
OBSERVATOIRE DE LA VIABILITÉ ÉNERGÉTIQUE (OVE)

SÉLECTION DES INDICATEURS ET RATIONALE

SÉLECTION DES INDICATEURS

I. INTRODUCTION¹

Cette section présente la méthodologie de calcul des indicateurs, ainsi que la façon de remplir le tableau Excel qui calcule les indicateurs et construit automatiquement le graphique en forme d'étoile. L'analyse de l'évolution des indicateurs de viabilité fait partie du rapport sur la viabilité du développement du secteur énergétique des pays analysés à l'Observatoire.

L'idée est de proposer des indicateurs simples qui soient aisément interprétés par les lecteurs de tous milieux : scientifique, politique, associatif, média. C'est pourquoi il est important de standardiser le calcul des indicateurs, préférablement par le moyen d'une équation simple. C'est pour faciliter la compréhension du calcul des indicateurs que ce document a été préparé.

Il est très important que ces indicateurs soient calculés avec les données les plus fiables possibles. Les statistiques doivent être cohérentes, puisque les indicateurs vont être comparés au cours du temps, ou bien ils vont être comparés avec les indicateurs d'autres pays.

Pour mesurer valablement chacun des volets du développement, on a choisi deux paramètres pour représenter chaque volet. Mais les unités des paramètres sont différentes (Joules, kgC/cap, \$/cap etc.). Même pour mesurer un seul volet, il n'est pas obligatoire d'avoir les mêmes unités pour les deux paramètres. C'est pourquoi tous les paramètres sont acceptables dans une même base.

En construisant une même base, on peut observer l'évolution de chaque indicateur, un progrès ou un recul, depuis une année antérieure (par exemple 1990, l'année de référence dans les négociations sur le changement climatique) jusqu'à une année plus proche de l'année présente (année précédente si possible). On peut définir également un niveau qu'on l'estime viable pour chacun des indicateurs.

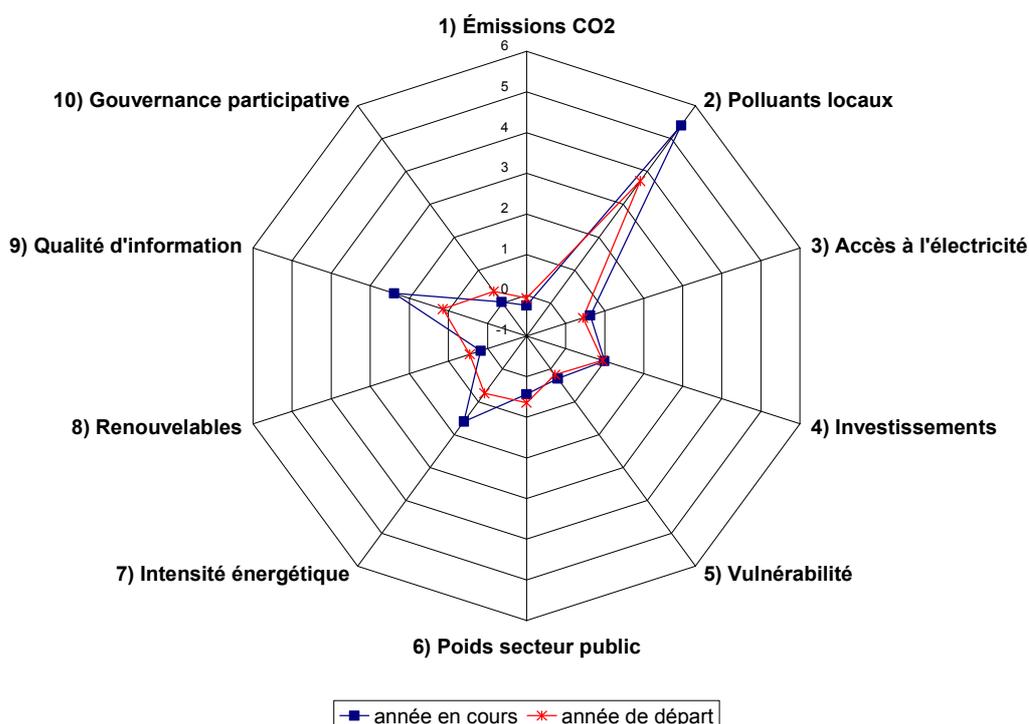
Il est convenu que :

- Lorsque l'indicateur atteint la valeur 1 ou supérieure, le paramètre observé se trouve à un niveau estimé non-viable ; et
- Lorsque l'indicateur a une valeur négative, il signale une amélioration de la situation.

¹ Cette section a été préparé par Ricardo Cunha da Costa - alors chercheur associé au Programme de Planification Énergétique de l'Université Fédérale de Rio de Janeiro.

Mais comment mesurer l'évolution de l'ensemble des indicateurs puisqu'un indicateur peut évoluer dans une direction positive et un autre dans le sens inverse ? Si l'on considère que les indicateurs ont le même poids sur la viabilité du développement, puisque que l'on fait la comparaison dans la même base **-valeurs relatives (indicateurs) et non pas valeurs absolues (paramètres)-**, la différence entre l'aire de l'étoile d'une année antérieure et l'aire de l'année étudiée est une *représentation* de l'évolution de l'ensemble des indicateurs. **Lorsque l'aire se réduit, cela veut dire que le secteur énergétique du pays a pris une trajectoire plus viable.**

Les dix indicateurs de la viabilité



L'étoile est pratique non seulement pour observer les évolutions des indicateurs de viabilité d'un pays mais aussi pour comparer les secteurs énergétiques d'économies ayant un niveau similaire de développement. Pour des comparaisons internationales, il sera convenable d'utiliser des valeurs monétaires à parité d'achat.

Dans cette section, on présente :

- une formule compacte pour mettre tous les paramètres dans une même base (méthodologie de calcul) ;
- les huit/dix paramètres qui mesurent la viabilité du secteur énergétique avec des exemples ;
- un tableau Excel et les formules qui y sont intégrées pour calculer les indicateurs et pour préparer l'étoile, ainsi que le mode d'emploi du tableau ;
- le graphique en forme d'étoile avec les résultats.

Cette section montre la transformation des paramètres (en valeurs absolues, avec des unités) en des indicateurs (sans unité). Une équation simple (standard) a été choisie pour calculer les indicateurs.

L'équation standard s'écrit de la façon suivante :

$$I = (X - Y) / (W - Y)$$

Où :

- I = Indicateur de viabilité (en termes relatifs, sans unité)
- X = Variable qui représente la valeur (en termes absolus) du paramètre environnemental, économique, social ou technologique
- Y = Constante qui représente l'objectif de viabilité en termes absolus correspondant à la valeur 0 du vecteur
- W = Constante (en termes absolus) qui correspond à la valeur 1 du vecteur

Il est important de saisir que seule la valeur de X varie au cours du temps. Les valeurs de W et Y sont constantes. On peut calculer la différence (W – Y) une seule fois et maintenir le dénominateur de l'équation ci-dessus constant pour calculer l'indicateur de l'année antérieure et de l'année en cours.

$$Z = W - Y$$

Où:

- Z = la valeur du segment (en termes absolus) qui correspond au segment entre les limites 0 à 1 de l'indicateur (en termes relatifs).

La formule de calcul des indicateurs devient : $I = (X - Y) / Z$

On voit dans les deux équations ci-dessus l'importance de bien définir les valeurs de Y (l'objectif de viabilité) et de W (l'autre extrême du segment, qui correspond un état non viable). A mesure que les valeurs de Y et W s'éloignent, l'impact d'une variation de la variable (X) en question devient moindre.

Passons au calcul de chaque indicateur. Les exemples présentés dans le Guide sont calculés avec la formule standard ci-dessus.

II. LES INDICATEURS DE VIABILITE : DES EXEMPLES PRATIQUES

Les indicateurs choisis dans ce document sont les suivants :

- environnemental
 - les émissions de CO₂ par habitant (pollution globale)
 - les émissions de polluants locaux (pollution locale)
- social
 - un accès fiable à l'électricité
 - les investissements (emplois créés) dans les énergies propres
- économique
 - la vulnérabilité due au secteur énergétique
 - le poids des investissements publics dans l'offre d'énergie
- technologique

- l'intensité énergétique
- le déploiement des énergies renouvelables (diversification)
- civique
 - la qualité de la communication
 - une gouvernance participative

Deux indicateurs sont proposés pour chaque volet. On commence par présenter les paramètres choisis, puis on donne des exemples pour expliciter le calcul. Il faut des données pour deux années pour que l'on puisse observer une évolution de l'indicateur.² On suggère l'année 1990 comme année de base ou année de référence en raison de son importance dans les politiques climatiques.

Comme il y a quelque spécificité dans le calcul, il convient d'étudier les exemples pour bien comprendre non seulement les équations, mais aussi la définition des paramètres employés dans les équations.

DESCRIPTION DES INDICATEURS

Viabilité environnementale

Indicateur 1 - Les émissions de CO₂ du secteur énergétique par habitant

Valeurs des paramètres

- X = les émissions de l'année en cours et de 1990 ;
- W = 1130kgC/capita (moyenne mondiale en 1990) ;
- Y = 339kgC/capita (3/10 de la moyenne mondiale en 1990) ;
- Z = 791kgC/capita.

$$\text{L'équation : } I = (X - 339) / 791$$

Exemple

- Etats-Unis, 1995.
X = 5602 kg de carbone émis par habitant

$$\text{Valeur de l'indicateur "I" = } (5602 - 339) / 791 = 6,654$$

Etant donné que les émissions américaines par habitant sont très au-dessus de la moyenne mondiale, on obtient une valeur élevée, indiquant un équilibre énergétique très peu viable.

- Albanie, 1995
X = 141 kg de carbone émis par habitant

$$\text{Valeur de l'indicateur "I" = } (141 - 339) / 791 = -0,250$$

² Parfois, il est proposé plus d'un paramètre pour calculer un indicateur (par exemple, l'indicateur 2). Dans ce cas, la valeur finale de l'indicateur sera la moyenne des indicateurs intermédiaires.

Etant donné que cette valeur est négative - elle est déjà en deçà de l'objectif d'équilibre de l'Observatoire. L'Albanie peut donc accroître ses émissions en poursuivant sa croissance économique ou, mieux encore, développer son économie sans augmenter ses émissions. Dans ce dernier cas, le pays dispose d'un atout qu'il peut "vendre" sur le marché international à travers les permis d'émissions et les actions de mise en œuvre conjointe.

Indicateur 2 - Les polluants locaux

Valeurs des paramètres

X = polluant sélectionné de l'année en cours et de 1990 ;

W = valeur en 1990 ;

Y = 1/10 de la valeur en 1990 ;

Z = W – W/10 = 9W/10.

$$\text{L'équation : } I = (X - 0,1W) / 0,9W$$

Exemple

- Etats-Unis, 1996 - d'un polluant unique
 - X = 42,8 kg de SO₂ par habitant ;
 - W = 57,2 kg de SO₂ par habitant ;
 - Y = 5,7 kg de SO₂ par habitant ;
 - Z = 57,2 – 5,7 = 51,5 kg de SO₂ par habitant.

$$\text{Valeur de l'indicateur "I" = } (42,8 - 5,7) / 51,5 = 0,720$$

Les Etats-Unis ont réduit leurs émissions de soufre surtout par des approches faisant appel au marché des permis négociables, qui ont réduit plus rapidement les émissions et à une portion du coût anticipé.

Exemple

- Chine, 1995 - utilisant des concentrations des polluants locaux et combinant deux polluants pour calculer un indicateur.
 - combiner les concentrations de particules en zone urbaine avec les concentrations en dioxyde de soufre à Pékin ;
 - changer la métrique de l'indicateur
 - 1 = 100% de la directive OMS pour chaque polluant
 - 0 = 20% de la directive OMS pour chaque polluant.

Directive OMS pour le total des particules en suspension et des concentrations en dioxyde de soufre:

W(PTS) = 50 µgr/m³;

W(SO₂) = 60 µgr/m³.

Objectif à atteindre:

Y(PTS) = 20% x 50 = 10 µgr/m³;

Y(SO₂) = 20% x 60 = 12 µgr/m³.

Les niveaux de pollution à Pékin :

X(PTS) = 377 µgr/m³;

X(SO₂) = 90 µgr/m³.

$$Z(\text{PTS}) = W(\text{PTS}) - Y(\text{PTS}) = 50 - 10 = 40 \mu\text{gr}/\text{m}^3;$$

$$Z(\text{SO}_2) = W(\text{SO}_2) - Y(\text{SO}_2) = 60 - 12 = 48 \mu\text{gr}/\text{m}^3.$$

Les valeurs des vecteurs « I(PTS) » = $(377 - 10) / 40 = 9,175$

Les valeurs des vecteurs « I(SO₂) » = $(90 - 12) / 48 = 1,625$

En accordant un poids égal à chacun des polluants, on obtient une valeur de l'indicateur combiné de :

$$\text{Valeur de l'indicateur "I"} = (9,175 + 1,625) / 2 = 5,4$$

Viabilité sociale

Indicateur 3 - Accès fiable à l'électricité

Valeurs des paramètres

X = pourcentage des ménages qui ont accès à l'électricité lors de l'année en cours et en 1990 ;

W = 0% des ménages ont accès à l'électricité ;

Y = 100% des ménages ont accès à l'électricité ;

Z = -1.

$$\text{L'équation : } I = (X - 100\%) / -1$$

Exemple

- Brésil
Trente-sept pour cent des foyers ruraux ont accès à l'électricité.

$$\text{Valeur de l'indicateur "I"} = (37,017\% - 100\%) / -1 = 0,630$$

Indicateur 4: Investissements dans les énergies propres

Valeurs des paramètres

X = rapport entre l'investissement dans les énergies propres et l'investissement total dans le secteur énergétique ;

W = la valeur de X en 1990 ;

Y = 95% de l'investissement du secteur énergétique ;

Z = W - 95%.

$$\text{L'équation : } I = (X - 95\%) / (W - 95\%)$$

Exemple

- Elbonia, 1998
Supposons un pays imaginaire appelé Elbonia avec un investissement total dans le secteur énergétique de 10 milliards d'euros en 1990 et 13 milliards en 1998 et l'investissement dans l'énergie propre (énergie renouvelable et efficacité énergétique) de 560 millions d'euros en 1990 et 820 millions en 1998.

$$W = 560 \text{ millions d'euros} / 10 \text{ milliards d'euros} = 5,6\% ;$$

$X = 820 \text{ millions d'euros} / 13 \text{ milliards d'euros} = 6,3\%$;

$Y = 95\%$;

$Z = 5,6\% - 95\% = -89,4\%$.

Valeur de l'indicateur "I" = $(6,3\% - 95\%) / -89,4\% = 0,992$

Viabilité économique

Indicateur 5 - Vulnérabilité énergétique

Valeurs des paramètres - un pays importateur net d'énergie

X = rapport entre les importations d'énergie non-renouvelable et la consommation d'énergie non-renouvelable (en Joules) ;

W = 100% ;

Y = 0% ;

Z = 1.

L'équation : $I = (X - 0\%) / 1 = X$

Valeurs des paramètres – un pays exportateur net d'énergie

X = rapport entre les exportations d'énergie non-renouvelable et la valeur de l'ensemble des exportations (en valeur monétaire) ;

W = 100% ;

Y = 0% ;

Z = 1.

L'équation : $I = (X - 0\%) / 1 = X$

Exemple - un pays dépendant de l'importation d'énergie

- Etats-Unis, 1997

Les importations d'énergie non renouvelables se sont élevées à 23,51 EJ (23,66 EJ moins 0,15 EJ d'importation d'hydroélectricité du Canada), et la consommation d'énergie non renouvelable s'est élevée à 82,53 EJ (plus une consommation de 6,77 EJ d'énergie renouvelable non comprise).

Valeur de l'indicateur "I" = $23,51 / 82,53 = 0,285$

Exemple- un pays exportateur d'énergie

- Norvège, 1997

Norvège a exporté pour 17 milliards d'euros de pétrole brut, de produits pétroliers et de gaz naturel, et pour 2,6 milliards d'euros d'hydroélectricité. La valeur totale de toutes les exportations se chiffrait à 47 milliards d'euros.

Valeur de l'indicateur "I" = $17 \text{ milliards d'euros} / 47 \text{ milliards d'euros} = 0,362$

La valeur 36,2% de l'ensemble des exportations fait de la dépendance de la Norvège des combustibles fossiles la moins grande parmi les pays exportateurs d'énergie. La

capacité hydroélectrique de la Norvège peut également lui permettre d'augmenter ses exportations d'électricité renouvelable en améliorant l'efficacité électrique domestique.

Exemple - un pays exportateur d'énergie

- L'Arabie Saoudite, 1997
Ce pays a exporté pour 43,8 milliards d'euros de pétrole et de produits pétroliers alors que l'ensemble des exportations se chiffrait à 50,1 milliards d'euros.

Valeur de l'indicateur "I" = 43,8 milliards d'euros / 50,1 milliards d'euros = 0,874

La valeur de l'indicateur indique une forte vulnérabilité aux fluctuations de prix et de la demande.

Indicateur 6 - Poids du secteur public dans l'offre d'énergie

Valeurs des paramètres

X = rapport entre les investissements publics dans l'énergie non-renouvelable et le PIB (effet d'éviction dû à l'énergie);

W = 10% ;

Y = 0% ;

Z = 0,1.

$$\text{L'équation : } I = (X - 0\%) / 0,1 = 10X$$

Exemple

- l'Inde, 1995
Le gouvernement a investi 13,7 milliards d'euros (y compris l'aide multilatérale) dans les centrales nucléaires et les centrales fonctionnant au charbon, les mines de charbon, la recherche et développement, les champs pétroliers et gazeux, la transformation et le raffinage, ainsi que les systèmes de transport d'énergie en 1995. Le pays a également investi 3,4 milliards d'euros dans les grands projets hydroélectriques et éoliens qui ne sont pas comptabilisés ici. Ce faisant, il n'a pu investir dans d'autres équipements utiles à la communauté.

En divisant 13,7 milliards d'euros par le PIB de l'Inde en 1995 estimé à 319,7 milliards d'euros, on obtient = 13,7 milliards d'euros / 319,7 milliards d'euros = 0,0429 (4,29 %)

Valeur de l'indicateur "I" = 10X = 10 x 0,0429 = 0,429

Viabilité technologique

Indicateur 7 - Intensité énergétique

Valeurs des paramètres

X = rapport entre la consommation d'énergie et le PIB ;

W = 10,64 MJ/euro qui correspond à la consommation moyenne mondiale d'énergie primaire par unité de PIB en 1990 ;

Y = 1,06 MJ/euro qui correspond à 1/10 de W ;

Z = 10,64 - 1,06 = 9,58.

$$\text{L'équation : } I = (X - 1,06) / 9,58$$

Exemples

- Canada, 1995
L'intensité énergétique du Canada était de 16,39 MJ par euro de PIB, considérablement en deçà de la moyenne mondiale de 1990 estimée à 10,64.

$$\text{Valeur de l'indicateur "I"} = (16,39 - 1,06) / 9,58 = 1,600$$

Exemple

- Israël, 1995
En Israël, l'intensité énergétique était de 6,12MJ par euro de PIB, de loin meilleure que la moyenne mondiale en 1990 de 10,64, mais plus importante que le niveau viable pour l'intensité énergétique ($Y = 1,06$ MJ/euro).

$$\text{Valeur de l'indicateur "I"} = (6,12 - 1,06) / 9,58 = 0,528$$

Indicateur 8 - Déploiement des énergies renouvelables*Valeurs des paramètres*

X = rapport entre la consommation d'énergie renouvelable et la consommation totale d'énergie primaire ;

W = 8,64% qui correspond au rapport entre la consommation mondiale d'énergie renouvelable et la consommation mondiale totale d'énergie primaire en 1990

Y = 95% ;

Z = 8,64% - 95% = -0,8636.

$$\text{L'équation : } I = (X - 95\%) / -0,8636$$

Exemples

- Le Cameroun, 1995.
Ce pays consomme 278 PJ d'énergie primaire dont 222 PJ sont "renouvelables", principalement des combustibles de biomasse dans les zones rurales et urbaines.

La proportion d'énergie renouvelable est : $X = 222 \text{ PJ} / 278 \text{ PJ} = 0,7986$, soit 79,86%.

$$\text{Valeur de l'indicateur "I"} = (79,86\% - 95\%) / (-0,8636) = -0,1514 / -0,8636 = 0,175$$

C'est une valeur assez proche de l'objectif souhaité.

Exemple

- Japon, 1997.
La production d'énergie primaire a atteint 23,387 EJ. La production d'énergie renouvelable s'est élevée à 1,001 EJ.

La proportion d'énergie renouvelable de X = 0,0428, ou 4,28%

$$\text{Valeur de l'indicateur "I"} = (4,28\% - 95\%) / (-0,8636) = -0,9072 / -0,8636 = 1,050$$

Viabilité civique (gouvernance)***Indicateur 9 - Qualité de la communication***

Dissémination précoce d'une information de qualité permettant une participation égale et entière de la société civile (les tenants de la demande) et des agences énergétiques (responsables de l'offre).

Valeurs de paramètres

Vecteur 1 : Budget des ONGE locales/nationales en 1990.

Vecteur 0 : Le budget de communication et relations publiques des agences énergétiques est égal à celui des ONGE locales/nationales.

Indicateur 10 - Gouvernance participative

Nombre de représentants indépendants et d'ONGE siégeant aux Conseils d'administration des agences énergétiques.

Valeurs de paramètres

Vecteur 1 : Proportion de membres indépendants siégeant aux Conseils d'administration des agences énergétiques en 1990.

Vecteur 0 : Les Conseils d'administration des agences énergétiques sont composés par moitié de membres indépendants et d'actionnaires privés.