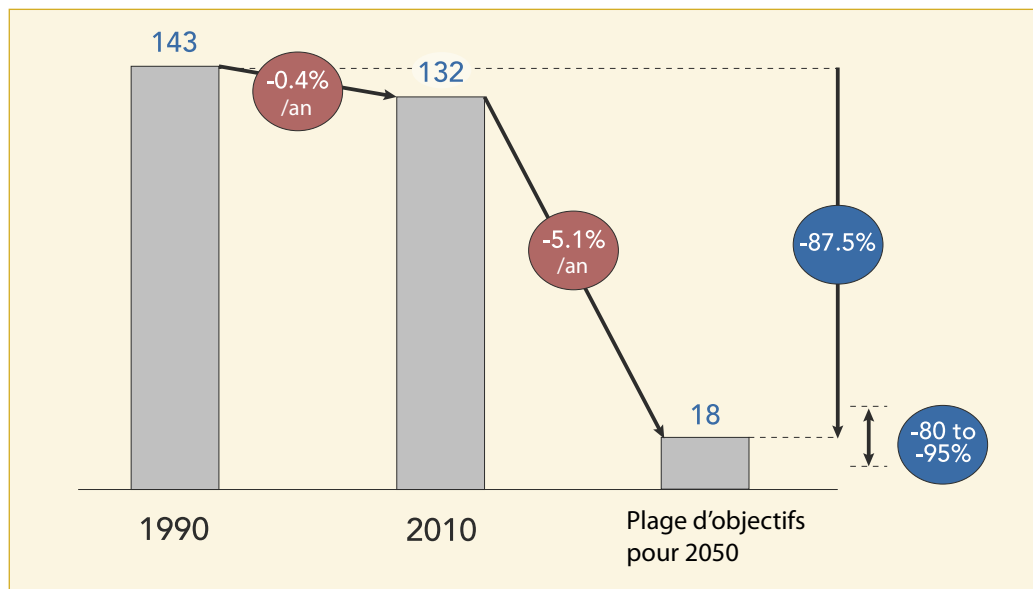
différentes sources d'émissions. Cet inventaire contient les estimations d'émissions de gaz à effet de serre de la Belgique pour la période allant de 1990 à 2010, et décrit la méthodologie sur laquelle les estimations sont basées. L'étude analyse différents scénarios pour atteindre des objectifs de réduction des GES significatifs. Ces scénarios impliquent des changements drastiques de la part de tous les acteurs de la société. Ils requièrent une vision politique claire et un cadre solide, permettant à toutes les parties prenantes de s'engager dans la transition vers une société bas carbone, ainsi que la gestion des nombreuses incertitudes liées à un horizon de 40 ans.

L'étude montre que, s'ils sont gérés correctement, les scénarios bas carbone ont des coûts du même ordre que le scénario de référence : les lourds investissements dans l'efficacité énergétique, les infrastructures, la flexibilité, l'énergie renouvelable et les interconnexions sont compensées

par les moindres dépenses en carburant. Elle démontre clairement que les économies d'énergie dans tous les secteurs restent d'une importance capitale et que la transition pourrait être rendue possible par des investissements initiaux financés par les économies futures sur les énergies fossiles, ce qui place la question du financement au cœur du débat.

Une transition vers une société bas carbone offre l'opportunité de certaines « mesures sans regret », telles que la rénovation des immeubles, le développement de l'infrastructure énergétique, et le renforcement de l'efficacité énergétique. Toutefois, certaines barrières critiques pourraient rendre la transition difficile ; par conséquent, le chemin vers une société bas carbone doit se faire de manière coordonnée, de façon à gérer comme il se doit les questions de compétitivité, garantir la sécurité de l'approvisionnement et fournir les conditions nécessaires pour une transition juste. Les orientations choisies par d'autres régions et pays devront être prises en compte, car leurs décisions vont affecter la disponibilité des ressources, les prix et le développement technologique, et donc influencer le contexte dans lequel la transition bas carbone de la Belgique se réalisera.

Cette étude vise à servir de tremplin pour initier un débat sociétal profond sur la possibilité d'orienter notre économie et notre société vers un développement sobre en carbone, tout en identifiant un terrain d'entente, des mesures « sans regret » et des étapes essentielles. Les différents scénarios sont destinés à identifier et à souligner les changements nécessaires et leurs principales implications, et



Emissions belges de GES, Mteq CO2 par an

Source: Inventaire belge des émissions de GES

à fournir certaines réponses. Ils illustrent aussi la nécessité de travailler plus avant sur des thèmes complémentaires tels que les implications macroéconomiques, l'emploi et la formation, la compétitivité, le financement, les co-bénéfices etc. Ce travail additionnel sera important pour identifier quelle trajectoire vers 2050 est la plus désirable et réalisable.

Source : *Climact et VITO, Scénarios pour une Belgique bas carbone à l'horizon 2050 (2013)*

Tunisie

Les approches pour calculer les émissions de gaz à effet de serre dérivent directement des lignes directrices 2006 du GIEC. Le calcul des émissions est basé sur des estimations d'activité, qui sont déduites d'un modèle de simulation qui utilise les approches suivantes :

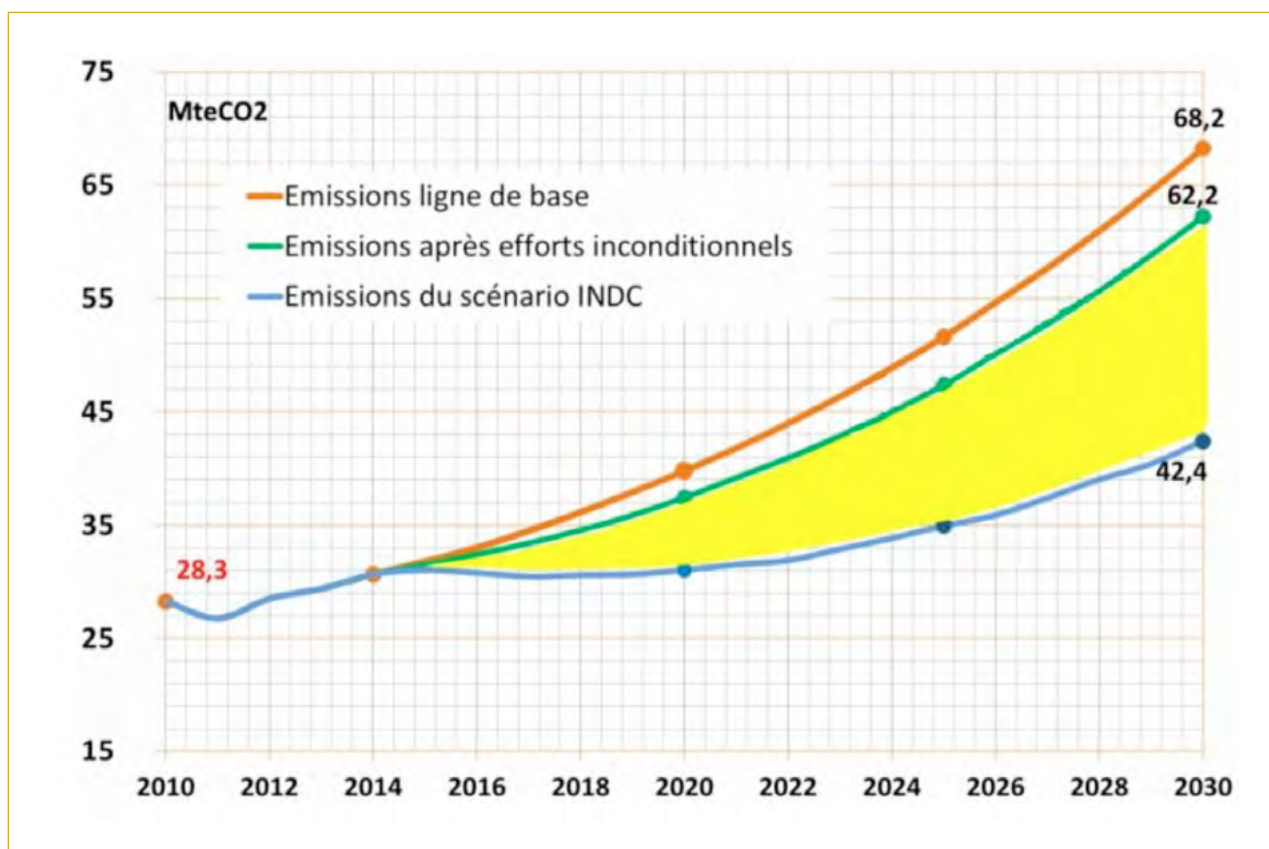
- Secteur de l'énergie : les émissions sont évaluées dans le scénario de base, principalement en utilisant une approche ascendante basée sur la modélisation de la demande énergétique finale par secteur et par type d'énergie, en utilisant le modèle prédictif MED-PRO. Cela permet ensuite à la demande énergétique d'être prédite par type d'énergie sur la base de changements hypothétiques dans les paramètres du secteur de l'électricité (consommation spécifique, pertes et mix). Le scénario de base inclut déjà une composante d'atténuation dans la mesure où il correspond à une baisse moyenne dans l'intensité énergétique primaire de l'ordre de 1 pour cent par an au cours de la période 2010-2030. Les émissions du scénario de base sont évaluées année après année, de 2010 à 2030, en

appliquant très soigneusement l'approche sectorielle prévue par les lignes directrices 2006 du GIEC (données d'activité et facteurs d'émission par secteur et par produit énergétique). Cette approche sectorielle couvre le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Les émissions annuelles du scénario de base sont ensuite exprimées en tonnes d'équivalent CO₂. Cette approche devrait rendre plus facile le recoupement des résultats de cette ligne de base avec les futurs inventaires de gaz à effet de serre qui seront réalisés dans le cadre du système MNV en Tunisie.

- Procédés industriels : les évaluations d'émissions pour le scénario de base sont principalement issues des résultats du secteur du ciment (MAAN 5). Pour les autres procédés sources, les simulations sont basées soit sur leur contribution au PIB soit sur le principe d'une valeur de production fixe.
- Foresterie et autres utilisations des terres : la ligne de base prend pour hypothèse une poursuite de la tendance à la reforestation et des mesures de conservation habituellement mises en œuvre par la Direction générale des forêts, ainsi qu'un taux de progression constant de l'arboriculture. Ce scénario tendenciel va donc consolider le statut d'absorbeur net de cette source d'émission/absorption.
- Agriculture : la ligne de base part du principe que les tendances actuelles au sein de pratiques agricoles données vont se poursuivre, tout en incluant quatre actions d'atténuation selon le taux actuel ou anticipé (le fumier de volaille dans les processus de compostage, l'agriculture biologique, l'intensification du rôle des légumes dans les grandes cultures et l'optimisation de l'utilisation de fertilisants minéraux synthétiques).

- Déchets – déchets solides : la ligne de base présuppose que les pratiques actuelles de gestion des déchets vont se poursuivre, avec l’ensevelissement des déchets dans des décharges contrôlées. La ligne de base incorpore les réductions d’émission des deux projets de dégazéification du Ministère du développement durable.
- Le traitement des eaux usées : la ligne de base prend pour hypothèse que les pratiques actuelles d’assainissement se perpétueront jusqu’en 2030, mais avec des efforts particuliers en faveur de l’efficacité énergétique.

Le graphique ci-après montre les trajectoires respectives des émissions de gaz à effet de serre dans la ligne de base, dans l’effort national inconditionnel et dans le scénario de la CPDN.



Source : Ministère de l’environnement et du développement durable de la République de Tunisie, Contribution prévue déterminée au niveau national (CPDN)

3. FORMATION LEAP

LEAP² est un outil logiciel développé par le SEI qui est largement utilisé pour l'analyse des politiques énergétiques et l'évaluation des changements climatiques, et a été adopté par plus de 24 000 utilisateurs et plusieurs centaines d'organisations dans plus de 190 pays du monde. Parmi ses utilisateurs figurent des agences gouvernementales, des établissements d'enseignement supérieur et de recherche, des organisations non gouvernementales, des bureaux de conseil et des opérateurs de services publics énergétiques. Il est utilisé à différentes échelles, depuis les villes et les États jusqu'à des applications nationales, régionales et mondiales. LEAP est, en particulier, largement utilisé en tant qu'outil pour l'évaluation nationale de l'atténuation des GES, dans le cadre des engagements nationaux qui doivent être notifiés à la Convention-cadre sur les changements climatiques de l'ONU (CCNUCC). Davantage d'information sur LEAP est disponible sur : www.energycommunity.org.

L'objectif de la formation était de renforcer les capacités au sein de ces pays en matière de développement d'évaluations intégrées de l'atténuation des émissions basées sur des scénarios, afin de faire progresser leur capacité d'évaluation et de notification de leur potentiel en matière d'atténuation, en particulier dans le cadre des obli-

gations de ces pays vis-à-vis de la CCNUCC. De façon plus spécifique, la formation était conçue pour constituer une première phase de l'effort pour les aider les pays à évaluer leurs émissions de GES présentes ainsi que leurs émissions futures probables, notamment les réductions d'émissions et les coûts et bénéfices résultants des mesures et politiques d'atténuation proposées.

Le programme de cette formation de quatre jours consistait en :

- **Des cours magistraux** qui ont donné aux participants des bases de connaissances solides en matière d'atténuation des GES, notamment ses principes et étapes clés, une revue des différents outils de modélisation disponibles, ainsi qu'une introduction détaillée aux fonctionnalités du système de modélisation LEAP. Parmi les questions abordées figurait l'évaluation de la demande énergétique, l'approvisionnement en énergie (transformation), l'évaluation et le calcul des émissions de GES, l'analyse de scénario et l'analyse coûts-bénéfices. Les questions examinées plus en profondeur comprenaient notamment l'analyse de l'utilisation finale, l'accroissement de la capacité du secteur de l'électricité et la modélisation de la distribution.
- **Des exercices pratiques sur ordinateur** couvrant tous ces sujets qui ont permis aux participants de pratiquer les techniques apprises lors des cours magistraux en utilisant l'outil de modélisation LEAP.

² Le Dr. Heaps, chercheur senior dans le programme de recherche du SEI sur le climat et l'énergie et concepteur principal de LEAP, était le formateur principal.

- **L'examen de la disponibilité des données** sur les types de structures de données, et méthodes qui seraient utilisables pour l'évaluation de l'atténuation dans les pays participants.
- **La mise à disposition et l'examen de séries de données nationales de démarrage** : Le dernier jour de l'atelier de travail, les participants ont reçu des séries de données « de démarrage » pour LEAP, élaborées par SEI, concernant leurs pays respectifs (tous les pays sauf la Palestine pour laquelle, malheureusement, aucune donnée internationale rapidement accessible n'existe). Ces séries de données sont destinées à servir de point de départ utile pour des analyses par des experts des pays en développement impliqués dans l'analyse de l'atténuation des changements climatiques. Chaque série de données concerne un seul pays et couvre les émissions du secteur de l'énergie et hors-énergie, tous deux avec des données historiques (1990-2009) avec un scénario préliminaire relativement simple allant de 2010 à 2040. Les séries incluent des données historiques agrégées sur la consommation énergétique, la production, les émissions du secteur de l'énergie et hors-énergie, et sont basées sur un ensemble de sources internationales de données, parmi lesquelles l'AIE, la Banque mondiale, le GIEC, l'ONU, le CME et la base de données EDGAR du PBL. Il est important de noter que les séries de données sont seulement destinées à être un point de départ pour l'analyse, et ne doivent pas être considérées comme des projections finalisées. Les utilisateurs de séries de données doivent vérifier, affiner et corriger les données habituellement en utilisant leurs propres données, de qualité supérieure et disponibles localement.

ENCADRÉ 1. Qu'est-ce que LEAP?

L'Institut pour l'environnement de Stockholm (SEI) a développé des séries de données à l'échelle nationale à utiliser dans le logiciel LEAP du SEI pour la planification énergétique et l'atténuation des changements climatiques. Ces séries de données sont élaborées dans le but de servir de point de départ utile à des analyses par des experts des pays en développement travaillant dans l'analyse de l'atténuation des émissions de GES.

Chaque série de données représente un seul pays et couvre les émissions du secteur de l'énergie et hors énergie, à la fois en ce qui concerne les données historiques (1990-2009) et un scénario de base préliminaire relativement simple qui va de 2010 à 2040.

Il convient toutefois de faire une mise en garde importante : ces séries de données sont destinées uniquement à servir de **point de départ** pour l'analyse. Les données qu'elles contiennent sont seulement basées sur des *sources internationales* de données facilement accessibles et régulièrement révisées. Les experts pays sont invités à réviser les données, hypothèses et méthodes qui y sont incluses. Dans la plupart des pays, des données locales de meilleure qualité seront disponibles et de meilleures hypothèses peuvent être faites en se basant sur les connaissances des experts nationaux. Celles-ci pourront, ensemble, être utilisées pour affiner et corriger cette première version préliminaire des séries de données.

Les participants ont eu la possibilité de passer en revue ces séries de données, y compris les méthodes et hypothèses ainsi que les données qui y sont contenues. Ces séries de données pourront, espérons-le, constituer une base pour un travail ultérieur qui pourra être fait dans le pays après l'atelier de travail.

Informations clés

- Séries de données d'échelle nationale à utiliser dans LEAP
- Mises à la disposition des analystes énergie qualifiés des pays en développement et à des organisations impliquées dans le projet Renforcement des capacités pour réduire les émissions de GES (LECB) du PNUD.
- Inclut des données historiques agrégées sur la consommation énergétique, la production, les émissions des secteurs de l'énergie et hors-énergie.
- Basé sur un ensemble de sources internationales de données, parmi lesquelles l'AIE, la Banque mondiale, le GIEC, l'ONU, le CME et la base de données EDGAR du PBL.
- Inclut des projections de ligne de base simplifiées à l'horizon 2040
- Destinées à servir uniquement de point de départ pour l'analyse: elles n'ont pas vocation à être des projections finales. Les pays devront vérifier, affiner et corriger les données – habituellement en utilisant leurs propres données, de qualité supérieure, disponibles localement.
- Chaque série de données est fournie sous la forme d'un unique fichier de données "leap", qui peut être ouvert directement dans LEAP.

4. SOURCES-CLÉS DE DONNÉES

Données macroéconomiques et démographiques

Chaque série de données inclut des données démographiques et macroéconomiques issues respectivement du dernier rapport de l'ONU sur les perspectives en matière de population (ONU, 2010) et des indicateurs du développement dans le monde de la Banque Mondiale (Banque mondiale, 2012).

Les données sur la population incluent à la fois des estimations historiques de la population nationale (allant, dans la plupart des cas, jusqu'en 1970) et des projections de variante moyenne à l'horizon 2100.

Un ensemble de variables diverses a été extrait de la base de données WDI de la Banque Mondiale, notamment des estimations historiques de PIB exprimées à la fois en taux de change du marché TCM) et en parité de pouvoir d'achat (PPA). Dans les deux cas, les données sont exprimées en dollars internationaux constants. En plus des estimations globales de PIB, les WDI fournissent également des données historiques sur la façon dont la valeur économique des secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des services s'additionnent pour constituer le PIB. Ces données sont utilisées pour calculer la proportion historique de chacun de ces trois « macro-secteurs » dans la valeur ajoutée, ce qui est ensuite utilisé dans LEAP pour prévoir l'utilisation de l'énergie et les émissions de chacun d'entre eux.

Données sur l'énergie

Chaque série de données inclut un aperçu complet de l'offre et de la demande historiques en énergie depuis 1990 jusqu'à 2009, provenant de la base de données Bilans mondiaux de l'énergie de l'AIE (2011)³. Les données sur l'énergie incluent des informations sur la consommation énergétique finale par carburant dans chaque secteur majeur de la demande (ménages, industrie, transport, services, agriculture et hors-énergies/usages non spécifiés). Du côté de l'offre, les séries de données incluent des informations sur les pertes de distribution, l'utilisation propre, la production de chaleur, la génération d'électricité, la cogénération chaleur-électricité et le raffinage du pétrole. Ces secteurs de l'offre énergétique n'existent que dans certains pays, ils n'apparaîtront donc pas dans les pays où ils ne sont pas pertinents. Dans certains pays, d'autres secteurs de la transformation d'énergie sont importants, comme la fabrication de charbon, les usines à gaz et la liquéfaction. L'utilisation d'énergie et les émissions de ces secteurs ne sont pas couvertes par ces séries de données. Ces derniers incluent également les données historiques décrivant les différences statistiques entre données de l'offre et de la demande, un résumé des sources d'approvisionnement en énergie primaire (production locale, importations et exportations)

³ Dans certains cas la série de données inclut des données de séries temporelles allant plus loin dans le temps. Par exemple, les données sur l'énergie de l'AIE vont jusqu'en 1970.

ainsi qu'un résumé de la variation annuelle du stock des principaux carburants.

Les données sur les différents carburants sont fournis en termes de catégories simplifiées de carburant utilisées dans les bilans énergétiques les moins détaillés de l'AIE. Ces catégories agrégées ne sont pas toujours idéales, que ce soit pour l'analyse énergétique ou pour les calculs d'émissions de GES. Par exemple, elles ne distinguent pas entre essence, kérosène, GPL, diesel, etc., mais comprennent à la place une catégorie unique de carburant incluant tous les produits pétroliers. De la même façon, elles ne font pas de distinction pas entre les sources clés d'énergies renouvelables (par ex. éolien vs solaire) ni entre bois, charbon et autres biocarburants traditionnels (qui sont souvent d'une importance capitale dans de nombreux pays en développement). Toutefois, les données de l'AIE peuvent servir de bon résumé global sur la façon dont l'énergie est consommée et produite dans chaque pays. Les pays pourront réviser et affiner les données lorsqu'une information de meilleure qualité est disponible.

Les données de l'AIE sur la consommation et la production d'énergie sont complétées par des données additionnelles (lorsqu'elles sont disponibles) sur les réserves nationales dans les principaux carburants fossiles (charbon, pétrole et gaz) issues de l'étude 2007 sur les ressources énergétiques du Conseil mondial de l'énergie. Notez, toutefois, que les données sur les réserves de nombreux pays ne sont pas disponibles. Il convient de souligner que notre scénario de base n'a pas de projections explicites pour ces valeurs, si bien que les réserves sont considérées comme en baisse lorsqu'elles sont consommées dans les années futures dans le cadre du scénario.

Données d'émissions

L'information sur la consommation et la production d'énergie est associée aux facteurs d'émission de niveau 1 standard du GIEC du secteur de l'énergie (GIEC, 1996), qui donne des estimations des émissions des différents gaz, notamment l'ensemble des principaux gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane et protoxyde d'azote), ainsi que d'autres grands polluants de l'air locaux, comme le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone. Ces facteurs d'émission sont exprimés en unités de carburant brûlé (habituellement exprimés en termes de tonnes de polluants par TJ de carburant brûlé) pour chaque grand type de carburant au sein de chacun des principaux secteurs de l'économie (industrie, résidentiel et commercial, transport, production d'électricité etc.) Si les facteurs d'émissions de niveau 1 ne distinguent pas entre les différentes technologies en matière d'énergie et donc ne seraient pas pertinents pour une évaluation détaillée des polluants locaux de l'air, ils sont suffisants pour calculer une bonne estimation initiale des émissions de GES du secteur de l'énergie.

Ces calculs d'émissions de GES du secteur de l'énergie sont complétés par des données sur les sources et puits de GES du secteur hors-énergie. Toutes ces données sont extraites directement de la **base de données EDGAR V4.1** développée par le centre de recherche conjoint de PBL aux Pays-Bas (JRC/PBL, 2010). La base de données EDGAR couvre les émissions de tous les GES et ses données du secteur hors-énergie sont organisées selon les catégories sectorielles suivantes : procédés industriels, solvants et autres usages de produits, agriculture, changement d'affectation des terres et foresterie, déchets, autres énergies (c.-à-d. émissions non couvertes par les précédents

calculs de LEAP) et autres catégories diverses. Les données EDGAR incluses dans le LEAP concernent tous les GES, notamment le CO₂, le méthane, le NO₂ et les gaz à haut PRG tels que les HFC, HCFC et SF₆. Pour plus de détails sur ce qui est couvert par la base de données EDGAR, veuillez vous référer à sa documentation à l'adresse : <http://edgar.jrc.ec.europa.eu>.

Le potentiel de réchauffement global (PRG) total calculé dans LEAP utilise les valeurs de PRG indiquées dans le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (QRE). Ces valeurs pour les trois principaux gaz sont les suivantes : CO₂ = 1 teq CO₂/t ; CH₄ = 25 teq CO₂/t ; N₂O = 298 teq CO₂/t. Notez, toutefois, que pour les communications nationales, la CCNUCC recommande aux pays de continuer à utiliser les valeurs du deuxième rapport d'évaluation de 1, 21 and 310 teq CO₂/t, respectivement. Les pays peuvent éditer les valeurs dans LEAP (dans l'écran Général : effets) s'ils veulent que les séries de données soient plus conformes avec leurs communications nationales. Pour la plupart des pays, un tel changement n'aura qu'un effet très modeste sur les résultats calculés.



5. LEAP EN BREF

LEAP, ou **Long range Energy Alternative Planning System**, est un outil logiciel largement utilisé pour les analyses de politiques énergétiques et les évaluations d'atténuation des émissions de GES développé par l'Institut pour l'environnement de Stockholm (SEI).

LEAP est un outil de modélisation intégré qui peut être utilisé pour suivre la consommation d'énergie, la production et l'extraction des ressources dans tous les secteurs d'une économie. Il peut être utilisé pour prendre en compte les sources d'émissions et les puits de GES à la fois dans le secteur de l'énergie et le secteur hors-énergie. En plus de suivre les GES, LEAP peut aussi être utilisé pour analyser les émissions de polluants locaux et régionaux et pour réaliser des évaluations coûts-bénéfices de scénarios.

LEAP n'est pas un modèle d'un système énergétique particulier, mais plutôt un outil qui peut être utilisé pour créer des modèles de différents systèmes énergétiques, dont chacun nécessite ses propres structures de données particulières. Il prend en charge un éventail de méthodologies de modélisation différentes. Du côté de la demande, il propose des techniques de comptabilisation ascendantes/utilisation finale et de la modélisation descendante/macro-économique. Du côté de l'offre, il propose une gamme de méthodologies de comptabilisation et de simulation, et dispose de capacités de modélisation d'optimisation.

La modélisation de LEAP fonctionne à deux niveaux conceptuels. Au premier niveau, les formules de calcul intégrés de LEAP prennent en charge tous les calculs non-

controversés de comptabilisation d'énergie et d'émissions. Au second niveau, l'utilisateur entre des expressions de type tableur qui peuvent être utilisées pour spécifier les données variant dans le temps ou pour créer des modèles multi-variables.

L'écran principal de LEAP consiste en 8 menus (« views ») majeurs, chacun d'entre eux permettant d'examiner les différents aspects d'un système énergétique. La **Barre de menus (View bar)** située à gauche de l'écran permet de passer d'un menu à l'autre. Voici les trois menus les plus importants :

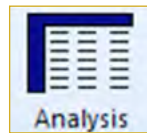
- Le **menu Analyse (Analysis View)** est lorsque vous entrez ou regardez les données et construisez vos modèles et scénarios.
- Le **menu Résultats (Results View)** est lorsque vous étudiez les conséquences des différents scénarios sous forme de graphiques et de tableaux. Utilisez le menu **Favoris (Favourites)** pour regarder certains diagrammes et tableaux sauvegardés qui résument les résultats du scénario de base pour votre pays.
- Le **menu Bilan énergétique (Energy Balance)** vous permet de voir les résultats sous la forme d'un bilan énergétique au format standard. Il s'agit de l'un des endroits clés à regarder. Essayez de comparer le bilan énergétique produit par LEAP dans votre série de données pays avec un bilan énergétique publié concernant votre pays.

Le menu Analyse (Analysis View)

Le menu **Analyse (Analysis View)** (représenté ci-dessous) contient un certain nombre de contrôles. A gauche, figure une arborescence qui vous permet de voir ou d'éditer vos structures de données. A droite, se trouvent deux volets liés. Dans le plus élevé, vous verrez un tableau dans lequel vous éditez ou regardez les données et les relations de modélisation. En-dessous figure une zone contenant des diagrammes et des tableaux qui résument les données qui vous avez entrées plus haut. Au-dessus du tableau de données, une barre d'outils vous permet de naviguer entre différents scénarios ou de sélectionner différents types de données à éditer. La barre d'outils la plus haute à l'écran vous donne accès à des commandes standards telles que sauvegarder des données, créer de nouvelles zones et accéder aux carburants, effets (polluants), unités et base de données de référence pris en charge.

Les principales parties du **menu Analyse (Analysis View)** sont décrites plus en détail ci-dessous :

- **Arborescence (Tree)** : l'arborescence est l'endroit où vous organisez vos données pour les analyses à la fois de la demande et de l'offre (Transformation). A de nombreux égards, l'arborescence fonctionne exactement comme celles des outils Windows standard tels que Windows Explorer. Vous pouvez élargir ou réduire le contour de l'arborescence en cliquant sur les symboles +/- . L'arborescence contient différents types de branches. Le type dépend de son contexte (par exemple, si elle fait partie de votre demande ou d'une transformation de la structure de données, ou s'il s'agit de l'une des variables ajoutées dans la branche « Hypo-



Le menu principal et la barre d'outils permettent d'accéder aux principales options.

Les données sont organisées dans une arborescence.

Sélectionnez les scénarios ici.

Editez les données en écrivant ici.

Passez entre les menus de la Zone ici.

Sélectionnez les unités et les facteurs d'échelle ici.

La barre de statut indique la Zone et le Menu actuellement utilisés.

Les données peuvent être examinées sous la forme d'un graphique ou d'un tableau.

thèses clés » (“Key Assumptions”). Différentes icônes de branches indiquent différents types de branches :

Les **branches Catégorie (Category)** sont utilisées principalement pour l'organisation hiérarchique des données dans l'arborescence.

Les **branches Technologie (Technology)** contiennent des données sur les technologies existantes qui consomment, produisent et convertissent l'énergie.

C'est dans les **branches Hypothèses clés (Key Assumption)** que vous créez vos propres variables indépendantes, comme des indicateurs macroéconomiques ou démographiques. On peut se référer ensuite à ces variables dans des expressions appartenant à d'autres branches.

Les **branches Carburant (Fuel)** sont rattachées à la branche Ressources (Resources) de l'arborescence. Elles apparaissent aussi sous chacun des modules de Transformation, représentant les **Carburants produits (Output Fuels)** générés par le module et les **Carburants auxiliaires (Auxiliary Fuels)** et **Matières premières combustibles (Feedstock Fuels)** consommées par le module.

Les branches **Charges environnementales (Environmental loading)** représentent les différents polluants émis par la demande énergétique et les technologies de transformation.

• **Tableau de données (Data Table)** : Le menu Analyse (Analysis) contient deux volets à droite de l'arborescence. Le volet supérieur est un tableau dans lequel vous pouvez voir et éditer les données associées avec les variables de chaque branche de l'arborescence.

Lorsque vous cliquez sur les différentes branches, l'écran montre les données associées aux branches et, immédiatement en dessous, la branche de l'arborescence. Au-dessus du tableau figure une série d'« onglets » donnant accès aux différentes variables associées avec chaque branche. Les onglets que vous voyez dépendent de la partie de l'arborescence que vous êtes en train de regarder.

• **Graphique/Tableau/Notes (Chart/Table/Notes)** : Le volet inférieur présente un graphique ou un tableau qui montre le résultat des expressions entrées plus haut. Utilisez l'icône Notes pour voir la documentation relative aux données et équations dans chacune des séries de données de pays.

Le menu Résultats (Results View)

Le menu Résultats (**Results**) est le principal endroit de LEAP permettant de voir les résultats de votre scénario. Les onglets au-dessus du menu Résultats vous permettent de passer d'un format graphique à un format tableau et inversement, et vous pouvez utiliser les fenêtres de sélection à l'écran dans le menu Résultats pour accéder à un très grand nombre de rapports différents. La fenêtre de sélection **Montrer (Show)** vous permet de choisir entre différents types de résultats, comme la demande énergétique, les principaux prérequis, ou le potentiel de réchauffement global. Les fenêtres de sélection rattachées à **l'axe des abscisses (X axis)** du graphique et à la **Légende (Legend)** vous permettent de sélectionner différentes dimensions à afficher. Par exemple, pour un graphique représentant la demande énergétique, vous pouvez choisir de montrer

les années sur l'axe des abscisses et les carburants dans la légende pour un scénario particulier. Ou alors, vous pouvez décider de montrer les résultats pour les différents scénarios en sélectionnant la dimension scénarios dans la légende du graphique. Vous pouvez aussi modifier les unités utilisées dans les graphiques. Pour cela, cliquez sur le bouton **Unité (Unit)** sur l'axe de gauche du graphique. Le menu Résultats (**Results**) inclut également la même arborescence que celle avec laquelle vous travaillez dans le menu Analyse (**Analysis**). Lorsque vous cliquez sur les différentes branches de l'arborescence, LEAP vous montre les résultats pour le sous-ensemble de branches rattachées à la branche sur laquelle vous avez cliqué. Afin de réduire la complexité, les options de reporting les plus avancées sont cachées par défaut. Pour afficher ces options, cliquez sur le bouton **Plus (More)**.

Terminologie clé pour LEAP

Afin de vous aider à comprendre plus rapidement la documentation suivante du modèle, il est important que vous compreniez une partie de la terminologie utilisée dans LEAP. Voici un petit guide des termes les plus importants :

- **Zone (Area)** : une série de données complète. Dans ce projet, chaque pays est représenté comme une zone différente. Chaque zone peut être sauvegardée dans un fichier de données individuel .leap ().
- **Comptes courants (Current Accounts)** : Toutes les données historiques dans le modèle allant de l'**Année de Référence (Base Year)** jusqu'à l'année précédant immédiatement la **Première année du scénario (First Scenario Year)**. Dans ce projet, nous avons choisi 1990

comme Année de référence. La Première année du scénario est 2010.

- **Scénario (Scenario)** : une série de données robuste décrivant comment un pays (Zone ou Area en anglais) évolue depuis la Première année du scénario jusqu'à l'**Année de fin (End Year)** de l'étude. Dans ce projet, l'Année de fin choisie est 2040 et nous proposons un scénario appelé **Scénario de base (Baseline)**. Habituellement, une étude consiste en au moins un scénario de base ainsi que différents scénarios de politiques contre-factuelles ou d'atténuation.

Astuce : il est important de ne pas confondre « Scénario de base » (“Baseline”) et « année de référence » (“Base Year”).


- **Arborescence (Tree)** : la principale structure d'organisation des données dans LEAP – une arborescence visuelle similaire à celle utilisée dans Windows Explorer.
- **Branche (Branch)** : un élément dans l'arborescence : les branches peuvent être des catégories organisatrices, des technologies, des modules, des processus, des variables carburants et hypothèses clés indépendantes, etc.
- **Variable** : chaque branche peut avoir de multiples variables. Les types de variables dépendent du type de branches et de ses propriétés. Dans LEAP, les variables sont affichées sous forme d'« onglets » dans le menu Analyse (Analysis). Les variables contiennent des valeurs de données qui peuvent être statiques ou varier d'année en année, ou qui peuvent contenir des Expressions – formules mathématiques qui spécifient la valeur d'une variable dans le temps dans une branche donnée et pour un scénario donné.

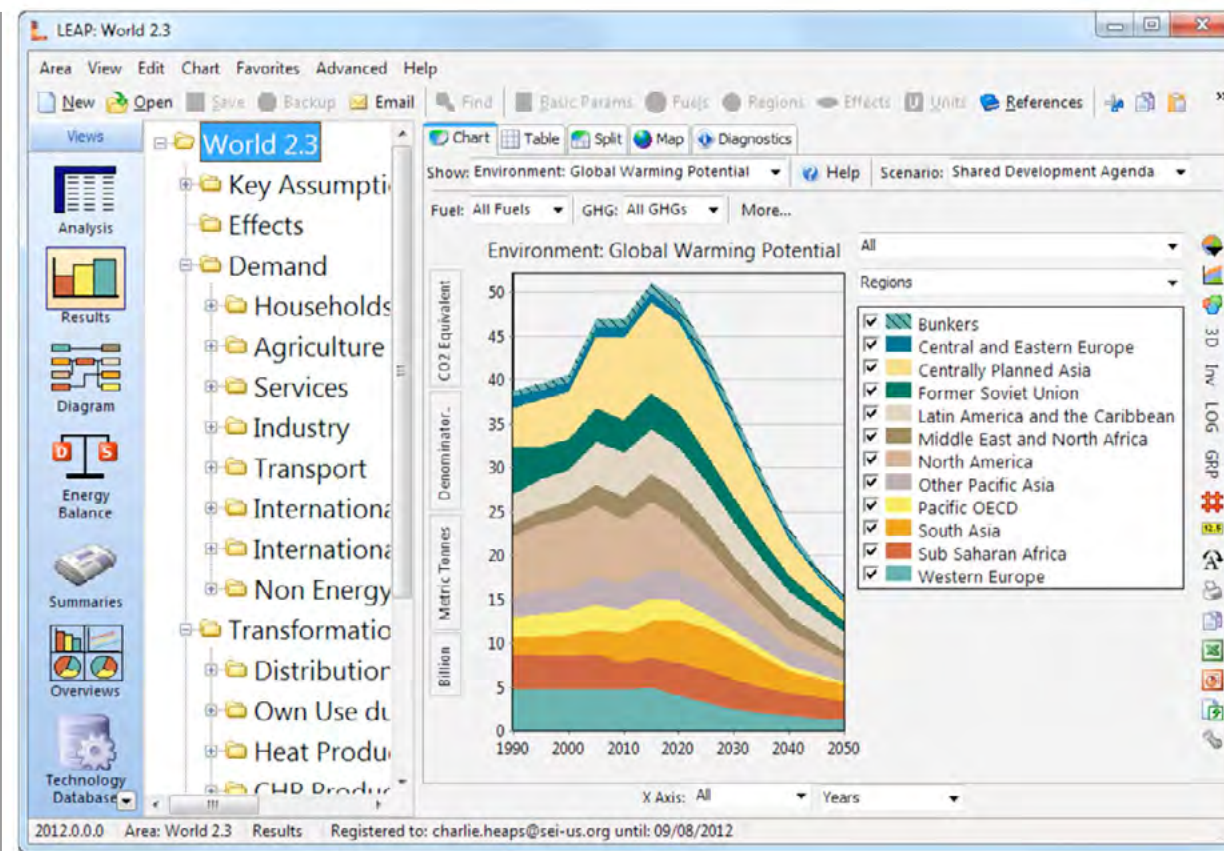
6. COMMENT UTILISER UNE SÉRIE DE DONNÉES LEAP

Chaque série de données pays est fournie sous la forme d'un fichier unique de données « .leap ». Avant d'ouvrir la série de données, vous devez télécharger et installer le système logiciel LEAP. Celui-ci est mis gratuitement à la disposition des organisations faisant partie du projet LECB du PNUD. Vous pouvez le télécharger ici : <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=40>

Afin de pouvoir utiliser pleinement les possibilités de LEAP, vous devez demander une licence gratuite. Vous pouvez le faire ici : <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=65>

Si vous n'obtenez pas de code de licence, vous pourrez toujours installer et passer en revue la série de données de votre pays, mais vous ne pourrez pas sauvegarder les changements que vous ferez. Une fois que vous aurez demandé la licence, SEI vous enverra un nom d'utilisateur et un mot de passe pour utiliser pleinement les possibilités du logiciel.

Une fois LEAP téléchargé et installé, vous pourrez l'utiliser simplement en double-cliquant sur une série de données (cherchez un fichier avec cette icône : ()).



Remarques :

1. LEAP est conçu principalement pour des ordinateurs utilisant Windows. Des instructions expérimentales pour installer et utiliser LEAP sur des ordinateurs fonctionnant avec Apple ou Linux sont disponibles ici : <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=183>
2. Comme pour tout logiciel Windows, vous devez avoir des droits administrateur pour installer LEAP. Il pourra donc être nécessaire de contacter votre administrateur système pour une assistance pour l'installation de LEAP. Une fois installé, vous pourrez l'utiliser sans droits administrateur.

7. STRUCTURES DE DONNÉES, MÉTHODES ET HYPOTHÈSES

Chaque série de données pays est structurée selon l'organisation de LEAP en branches d'arborescence. Les branches de niveau supérieur dans l'arborescence sont les Hypothèses clés (Key Assumptions), la Demande (Demand), les Différences Statistiques (Statistical Differences), la Transformation (Transformation), les Variations de stock (Stock Changes), les Ressources (Resources), les Effets et Indicateurs du secteur hors-énergie (Non-Energy-Sector Effects et Non-Energy-Sector Indicators). On décrira successivement chacune d'entre elle.

Hypothèses clés (Key Assumptions)

Les branches hypothèses clés dans les séries de données conservent un ensemble d'indicateurs démographiques, économiques et de développement extraits d'une diversité de sources de données. Certaines de ces données sont référencées dans les calculs d'énergie de LEAP (voir description ci-dessous) tandis que d'autres données sont incluses pour des raisons informatives ou pour une utilisation potentielle dans de nouvelles versions de la série de données.

La **branche Hypothèses clés (Key Assumptions)** contient les sous-branches suivantes :

- **Contraintes (Constraints)**

Dans le dossier **Contraintes (Constraints)**, vous trouverez une série de paramètres (hypothèses ou assump-

tions en anglais) qui seront utilisés plus tard pour apporter des contraintes de valeurs raisonnables aux projections de variables individuelles dans LEAP. Ces valeurs peuvent être toutes éditées si vous souhaitez rendre n'importe laquelle de ces contraintes plus ou moins forte. Elles incluent les variables suivantes :

- **CroissMax (MaxGrow)** : le taux de croissance maximal des intensités énergétiques dans le scénario de base (par défaut=3%)
- **PropCroissMax (MaxShareGrow)** : le taux maximal de croissance ou de déclin de la proportion des carburants ou des valeurs ajoutées dans le scénario de base.
- **PropCroissMaxProdElec (MaxElecGenShareGrow)** : le taux maximal de croissance ou de déclin de la proportion du processus de production d'électricité dans le scénario de base.
- **SvaMax/SvaMin (MaxSv/MinSv)** : les valeurs maximum et minimum de la valeur ajoutée des services en pourcentage du PIB (par défaut = 92% max et 2% min sur la base d'un examen inter-pays)
- **AgvaMax/ AgvaMin (MaxAg/MinAgv)** : la valeur maximum et minimum de la valeur ajoutée agricole exprimée en pourcentage du PIB (par défaut = 65% max et 0% min sur la base d'un examen inter-pays)
- **AutresParam (OtherParams)**
 Dans le dossier **AutresParam**, vous trouverez une série de paramètres (hypothèses) qui seront utilisés plus tard dans les projections du scénario de base. Elle inclut :

- **PremAnSurDix (FirstIntenYear)** : la première année utilisée pour calculer les taux de croissance historiques des intensités énergétiques (par défaut = 1995)
- **PremAnProp (FirstShareYear)** : la première année utilisée pour calculer les taux de croissance historiques des parts des carburants ou des valeurs ajoutées (par défaut = 1995)
- **PremAnVA (FirstVAYear)** : la première année utilisée pour calculer les taux de croissance historique des parts de valeurs ajoutées (par défaut = 1995)

• PIB (GDP)

Comptes courants (Current Accounts) : Dans la branche PIB, vous trouverez les données historiques du PIB à la fois en en termes de taux de change du marché (TCM ou MER en anglais) et de parité de pouvoir d'achat (PPA ou PPP en anglais) avec pour unité le milliard de dollars constants. Ces données proviennent de la base de données des Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale (WDI 2010) et couvre habituellement les années allant jusqu'à 2012.

Scénario de Base (Baseline Scenario) : Dans le scénario de base, une projection du PIB dans le futur est faite en utilisant les prévisions de croissance régionale issues des Perspectives internationales de l'énergie de l'AIE américaine (IEO, 2011), qui fournissent des estimations des PIB régionaux jusqu'en 2035. On considère que les taux de croissance régionaux indiqués dans l'IEO se poursuivent par la suite, ce qui produit des estimations du PIB jusqu'en 2040.

• ValeurAjoutée (ValueAdded), ValAjoutéeAbs (AbsValueAdded) et Industrie (Manufacturing)

Comptes courants (Current Accounts) : A l'intérieur de la branche ValAjoutéeAbs (AbsValueAdded), vous trou-

verez des données historiques issues des WDI 2012 pour la valeur ajoutée des services, de l'agriculture et de l'industrie. Ces valeurs sont à leur tour utilisées pour calculer la proportion du PIB provenant de chacun de ces « macro » secteurs.

Dans le dossier industrie (Manufacturing), nous calculons en outre la part de la valeur ajoutée industrielle provenant de la production.

Scénario de base : Dans le scénario de base, les parts de la valeur ajoutée de l'industrie, des services et de l'agriculture sont projetées dans le futur en se basant sur la façon dont ces parts ont évolué pendant la période 1995-2009. Des projections de ces parts de valeur ajoutée sont d'abord réalisées individuellement en utilisant les taux de croissance historiques pour 1995-2009. Ces valeurs projetées (dans la variable LEAP **PartVASsMiseEch (UnscaledVAShare)**) sont ensuite normalisées de façon à ce que la somme des trois valeurs soit de 100% du PIB dans toutes les années futures. Ces résultats normalisés sont enregistrés dans la variable Hypothèse Clé (Key Assumption).

• Population

Comptes courants (Current Accounts) : Dans la branche Population, vous trouverez les données historiques sur la population du pays, avec pour unité le million de personnes. Ces données proviennent des Perspectives démographiques de l'ONU, Révision 2008, et couvre habituellement les années 1950-2050.

Scénario de base (Current Accounts) : Le scénario de base incorpore les projections démographiques variante moyenne de l'ONU jusqu'à l'année 2050.

• Revenu (Income)

La variable intitulée **revenu (income)** calcule le PIB par habitant du pays. Il est calculé de façon interne en divisant le PIB par la population nationale. Il est calculé à la fois en TCM (MER) et en PPA (PPP) en dollars internationaux courants par personne. La même équation est utilisée à la fois pour les données historiques (Comptes courants ou Current Accounts en anglais) et pour la projection du scénario de base.

Demande énergétique (Energy Demand)

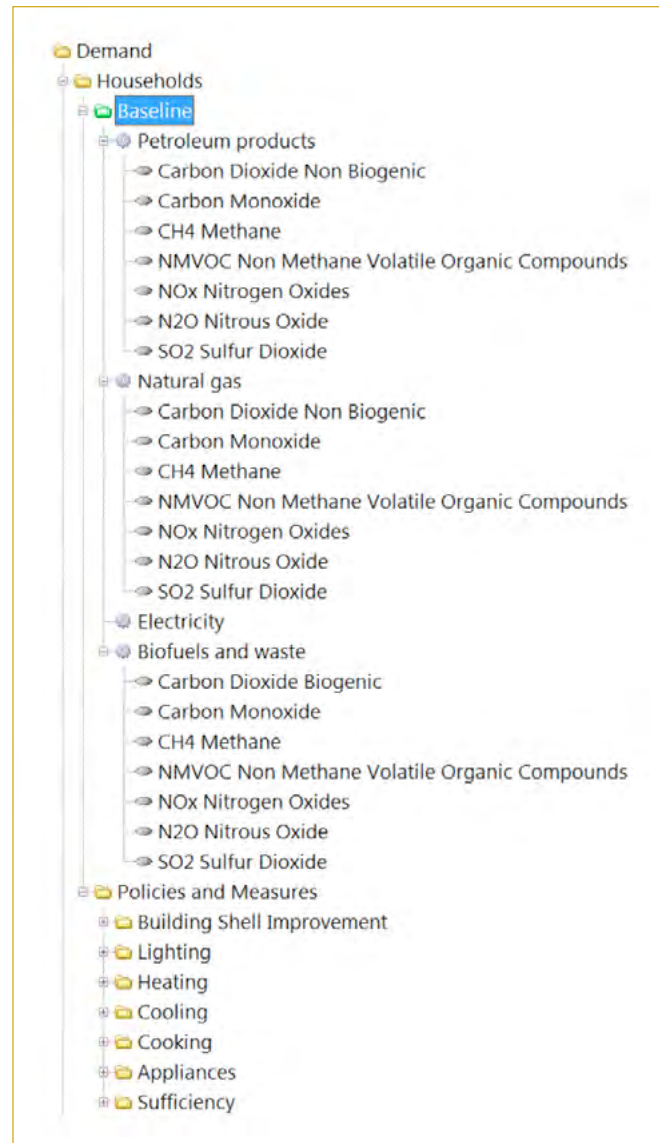
C'est au niveau des branches de la Demande (Demand) dans les séries de données que LEAP calcule l'ensemble de la consommation finale d'énergie ainsi que les émissions de polluants directes du côté de la demande. La demande en énergie totale est séparée en six secteurs suivant l'approche utilisée dans les bilans énergétiques de l'AIE : ménages (households), industrie (industry), services, transport, agriculture et pêche (agriculture and fishing), hors énergie/non spécifié (non-energy/non-specified). Les agrégations de ces secteurs correspondent aussi en gros aux catégories utilisées pour rendre compte des inventaires de GES sous les auspices de la CCNUCC.

Comptes courants (Current Accounts)

Dans la mesure où les statistiques de l'AIE sur l'énergie enregistrent la consommation d'énergie, et non les données sur l'intensité énergétique, LEAP doit calculer les intensités énergétiques historiques dans chaque secteur pour ses données de Comptes courants (historiques).

Dans les secteurs des ménages (household), des services, de l'agriculture et hors énergie/non spécifié (non-energy/non-specified sectors), ces intensités sont calculées pour l'ensemble du secteur.

Dans le secteur du transport, les intensités sont calculées par mode de transport routier (road), ferroviaire (rail), marine domestique (domestic marine transport), aérien domestique (domestic aviation), oléoducs (pipelines) et autres types de transports non spécifiés (other non-specified types of transportation). Remarquez que les données sur l'utilisation d'énergie et les émissions de l'aviation in-



Echantillon de structure de données utilisée pour les calculs de demande énergétique.

ternationale et du transport maritime international (soutes de l'aviation et maritimes) ne sont pas incluses dans ces séries de données dans la mesure où ces usages de l'énergie ne sont pas imputés au niveau national dans les communications nationales à la CCNUCC.

En ce qui concerne l'industrie (industry), les intensités sont calculées pour les principaux sous-secteurs industriels : fer et aciers (iron & steel) ; chimie et pétrochimie (chemicals & petrochemicals) ; minéraux non métalliques (non-metallic minerals) ; équipement de transport (transport equipment) ; machines (machinery); alimentaire et tabac (food & tobacco) ; papier, pâte à papier et impression (paper, pulp & printing) ; bois et produits en bois (wood & wood products) ; textiles et cuir (textiles & leather) ; construction ; mines et industries d'extraction (mining & quarrying) et autres industries (other industries). Notez toutefois que pour certains pays en développement, certains de ces secteurs industriels majeurs ne sont pas présents et qu'en conséquence, il n'existe pas de données de consommation d'énergie pour ces secteurs. Dans d'autres pays, la disponibilité des données par sous-secteur industrielle est faible, et donc il peut arriver parfois que la notification sur l'usage industriel de l'énergie puisse être incluse uniquement dans le secteur « autres industries ».

Les données (historiques) des Comptes courants (Current Accounts) et les projections du scénario de base (Baseline Scenario) sont toutes deux stockées dans les branches appelées **Ligne de base (Baseline)** sous chaque secteur. Les différents carburants consommés dans chaque secteur sont listés immédiatement au-dessous de ces branches, tandis que les facteurs d'émissions de chaque polluant sont listés dans les branches situées immédiatement en dessous de chaque carburant. La figure à droite montre

un exemple de cette structure de données pour le secteur des ménages. Notez que la liste des carburants dans chaque secteur variera selon le pays, selon les circonstances nationales.

Les intensités énergétiques historiques sont calculées une fois pour chaque secteur en utilisant la formule suivante pour chaque année.

$$EI = E / AL$$

Où :

EI = Intensité énergétique

E = consommation totale en énergie de chaque secteur

AL = Niveau d'activité de chaque secteur

Différents niveaux d'activité sont utilisés dans chaque secteur pour calculer ces intensités énergétiques, comme le tableau ci-dessous le montre. Dans le secteur des services, le niveau d'activité est défini comme le produit du PIB TCM (GDP MER) et le pourcentage de valeur ajoutée du secteur des services, tous deux étant stockés comme données dans les branches Hypothèses clés (Key Assumptions). L'équation dans LEAP s'écrit :

$$CI \backslash PIB \backslash PIB \text{ TCM [Milliards US\$]} * (CI \backslash ValeurAjoutée \backslash Services[\%] / 100) *$$

Une équation similaire est utilisée pour calculer les parts de valeur ajoutée de l'agriculture et de l'industrie.

La consommation totale historique d'énergie de chaque secteur est enregistrée dans une valeur définie par l'utilisateur (définie initialement dans l'écran de Variables : 'Géné-

ral : Utilisateur' ('General: User') dénommé **EnergieTotHis (HistTotalEnergy)** avec pour unité le millier de Tep. Ces données sont extraites directement des Bilans mondiaux de l'énergie de l'AIE.

Secteur	Niveau d'activité
Ménages	Population totale
Services	Valeur ajoutée des services
Transport	PIB TCM
Industrie	Valeur ajoutée de l'industrie
Agriculture et pêche	Valeur ajoutée de l'agriculture
Hors-énergie/non spécifié	PIB TCM

Déterminants de niveau d'activité utilisés dans les séries de données pays de LEAP

Les intensités énergétiques sont calculées dans la variable **Intensité énergétique finale (Final Energy Intensity)** dans LEAP en posant la consommation d'énergie totale divisée par le niveau d'activité total pour chaque secteur/sous-secteur en utilisant le type d'équation suivant dans LEAP :

$$\text{EnergieHisTot[Tep]} / \text{Activité totale [HistTotalEnergy[TOE]/Total Activity]}$$

La proportion de consommation énergétique issue de chaque type de carburant majeur est enregistrée dans la variable **Part carburant (Fuel Share)** et provient directement des Bilans mondiaux de l'énergie de l'AIE. Les facteurs d'émission pour chaque polluant sont spécifiés dans les branches situées au-dessous de chaque carburant.

Scénario de base (Baseline Scenario)

Dans le scénario de base, la variable **EnergieTotHis (HistTotalEnergy)** n'est plus utilisée. A la place, l'énergie totale est déduite du produit des projections séparées des variables de niveau d'activité et d'intensité énergétique. C'est l'inverse de l'approche utilisée pour les calculs des Comptes courants et elle peut s'écrire comme suit :

$$E = AL \times EI$$

Pour les projections de la variable **Niveau d'activité (Activity Level)**, nous prenons les perspectives démographiques de l'ONU pour projeter les données de population jusqu'en 2040. Le PIB total est projeté (en TCM) en se basant sur les hypothèses régionales de croissance des Perspectives Internationales de l'AIE américaine (AIE, 2009), tandis que le PIB est divisé selon les trois secteurs majeurs en utilisant des projections de tendance de valeur ajoutée par secteur (voir section 4.1.)

Les projections de consommation énergétique totale pour chaque secteur sont décomposées en utilisant la variable **Part des carburants (Fuel share)** afin de calculer les projections de ligne de base de la consommation énergétique pour chaque carburant dans chaque secteur. Finalement, ces valeurs sont multipliées par les différents facteurs d'émission pour calculer les émissions de chaque gaz à effet de serre du côté de la demande.

Les projections futures des parts des carburants sont réalisées comme suit. On commence par faire des projections individuelles en utilisant les taux de croissance historiques pour 1995-2009. Ces valeurs prévues (enregistrées dans la

variable LEAP **PartCarbuSsMiseEch (UnscaledFuelShare)**) sont ensuite normalisées de façon à ce que la somme des valeurs atteigne 100 % pour l'ensemble des carburants. Les résultats sont intégrés dans la variable **PartCarbu (FuelShare)**.

Transformation

Les séries de données incluent aussi une représentation simple dans les secteurs majeurs de Transformation suivants : pertes de distribution, utilisation propre, production de chaleur, cogénération chaleur-électricité (CCE), production d'électricité et raffinage de pétrole. Remarquez que certains de ces secteurs (par ex. CCE et production de chaleur) n'existent que dans quelques pays. Par conséquent, certaines séries de données pays ne comprendront pas certains de ces secteurs, en fonction des circonstances nationales.

Les données sur l'efficacité et la production historique de chaque secteur proviennent des Perspectives Internationales de l'AIE. D'autres variables complémentaires nécessaires pour permettre à LEAP de faire les calculs de Transformation sont toutes réglées sur les valeurs putatives données par SEI. Elles incluent l'espérance de vie, les taux d'intérêt, et la disponibilité maximale. Dans la mesure où les bases de données de l'AIE n'incluent pas d'information sur la capacité installée des usines de production d'électricité, cette information est calculée en interne en se basant sur les informations en mémoire sur la production d'électricité issue de chaque type de carburants majeur, combiné avec les hypothèses sur la disponibilité moyenne de chaque type d'usine. L'équation utilisée pour calculer la capacité est la suivante :

$$\text{Capacité [MW]} = \text{Production historique [MWh]} / (8760 * \text{Disponibilité maximale [\%]})$$

Disponibilité maximale [%])

Il est probable que les pays voudront utiliser leurs propres données nationales sur le secteur de l'électricité pour améliorer cette partie de la série de données. En particulier, ils pourraient vouloir utiliser des données de meilleure qualité sur les capacités, l'efficacité et la disponibilité des centrales électriques, ou utiliser une liste plus détaillée de types de centrales électriques (par exemple, en distinguant entre les centrales à cycle combiné et les centrales de type turbines à combustion, dès lors qu'elles sont significativement différentes en terme d'efficacité de fonctionnement et donc ont des profils d'émission significativement différents).

Le scénario de base ne tente pas de faire des projections détaillées sur la façon dont le mix de technologies d'approvisionnement en énergie va évoluer dans un pays quelconque. Il considère simplement que chaque type de production croît selon un taux tendenciel.

Différences statistiques (Statistical Differences)

Les séries de données de démarrage incluent des données historiques sur les différences statistiques (différence entre les valeurs de consommation finale et d'approvisionnement en énergie). Pour les Comptes courants (Current Accounts), ces données sont directement issues de la base de données de l'AIE sur les Bilans mondiaux de l'énergie. Le scénario de base ne fait pas de projections explicites

de ces valeurs, par conséquent, toutes les différences statistiques futures sont réglées sur zéro.

Variations de stocks (Stock Changes)

Les séries de données de démarrage comprennent des données historiques sur les variations de stock (l'approvisionnement en énergie primaire à partir des stocks nationaux). Par convention, LEAP considère que les variations de stock négatives indiquent une augmentation des stocks. Pour les Comptes courants (Current Accounts), ces données sont directement issues de la base de données de l'AIE Bilans mondiaux de l'énergie. Le scénario de base ne fait pas de projections explicites de ces valeurs, par conséquent, toutes les variations de stock futures sont réglées sur zéro.

Émissions du secteur de l'énergie (Energy-Sector Emissions)

Comme indiqué dans la Section 4, les séries de données pays utilisent les facteurs d'émission de niveau 1 standards du GIEC pour calculer toutes les émissions de GES du secteur de l'énergie. La plupart des facteurs sont exprimés en tonnes par TJ de carburant brûlé. Les facteurs d'émission sont considérés comme constants dans la série de données de démarrage.

Effets du secteur hors-énergie (Non-Energy-Sector Effects)

Comme indiqué dans la Section 4, les émissions historiques du secteur hors-énergie pour les Comptes cou-

rants (Current Accounts) sont toutes issues directement de la base de données EDGAR développée par PBL. Notre scénario de base ne fait pas de projections explicites de ces valeurs historiques. Par conséquent, les émissions nettes du secteur hors-énergies sont considérées comme constantes. Clairement, cela a peu de chances d'être le cas dans la réalité. Des hypothèses nationales plus appropriées sur les émissions du secteur hors-énergie seront nécessaires dans toute série de données de ligne de base finalisée, en particulier dans les pays où des secteurs comme l'agriculture, la foresterie et les déchets sont des producteurs nets importants d'émissions de GES.

Les résultats de la formation

L'atelier de travail a produit les résultats suivants :

- 23 participants formés à l'utilisation de LEAP et à l'évaluation de l'atténuation des GES dans le contexte des rapports destinés à la CCNUCC
- Le logiciel LEAP fourni à tous les participants sur des clés USB.
- Des outils de formation complémentaires remis, notamment des diapositives PowerPoint, des exercices pour s'entraîner, des manuels de logiciels, etc.
- Des séries de données « de démarrage » développées par le SEI pour LEAP ont été fournies à chaque participant pour tous les pays sauf l'Autorité palestinienne pour laquelle, malheureusement, il n'existe pas de données internationales facilement accessibles.
- Ce court rapport contenant le compte-rendu de l'atelier de travail et les recommandations pour les prochaines étapes.

8. CONCLUSIONS

Suite à la formation, un groupe clé de participants de 16 pays a bénéficié d'une introduction fondamentale au thème de l'évaluation de l'atténuation des GES dans le contexte des communications nationales à élaborer pour la CCNUCC, et une session d'introduction à un outil logiciel spécifique, LEAP, qui pourra être utilisé pour ces évaluations.

Les deux difficultés principales pour utiliser LEAP ou tout outil similaire pour ces évaluations sont l'important manque de données disponibles dans beaucoup des pays cibles, et le manque de capacités suffisantes dans les organisations locales pour utiliser ces outils.

Afin de répondre au premier point, les participants à l'atelier ont discuté de la question du manque de données lors des sessions de formation, et s'il n'y avait pas de solution immédiate à celui-ci, nous pensons que les participants ont à présent une meilleure idée des points sur lesquels le déficit de données est le plus important et quelles données devraient être collectées pour remplir ces blancs. Dans certains cas, des études ciblées sur l'énergie pourraient aider à surmonter ces problèmes, alors que, sur le long terme, il sera nécessaire de collecter et de mettre à jour régulièrement des statistiques sur l'énergie plus détaillées.

Le deuxième problème, le manque d'expertise suffisante dans les organisations cibles, est plus compliqué à traiter. A moins que du personnel suffisant soit affecté à ces questions de façon régulière, il sera très difficile aux agences



de construire, et encore bien plus d'entretenir, les capacités nécessaires pour analyser rigoureusement et planifier un développement bas carbone. Pour le faire correctement, il faudra des changements majeurs dans les priorités d'investissement de nombreux pays, ce qui, selon nous, est bien au-delà de la portée de ce qui peut être fait dans le cadre de programmes individuels tels que ClimaSouth et ClimaEast. Toutefois, ces programmes peuvent tout de même apporter une contribution utile en semant les graines de ce qui pourra devenir, nous l'espérons, des efforts plus importants et coordonnés pour développer des stratégies significatives de développement bas carbone dans les années futures.

Le projet ClimaSouth va faciliter des services de mentoring dans les pays partenaires qui continuent à travailler sur la modélisation de GES en utilisant LEAP ou d'autres outils appropriés au niveau national.

Prochaines étapes clés

Les prochaines étapes clés incluent la réalisation de séances de suivi de formation qui se focaliseront sur le développement de séries de données spécifiques au pays pour l'évaluation de l'atténuation des GES. Dans la mesure où ces séances de formation doivent répondre aux problèmes posés par les données et les capacités propres aux pays, ce sera un défi de les organiser dans le même format régional que le premier atelier. Idéalement, ces séances de suivi de formation pourraient être organisées dans chaque pays bénéficiaire, même si nous sommes conscients que la capacité à le faire sera probablement limitée par les coûts inhérents à un tel effort.

Si le premier atelier de travail n'a permis que le développement de compétences basiques, notamment celles nécessaires pour utiliser le système logiciel LEAP, les séances de suivi de formation pourraient avoir deux principaux résultats : premièrement, ils pourraient permettre d'aider des pays à commencer à construire des productions plus tangibles, notamment des séries de données LEAP spécifiques au pays capables de répondre à d'importantes questions sur le potentiel d'atténuation des GES dans chaque pays et ses coûts et bénéfices économiques probables ; et deuxièmement, ils pourraient fournir un aperçu de certaines importantes questions qui lui sont liées, comme l'impact probable des stratégies d'atténuation des GES sur des questions telles que la sécurité énergétique, la lutte contre la pauvreté et la réduction de la pollution de l'air.

D'autres étapes clés complémentaires qui pourraient être envisagées par ClimaSouth et ClimaEast seraient notamment :



- La collecte de données ciblées (par ex. des études sur l'énergie) pour aider à surmonter le problème du manque de données, et
- un investissement supplémentaire dans la formation des ressources humaines afin de renforcer les capacités dans d'autres pays bénéficiaires pour mener des analyses et planifier l'atténuation de GES.



BIBLIOGRAPHIE

- Climact et VITO, 2013. Scénarios pour une Belgique bas carbone à l'horizon 2050.
- Inventaire belge des émissions de GES, 2015. VMM, VITO, AWAL, IBGE-BIM, IRCEL-CELIN, ECONOTEC.
- IEO, 2011. Bilan annuel de l'énergie 2011 avec des projections à l'horizon 2030.
- Ministère de l'environnement et du développement durable de la République de Tunisie, 2014. Contribution prévue déterminée au niveau national (CPDN).
- Heaps, C.G., 2016. Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Version du logiciel 2015.0.16] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, États-Unis.
- Banque mondiale. Indicateurs du développement dans le monde 2012. Banque mondiale. Washington DC, États-Unis.
- Agence internationale de l'énergie, 2011. Bilans mondiaux de l'énergie. OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 1996. Lignes directrices révisées de 1996 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre. Volume 3 : Manuel de référence.
- Agence d'information sur l'énergie des États-Unis. 2011. Bilan international de l'énergie 2011. Washington, DC.
- Nations Unies. 2010. Perspectives démographiques mondiales, Révision 2010. Nations Unies. New York, États-Unis.
- Conseil mondial de l'énergie. 2007. Etudes sur les ressources énergétiques 2007. CME. Londres.
- Commission Européennes, Centre de recherche conjoint (JRC)/ Agence néerlandaise d'évaluation environnementale (PBL), 2010. Base de données des émissions pour la recherche atmosphérique mondiale (EDGAR), version 4.1.



