

Vulnérabilité – Adaptation – Résilience (VAR): Climatiser les systèmes énergétiques

Le changement climatique a également des effets directs sur la demande et sur l'offre de services énergétiques ; d'ailleurs les systèmes et les équipements énergétiques sont déjà soumis à des variations substantielles de température et d'autres paramètres climatiques. Le changement climatique est également susceptible d'avoir des effets indirects sur n'importe quel sous-ensemble du secteur énergétique. Une modification de l'offre d'électricité peut, par exemple, avoir des effets sur la distribution d'énergie, et en conséquence sur les services énergétiques offerts aux usagers.

Toutefois, les politiques énergétiques sont essentiellement inspirées par la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre. De plus, les mesures adoptées dans le cadre du Protocole de Kyoto en vue de modérer les effets sur le climat dus à la production d'énergie n'ont pas réussi à prendre en compte les conséquences attendues d'une variabilité climatique de plus en plus importante.¹ C'est la raison pour laquelle le mot d'ordre est aujourd'hui l'adaptation, et ce, non seulement dans les pays géographiquement vulnérables, mais également, de façon croissante, sous des latitudes connaissant habituellement un environnement climatique plus stable et plus modéré.

Compte tenu de l'importance de l'énergie dans l'économie et dans la poursuite de l'écodéveloppement², il est vital de réduire les vulnérabilités du secteur énergétique. Les systèmes énergétiques se doivent d'être adaptés pour résister au changement climatique attendu et à ses effets. Cet objectif peut être atteint en augmentant la résilience d'un système énergétique, par exemple en renforçant ses équipements techniques, en diversifiant ses sources d'approvisionnement en énergie, en localisant de façon plus appropriée ses équipements énergétiques, en développant ses relations avec d'autres régions, en planifiant la préparation aux catastrophes, en gérant la demande et en investissant dans l'évolution technologique — énergies renouvelables, amélioration du rendement énergétique, gestion énergétique — en vue de développer plus avant le portefeuille des options disponibles. Étant donné la faible rotation du capital dans le secteur de l'énergie et la durée de vie importante des

¹ <http://data.ukcip.org.uk/resources/publications/documents/4.pdf>

² Une définition synthétique du concept de l'écodéveloppement est proposée par l'Organisation pour la coopération économique et le développement (OCDE) :

« Le concept d'écodéveloppement fait référence à un développement régional et local réalisé en cohérence avec les potentiels de la région concernée et en accordant l'attention requise à une exploitation adéquate et rationnelle des ressources naturelles, des styles technologiques et des formes organisationnelles, s'effectuant dans le respect des écosystèmes naturels et des schémas sociaux et culturels locaux. Ce terme est également utilisé pour décrire une approche intégrée de l'environnement et du développement. »

Voir <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=710>

équipements, il est fondamental que les fournisseurs d'énergie, les décideurs et les citoyens soient bien informés des incidences possibles du changement climatique sur le secteur de l'énergie afin que les mesures d'atténuation et d'adaptation requises puissent être prises.

Vulnérabilités au niveau des pays

Lors des discussions au niveau national sur la vulnérabilité, le sujet est traditionnellement abordé essentiellement sous l'angle de la sécurité énergétique et des moyens de l'améliorer. Les politiques formulées autour du contexte plus large de la réduction de la vulnérabilité des systèmes énergétiques et de l'amélioration de la résilience au moyen de stratégies d'écodéveloppement, c'est-à-dire traitant des problèmes environnementaux, sociaux, économiques, techniques et de gouvernance, sont assez peu nombreuses.

Si l'on souhaite que les politiques et les mesures proposées soient efficaces, il est indispensable de quantifier l'état de vulnérabilité globale du pays, c'est pourquoi le premier ensemble d'indicateurs HELIO mesure la vulnérabilité globale d'un pays.

De nombreux plans d'intervention d'urgence, plans d'action nationaux aux fins de l'adaptation (menés à bien dans le cadre de la CCNUCC), et publications de recherche détaillent les différents aspects de la vulnérabilité. Les analystes ont donc été encouragés à utiliser les documentations existantes pour recueillir les informations nécessaires et pour analyser les données dans une perspective d'écodéveloppement.

En cohérence avec le principe d'HELIO selon lequel la métrique sous-jacente, c'est-à-dire la mesure ou la statistique effectivement utilisée, devait en général être disponible et le calcul des vecteurs facilement réalisable, il est demandé aux analystes de calculer les indicateurs mentionnés au tableau suivant. Conformément aux directives du Protocole de Kyoto, l'année de référence choisie est 1990 ou l'année la plus proche pour laquelle les données sont disponibles. Il a également demandé aux analystes, pour chacun des groupes d'indicateurs, de fournir une courte synthèse qualitative soulignant toute question cruciale dont les indicateurs n'auraient pas rendu compte ou qui aurait pu avoir une incidence sur leur calcul.

Secteur	Indicateur	Calcul
Environnement		
	1. Évolution des schémas de précipitations	<p>Pourcentage d'évolution entre 1990 et l'année en cours</p> <p>Description de l'évolution des schémas de précipitations</p> <p>Informations supplémentaires susceptibles d'être incluses</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volume et fréquence des précipitations • Nombre annuel de jours de pluie • Nombre annuel de jours de forte pluie (> 50 mm) • Durée des saisons • Maxima et minima des précipitations
	2. Variation des températures	<p>Évolution des températures (en °C) entre 1990 et l'année en cours</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moyenne • Minimum/maximum par saison
Économie		
	1. Proportion des ménages ayant acquis un accès à l'électricité durant les deux dernières décennies	Pourcentage des ménages ayant acquis un accès à l'électricité entre 1990 et l'année en cours
	2. Niveau d'accroissement de l'autonomie énergétique	<p><i>Pour un pays importateur net de pétrole et de gaz (énergies non renouvelables)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ratio entre les importations d'énergie non renouvelable et la consommation d'énergie non renouvelable (en joules) par rapport à 1990 <p>Les pays importateurs peuvent améliorer leur résilience en réduisant soit les importations soit la consommation d'énergies non renouvelables, ou en augmentant soit les importations soit la consommation d'énergies renouvelables, ainsi qu'en accroissant leur rendement énergétique global.</p> <p><i>Pour un pays exportateur net de pétrole et de gaz (énergies non renouvelables)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ratio entre les exportations d'énergie non renouvelable et la valeur totale des exportations (en valeur monétaire) par rapport à 1990

Secteur	Indicateur	Calcul
Technique		
	1. Évolution du montant d'énergie provenant de sources renouvelables	1a. Production combinée de chaleur et d'électricité à partir d'énergies renouvelables (MWh) 1b. Pourcentage d'évolution, entre 1990 et l'année en cours, du pourcentage d'électricité provenant de sources renouvelables par rapport à la production totale d'électricité 1c. Consommation de carburants renouvelables (en tep) 1d. Pourcentage d'évolution, entre 1990 et l'année en cours, du pourcentage de combustible provenant de sources renouvelables par rapport à la consommation totale de combustible
	2. Niveau de diversité des sources et des technologies d'énergies renouvelables	Contribution, en pourcentage, des sources suivantes à la consommation totale d'énergie renouvelable, avec description de l'utilisation qui est faite de la source d'énergie renouvelable : <ul style="list-style-type: none"> • Électricité • Chauffage • Transport
Social		
	1. Évolution de la prévalence des maladies	Pourcentage d'évolution du taux des maladies d'origine hydrique entre 1990 et l'année en cours <ul style="list-style-type: none"> • Commenter si possible les incidences non signalées
	2. Évolution de l'emploi	Évolution, en pourcentage, des taux d'emploi officiels entre 1990 et l'année en cours <ul style="list-style-type: none"> • Commenter si possible les incidences non signalées
Civique (gouvernance)		
	1. Amélioration de la réforme agraire	1a. Pourcentage d'évolution, entre 1990 et l'année en cours, du nombre d'agriculteurs propriétaires de leurs propres terres ou disposant d'un accès permanent 1b. Pourcentage de femmes propriétaires Variable de remplacement : existence de politiques agraires et mise en application des lois
	2. Évolution de la participation publique au processus de planification	a. Pourcentage de participation aux élections nationales ou à Action 21, et processus de mise en œuvre b. Pourcentage d'évolution entre 1990 et l'année en cours

Systèmes énergétiques : Indicateurs de vulnérabilité

Le changement climatique aura des impacts directs sur la demande comme sur l'offre énergétiques. La façon dont cette dernière sera touchée est toutefois moins évidente. Compte tenu du rôle central que joue l'énergie pour le développement économique et social, et compte tenu du fait que le changement climatique aura des effets sur les services écosystémiques fournisseurs d'énergie, il est crucial d'être en mesure d'évaluer les vulnérabilités principales de chacun des systèmes énergétiques. Une fois les vulnérabilités identifiées, il devient possible de concevoir et de mettre en œuvre des mesures d'adaptation appropriées. Ce processus doit être appliqué aux infrastructures existantes et à leurs évolutions prévues.

Les indicateurs de vulnérabilité indiqués dans le tableau suivant couvrent les principaux systèmes énergétiques. Ils visent à mesurer leur niveau de vulnérabilité vis-à-vis des éléments clés d'ordre climatique identifiés par HELIO. Les analystes HELIO appliquent ces indicateurs de vulnérabilité à leurs systèmes énergétiques nationaux respectifs, et reportent sur les résultats.

Indicateurs de vulnérabilité : la vulnérabilité de chaque système énergétique est calculée conformément aux indicateurs pertinents mentionnés ci-dessous.

Charbon

VC1 : Nombre d'installations de mines de charbon situées à moins d'un mètre au-dessus du niveau de la mer dans une zone accessible à une inondation ayant actuellement une période de récurrence de 100 ans.

Pétrole et gaz

VPG1 : Pourcentage d'installations pétrolières et gazières *offshore* susceptibles d'être touchées par une tempête présentant des rafales dépassant 70 m/s durant les 20 prochaines années.

VPG2 : Pourcentage ou nombre de raffineries susceptibles d'être touchées par une tempête présentant des rafales dépassant 70 m/s durant les 20 prochaines années.

Ensemble des combustibles fossiles

VF1 : Nombre de centrales électriques thermiques (charbon, pétrole et gaz) situées à moins d'un mètre au-dessus du niveau de la mer dans une zone accessible à une inondation ayant actuellement une période de récurrence de 100 ans.

Informations additionnelles : nombre attendu de sécheresses conduisant à une diminution des capacités des centrales électriques thermiques de plus de 10 % dans les 30 prochaines années.

Nucléaire

VN1 : Nombre de centrales nucléaires situées à moins d'un mètre au-dessus du niveau de la mer dans une zone accessible à une inondation ayant actuellement une période de récurrence de 100 ans.

VN2 : Nombre d'incidents ou d'accidents s'étant produits depuis la construction de la centrale.

VN2b : Décrire les incidents les plus significatifs.

Hydroélectricité

VH1 : Variations attendues des précipitations (en pourcentage) sur les 20 à 50 prochaines années **et/ou** probabilité d'inondation de chacun des bassins versants.

VH2 : Nombre actuel de barrages à usages multiples dans le pays ; volume d'eau en m³ de chaque barrage.

VH2b : Décrire le type d'utilisation de l'eau en pourcentage — agriculture, énergie, boisson.

Informations additionnelles : ruissellement pluvial additionnel attendu de la fonte des glaciers (millions de m³).

Systemes de transmission

VT1 : Longueur en kilomètres des lignes terrestres de transmission et de distribution dans le pays.

VT1b : Distinguer entre haute tension (transmission), et moyenne et basse tensions (distribution).

VT1c : Décrire toute ligne transnationale.

VT2 : Nombre et durée des coupures de courant (réparties entre les coupures dues aux conditions météorologiques ou à des pannes d'équipement, et celles dues au rationnement).

VT2b : Nombre d'heures moyen annuel d'interruption.

VT3 : Pourcentage de l'offre d'énergie nécessitant un transport régional sur plus de 50 km.

VT3b : Pourcentage correspondant au transport de combustibles fossiles.

VT3c : Pourcentage correspondant au transport de biomasse.

Faire si possible un commentaire sur le secteur informel.

Biomasse

VB1 : Proportion, en pourcentage, de la biomasse utilisée à des fins énergétiques par rapport à la production totale de biomasse.

VB1b : Distinguer si possible entre différentes sources et différentes applications — récolte de la biomasse agricole, électricité, chaleur.

VB1c : Récolte de la biomasse forestière (selon la définition de la FAO) — électricité, chaleur.

VB2 : Pourcentage d'évolution attendu des précipitations durant les 20 à 50 prochaines années.

Informations additionnelles : probabilité en pourcentage d'un accroissement de la température au-delà de la tolérance biologique à la chaleur des principales récoltes de biomasse durant les 20 prochaines années.

Vent

VV1 : Nombre de turbines éoliennes situées à moins d'un mètre au-dessus du niveau de la mer.

VV2 : Évolution de la vitesse moyenne du vent en pourcentage durant les 20 prochaines années en fonction des modèles climatiques régionaux.

Solaire

VS1 : Capacité des installations solaires déjà en place (en m²).

VS1b : Distinguer entre PV (MW) et thermique (m²).

VS1c : Décrire les sites (qualité de l'isolation et de la construction dans laquelle le système est installé), ainsi que le type de propriété (privée, gouvernementale, partenariat public/privé, etc.).

VS2 : Accroissement attendu des températures, en degrés centigrades, pertinent pour les performances PV.

Informations additionnelles : modification prévue, en pourcentage, des précipitations et de la couverture nuageuse durant les vingt prochaines années.

Systèmes énergétiques : Indicateurs de capacités d'adaptation mesurant les interventions ayant permis d'accroître la résilience

Le niveau de résilience d'un système s'appuie sur ses capacités d'adaptation. Dans le contexte des pays en développement, ces capacités ont besoin d'un soutien externe, par exemple sous la forme des mécanismes financiers existant dans le cadre du régime des politiques internationales sur le changement climatique. En vue d'éviter de dépenser des fonds, déjà peu nombreux, de façon inefficace, un ensemble de critères ont été développés pour mesurer l'efficacité des efforts d'adaptation. Les indicateurs mentionnés assistent dans ce processus d'évaluation.

Indicateurs de capacités d'adaptation : Les capacités d'adaptation de chacun des systèmes énergétiques sont calculées en fonction des indicateurs pertinents mentionnés ci-dessous.

Mise en œuvre

- AI1 : Formation intérieure brute de capital fixe (en millions de dollars par an) — *Variable de remplacement* : Épargne domestique (en millions de dollars par an)
- AI2 : Investissements domestiques dans les énergies renouvelables (en millions de dollars par an)
- AI3 : Nombre d'ingénieurs techniques diplômés chaque année en pourcentage de la population totale
- AI4 : Disponibilité d'une carte des risques pour les inondations et les sécheresses
- AI5 : Existence et application de directives prenant en compte le changement climatique concernant l'implantation et la construction des centrales électriques (en l'absence d'informations disponibles, discuter qualitativement la façon dont le changement climatique pourrait être intégré à des directives concernant l'emplacement et la construction de centrales)
- AI6 : Existence de plans d'urgence en réaction à des événements météorologiques extrêmes et disponibilité d'équipes de réparations d'urgences locales
 - AI6b : Si possible, commenter le niveau de mise en œuvre
- AI7 : Disponibilité au niveau national de mécanismes d'assurance
- AI8 : Existence de groupes d'usagers citoyens dans les structures de gouvernance du secteur de l'énergie (mise en application d'un processus de décision participatif)

Charbon, pétrole, gaz, uranium

- APOG1 : Existence et exploitation de cartes d'implantation pour les mines et les centrales électriques prenant en compte les régions dans lesquelles des tempêtes, des inondations et des sécheresses sont attendues
- APOG2 : Mise en place d'une réglementation nationale concernant l'implantation de centrales électriques thermiques sur des sites disposant de suffisamment d'eau de refroidissement pour les 50 prochaines années.

Hydroélectricité

- AH1 : Existence d'un plan national pour une exploitation optimisée des centrales hydroélectriques dans le contexte des prévisions de débit fluvial pertinentes pour ces systèmes
 - AH1b : Un tel plan est-il actuellement en place ?
 - AH1c : Si ce n'est pas le cas, le gouvernement a-t-il fixé une date pour se doter d'un tel plan ?

AH2 : Nombre de barrages équipés de vannes de désengorgement et/ou de plans relatifs à la gestion de l'utilisation des terres amont et du bassin versant pour chaque installation hydroélectrique

Biomasse

AB1 : Budget, en millions de dollars par an, de recherche, de développement et de diffusion concernant les cultures résistantes à la chaleur et à la sécheresse, les biocarburants, l'utilisation énergétique des déchets agricoles* et la vulnérabilité de la forêt

* Ne pas inclure les déchets municipaux, qui sont en général pris en compte dans les plans d'atténuation

AB1b : Si possible, commenter la stabilité du financement

AB2 : Utilisation nationale de combustibles issus de la biomasse en dehors d'une utilisation traditionnelle par les entreprises privées et les coopératives (en pourcentage des combustibles totaux)

AB3 : Pourcentage de ménages utilisant des foyers à charbon de bois améliorés par rapport au total des ménages utilisant des foyers à charbon de bois

Vent

AV1 : Existence et application d'une réglementation nationale exigeant que les centrales éoliennes soient à l'épreuve des tempêtes en vue de supporter les vitesses du vent prévues les plus élevées

AV2 : Existence de cartes d'implantation détaillant les changements prévus pour la vitesse du vent, pour les périmètres d'inondation, et pour les zones touchées par l'élévation du niveau de la mer

Solaire

AS1 : Existence d'une carte d'implantation détaillant les changements prévus de la couverture nuageuse

AS2 : Existence et application d'une réglementation nationale exigeant que les concentrateurs solaires (CS) soient à l'épreuve des vitesses maximales du vent prévues