

une baisse de 9,5% du PIB, le pays est considéré comme le pays le plus touché par les événements climatiques en 2012 (German Watch, 2014).

Si l'on prend l'exemple du cyclone Jeanne en octobre 2004, différents dégâts directs ont été identifiés pour divers secteurs (CEPALC, 2005). L'un des impacts les plus directs concerne l'accès à l'eau potable. Il faut alors lister les différentes initiatives qui découlent de ce dégât et leur attribuer un coût. La tableau suivant résume ces résultats.

Coût des interventions urgentes sur le réseau d'eau potable suite au cyclone Jeanne de 2004

<i>ACTION</i>	<i>Millions de gourdes</i>	<i>Milliers (US\$)</i>
Accès provisoires à l'eau potable	0,1	4,0
Remise en état du réseau	22,1	613,5
Augmentation de la production (installation de 2 pompes submersibles, 2 boîtiers de commande et un dispositif de traitement)	6,5	180,0
Supports administratifs, techniques et logistiques	7,9	221,0
TOTAL	36,6	1 018,5

Source : CEPALC, 2005

Le secteur agricole risque également d'être très touché par l'augmentation des événements climatiques extrêmes. En reprenant le cas du cyclone Jeanne, on constate une destruction considérable au niveau des productions végétales et animales, due aux inondations. Pour ce cas, la méthodologie d'estimation économique repose sur de nombreuses hypothèses (données proxy, rendements et prix moyens).

On peut appliquer cette méthodologie dans divers autres secteurs, comme la santé, où il faut là encore différencier les dégâts directs et indirects. Une inondation peut provoquer des coûts directs facilement chiffrables. Dans le cas de Jeanne, les pertes en équipements et installations se sont élevées à 54 millions de gourdes et à 115 millions de gourdes suite à la destruction de services (CEPALC, 2005).

La quantification des coûts est plus aisée pour les impacts directs, à condition d'avoir suffisamment de données

statistiques ou des modèles de simulation (d'inondation par exemple) performants. On considère à présent les tendances climatiques à venir et non plus les événements extrêmes. La hausse du niveau moyen des mers est sans doute la menace la plus forte pour Haïti. Par exemple, dans la zone côtière des Cayes, on évalue les superficies qui risquent d'être affectées par cette hausse en distinguant plusieurs paramètres, selon les types d'irrigation et d'occupation du sol (PNUD MDE, 2012). Ces superficies agricoles menacées par la hausse du niveau moyen des mers sont indiquées en hectare.

Superficies agricoles menacées par la hausse du niveau moyen des mers (en hectare) : Catégorie 1 : Irrigation étendue; Catégorie 2 : Périmètre identifié; Catégorie 3 : Irrigation limitée; Catégorie 4 : Irrigation très limitée

DÉPARTEMENT	CATÉGORIE 1	CATÉGORIE 2	CATÉGORIE 3	CATÉGORIE 4	TOTAL
Ouest	26506	0	33986	0	60492
Sud-Est	262	0	51438	722	52422
Nord	4855	6430	0	1640	12925
Nord-Est	1312	6364	0	0	7676
Artibonite	43893	23029	66	2887	69875
Centre	459	25719	0	131	26309
Sud	1377	0	73418	0	74795
Nord-Ouest	3477	0	1115	0	4592
Nippes	1050	0	2756	0	3806
TOTAL PAR CATÉGORIE	83191	61542	162779	5380	312892
SUPÉRFICIE MENACÉE	14682	5031	1540	0	21253
% MENACÉ	18%	8%	1%	0%	7%

Source : Centre National de l'Information Géo-Spatiale (CNIIGS) de Port-au-Prince

Dans le cadre de la prédiction de la hausse du niveau moyen des mers, la variable temps est à prendre en compte. Aussi, les prédictions quant au type de sol affecté sont données à court, moyen et long termes (respectivement 2031, 2051 et 2071). Les colonnes MIN et MAX équivalent aux scénarios optimiste et pessimiste. Les scénarios « raz-de-marée » combinent l'effet de la hausse du niveau de l'eau avec celui d'une marée exceptionnelle (PNUD MDE, 2012).

*Superficies agricoles menacées par la hausse du niveau
moyen des mers ou par un raz-de marée
(en hectare et en %)*

Inondation à court terme par catégorie d'occupation du sol

Catégorie d'occupation du sol	MIN HNMM		MAX HNMM		MIN raz-de-marée		MAX raz-de-marée	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Cultures agricoles moyennement denses	1	0,1	1	0,1	8	0,5	98	5,8
Systèmes agro forestiers denses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Cultures agricoles denses	3	0,0	3	0,0	31	0,2	444	2,8
Pâturage avec autres catégories	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urbain continu	0,0	0,0	0,0	0,0	1	0,5	23	10,2
Zones humides	1	0,5	1	0,7	6	5,5	92	79,3

Inondation à moyen terme par catégorie d'occupation du sol

Catégorie d'occupation du sol	MIN HNMM		MAX HNMM		MIN raz-de-marée		MAX raz-de-marée	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Cultures agricoles moyennement denses	1	0,1	1	0,1	9	0,5	103	6,1
Systèmes agro forestiers denses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Cultures agricoles denses	3	0,0	4	0,0	35	0,2	487	3,1
Pâturage avec autres catégories	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urbain continu	0,0	0,0	0,0	0,0	1	0,6	27	12,1
Zones humides	1	0,7	1	0,8	7	5,9	97	83,9

Inondation à long terme par catégorie d'occupation du sol

Catégorie d'occupation du sol	MIN HNMM		MAX HNMM		MIN raz-de-marée		MAX raz-de-marée	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Cultures agricoles moyennement denses	1	0,1	2	0,1	10	0,6	107	6,3
Systèmes agro forestiers denses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Cultures agricoles denses	4	0,0	6	0,0	37	0,2	540	3,5
Pâturage avec autres catégories	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urbain continu	0,0	0,0	0,0	0,0	1	0,7	33	14,9
Zones humides	1	0,8	1	1,0	7	6,2	101	87,3

Source : PNUD MDE, 2012

Il est alors utile d'évaluer les pertes économiques liées à ces surfaces affectées : i) la perte de rendement en agriculture et en production forestière, ii) l'abandon ou la destruction des zones urbaines concernées, et iii) la perte des biens et des services écosystémiques rendus par les zones humides.

Revue méthodologique et bibliographique pour l'estimation des coûts indirects des changements climatiques en Haïti

En reprenant les différents secteurs d'activités, il s'agit dans cette section d'identifier pour chacun les dégâts indirects occasionnés par les changements climatiques.

Dans le cas du cyclone Jeanne en 2004, la perte des cultures d'irrigation a été estimée à 50%, et à 30% pour les cultures saisonnières

Pour le secteur agricole, l'approche méthodologique consiste à répertorier les impacts indirects comme la diminution des rendements agricoles ou le temps nécessaire à la remise en place des systèmes d'irrigation après un ouragan. Dans le cas du cyclone Jeanne, la perte des cultures d'irrigation a été estimée à 50%, et à 30% pour les cultures saisonnières (CEPALC, 2005).

Autre coût indirect, la perte engendrée par la formation de boues durant les inondations. Ceci pèse ensuite sur la production agricole potentielle. La perte de sol est ainsi évaluée par le volume de boues rencontrées (le coût a été estimé à environ 105 millions de gourdes suite au cyclone Jeanne). Le handicap créé par les boues apportées représente aussi un préjudice (chiffrée à 22 millions de gourdes au moment du passage de Jeanne).

Les conséquences sur la santé des populations représentent un autre type d'impact indirect. Il s'agit d'identifier et d'évaluer les coûts de nettoyage et d'assainissement, ainsi que les pertes dues à l'interruption des services. Les impacts indirects de la hausse du niveau moyen des mers sont évoqués dans le projet « Surveillance côtière et système d'alerte / Réseau pour l'adaptation au changement climatique » (PNUD MDE, 2012).

Il existe aussi des liens de cause à effet entre les changements climatiques et la pollution des eaux marines. Cette dernière est due en grande partie à la mauvaise gestion des décharges. Bon nombre de celles-ci sont localisées en effet à proximité immédiate de la mer en Haïti et leur contenu affecte la mer, soit suite au ruissèlement des eaux pluviales, soit par l'action directe des marées. Les lixiviats résultants de cette situation s'écoulent dans la mer et contaminent les zones humides, les mangroves, les plages et, dans certains cas, les aquifères côtiers. L'altération de la santé de la faune marine n'est pas sans conséquence pour la pêche. Ceci menace la santé des consommateurs. La pollution des eaux marines affecte aussi la qualité des plages. Le risque de maladies pour les baigneurs s'accroît et entraîne une diminution de la fréquentation touristique.

La recrudescence des inondations par les eaux marines affectent de plus en plus sévèrement les zones humides d'Haïti, les infrastructures côtières, l'industrie et les activités portuaires puis l'agriculture, surtout dans le département de l'Artibonite.

L'érosion côtière peut se produire conjointement avec l'élévation du niveau de la mer et appauvrir considérablement les zones humides

Concernant les zones humides, il est à souligner que les mangroves fournissent un habitat naturel à divers poissons et crustacés. Elles atténuent l'énergie des vagues, emprisonnent les sédiments et contrôlent l'effet des courants et des marées. Quand le niveau de la mer monte, elles ont tendance à se déplacer vers l'intérieur pour s'adapter. Mais si elles ne peuvent le faire, il peut y avoir un effondrement de l'écosystème présent. Cette attention particulière pour de tels écosystèmes se justifie aussi par le fait que les zones où l'apport en sédiments est faible et où l'environnement de l'arrière littoral contient une infrastructure fixe, l'érosion côtière peut se produire conjointement avec l'élévation du niveau de la mer et appauvrir considérablement les zones humides côtières. Outre les mangroves, d'autres systèmes côtiers risquent de souffrir des implications de la hausse du niveau moyen des mers en Haïti. Il s'agit notamment :

- Des lagunes côtières qui contrôlent le ruissellement, facilitent le dépôt des sédiments et assurent la survie de nombreuses espèces d'oiseaux, de poissons et de crustacés (par exemple au niveau du lagon aux Bœufs),
- Des deltas et des estuaires qui contribuent à l'expansion des mangroves et qui servent d'habitat aux espèces nécessitant des changements de concentration de sel dans l'eau,
- Des plaines d'inondations de faible élévation (comme ce serait le cas dans certains espaces côtiers de l'Artibonite) qui pourraient être déplacés par des habitats d'eau de mer sous l'effet de l'action conjuguée de l'élévation du niveau de la mer, de l'augmentation de l'intensité des pluies des tempêtes tropicales et des marées ou des ondes de tempêtes.

L'intrusion d'eau de mer dans les aquifères d'eau douce dans ces espaces est un autre problème potentiel majeur.

Par ailleurs, l'action des inondations d'origines marines sur les infrastructures côtières, l'agriculture, l'industrie et les activités portuaires pourrait diminuer la production agricole et industrielle ainsi que la fréquentation touristique, impliquant ainsi un déficit dans la balance des paiements. Elle pourrait également augmenter la pression sur les terres marginales, ajouter des dépenses supplémentaires pour la restauration des terres dégradées, créer une insécurité alimentaire et contraindre à délocaliser les unités de production.

Ainsi, la hausse du niveau marin va engendrer le transport par les courants littoraux des sables et des sédiments formant les plages et les dunes actuelles. Il s'en suit un recul des plages et éventuellement la destruction des dunes qui constituent une barrière entre la mer et les terres en amont, les protégeant d'une inondation potentielle. D'où un risque de débordement marin, d'augmentation des risques d'inondation et de salinisation des basses terres côtières ainsi que d'infiltration d'eau de mer dans les aquifères côtiers, ceci sans oublier l'effet néfaste de la détérioration des plages sur le tourisme ainsi que sur les activités récréatives. Par ailleurs, l'effet de sape des vagues détruit les falaises constituées de conglomérats, ce qui a pour conséquence la transformation de la morphologie côtière pouvant affecter certaines infrastructures en bord de mers (routes, maisons...).

Les impacts diffus dus à l'augmentation de la température de l'air sont également intéressants à noter : on peut prévoir une baisse de la productivité du travail pour les personnes travaillant en plein air, ce qui affecterait l'économie nationale, en particulier le secteur primaire puisque les agriculteurs font partie de cette catégorie de travailleurs. Aux Etats-Unis, selon le *Risky Business Report*, cette productivité pourrait diminuée fortement, jusqu'à - 3%.

Revue méthodologique et bibliographique pour l'estimation des coûts d'adaptation aux changements climatiques en Haïti

Les pays en développement les plus pauvres seront les premiers et les plus durement touchés par le changement climatique, alors même qu'ils n'ont que peu contribué à causer le problème. Leurs faibles revenus rendent difficile le financement de l'adaptation.

Sans l'aide internationale, on court un risque grave que les progrès du développement soient sapés. Il revient aux pays en développement eux-mêmes de déterminer comment ils souhaitent s'adapter dans des circonstances différenciées. Les coûts engendrés par l'adaptation aux changements climatiques pour les pays en développement pourraient atteindre des dizaines de milliards USD (Rapport Stern, 2006).

L'adaptation est un processus dynamique. Il faut par conséquent concevoir une stratégie pour quelques années seulement.

La méthodologie proposée se fonde sur l'idée principale que l'adaptation est un processus dynamique, et qu'il faut par conséquent concevoir une stratégie pour quelques années seulement. Celle-ci doit néanmoins prendre en compte le très long terme et être réajustée au fur et à mesure que de nouvelles informations sont disponibles. Dans ce cadre, il ne faut pas seulement déterminer ce qui doit être fait. Il faut aussi et surtout déterminer quand il faut le faire, en tenant compte des arbitrages temporels possibles, et qui doit le faire.

La méthodologie proposée pour construire la stratégie d'adaptation comprend plusieurs étapes, à appliquer en parallèle à chacun des secteurs concernés, puis de manière globale. Ceci passe par la construction de scénarios climatiques et économiques sur lesquels le travail va s'appuyer, et l'identification des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation possibles.

Pour chacun des impacts à traiter, les différentes mesures d'adaptation possibles doivent être identifiées, puis évaluées par une analyse multicritères relativement simple de leurs coûts et bénéfices. Cette évaluation peut se faire

en utilisant des modèles ou méthodes quantitatives quand c'est possible, ou bien en se fondant sur des analyses qualitatives ou des dires d'experts quand les modèles ne sont pas disponibles (ce qui est fréquent). Cette analyse doit répondre à plusieurs critères :

- L'analyse ne doit pas se contenter d'intégrer les coûts monétaires de marché, mais doit aussi considérer les multiples dimensions des coûts et des bénéfices : les impacts sur la qualité de vie ; les impacts sur la santé ; les impacts sur la biodiversité ; les impacts sur les inégalités et la distribution des richesses ; les impacts sur la sécurité individuelle et collective. Il est particulièrement important d'évaluer qui paierait pour une mesure, quelles sources de financement pourraient être envisagées, ainsi qu'identifier qui profiterait directement des bénéfices de la mesure. Chaque mesure peut en effet entraîner des effets redistributifs, avec des gagnants et des perdants. Il faut tenir compte de la répartition géographique et temporelle des coûts et des bénéfices. En particulier, il faut se demander quand les coûts de la mesure se feront sentir (investissement initial versus coût annuel) et quand les bénéfices seront réalisés.
- L'analyse doit prendre en compte la cohérence (et les conflits) avec d'autres objectifs politiques et les politiques sectorielles pour rechercher le maximum de synergies. Par exemple, l'usage de la climatisation s'oppose aux objectifs de réduction de la consommation d'énergie ; la modification du bâti s'oppose à la préservation du patrimoine. En revanche, la mise en place de plans d'occupation des sols plus restrictifs en termes de risque acceptable permet une synergie avec la réduction des risques et des coûts des catastrophes naturelles. Ces oppositions ou synergies peuvent parfois s'exprimer sous la forme de coûts associés ou de co-bénéfices monétaires (par exemple, pour la consommation d'énergie), mais ce n'est pas toujours le cas (par exemple, préservation du patrimoine). On recherchera donc les mesures sans regret, pour lesquelles les co-bénéfices justifient à eux seuls la mise en place de la mesure.

- L'analyse doit évaluer la robustesse de la mesure envisagée à l'ensemble des incertitudes présentes : d'abord bien sûr l'incertitude climatique (est-ce une mesure qui donne des bénéfices sur l'ensemble des climats futurs possibles ?) mais aussi l'incertitude sur l'ensemble des développements socio-économiques (par exemple par rapport à la répartition géographique de la population française en 2050 ou à l'existence de nouvelles technologies pour économiser l'eau). On recherchera en priorité des mesures robustes (qui sont bénéficiaires dans tous les cas) ou flexibles (qui peuvent s'ajuster en présence d'informations nouvelles).

La question de l'assurance

D'une manière générale, la question de l'assurance des risques naturels ne peut être isolée de la question de l'accès au logement, du coût et de la disponibilité du foncier, et de l'aménagement du territoire. L'exemple de la Floride montre même que des primes d'assurance strictement fixées en fonction du niveau de risque peuvent mettre en danger la viabilité économique de certaines régions, avec des conséquences négatives fortes pour les populations. De plus, les zones à risque ne sont pas uniquement associées à des avantages privés (comme une vue sur la mer) mais apportent aussi des bénéfices collectifs (comme dans le cas des zones portuaires qui sont à risque mais permettent de diminuer le coût des importations pour l'ensemble de la population, comme dans le cas de la Nouvelle Orléans). Des solutions mixtes tenant compte du niveau de risque pour créer un signal-prix, tout en conservant un élément fort de solidarité nationale peuvent être envisagées pour concilier ces différents impératifs. De telles modifications ne pourraient être mises en place qu'en cohérence forte avec les politiques d'aménagement, et notamment avec les zones de risques définies par des plans de prévention des risques. Victime de chocs économiques aléatoires dus aux catastrophes naturelles, la question de l'assurance est particulièrement pertinente pour le cas d'Haïti dont la sécurité alimentaire repose en partie sur la production agricole locale. Cependant, le pays n'a pour l'instant jamais bénéficié d'un système d'assurance efficace et abordable pour lutter contre les pertes de revenus observées lors d'événements climatiques extrêmes et absorbées par les agriculteurs et l'Etat. Pour pallier ce manque, la Banque mondiale est actuellement en train de préparer la mise en place du CCRIF (*Caribbean Catastrophic Risk Insurance Facility*) qui est un programme d'assurance à l'échelle régionale pour les Caraïbes.

Choix méthodologique pour l'estimation des coûts directs, indirects et d'adaptation

Pour les besoins de cette étude, plusieurs sources bibliographiques ont été privilégiées. Au-delà des publications déjà citées (Stern, 2006 ; IPCC, 2014 ; ECLAC, 2005 ; PANA, 2006 ; PNUD-MDE, 2012, etc.), la méthodologie de calcul s'inspire des publications suivantes :

- i) Rapport de la Banque mondiale de 2002 qui présente une estimation des coûts économiques du changement climatique concernant les pays de la CARICOM,
- ii) deux publications de l'Université Tufts, l'une pour la Floride (2007) et l'autre pour les Caraïbes (2008). Ces deux dernières publications développent une méthodologie permettant une prévision des coûts de l'inaction à long-terme par comparaison de scénarios pessimiste et optimiste.

Enfin les séries temporelles utilisées proviennent du Ministère de l'Économie et des Finances et de l'IHSI. Partant de ces références, l'estimation s'est faite selon deux approches. La première approche, dite « top-down », applique la méthodologie développée par la Banque mondiale (2002) qui compare des coûts dans le cas de scénarios pessimiste et optimiste. Elle utilise également certains résultats de l'étude sur les Caraïbes de 2007, avec une actualisation à partir des valeurs plus récentes fournies par le MEF (notamment le PIB). Afin de recouper les résultats de l'approche « top down », une identification des impacts de type « low-order » ou indirects et des secteurs économiques subissant des impacts de type « high-order » ou directs a été faite, avec une matrice d'impacts couplant ces deux types d'impacts. Cette approche est appelée « bottom-up » ou ascendante. Enfin, l'évaluation des coûts de l'adaptation aux changements climatiques a consisté à identifier des mesures d'adaptation envisagées, au niveau des projets (PANA, 2006) et par généralisation, au niveau national. Une estimation des coûts de ces mesures est faite et peut être comparée aux coûts de l'inaction.

Chapitre 3. Analyse macroéconomique et sectorielle

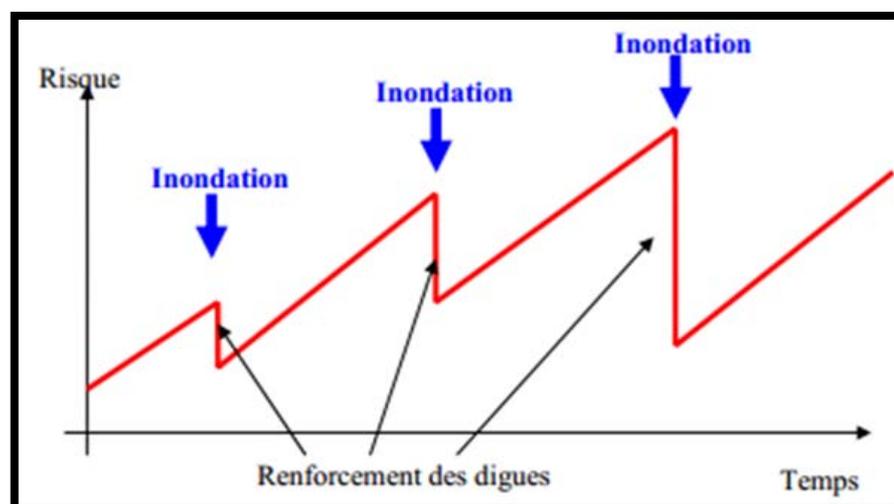
Dans la méthodologie proposée précédemment, il ressort que les coûts de l'inaction sont élevés. Ces premiers résultats sont consolidés, affinés et approfondis, pour prendre en compte l'incertitude, les prévisions économiques, l'actualisation, et les possibilités de bifurcation.

Premiers résultats quantifiés

Incertitude et scénarii à l'horizon 2025, 2050, 2075 et 2100

En matière d'incertitude, la prise en compte du risque et le temps de réaction lors d'un événement extrême comme une inondation sont essentiels. Juste après le désastre, le renforcement des digues permet une protection temporaire. Puisqu'il y a protection, on peut se permettre d'augmenter l'exposition de la population (construction d'infrastructures et de logement). Cependant, le potentiel relâchement dans la mise en place de mesures d'adaptation à long terme augmente les impacts prévus par une inondation à venir (d'où l'augmentation du risque).

Temporalité des mesures d'adaptation réactive face à un risque d'événement climatique majeur



Retranscrire en terme économique l'incertitude sur les scénarios climatiques en leur attribuant des probabilités subjectives d'occurrence (c'est-à-dire fondées non pas sur des fréquences d'occurrence mais sur des croyances déterminées à partir des connaissances actuelles) complexifie considérablement l'exercice. On aborde alors les principes du calcul économique en univers risqué. Le choix a été fait de retenir certains scénarios fournis par le GIEC en 2014, avec des scénarios en 2025, 2050, 2075 et 2100.

Hypothèses sur les pertes indirectes

Les pertes indirectes sont difficiles à évaluer, mais elles doivent être prises en compte. Certaines pertes sont purement économiques. Ainsi, au coût de remplacement d'une usine détruite, il faut ajouter la perte de production pendant le délai réel de reconstruction, qui peut atteindre plusieurs années. De même, dans l'habitat, la destruction d'une maison qui ne peut être reconstruite avant un an a un coût total égal au coût de reconstruction de la maison, auquel il faut ajouter la valeur d'un an de « service logement » produit par la maison.

La valeur de cette perte de production au sens le plus large, peut être très élevée, surtout quand des besoins fondamentaux sont en jeu (logement, santé, emploi, etc.). Appliquée à l'ensemble du système économique, cette différence peut être significative, principalement pour les catastrophes de grande échelle. Dans le cas de Katrina, on estime que ces pertes économiques indirectes sont de l'ordre de 50 milliards USD soit 50% des pertes directes (Hallegatte, 2008 ; Louisiana Recovery Authority : <http://lra.louisiana.gov/>).

Il est délicat d'attribuer une valeur économique à d'autres pertes, qui sont plus éloignées de la sphère économique tels que les pertes en vies humaines, les conséquences psychologiques et sociales sur les rescapés ou l'impact sur les inégalités. Les négliger n'est toutefois pas une solution,

car cela revient à leur attribuer une valeur nulle.

Prenons l'exemple des pertes en vies humaines. En général, on transforme ces pertes en vies humaines en valeur économique en utilisant la « valeur statistique d'une vie humaine ». Cette méthode est très controversée, en particulier parce que ce terme suggère l'existence d'un marché sur lequel on pourrait acheter et vendre des vies humaines. Il serait donc préférable de remplacer ce terme par « le consentement à payer de la société pour réduire les risques », qui est nettement plus acceptable.

L'idée derrière ce concept est la suivante : il existe de multiples façons de sauver des vies : on peut investir dans la santé (par exemple, installer un scanner dans l'hôpital d'une petite ville), on peut améliorer les infrastructures (par exemple, les infrastructures routières), on peut réglementer plus durement la pollution urbaine, on peut limiter la vitesse limite sur la route, on peut durcir les réglementations incendie dans les habitations, etc.

Toutes ces actions sauvent des vies, et coûtent de l'argent. L'usage d'un consentement à payer de la société pour réduire les risques, appliquée à chacun de ces domaines, sert à éviter de dépenser trop dans un secteur pour sauver peu de vies, alors qu'un investissement équivalent dans un autre secteur sauverait plus de vies.

Cette valeur ne sert donc pas à évaluer les vies humaines, mais à distribuer des ressources limitées entre des secteurs, de manière à sauver le maximum de vies. Des enquêtes suisses, suédoises, et anglaises ont déterminé quelle somme les Européens seraient prêts à consacrer pour réduire les risques. Un consensus semble se dégager pour estimer la valeur statistique de la vie à environ 120 fois le PIB par habitant, soit entre 1 et 3 millions d'euros. En France par exemple, le Ministère des Transports et de l'Équipement recommande l'utilisation d'une valeur de la vie humaine de 1,5 million d'euros pour les transports en commun, et de 1 million d'euros pour les transports individuels. De la même manière, un blessé grave est comptabilisé à 225 000 euros dans les transports en commun et à 150 000 euros pour les

transports individuels.

Il convient aussi d'évaluer les pertes culturelles et historiques. Pour cela, il est utile de distinguer la valeur d'existence et la valeur d'usage. La valeur d'existence du patrimoine est liée au fait que la conservation du patrimoine est une volonté en soi, à laquelle on peut attribuer une valeur économique même si elle n'apporte aucun revenu et ne satisfait aucun service. Cette valorisation est complexe car elle repose sur des considérations éthiques, voire philosophique. En conséquence, elle doit être issue d'un processus politique. La valeur d'usage du patrimoine est liée à l'usage qui est fait de ce patrimoine, par exemple dans le cadre d'activités touristiques. Cette valeur est plus simple à évaluer, par exemple en chiffrant les revenus tirés d'une activité touristique ou en utilisant les coûts de transport (approche hédoniste).

En résumé, on peut évaluer les pertes indirectes à partir du temps de reconstruction. En supposant une reconstruction sur un an, cela donne des pertes indirectes de l'ordre de 10% des pertes directes. Pour des catastrophes de grande échelle, la reconstruction se fait plutôt sur 5 ans, et les pertes indirectes atteignent 50% des pertes directes.

Comparaison des estimations de coûts d'adaptation par secteur selon plusieurs études (en milliards de dollars)

Secteur	Etude EACC			
	CCNUCC (2007)	Parry et al. (2009)	Scénario "humide"	Scénario "sec"
Infrastructures	2-41	18-104	29,5	13,5
Zones Côtières	5	15	30,1	29,6
Offre d'eau et protection contre les inondations	9	> 9	13,7	19,2
Agriculture, forêt et pêche	7	> 7	7,6	7,3
Santé	5	> 5	2	1,6
Evenements climatiques extrêmes	-	-	6,7	6,5
Total	28-67	-	89,6	77,7

Source : *Economics of Adaptation to Climate Change, 2010*

Estimation des impacts agrégés et sur les différents secteurs

Les résultats de la modélisation sont calculés à partir des données macro-économiques existantes en Haïti et à partir d'estimations relatives par pays des impacts sur l'économie des pays des Caraïbes (Tufts, 2007).

A partir de l'approche macroéconomique de type *top-down*, qui répertorie les variables ci-dessous, une première estimation des impacts économiques des changements climatiques est proposée sur les infrastructures.

<i>Évènements climatiques majeurs (ouragans, inondations, sécheresses)</i>
Agriculture : coûts des impacts des catastrophes
Tourisme : coûts des impacts des catastrophes
Santé/population/emploi : coûts des impacts des catastrophes
Environnement : coûts des impacts des catastrophes
Infrastructures : coûts des impacts des catastrophes
Industrie/services : coûts des impacts des catastrophes
<i>Impacts continus : hausse niveau des mers et augmentation de la température marine</i>
Agriculture : perte de terres agricoles
Agriculture : perte pour le secteur de la pêche
Tourisme : perte de valeur des installations en zones inondées
Tourisme : perte de revenus touristiques en zones côtières
Construction : perte de valeurs des constructions en zones inondées
Infrastructures : perte de valeur des réseaux électriques en zones inondées
Infrastructures : perte de valeur des réseaux d'eau en zones inondées
Infrastructures : perte de valeur des réseaux de télécommunication en zones inondées
Infrastructures : perte de valeur des réseaux de transport en zones inondées
Environnement : perte de valeur des coraux
<i>Impacts continus : augmentation de la température moyenne et perturbation climatique</i>
Tourisme : perte de revenus touristiques
Agriculture : perte en productivité
Santé/population/emploi : pertes humaines et coûts de santé dus à l'augmentation des maladies
Santé/population/emploi : perte en productivité du travail
Environnement : coûts d'une ressource en eau plus rare

Afin de quantifier les effets des changements climatiques sur l'économie, de nombreuses études proposent des méthodes permettant de mesurer le coût des impacts pour un pays donné. Parmi les différents travaux scientifiques, l'étude réalisée par l'Université de Tufts en Floride (R. Bueno, C. Herzfeld, E. Stanton, F. Ackerman, 2008) est la plus pertinente pour une adaptation de ces résultats au cas haïtien. Elle présente une mesure des coûts de l'inaction dans chaque pays des Caraïbes en pourcentage du PIB pour les années 2025, 2050, 2075 et 2100. La variable retenue est le PIB constant afin d'isoler au mieux les effets du changement climatique. En particulier pour Haïti, les coefficients associés à ces coûts pour ces quatre années sont respectivement 30,5%, 61,2%, 92,1% et 123,2% du PIB de 2004.

Néanmoins, il est important de souligner que cette étude ne prend en compte que trois facteurs pour aboutir à ces résultats : les dommages dus à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des cyclones, les pertes sur les infrastructures dues à l'augmentation du niveau de la mer et la baisse de revenus issus du secteur touristique. Des secteurs comme l'agriculture, l'énergie, l'eau et la santé publique n'ont pas été considérés à l'origine. Le choix a été fait de les prendre en compte dans notre étude. Le coût de l'inaction porte sur l'ensemble des branches d'activité en Haïti en utilisant des valeurs de coefficients différenciées en fonction du degré de vulnérabilité du secteur.

Le tableau représente l'estimation des coûts de l'inaction en Haïti pour les années 2025, 2050, 2075 et 2100 et pour chaque branche d'activité. Pour cela, la colonne intitulée 2008-2009 représente le PIB de chaque branche pendant l'année en question (qui est l'année de référence). À partir du PIB constant de l'année de référence et des coefficients de vulnérabilité des secteurs, le coût de l'inaction sur l'économie de ces secteurs est chiffré pour les années 2025, 2050, 2075, 2100. Ainsi, les coûts du changement climatique en 2025 ont été estimés à 30,5% du PIB pour plusieurs

secteurs (infrastructures, activités liées au tourisme, etc.) et à 10% du PIB pour les autres secteurs (agriculture notamment). Pour le secteur « Commerce », le PIB en 2008 était de 49,238 milliards de gourdes soit 1,101 milliards USD, donc le coût de l'inaction en 2025 s'obtient en calculant 30,5% de cette valeur, soit 0,336 milliards USD.

Les chiffres montrent que le coût de l'inaction est élevé pour Haïti. Il s'élève à près d'1,8 milliards USD en 2025, 3,7 milliards USD en 2050 et plus de 20 milliards USD pour 2100.

Pour les infrastructures, les résultats concernent les dommages causés par les ouragans, en distinguant les impacts directs ou de premier rang (*high order* dans le modèle), c'est-à-dire le coût des dommages dans le secteur infrastructures, et les impacts indirects ou de second rang (*low-order* dans le modèle) c'est-à-dire liés à l'augmentation en intensité et en fréquence des ouragans et inondations. L'estimation du coût des dommages causés

	2025	2050	2075	2100
Scénario pessimiste (1)	3 063 120 512	6 372 627 376	14 113 670 836	26 946 687 129
Scénario optimiste (2)	1 289 603 974	2 660 925 456	4 117 848 052	5 664 419 426
Coût de l'inaction = (1) - (2)	1 773 516 538	3 711 701 920	9 995 822 784	21 82 267 752

aux infrastructures, à partir des données d'investissement de 2008/09, s'élève à 21 milliards USD à l'horizon 2100.

La suite de l'étude propose une analyse plus détaillée de l'impact du changement climatique sur le secteur agricole et fait une estimation plus précise des pertes ; une comparaison entre les deux résultats obtenus pourra être réalisée.

En conclusion, les chiffres montrent que le coût de l'inaction est élevé pour Haïti. Il s'élève à 1,8 milliards USD en 2025, 3,6 milliards USD en 2050 et plus de 21 milliards USD pour 2100.

Estimation des coûts d'adaptation

Pour ce qui est de l'adaptation, contrairement à ce que l'on pourrait penser, peu de données existent. Le travail a consisté à compiler les données du PANA. Les tableaux rappellent les priorités et le chiffrage des besoins financiers.

Secteurs vulnérables	Besoins d'adaptation identifiés
Agriculture	-Implications des acteurs locaux dans l'exécution des programmes -Aménagements Bassins Versants, -Reboisement (espèces forestières et fruitières), -Pratiques d'agroforesterie -Banque de semences, -Crédit agricole, - Mise en place de Lacs collinaires -Construction de Citernes -Développer des cultures adaptées dans les zones à faible potentiel agricole, -Développer des variétés plus résistantes et Technologies appropriées -Informations/sensibilisation sur l'environnement
Élevage	-Programme de formation/valorisation et conservation des ressources naturelle ; -Technologies appropriées ; -Encadrements techniques, -Services vétérinaires, -Interdire l'élevage libre ; -Lacs collinaires, -Réserve alimentaire pour le bétail, -Technologies de production animale, -Technologies de production d'aliments pour les bétails et conservation.
Pêche	Regrouper les pêcheurs en association, Assainissement du littoral, Mise en place d'une Caisse d'assistance, Empêcher les constructions anarchiques dans les zones à risque Réglementer, Moderniser et améliorer la situation du secteur
Ressources en eau	-Construire de nouveaux captages à partir d'autres sources, -Renforcer les structures de captage -Aménagement des BS, -Reboisement des versants surplombant les sources -Réhabilitation des têtes de source, -Construction des citernes pour recueillir des surplus d'eaux de ruissellement
Zones côtières	Aménagement du littoral, Education et Sensibilisation, Dessablement, Gestion de la côte, Assainissement, Construction des structures de protection contre les vagues Construction de port, Interdiction de construire sur le littoral
Infrastructures routières	-Matériels appropriés, -Réparation et Entretien des infrastructures existantes, -Construction de nouvelles routes -Renforcement des Institutions locales, -Curage et améliorations des canaux de drainage pour l'écoulement des eaux -Assainissement, -Education et Sensibilisation -Consolidation des constructions
Santé	-Ressources matérielles appropriées, -Ambulances équipées, Pompiers, -Magasins alimentaires de l'Etat, -Kits de traitement de l'eau pour Prévenir contre les maladies, -Education et sensibilisation
Habitat	-Mise en application de la réglementation -Réglementation du secteur

Sources : PANA, 2006

Pour mémoire, le coût total de mise en œuvre de l'ensemble des projets du PANA avait été estimés à 24,5 millions USD en 2006 :

Mesures d'adaptation	Secteurs dominants	Montant USD
1) Aménagement des bassins versants et conservation des sols	Agriculture	11 148 807
2) Réaménagement et protection des zones côtières	Zones côtières	7 903 926
3) Reboisement et protection d'arbres fruitiers et forestiers – Protection de sites naturels	Ressources naturelles	3 677 650
4) Gestion des ressources naturelles et renforcement de la production agricole	Sécurité alimentaire	683 553
5) Réhabilitation de points d'eau et construction de citernes	Ressources en eau	1 049 887
Total		24 463 823

L'approche méthodologique va bien au-delà de l'approche par projets du PANA, comme cela a été vu précédemment. En partant de la méthodologie proposée, le modèle permet d'estimer les coûts d'adaptation dans une optique d'intégration au budget national, en les calculant à tous les secteurs. Le calcul repose sur les derniers chiffres de l'investissement en Haïti, datant de 2008 sur lesquels un coefficient d'adaptation est appliqué.

Il a été considéré que les coûts d'adaptation, notamment dans une optique d'intégration au budget national, devait être généralisés à tous les secteurs. Le calcul ci-dessous repose sur les derniers chiffres de l'investissement en Haïti, datant de 2008 sur lesquels un coefficient d'adaptation est appliqué. Ce coefficient d'adaptation égal à 0.1 correspond au taux d'augmentation annuel des investissements faits pour tous les secteurs. Ainsi, on obtient l'investissement réalisé à l'année n grâce à la formule suivante :

$$I_n = I_{2008} \times (1 + 0.1)^{n-2008}$$

où I_n représente l'investissement de l'année n

Les résultats du modèle aboutissent à un chiffre estimatif de 261 million USD.

Pour chaque secteur étudié, on obtient I l'augmentation des investissements cumulée sur 18 années à partir de l'année 2008 jusqu'à l'année 2025 grâce à la formule suivante :

$$I = I_{2008} + \sum_{i=2009}^{2025} (I_{2008} \times (1 + 0.1)^{i-2008} - I_{2008})$$

où I représente l'investissement cumulé entre 2008 et 2025

Cette valeur représente donc l'ensemble des investissements supplémentaires réalisés chaque année pour l'adaptation au changement climatique en prenant l'année 2008 comme année de référence.

Afin de pouvoir comparer les coûts de l'inaction et de l'adaptation, les données sur l'année 2025 uniquement doivent être isolées. Ainsi, la valeur des investissements totaux en 2025 est égale à :

$$I_{2025} = 15015.58 \text{ millions Gourdes} = 335.74 \text{ millions USD}$$

Le coût de l'adaptation en 2025 est donc égal à la différence entre l'investissement en 2025 et l'investissement réalisé en 2008 :

$$I_{2025} - I_{2008} = 15015.58 - 3321.00 = 11694.58 \text{ millions Gourdes} \\ = 261.48 \text{ millions USD}$$

Ainsi, en 2025, le coût de l'adaptation est de 261.48 millions USD alors que le coût de l'inaction a été évalué à 1 820.18 millions USD. Investir dans l'adaptation représente donc une économie de 1 558.7 millions USD pour l'année 2025.

Ces premiers résultats macro-économiques permettant de comparer le coût de l'adaptation et le coût de l'inaction est complété par une estimation sectorielle du coût des impacts des changements climatiques pour le secteur agricole, selon une approche ascendante de compilation de données de diverses sources.

Estimation des coûts des impacts des changements climatiques pour le secteur agricole

Particulièrement vulnérable au dérèglement climatique, le secteur agricole pèse pour près de 30% dans l'économie haïtienne.

En plus de la vision macro-économique, il a été jugé utile d'évaluer les coûts économiques engendrés par les changements climatiques pour le secteur agricole haïtien. Ce choix se justifie au moins pour deux raisons : d'une part du fait de l'importance du secteur pour l'économie haïtienne (28% du PIB) et d'autre part, du fait de la vulnérabilité du secteur face aux impacts. L'estimation prend en compte les baisses de rendements potentielles dues aux changements climatiques et leurs répercussions sur les pertes de revenu agricole pour le pays. Les résultats sont recoupés avec les données de terrain.

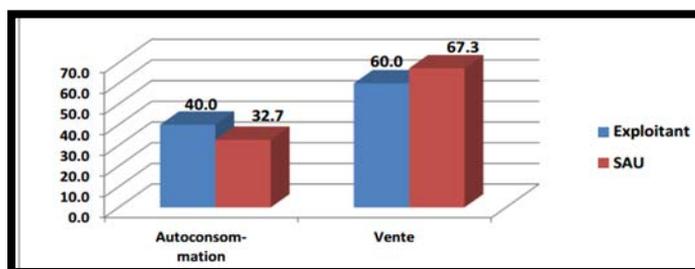
État des lieux de l'agriculture en Haïti

Afin de comprendre les enjeux que représentent les changements climatiques à l'échelle du secteur agricole haïtien, il est nécessaire de faire un premier état des lieux. D'après le Recensement Général de l'Agriculture de 2009 (RGA), le secteur agricole pèse pour 28% du PIB et représente une source d'emplois pour les deux tiers de la

population active. Ceci correspond à 1 018 951 exploitations agricoles en 2008. Aussi, la prise en compte d'impacts avérés et futurs des changements climatiques sur Haïti représente un enjeu majeur pour l'économie du pays.

Selon les chiffres de la FAO, la Surface Agricole Utile (SAU) s'élève à 1 830 000 ha en 2011, soit 66% de la surface totale d'Haïti. Les exploitations agricoles sont majoritairement de petites tailles : d'après le RGA, 73,9% des exploitants agricoles possèdent une SAU inférieure à 1 cx (soit un équivalent de 1,29 ha), totalisant presque 50% de la SAU totale du pays. L'autoconsommation représente l'activité principale pour une part importante des exploitations agricoles, constituant une caractéristique spécifique au secteur agricole haïtien.

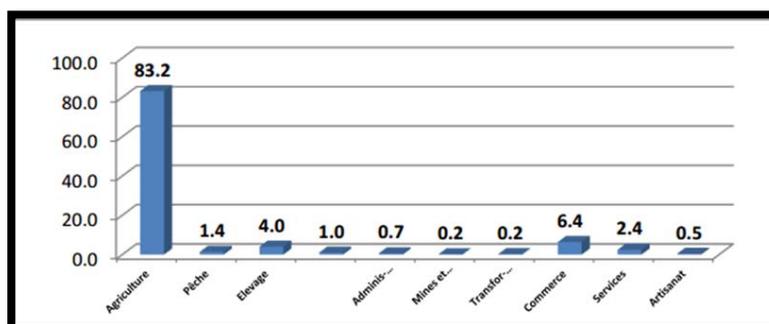
Importance des exploitations agricoles (nombre) et de la SAU (hectares) selon la principale destination de la production agricole



Source : RGA, 2008-2009

De surcroît 83,2% des exploitants pratiquent l'agriculture comme activité principale : la production végétale domine clairement dans le secteur agricole en Haïti.

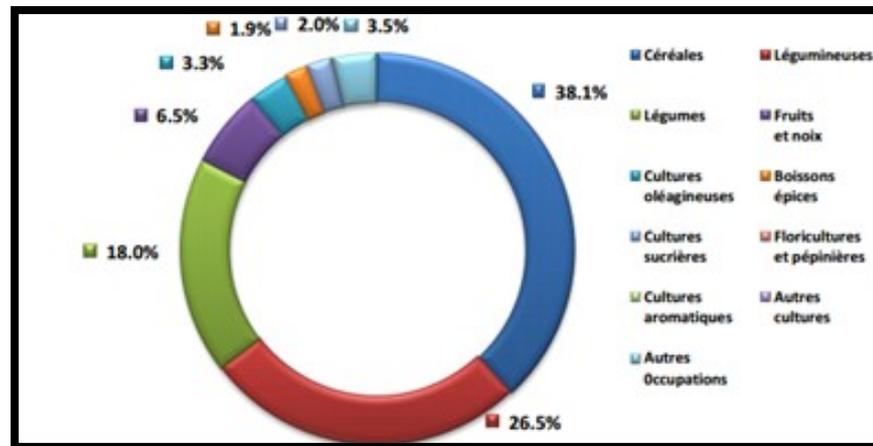
Répartition des exploitants selon leur activité principale (en %)



Source : RGA, 2008-2009

Par ailleurs, la répartition de la SAU en fonction des grands types de cultures permet de se rendre compte de l'importance relative des différentes cultures.

Importance (en %) des grands groupes d'occupations de sol



Source : RGA, 2008-2009

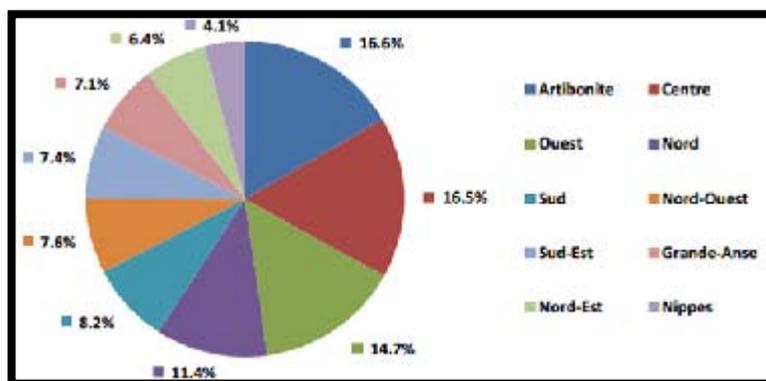
Les céréales constituent les cultures principales, majoritairement en première saison : le maïs est la plus importante des céréales cultivées avec une SAU de 66% de la SAU céréalière. En seconde place, on trouve le sorgho avec 21,3%, puis le riz qui représente 12,7% de la SAU.

Les groupes des légumineuses et des légumes possèdent une surface moins importante que les céréales. La légumineuse la plus importante est le haricot avec 59,6% de la surface totale des légumineuses, tandis que le poids Congo en occupe 26,2%. En ce qui concerne les légumes, les racines et tubercules prédominent avec 86,6% de la SAU des légumes. Les fruits et noix couvrent seulement 6.5% de la superficie totale des spéculations avec une prédominance des bananes et plantains à 96,6% de la surface des fruits et noix. Les mangues (francisques et autres variétés confondues) représentent environ 1% de la surface des fruits et noix, soit 26% de la surface hors bananes.

Les cultures oléagineuses sont essentiellement représentées par l'arachide à 97%. Le café, culture prédominante parmi l'ensemble des cultures pour boissons et épices, couvre 65,7% de la SAU de ce type de culture/ Le cacao en couvre

17%. Enfin, la canne à sucre représente à elle seule les cultures sucrières en Haïti. La répartition de la SAU totale par département permet de faire ressortir les grands départements agricoles, soit essentiellement l'Artibonite et le Centre, ainsi que l'Ouest.

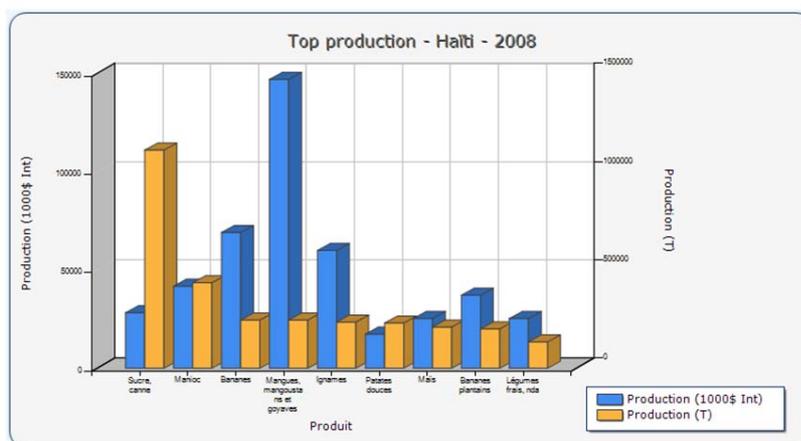
Répartition (%) de la SAU totale des exploitations agricoles par département



Source : RGA, 2008-2009

En ce qui concerne la quantité produite, selon la FAO, les cultures présentant les parts de production les plus importantes en 2008 (auxquelles est associée leur valeur économique) sont le sucre, le manioc puis la banane, différant de celles possédant une SAU élevée.

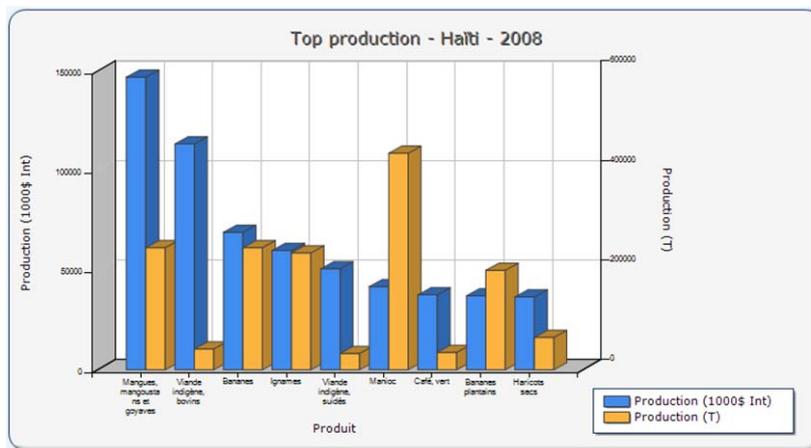
Classement des vingt productions agricoles les plus productrices en Haïti (1000\$ Int = 1000 USD)



Source : FAOSTAT, 2014

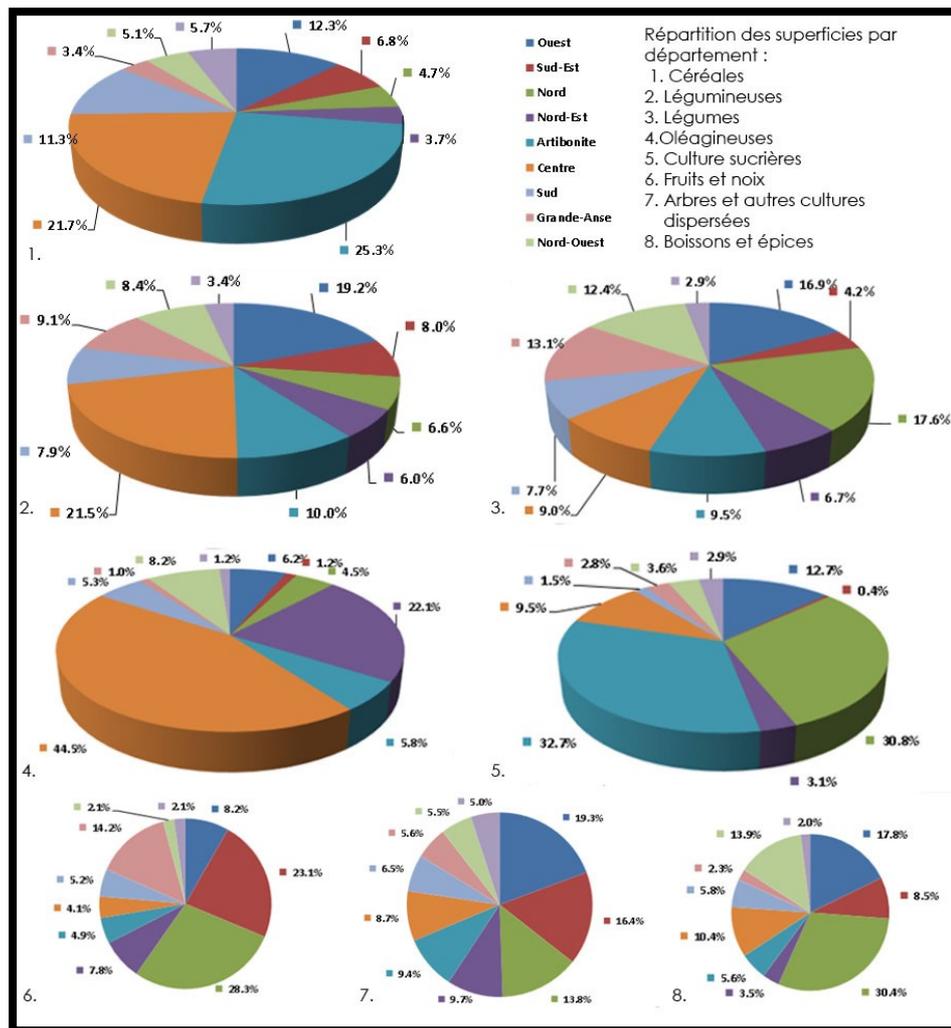
Il est intéressant de noter que l'on obtient, là encore, un tout autre classement en considérant non plus la quantité produite, mais la valeur économique que représente chaque culture. Ainsi, parmi les vingt cultures comptant le produit le plus élevé, on trouve comme trio de tête la mangue, la viande bovine et la banane.

Classement des vingt productions agricoles à valeur de revenu la plus élevée en Haïti (1000\$ Int = 1000 USD)



Source : FAOSTAT, 2014

Les cultures d'exportations telles que la mangue et le café génèrent un revenu conséquent pour le pays. Toutefois, on constate également la place actuelle considérable des cultures vivrières, comme les bananes et plantains, les tubercules et les haricots secs. Il est important de garder en tête ces différents facteurs classant les cultures relativement les unes par rapport aux autres – SAU, quantité produite, valeur économique – afin de comprendre lesquelles ont un impact significatif sur l'activité et l'économie du pays. Si elles sont affectées de manière importante par les conséquences des changements climatiques, le coût que ces dernières représentent sera d'autant plus important. En outre, ces cultures ne sont pas réparties de manière homogène dans les différents départements. En conséquence, certaines sont plus vulnérables que d'autres aux catastrophes naturelles et aux changements climatiques.



Source : RGA, 2008-2009

L'analyse des diagrammes fait ressortir une répartition inégale des départements selon les types de culture.

Les départements les plus vulnérables aux risques de catastrophes naturelles (séismes, glissements de terrain, inondations, ouragans et sécheresses), et les plus touchés par les futures hausses de température et de précipitations sont l'Ouest, le Nord-Est, le Sud, Nippes, le Centre et le Sud-Est.

*Effets des changements climatiques globaux potentiels
sur la production agricole*

Facteurs physiques climatiques et reliés	Direction de changement attendue	Impacts potentiels sur la production agricole	Niveau de confiance de l'impact potentiel
CO₂ atmosphérique	Augmentation	Augmentation de la production de biomasse et de l'efficacité potentielle de l'utilisation physiologique de l'eau par les cultures et adventices	Moyen
		Modification de la balance hydrologique des sols due à une modification du ratio carbone/azote	Elevé
		Modification de l'écologie des adventices avec une augmentation de la compétition vis-à-vis des cultures	Elevé
		Modification des agro-écosystèmes	Elevé
		Modification du cycle de l'azote	Faible
Augmentation des rendements plus faible que prévue	Faible		
CO₃ atmosphérique	Augmentation	Diminution des rendements	Faible
Hausse du niveau de la mer	Augmentation	Intrusion de l'eau de mer dans les zones agricoles côtières et salinisation des ressources en eau	Elevé
Événements extrêmes	Très peu connue, mais augmentation significative attendue de la variabilité spatio-temporelle, augmentation de la fréquence des inondations et sécheresse	Destruction des cultures	Elevé
		Diminution des rendements	
		Compétition pour l'eau	
Intensité des précipitations	Intensification du cycle hydrologique, mais avec des variations selon les pays	Changement des modèles d'érosion et d'accrétion	Elevé
		Modification des impacts des tempêtes	
		Modification de l'incidence des inondations et dommages des tempêtes	
		Augmentation de la stagnation des eaux	
Augmentation des dommages dus aux ravageurs			
Température	Augmentation Différences entre les températures de jour et de nuit	Modification de l'adéquation de la culture au terrain et de la productivité	Elevé
		Modification des adventices, ravageurs et maladies	Moyen
		Modification des besoins en eau	
		Modification de la qualité de la production	
Stress thermique	Augmentation des vagues de chaleur	Dommages pendant la formation de la graine, intensification des attaques de ravageurs et maladies	Elevé

Source : CEPAL, 2013

En Haïti, il est prévu une augmentation générale des températures d'environ 0,8 à 1°C d'ici l'an 2030, de 1,5 à 1,7°C d'ici 2060, et une baisse des précipitations de 5,9 à 20% en 2030, et de 10,6 à 35,8% en 2060 (Banque mondiale, 2009). D'après le CIAT, la température moyenne du mois le plus chaud connaîtrait une augmentation de 2°C d'ici 2050 tandis que les précipitations du mois le plus sec seraient réduites de 10%. Ces changements climatiques à l'échelle du pays engendrent notamment des besoins en eau accrus des cultures : l'augmentation de la température combinée à une plus grande variabilité des précipitations entraînera l'augmentation de l'évapotranspiration des plantes et de leur état de stress hydrique.

La Deuxième Communication Nationale sur les changements climatiques précise que les besoins en eau du maïs augmenteront respectivement de 17% et 33% au cours de 2011-2040 et 2041-2070 et ceux du riz connaîtront une augmentation de 0,2% et 7% au cours des mêmes périodes.

A cela s'ajoute une variabilité des températures et des précipitations au sein d'une année, voire même à l'échelle d'une même journée, impactant fortement la croissance de la plante considérée. Le décalage dans le temps des saisons sèches et humides – ces dernières commençant trois mois plus tard (Oxfam, 2014), prolongeant ainsi la période aride – complique fortement la planification du calendrier agricole. Ceci constitue une contrainte majeure pour les cultures pluviales telles que le maïs et le haricot.

Les événements extrêmes de plus en plus intenses et fréquents tels que les ouragans et les tempêtes, entraînent par ailleurs des destructions directes et des pertes indirectes de productions agricoles considérables. Sur la période 2001-2008, les tempêtes ont touché 1,8 millions de personnes et engendré un coût économique de 101 millions USD. En 2008, Haïti a subi les conséquences de quatre ouragans et tempêtes majeurs : le montant total des dommages et pertes s'est élevé à 900 millions USD, soit 15% du PIB du pays (Banque mondiale, 2009).

En 2012, le secteur agricole a également été touché par plusieurs événements extrêmes : des épisodes de sécheresse ont occasionné des dommages estimés à 80 millions USD pour le secteur agricole, et l'ouragan Sandy a provoqué des pertes agricoles de l'ordre de 52 millions USD (CNSA/MARNDR, 2013, d'après CIAT, 2014).

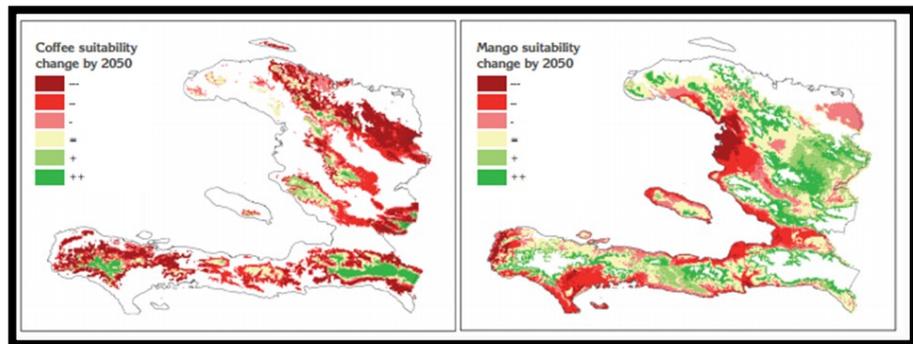
En plus des destructions de productions agricoles végétales, il est important de noter les pertes en bétail qui découlent de ces événements climatiques extrêmes. La hausse du niveau moyen des mers et les vagues des tempêtes impactent également les écosystèmes aquatiques, notamment les populations de poissons, et affectent donc les activités de pêche au niveau des zones côtières d'Haïti (Oxfam, 2014).

Les sols sont également fragilisés par leur érosion et la salinisation engendrée par la montée des eaux : selon le PANA de 2006, les sols salés situés au niveau des espaces cultivables du pays couvrent déjà environ 38 463 ha de terre dont 63% qui se trouvent dans les plaines de l'Artibonite, 34% dans le département de l'Ouest, et le reste dans le Sud et la Grand-Anse.

A la réduction de la qualité et des rendements des productions agricoles végétales s'ajoute celle des surfaces adaptées à l'agriculture. Le CIAT a notamment déterminé l'évolution de cet indicateur d'ici 2050 pour les cultures du café et de la mangue. Sur les cartes suivantes, le rouge représente les zones sur lesquelles l'adaptation des cultures diminuera d'ici à 2050, et le vert les zones où les cultures seront plus adaptées.

Le secteur agricole haïtien, déjà fragile, est par conséquent très vulnérable aux conséquences potentielles liées aux changements climatiques. De nombreuses contraintes environnementales majeures pèsent sur Haïti (FAO, 1999), et le pays doit faire face à des enjeux de capacité de production.

Variation de la superficie adaptée à la culture du café et de la mangue d'ici 2050 en Haïti



Source : CIAT, 2014

Le pays risque d'être fragilisée par la situation à venir : en effet, les contraintes environnementales identifiées sont réparties sur la majeure partie du territoire haïtien, qu'il s'agisse de dégradation des terres et du relief (pentes et montagnes), que de fertilités des sols. Les changements climatiques aggraveront les phénomènes d'érosion et de dégradation des sols du fait des plus grandes amplitudes attendues en termes de pluviométrie et de température. En conséquence, les contraintes environnementales qui pèsent sur la capacité de production du pays se feront encore plus fortes.

Les changements climatiques impactant le secteur agricole d'Haïti menacent le pays d'insécurité alimentaire accrue et d'une forte réduction du revenu associé à cette branche d'activité. En 2013, 44% des denrées alimentaires en Haïti ont été importés, 8% sont issus de l'aide internationale, et seulement 48% des aliments ont été produits dans le pays (AFD, 2014).

L'augmentation du prix des aliments attendue à l'échelle internationale du fait des changements climatiques aura donc un impact lourd sur la sécurité alimentaire, aggravé par le contexte économique particulier d'Haïti (où 80% des Haïtiens vivent sous le seuil de pauvreté de 2 USD par jour). Les éléments factuels et les données disponibles servent de point de départ à la formalisation de l'analyse et à l'estimation des impacts sur le secteur agricole. Pour ce faire, un certain nombre d'hypothèses ont été retenues.

Hypothèses et méthodologie appliquée : la prise en compte des baisses de rendement futures

L'objectif de ce chapitre est d'estimer et de discuter des hypothèses et de la méthode d'estimation du coût des impacts des changements climatiques sur le secteur agricole. La démarche est centrée sur les conséquences subies par les cultures, et d'exclure celles pouvant affecter les activités d'élevage et de pêche. Ce choix est justifié par le fait qu'il y a un nombre limité d'études analysant les impacts sur l'élevage.

Plusieurs études permettent de réaliser des scénarios climatiques : les changements climatiques potentiels ont un effet direct sur les possibilités de cultiver une espèce végétale plutôt qu'une autre, de par la hausse des températures, une variabilité accrue des précipitations, et une fertilisation possible par la concentration en CO₂ de plus en plus importante. Il est toutefois plus difficile de mesurer l'impact de ces changements climatiques sur une espèce animale, la recherche s'étant surtout focalisée sur les produits végétaux.

Dans l'objectif d'estimer les impacts économiques des changements climatiques sur les productions agricoles végétales, la méthodologie appliquée s'appuie sur plusieurs approches éprouvées (CEPAL, 2013 ; IFPRI, 2009 ; Rosenzweig et al, 2013).

La méthodologie se base sur la variation prévue des rendements qui découle des scénarios climatiques établis par le GIEC et raffinés au niveau national. Afin d'isoler l'impact direct des changements climatiques par rapport à la situation actuelle qui sert de référence, certains paramètres socio-économiques tels que les changements des prix mondiaux et les évolutions de la consommation alimentaire n'ont pas été pris en compte ex-ante. Cependant, ces paramètres restent soumis à des impacts indirects ex-post qui peuvent être évalués.

La démarche méthodologique repose sur plusieurs

hypothèses. Tout d'abord, une revue approfondie des études sur cette thématique a permis de compiler un certain nombre de données concernant les baisses de rendement prévues pour les prochaines décennies en raison des changements climatiques. Elle a fait ressurgir trois publications qui ont été utilisées pour les calculs : i) Le Groupe de Travail II (WGII) du Cinquième Rapport d'Evaluation du GIEC (2014) qui, dans son 27^{ème} chapitre, détaille les impacts du changement climatique en Amérique Centrale et en Amérique du Sud, ii) le PANA (2006) qui prévoit des baisses de rendements pour certaines cultures, et enfin iii) le rapport de 2013 de la CEPAL qui en fait de même à l'échelle des Caraïbes.

Les première et troisième publications fournissent des estimations de variation de rendement à l'échelle de l'Amérique Centrale et des Caraïbes. Pour les besoins de l'étude, et faute de données plus précises, il a été considéré que ces données sont transposables à l'échelle d'Haïti.

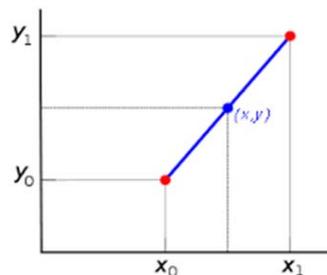
Les données considérées comme pertinentes ont été recueillies ; elles portent sur l'état actuel du secteur agricole, à savoir l'activité de production végétale : les SAU (FAOSTAT, 2013), les rendements associés, les quantités produites et la valeur économique de la production (soit la production brute).

Ces données correspondent aux cultures pour lesquelles des baisses de rendement ont été estimées. L'année 2000 a été prise comme année de référence pour établir une moyenne de la période 1990-2010, soit un échantillon de 20 ans. Ces données ont été obtenues à partir de la base de la FAO (FAOSTAT). La moyenne ainsi calculée sert de référence pour estimer les baisses de rendement potentielles dues aux changements climatiques. Une harmonisation des données a été nécessaire : en effet, à partir de l'état de référence l'année 2000, l'estimation s'est faite pour des scénarios d'impacts à l'horizon 2025, 2050, 2075 et 2100. Or les baisses de rendement collectées ne s'appliquent pas forcément à ces années là. Il a donc fallu procéder à une interpolation par culture.

Méthodes d'interpolation

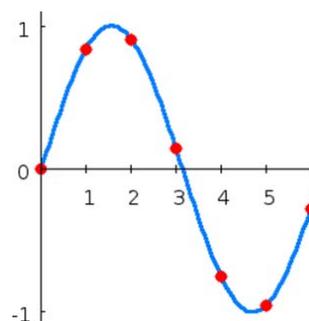
L'interpolation va nous permettre de calculer, à partir d'un nombre fini d'estimations de baisses de rendements (par exemple pour les années 2025 et 2055, ou 2030 et 2060), des courbes continues de baisses de rendements de 2025 à 2100. Deux méthodes seront utilisées pour ce calcul.

- i. L'interpolation linéaire lorsque nous possédons des valeurs pour deux années seulement : on utilise l'équation de la courbe de tendance linéaire (soit une droite, donc à équation d'ordre 1) en l'appliquant à une année où l'estimation de la variation de rendement est inconnue. La courbe obtenue sera donc une droite passant par les deux points de valeur connue.



> Interpolation linéaire permettant d'estimer la valeur du point x à partir des valeurs des points x_0 et x_1

- ii. L'interpolation polynomiale lorsque nous en possédons plus : dans notre cas, certaines cultures présentent des estimations pour quatre années différentes ; une des courbes de tendance envisageables et adaptées correspond donc à un polynôme d'ordre 3. On applique alors l'équation aux années où les estimations sont manquantes.



> Interpolation polynomiale (courbe bleue) à partir de points connus (points rouges)

Le calcul des impacts économiques des changements climatiques dus aux variations de rendement mesure le coût que représente le manque d'action ou l'inaction vis-à-vis de ces changements en cours, en comparant un scénario optimiste à un scénario pessimiste.

En définissant deux scénarios, des prévisions de variation de rendement sont calculées. Il est également possible de ne calculer qu'une unique baisse de rendement (PANA, 2006) : on considère alors que ceci correspond à un scénario pessimiste et le scénario optimiste est défini comme étant la situation actuelle.

Taux d'actualisation

L'actualisation permet de comparer des flux financiers ayant lieu sur des durées différentes, en les ramenant tous à une valeur commune dite valeur actualisée. Le calcul d'actualisation permet notamment :

- d'intégrer l'évolution de la valeur de l'argent au cours du temps (un dollar dans 100 ans n'a pas la même valeur qu'un dollar aujourd'hui),
- d'intégrer l'importance accordée aux impacts environnementaux de long terme (la société considère-t-elle que les coûts engendrés dans 100 ans sont moins importants que les coûts engendrés immédiatement ?).

L'ajustement de ces variations (diminution de valeur de l'argent ou diminution de l'importance accordée aux coûts engendrés) se fait par le choix d'un taux d'actualisation approprié.

Si on note VA la valeur actualisée, VF la valeur correspondante n années plus tard et ta le taux d'actualisation considéré, on obtient la valeur actualisée de la manière suivante :

$$VA = \frac{VF}{(1 + ta)^n}$$

Plus le taux d'actualisation est élevé, plus les coûts équivalents auront une valeur actuelle faible. Ainsi, dans le cas où la société accorde une importance élevée aux impacts environnementaux, un taux d'actualisation faible sera préférablement utilisé.

Les baisses de rendements sont ensuite appliquées aux valeurs de l'année de référence 2000 pour obtenir les coûts économiques des changements climatiques dans les scénarios optimiste et pessimiste. Le coût correspondant au scénario optimiste représente en réalité le coût que l'on ne peut éviter même sans « manque d'action ». Aussi, pour calculer le coût de ce manque d'action, il convient de soustraire le coût obtenu pour le scénario optimiste à celui du scénario pessimiste.

Enfin, différents taux d'actualisation (1%, 2% et 4%) ont été appliqués. A partir de ces hypothèses de calcul et des données obtenus, les résultats sont présentés et analysés.

Résultats et discussion : un ordre de grandeur des coûts à nuancer

Plusieurs estimations de variation de rendement pour les années à venir ont été recueillies. Elles ont ainsi pu être précisément renseignées pour neuf cultures différentes : 1) la banane et la banane plantain, 2) le haricot sec, 3) l'igname, 4) le maïs, 5) le manioc, 6) la patate douce, 7) le riz, 8) la canne à sucre et 9) la tomate.

Dans certains cas, il existe déjà des estimations pour une même culture. L'estimation supposée la plus pertinente a été retenue : celle-ci doit correspondre à la zone géographique la plus précise possible. Aussi, le PANA a été favorisé puisque les prévisions de baisse de rendement s'appliquent directement à l'échelle d'Haïti, puis le rapport de la CEPAL (elles s'appliquent à l'échelle des Caraïbes), et enfin le rapport du GIEC (à l'échelle de l'Amérique Centrale).

Les valeurs de variation de rendement collectées et retenues sont calculées par culture selon les deux scénarios. Le scénario pessimiste est noté A2 et le scénario optimiste B2. Afin d'obtenir les estimations manquantes pour les années 2025, 2050, 2075 et 2100, deux types d'interpolation ont été effectués. Dans le cas du haricot sec, l'interpolation polynomiale d'ordre 3 a été utilisée, car elle permet des estimations chiffrées pour quatre années différentes.

L'interpolation linéaire est utilisée dans tous les autres cas (données recueillies pour deux années différentes). Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous (les valeurs en vert ont été obtenues par interpolation).

Estimations des variations de rendements annuels collectées (en %)

sources	cultures	différence de rendement						
		2025	2030	2050	2055	2060	2070	2100
ECLAC 2013 Caribbean	Bananes/plantains A2	-18,8			-32,5			
	Bananes/plantains B2	-12			-19,9			
Central America IPCC	Haricots secs		-4	-19			-29	-87
ECLAC 2013 Caribbean	Ignames A2	-1,5			-14,7			
	Ignames B2	-1			-6,3			
Haïti PANA	Mais		-4			-7,7		
ECLAC 2013 Haïti	Manioc A2	-1,1583012			-34,749035			
	Manioc B2	-0,3861004			-1,1583012			
Haïti PANA	Patates douces		-5			-10		
Haïti PANA	Riz, paddy		-9			-15		
ECLAC 2013 Caribbean	Sucre, canne A2	-5,9			-13			
	Sucre, canne B2	-2,6			-9,6			
ECLAC 2013 Caribbean	Tomates, fraîches A2	-8,3			-28,1			
	Tomates, fraîches B2	-7,6			-16,9			

Source : ECLAC (2013), PANA (2006), GIEC (2014)

Ensemble des variations de rendement utilisées dans l'étude (en %)

sources	cultures	différence de rendement							
		2025	2030	2050	2055	2060	2070	2075	2100
ECLAC 2013 Caribbean	Bananes/plantains A2	-18,8	-21,083333	-30,216667	-32,5	-34,783333	-39,35	-41,633333	-53,05
	Bananes/plantains B2	-12	-13,316667	-18,583333	-19,9	-21,216667	-23,85	-25,166667	-31,75
Central America IPCC	Haricots secs	-3	-4	-19	-20,843625	-22,924	-29	-33,278125	-87
ECLAC 2013 Caribbean	Ignames A2	-1,5	-3,7	-12,5	-14,7	-16,9	-21,3	-23,5	-34,5
	Ignames B2	-1	-1,883333	-5,416667	-6,3	-7,183333	-8,95	-9,833333	-14,25
Haïti PANA	Mais	-3,383333	-4	-6,466667	-7,083333	-7,7	-9,933333	-9,55	-12,633333
ECLAC 2013 Haïti	Manioc A2	-1,1583012	-6,756756	-29,150579	-34,749035	-40,34749	-51,544402	-57,142857	-85,135135
	Manioc B2	-0,3861004	-0,5148005	-1,029601	-1,1583012	-1,2870013	-1,5444015	-1,6731017	-2,3166023
Haïti PANA	Patates douces	-4,166667	-5	-8,333333	-9,166667	-10	-11,666667	-12,5	-16,666667
Haïti PANA	Riz, paddy	-8	-9	-13	-14	-15	-17	-18	-23
ECLAC 2013 Caribbean	Sucre, canne A2	-5,9	-7,083333	-11,816667	-13	-14,183333	-16,55	-17,733333	-23,65
	Sucre, canne B2	-2,6	-3,766667	-8,433333	-9,6	-10,766667	-13,1	-14,266667	-20,1
ECLAC 2013 Caribbean	Tomates, fraîches A2	-8,3	-11,6	-24,8	-28,1	-31,4	-38	-41,3	-57,8
	Tomates, fraîches B2	-7,6	-9,15	-15,35	-16,9	-18,45	-21,55	-23,1	-30,85

Après identification des cultures pour lesquelles des estimations de variations de rendement sont disponibles, il a été nécessaire de collecter les données caractérisant la situation de référence actuelle des cultures considérées : la SAU, le rendement, la quantité produite et le produit brut. Pour ce faire, les séries temporelles de la base de données FAOSTAT ont été extraites, pour la période 1990 à 2010, afin de moyenner l'année de référence, en l'occurrence l'année 2000. Pour chaque culture, les différentes données sont présentés en annexe (Figure 1 à 9).

Les données utilisées pour le calcul des variations de revenus annuels liées aux baisses de rendement prévues ont été compilées dans le tableau ci-dessous. Les colonnes SAU, rendement, quantité et valeur présentent des moyennes (1990 à 2010) obtenues à partir des données statistiques de la FAO. La deuxième partie du tableau présente les

estimations des futures variations de rendement, exprimées en %. Les estimations inscrites en noir sont tirées de la littérature (PANA, GIEC, CEPAL). Les estimations inscrites en vert correspondent à celles obtenues après interpolation. Les graphes associés permettent de visualiser les variations de rendement estimées pour les années 2025, 2050, 2075 et 2100. Les cultures pour lesquelles les deux scénarios A2 (pessimiste) et B2 (optimiste) ont été définis sont exposées en annexe (Figure 10), de même que les cultures présentant une unique estimation de variation de rendement pour les quatre années considérées (Figure 11).

Données utilisées dans l'estimation du coût économique des variations de rendement dues aux changements climatiques

cultures	SAU (ha)	rendement (hg/ha)	quantité (t)	valeur (1000 USD)	différence de rendement			
					2025	2050	2075	2100
Bananes/plantains A2	84301,28571	63828,21429	531797,3333	129898,4286	-18,8	-30,216667	-41,633333	-53,05
Bananes/plantains B2	84301,28571	63828,21429	531797,3333	129898,4286	-12	-18,583333	-25,166667	-31,75
Haricots secs	72159,61905	6863	49830,7619	29115,90476	-3	-19	-33,278125	-87
Ignames A2	41306	53096,71429	218579,2381	55904,19048	-1,5	-12,5	-23,5	-34,5
Ignames B2	41306	53096,71429	218579,2381	55904,19048	-1	-5,4166667	-9,8333333	-14,25
Mais	278887,1429	7837,571429	219074,8571	31035,28571	-3,3833333	-6,4666667	-9,55	-12,633333
Manioc A2	85455,57143	42455,95238	359994,5238	37796,28571	-1,1583012	-29,150579	-57,142857	-85,135135
Manioc B2	85455,57143	42455,95238	359994,5238	37796,28571	-0,3861004	-1,029601	-1,6731017	-2,3166023
Patates douces	63642,7619	32040,7619	204587,4286	14851,95238	-4,1666667	-8,3333333	-12,5	-16,666667
Riz, paddy	55323,85714	21276,47619	117836,8095	32524,61905	-8	-13	-18	-23
Sucre, canne A2	24074,66667	488511,4762	1106546,667	36335,71429	-5,9	-11,816667	-17,733333	-23,65
Sucre, canne B2	24074,66667	488511,4762	1106546,667	36335,71429	-2,6	-8,4333333	-14,266667	-20,1
Tomates, fraîches A2	180,3809524	151376,5714	2725,714286	1007,333333	-8,3	-24,8	-41,3	-57,8
Tomates, fraîches B2	180,3809524	151376,5714	2725,714286	1007,333333	-7,6	-15,35	-23,1	-30,85

Les changements de rendements potentiels ont été agrégés sur l'ensemble des cultures considérées afin de comparer la valeur de référence de la production brute en 2000 et avec celle obtenue pour les années 2025, 2050, 2075 et 2100, en supposant que les prix restent constants dans le temps. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Produit Brut actuel et estimation des variations du Produit Brut par culture pour les années 2025, 2050, 2075 et 2100 (en milliers de USD)

cultures	valeur actuelle (1000 USD)	2025	2050	2075	2100
Bananes/plantains A2	129898,4286	-24420,9046	-39250,9752	-54081,0458	-68911,1164
Bananes/plantains B2	129898,4286	-15587,8114	-24139,458	-32691,1045	-41242,7511
Haricots secs	29115,90476	-873,477143	-5532,0219	-9689,22718	-25330,8371
Ignames A2	55904,19048	-838,562857	-6988,02381	-13137,4848	-19286,9457
Ignames B2	55904,19048	-559,041905	-3028,14365	-5497,2454	-7966,34714
Mais	31035,28571	-1050,02717	-2006,94848	-2963,86979	-3920,7911
Manioc A2	37796,28571	-437,794815	-11017,8362	-21597,8776	-32177,9189
Manioc B2	37796,28571	-145,931605	-389,150947	-632,370289	-875,58963
Patates douces	14851,95238	-618,831349	-1237,6627	-1856,49405	-2475,3254
Riz, paddy	32524,61905	-2601,96952	-4228,20048	-5854,43143	-7480,66238
Sucre, canne A2	36335,71429	-2143,80714	-4293,67024	-6443,53333	-8593,39643
Sucre, canne B2	36335,71429	-944,728571	-3064,3119	-5183,89524	-7303,47857
Tomates, fraîches A2	1007,333333	-83,6086667	-249,818667	-416,028667	-582,238667
Tomates, fraîches B2	1007,333333	-76,5573333	-154,625667	-232,694	-310,762333

Pour les cultures où plusieurs scénarios de baisse de rendement sont disponibles, le scénario pessimiste (A2) correspond à la situation où les pratiques ne changent pas et où rien n'est fait pour lutter contre les changements climatiques.

Le scénario optimiste (B2) correspond au contraire à une situation où des mesures sont prises pour l'adaptation du secteur agricole d'Haïti aux changements climatiques. Dans le cas du scénario optimiste, les impacts des changements climatiques sur l'activité agricole sont atténués mais pas évités. Ils engendrent des pertes de revenu. Il est alors possible d'évaluer le coût du « manque d'action », en soustrayant la variation de revenu dans le cas du scénario pessimiste (sans action) à celle obtenue dans le cas du scénario optimiste (avec action).

Coût du manque d'action annuel par culture pour les années 2025, 2050, 2075 et 2100 (en milliers de USD)

cultures	2025	2050	2075	2100
Bananes/plantains A2 - B2	-8833,09	-15111,52	-21389,94	-27668,37
Haricots secs	-873,48	-5532,02	-9689,23	-25330,84
Ignames A2 - B2	-279,52	-3959,88	-7640,24	-11320,60
Maïs	-1050,03	-2006,95	-2963,87	-3920,79
Manioc A2 - B2	-291,86	-10628,69	-20965,51	-31302,33
Patates douces	-618,83	-1237,66	-1856,49	-2475,33
Riz, paddy	-2601,97	-4228,20	-5854,43	-7480,66
Sucre, canne A2 - B2	-1199,08	-1229,36	-1259,64	-1289,92
Tomates, fraîches A2 - B2	-7,05	-95,19	-183,33	-271,48
TOTAL	-15754,91	-44029,47	-71802,68	-111060,30

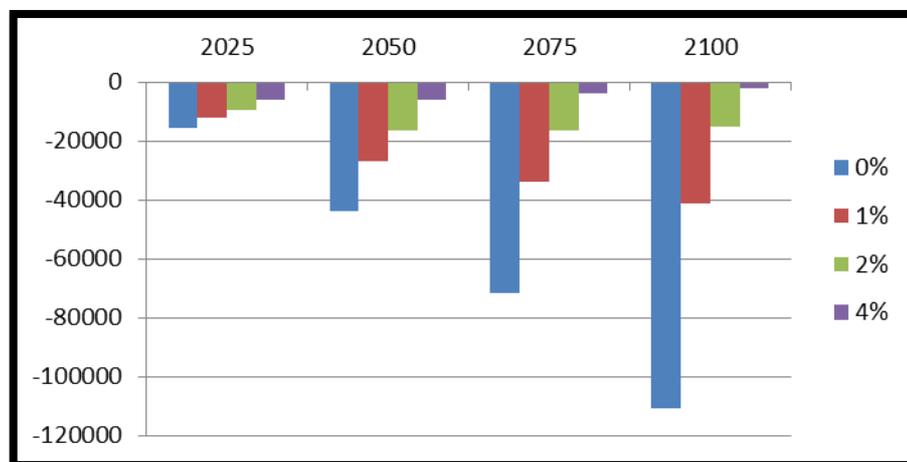
Ainsi, le manque d'action en matière de lutte contre les changements climatiques engendrerait un coût économique d'environ 16 millions USD pour Haïti en 2025, et de 100 millions USD en 2100.

A terme, les cultures les plus touchées seraient essentiellement la banane et la banane plantain, le manioc et le haricot sec : en 2100, elles représenteraient respectivement 25%, 28% et 23% des pertes de revenu occasionnées, soit plus de 75% au total à elles seules.

La valeur actualisée du coût du manque d'action cumulé sur l'ensemble des cultures considérées est calculée aux taux d'actualisation de 1%, 2% et 4% sur la base de l'année

de référence 2000. Plus le taux d'actualisation est faible, plus la valeur économique que la société accorde aux impacts environnementaux est élevée.

Comparaison des coûts actualisés du manque d'action en 2025, 2050, 2075 et 2100 (en milliers d'USD 2000)



On note que dans le cas d'un taux d'actualisation à 1%, on passe d'un coût annuel d'environ 12 millions USD en 2025 à plus de 41 millions USD en 2100.

Il est toutefois important de nuancer les résultats en mettant en relief les limites des hypothèses. En effet, plusieurs éléments ne sont pas pris en compte pour diverses raisons. Tout d'abord, il faut souligner le fait qu'une part importante de la production agricole d'Haïti n'est pas incluse par manque de données. Ainsi, aucune variation de rendement n'a pu être estimée pour les cultures de mangue et de café. De même, les impacts économiques des changements climatiques liés aux activités d'élevage – contribuant largement à la production brute agricole, d'après le classement établi par la FAO et présenté en première partie – et de pêche ne sont pas pris en compte. Si tel avait été le cas, le coût du manque d'action en serait probablement fortement affecté, à la hausse. D'autre part, seuls les effets des changements climatiques sur les produits agricoles sont analysés. Ceci recouvre les besoins en eau des cultures, la perte des productions lors d'événements extrêmes, ou encore au niveau des calculs, les variations de rendement. Mais la branche d'activité de l'agriculture

englobe d'autres facteurs : aussi, l'impact des changements climatiques sur la force de production n'est pas illustré dans les résultats. Par exemple, les événements extrêmes sont à l'origine de la destruction d'infrastructures et de machines agricoles, représentant un coût économique évident. On peut également envisager une baisse de la productivité des agriculteurs eux-mêmes due à l'augmentation des températures atmosphériques. Là encore, il serait souhaitable d'être en mesure de quantifier les impacts économiques qui en découlent et qui s'ajoutent à ceux estimés dans le document.

Au niveau des sources de diminution de la production agricole, il est difficile d'estimer les impacts que pourront avoir l'expansion de maladies des plantes existantes et le développement de nouvelles maladies dues aux changements climatiques ou à l'introduction d'espèces invasives. D'autres facteurs comme la montée des eaux entraînent une salinisation des sols et à terme la disparition des terres agricoles côtières, donnant lieu à une réduction potentielle de la SAU exploitée dans les années à venir et impactant ainsi le revenu agricole associé.

La superficie adaptée à une activité agricole ne dépend pas que du climat, mais également du terrain : le climat a d'ailleurs un impact sur la fertilité du sol et sur sa capacité de production, ce qui est difficile à prendre en compte dans les calculs d'estimation de rendement. De plus, la fertilisation atmosphérique en CO₂ pourrait avoir un effet bénéfique pour la plante, qui serait alors en mesure de produire plus de biomasse. Quant aux données utilisées, il faut là aussi nuancer leur validité. Les baisses de rendements prévues sont estimées à l'échelle nationale, sans prendre en compte une variabilité dans l'espace : les zones côtières vont probablement être plus touchées par les changements climatiques – notamment par les événements extrêmes tels que les tempêtes. Par ailleurs, certaines données utilisées ont été établies à l'échelle des Caraïbes ou de l'Amérique Centrale : les transposer à l'échelle d'Haïti présente donc un biais concernant la validité des hypothèses.

Perspectives d'adaptation

L'estimation du coût du manque d'action n'a de sens qu'au regard d'autres choix possibles, pour le décideur politique. En l'occurrence, l'enjeu porte sur la mise en œuvre de mesures d'adaptation pour faire face aux impacts des changements climatiques affectant Haïti. L'adaptation permet de diminuer les coûts économiques engendrés par ces impacts mais les mesures à prendre ont un coût. Le rapport de la CEPAL de 2014 intitulé « The economics of climate change in Latin America and the Caribbean - Paradoxes and challenges » liste notamment un ensemble d'actions d'adaptation possibles dans le secteur agricole :

Liste des mesures d'adaptation possibles dans le secteur agricole

Agriculture
<ul style="list-style-type: none"> Mélange diversifié de cultures, élevage et forêt dans les systèmes de production tels que l'agroforesterie et les systèmes sous ombrage
<ul style="list-style-type: none"> Gestion effective de l'eau d'irrigation et de la rétention d'humidité dans le sol, gestion intégrée du paysage rural, notamment à l'échelle des bassins versants
<ul style="list-style-type: none"> Surveillance et prévisions climatiques
<ul style="list-style-type: none"> Développement et utilisation de cultures, également à l'échelle locale et des producteurs avec des variétés locales à diversité génétique
<ul style="list-style-type: none"> Systèmes de production augmentant la quantité de matière organique dans le sol, la fertilité et la résistance aux parasites et au climat, tels que des cultures multiples ou mélangées, la gestion de terrasses et du ruissellement, utilisation de matière organique locale
<ul style="list-style-type: none"> Développement d'infrastructures post-récolte pour diminuer les pertes et augmenter les opportunités des producteurs de gérer leurs ventes et la consommation propre
<ul style="list-style-type: none"> Changements des pratiques agricoles de production : mise en œuvre de stratégies de diversification en alternant les cultures et le bétail, et ajustement aux dates de semis et de récolte
<ul style="list-style-type: none"> Expansion des terres arables, reforestation d'autres terres, changement dans la distribution spatiale des terres agricoles et gestion de l'occupation du sol
<ul style="list-style-type: none"> Amélioration de l'aménagement du territoire selon le type de terrain, sa capacité et ses caractéristiques topographiques
<ul style="list-style-type: none"> Intensification de la gestion des intrants et des technologies diverses qui contribuent à des programmes publics de production durable et résiliente au climat avec les producteurs pour augmenter leur accès aux services de base en matière de crédit, technologie, intrants et assurance
<ul style="list-style-type: none"> Diversification des sources de revenus et des activités agricoles à travers la réactivation du secteur rural et l'amélioration des chaînes de valeur avec les services et industries agro-alimentaires, incluant le soutien de la protection des services écosystémiques

Source : CEPAL, 2014

Des actions en faveur de l'adaptation ont été ou sont déjà testées en Haïti, au niveau individuel comme au niveau national. A l'échelle locale, les agriculteurs peuvent avoir une réaction spontanée face à l'observation des modifications de rendements liées aux changements climatiques. On constate notamment des changements de pratiques culturales comme l'utilisation de cultivars plus adaptés au microclimat et aux conditions locales des sols, des modifications concernant la SAU telles que l'agrandissement ou le déplacement de parcelles sur des terrains plus fertiles afin de contrer une baisse potentielle de rendement, ou encore les réactions impactant le commerce telles que l'augmentation des prix de producteurs ou la vente dirigée vers de nouveaux clients (PNAS, 2013).

En Haïti, les agriculteurs cultivent sur des sites différents afin de minimiser les risques de perte : en plaine, mais aussi sur des élévations moyennes et en plus haute altitude, avec une sélection de semences appropriées au microclimat particulier. La résilience au changement climatique se reflète également dans la diversification de la production en combinant des cultures à cycle long comme l'igname et le pois d'Angole qui assurent au moins une récolte par an, et des cultures à cycle court comme le haricot, qui fournit jusqu'à trois récoltes par an.

Au niveau national, les autorités ont lancé des projets de plus grande ampleur tels que ceux mis en œuvre par l'intermédiaire du PANA ou du Plan d'Investissement Agricole. Ils illustrent la prise de conscience de l'enjeu de l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle nationale dans le domaine du secteur agricole : en effet, de nombreuses mesures considérées par le PANA touchent directement ou indirectement la branche d'activité de l'agriculture, notamment la protection de la ressource en eau, la conservation des sols, la gestion des zones côtières ou encore le renforcement de la sécurité alimentaire.

D'autres projets sont mis en œuvre à une échelle intermédiaire, avec des organisations de la société civile. Il en est ainsi des initiatives d'AYITIKA en partenariat avec le Ministère de l'Agriculture qui visent à la promotion de la culture de cacao en agroforesterie dans le Sud du pays. Ces initiatives se focalisent souvent à juste titre sur la sensibilisation des populations aux enjeux du climat, sur le partage des informations concernant les changements climatiques ou sur le développement de la recherche appliquée à l'agriculture, qui favoriserait l'impact effectif des projets envisagés.

La difficulté de quantifier les coûts associés à une adaptation efficace de l'agriculture aux changements climatiques réside dans l'évaluation de cette efficacité, qui elle-même dépend de la fiabilité des données concernant les impacts des changements climatiques sur l'activité agricole. Le manque d'information à ce sujet à l'échelle du pays est notable. Dans un contexte plus général, il existe des études sur les investissements supplémentaires qu'il faudrait mettre en œuvre afin de contrer les problèmes de nutrition accentués par les changements climatiques et affectant entre autre la région de l'Amérique Latine et des Caraïbes. Cette thématique est directement liée aux impacts des changements climatiques sur l'agriculture, mais il est important de noter que ces investissements ne concernent pas explicitement les pertes de production agricole. Ils englobent aussi la problématique plus large de la nutrition.

Investissements annuels additionnels nécessaires pour contrer les effets du changement climatique sur la nutrition (en millions de USD 2000)

	South Asia	East Asia and Pacific	Europe and Central Asia	Latin America and the Caribbean	Middle East and North Africa	Sub-Saharan Africa	Developing World
NCAR with developing country investments							
Ag. Research	172	151	84	426	169	314	1,316
Irrig. Expansion	344	15	6	31	-26	537	907
Irrig. Efficiency	999	686	99	129	59	187	2,158
Rural Roads (Area Exp.)	8	73	0	573	37	1,980	2,671
Rural Roads (Yield Incr.)	9	9	10	3	1	35	66
Total	1,531	934	198	1,162	241	3,053	7,118
NCAR with developing country and developed country investments							
Ag. Research	158	141	46	385	146	297	1,174
Irrig. Expansion	331	12	5	29	-31	528	874
Irrig. Efficiency	995	684	98	128	59	186	2,151
Rural Roads (Area Exp.)	6	61	0	528	31	1,911	2,536
Rural Roads (Yield Incr.)	8	8	9	3	1	33	62
Total	1,499	905	159	1,072	206	2,956	6,797
CSIRO with developing country investments							
Ag. Research	185	172	110	392	190	326	1,373
Irrig. Expansion	344	1	1	30	-22	529	882
Irrig. Efficiency	1,006	648	101	128	58	186	2,128
Rural Roads (Area Exp.)	16	147	0	763	44	1,911	2,881
Rural Roads (Yield Incr.)	13	9	11	3	1	36	74
Total	1,565	977	222	1,315	271	2,987	7,338
CSIRO with developing country and developed country investments							
Ag. Research	168	157	66	335	162	302	1,191
Irrig. Expansion	330	1	-1	28	-27	519	850
Irrig. Efficiency	1,002	645	100	127	58	185	2,119
Rural Roads (Area Exp.)	14	129	0	686	36	1,822	2,687
Rural Roads (Yield Incr.)	13	8	9	3	1	34	68
Total	1,528	941	174	1,179	230	2,863	6,915

Source : World Bank, 2010

L'enjeu majeur autour de l'adaptation du secteur agricole relève de l'effectivité des mesures mises en place. Il s'agit alors de bien cadrer la phase de prise de décision à l'échelle des acteurs concernés (CIAT dans sa note de 2013 intitulée « *Economics of Agricultural Adaptation to Climate Change: Tools for Informed Decision-Making* »). Contrairement à l'approche globale des estimations des coûts et bénéfices de l'adaptation, une prise de décision éclairée sera d'autant plus efficace qu'elle prendra en compte les enjeux locaux du pays et adoptera une démarche participative qui cible une pertinence avérée des mesures d'adaptation envisagées vis-à-vis des populations touchées et sensibilisées.

Conclusions et recommandations

A l'horizon 2025, les coûts de l'inaction sont significativement plus importants que les coûts d'adaptation. A partir des hypothèses de l'étude, notamment fondées sur les scénarios du GIEC (AR5), les coûts des impacts sans prendre de mesure préventive sont estimés à 1,8 milliards USD, contre 77 millions USD en prenant des mesures d'adaptation, en cumulé jusqu'en 2025.

Compte tenu du poids que cela fait peser dans le PIB du pays, il est recommandé que le MEF intègre les impacts économiques des changements climatiques dans les modèles macro-économiques utilisés par la Direction des Études Économique du MEF, puis dans les prochaines lois de finance du pays.

Certaines adaptations peuvent être mises en œuvre à faible coût, mais d'autres, comme celles concernant les infrastructures, nécessitent des investissements importants que ceux prévus dans une situation où le climat ne serait pas altéré. Il est recommandé de ne pas négliger ces investissements et d'en payer le surcoût pour qu'ils soient résilients aux altérations du climat.

Les politiques d'adaptation ne se définissent pas seulement par leurs coûts et leurs financements. La mise en place de mesures incitatives est aussi primordiale. Il est donc recommandé de promouvoir des mécanismes de couverture des risques aux aléas météorologiques et climatiques. Les régimes d'assurance peuvent inciter par exemple à l'adaptation si les primes sont bien conçues. Les signaux-prix et les marchés environnementaux peuvent servir à promouvoir des actions d'adaptation mais des ajustements seront peut-être nécessaires pour permettre l'internalisation des bénéfices de l'adaptation.

Les sources de financement pour l'adaptation sont nombreuses, mais il faut répondre aux critères d'accréditation de certains fonds tels que le Fonds d'Adaptation ou le Fonds Vert pour le Climat (GCF pour

Green Climat Fund). Il est fortement recommandé que le Gouvernement haïtien se structure pour prendre en compte dans son budget les impacts des changements climatiques. De plus, une base comptable nationale valide permettrait de bénéficier plus largement de la finance climat au niveau internationale, en créant son Fonds National sur le Climat (FNC) sur le modèle de l'Ethiopie, du Sénégal ou du Mali.

A travers le projet de « renforcement des capacités adaptatives des communautés côtières d'Haïti aux changements climatiques » (aussi appelé projet changements climatiques), il convient de mettre en place un groupe de travail au niveau du Comité National sur les Changements Climatiques, consacré à la finance climat.

Il importe que le MEF et le MDE se coordonnent régulièrement pour échanger avec le Secrétariat du GCF, comme l'exige son règlement et que ces deux ministères s'accordent sur leurs champs de compétences respectifs (le premier financier, le second technique) sur le dossier GCF, avec le MDE hébergeant l'Autorité Nationale Désignée (AND) au sens du GCF.

Il est enfin recommandé que le pays s'appuie sur un partenaire technique et financier tel que le PNUD, pour apporter toutes les garanties et les standards internationaux en termes de procédures fiduciaires.

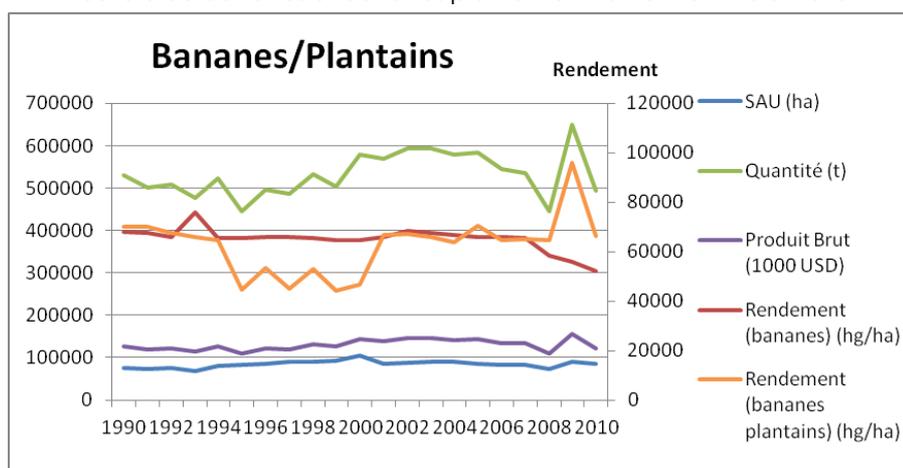
Pertes et dommages

Le concept de loss and damage au sens de la CCNUCC permet de catégoriser les coûts en trois types : i) évité, ii) non évité et iii) inévitable.

Cette méthodologie permet de se rendre compte de la marge de manœuvre et les limites dans la mise en place de mesures d'adaptation aux conséquences du changement climatique (UNEP GEAS, 2006).

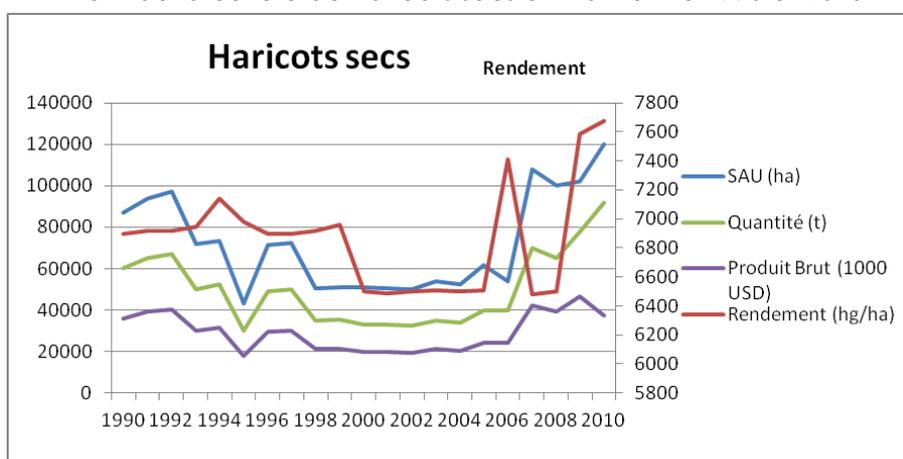
Figures annexes

1. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de bananes et bananes plantain en Haïti entre 1990 et 2010



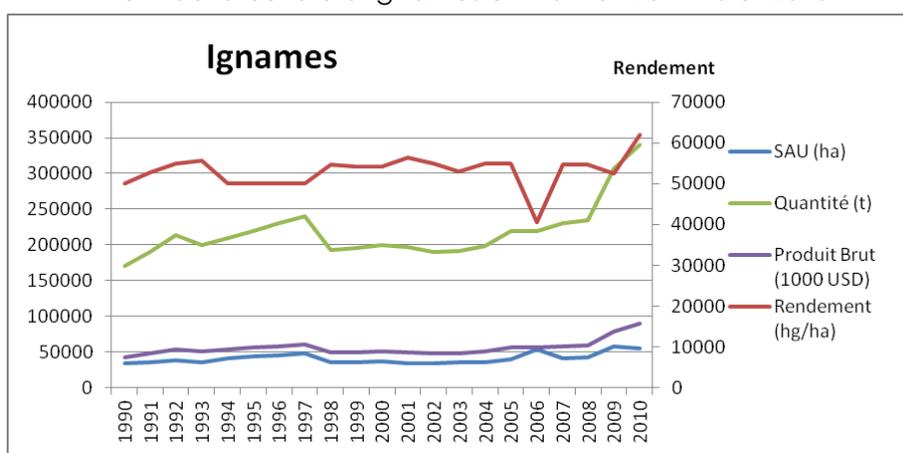
Source : FAOSTAT, 2014

2. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de haricots secs en Haïti entre 1990 et 2010



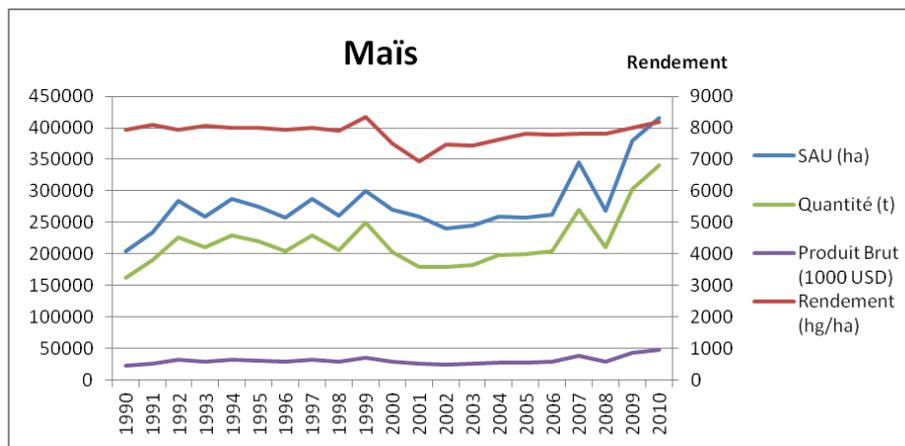
Source : FAOSTAT, 2014

3. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture d'ignames en Haïti entre 1990 et 2010



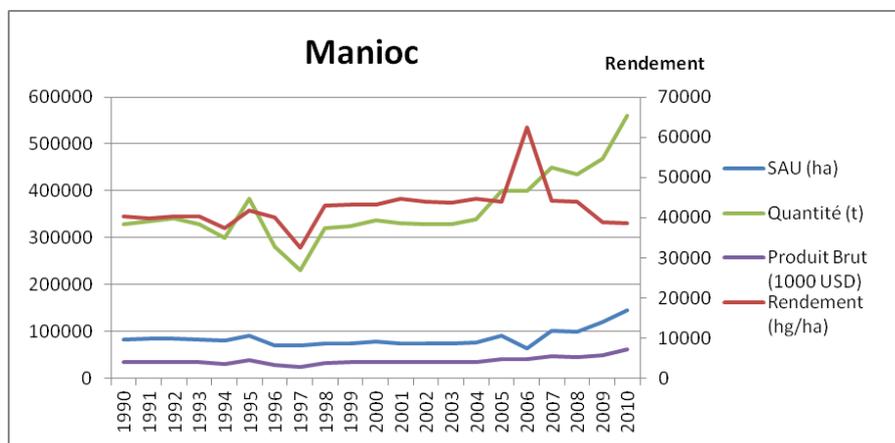
Source : FAOSTAT, 2014

4. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de maïs en Haïti entre 1990 et 2010



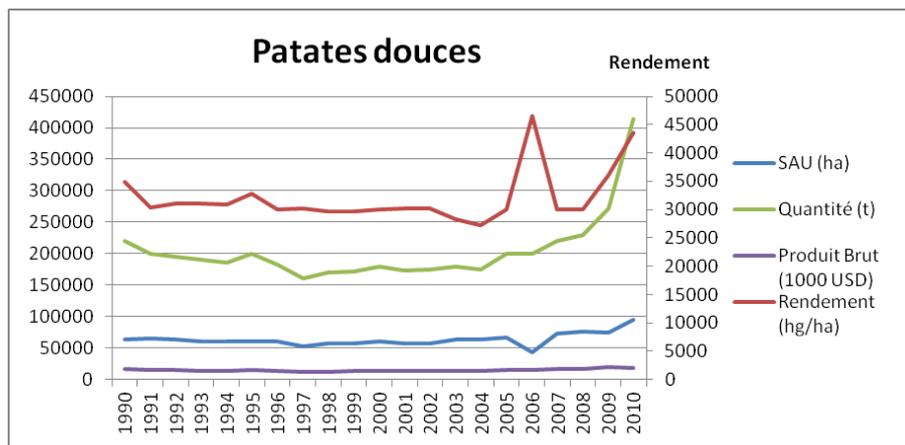
Source : FAOSTAT, 2014

5. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de manioc en Haïti entre 1990 et 2010



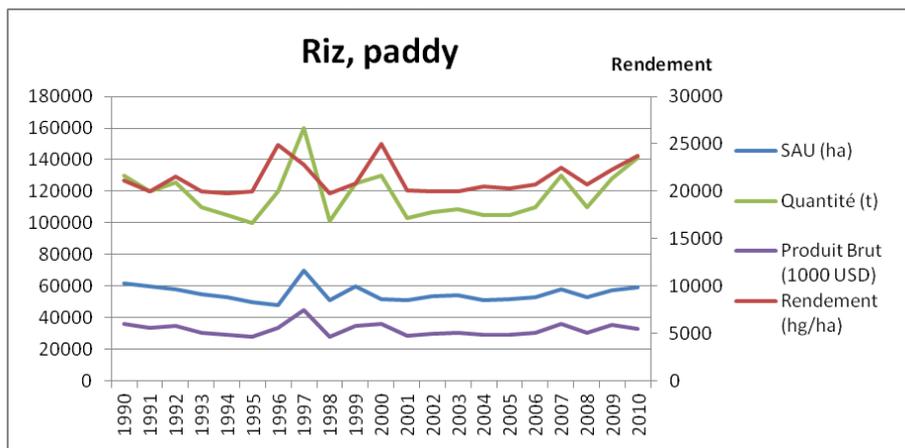
Source : FAOSTAT, 2014

6. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de patates douces en Haïti entre 1990 et 2010



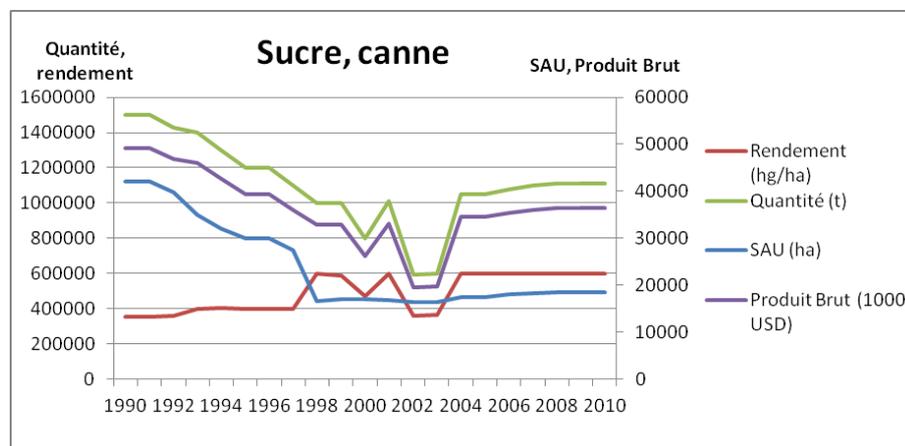
Source : FAOSTAT, 2014

7. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de riz paddy en Haïti entre 1990 et 2010



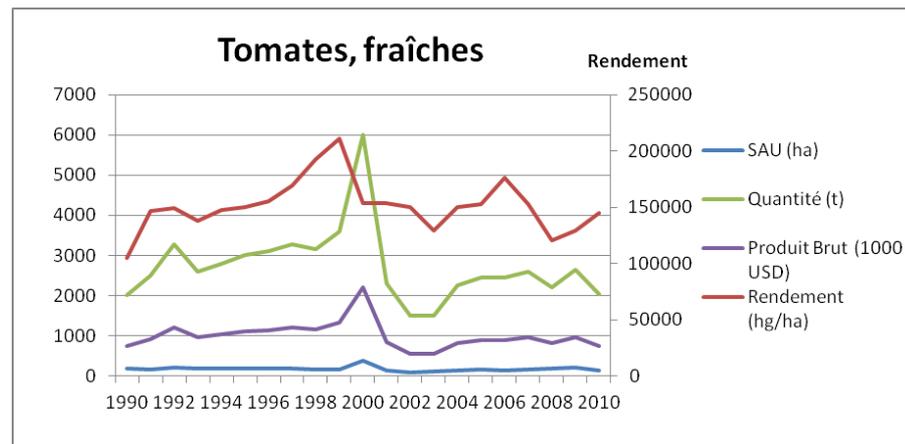
Source : FAOSTAT, 2014

8. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de canne à sucre en Haïti entre 1990 et 2010



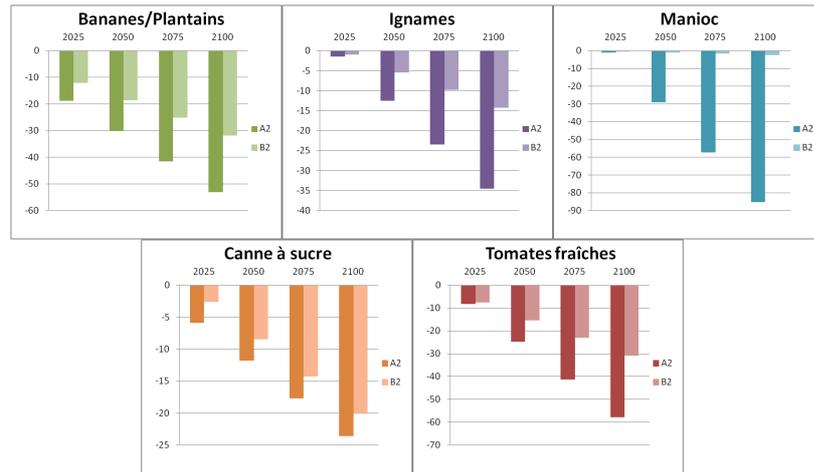
Source : FAOSTAT, 2014

9. Évolution de la SAU, du tonnage produit, du produit brut et du rendement de la culture de tomates fraîches en Haïti entre 1990 et 2010

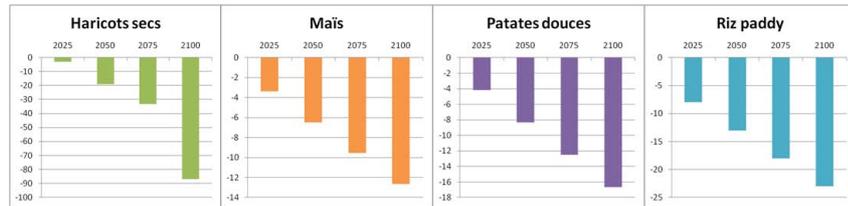


Source : FAOSTAT, 2014

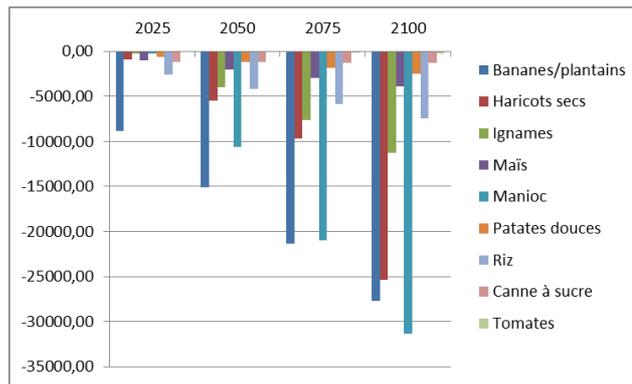
10. Évolution des baisses de rendement par culture et par scénario climatique (en %)



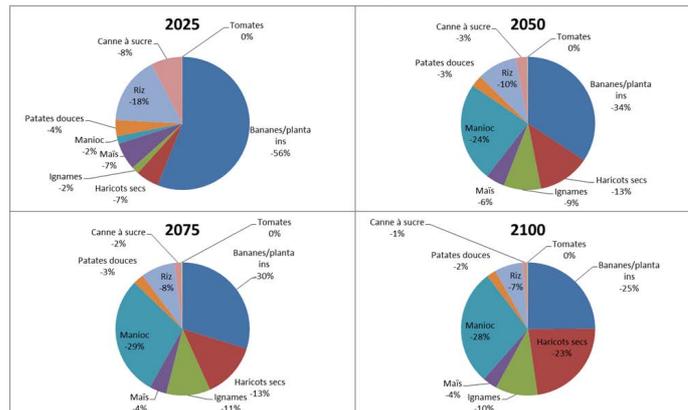
11. Évolution des baisses de rendement par culture (en %)



12. Différence de revenu annuel due au manque d'action par culture (en milliers de dollars)



13. Part des différentes cultures dans la baisse de revenu liée aux changements climatiques en Haïti



Bibliographie

PUBLICATIONS

ANTON EITZINGER ET AL., Haiti: Coffee and Mango Production in a Changing Climate. 2014. CIAT Policy Brief No. 16. Document disponible à l'adresse suivante : http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2014/04/policy_brief16_haiti_coffee_mango_production.pdf

BHAWAN SINGH, MARC J. COHEN, Adaptation aux changements climatiques - Le cas d'Haïti. 2010. OXFAM. Document disponible à l'adresse suivante : http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/rr-climate-change-resilience-haiti-260314-fr_0.pdf

CEPALC, Panorama social de América Latina. 2005. CEPAL. Document disponible à l'adresse suivante : http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1223/S2005869_es.pdf

CHASE A. SOVA, Economics of Agricultural Adaptation to Climate Change: Tools for Informed Decision-Making. 2013. CIAT Policy Brief No. 5. Document disponible à l'adresse suivante : http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2013/01/policy_brief5_climate_change.pdf

CYNTHIA ROSENZWEIGA ET AL., Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. 2013. Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany. vol. 111 no. 9, 3268-3273. Document disponible à l'adresse suivante : <http://www.pnas.org/content/111/9/3268.abstract>

DEBARATI GUHA-SAPIR, INDHIRA SANTOS, ALEXANDRE BORDE (EDS), The Economic Impacts of Natural Disasters Oxford University Press. Oxford, UK. 2013. ISBN:978-0-19-984193-6. 344 Pages.

ECLAC, An assessment of the economic and social impacts of climate change on the agriculture sector in the Caribbean. 2013. ECLAC. Document disponible à l'adresse suivante : <http://www.cepal.org/portofspain/noticias/documentosdetrabajo/5/49705/Agriculture.pdf>

GERALD C. NELSON ET AL., Climate Change - Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. 2009. IFPRI. Document disponible à l'adresse suivante : <http://www.ifpri.org/sites/>

<default/files/publications/pr21.pdf>

GERALD C. NELSON ET AL., The Costs of Agricultural Adaptation to Climate Change. 2010. The World Bank. Document disponible à l'adresse suivante : http://siteresources.worldbank.org/EXTCC/Resources/407863-1229101582229/D&CCDP_4-Agriculture9-15-10.pdf

GIEC, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Chapter 29. Small Islands. 2014. IPCC WGII AR5 Chapter 29. Document disponible à l'adresse suivante : <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

HALLEGATTE S., P. AMBROSI., Assessing the economic impact of climate change : a review, in Climate Change Science and Policy. 2010. Island Press. ISBN : 9781597265669Tufts, 2007

INSMET, PRECIS estimates for monthly rainfall and temperature for Caribbean to 2090, 2009. Instituto de meteorologia de la Republica de Cuba.

MATTHEW J.R. SIMPSON, GLENN A. MILNE, PHILIPPE HUYBRECHTS, ANTONY J. LONG., Calibrating a glaciological model of the Greenland ice sheet from the Last Glacial Maximum to present-day using field observations of relative sea level and ice extent. 2009. Quaternary Science Reviews, 1630–1656.

OCDE, Aspects économiques de l'adaptation au changement climatique. 2008. ISBN 978-92-64-04603-0

PARRY, IAN W H & PIZER, WILLIAM A & FISCHER, CAROLYN, How Large Are the Welfare Gains from Technological Innovation Induced by Environmental Policies? 2003. Journal of Regulatory Economics, Springer, vol. 23(3), pages 237-55.

RÉPUBLIQUE D'HAÏTI – MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES NATURELLES ET DU DÉVELOPEMENT RURAL, Plan national d'investissement agricole. 2010. Document disponible à l'adresse suivante : <http://agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/Planinvestissementdusecteuragricolenouvelleversion1.pdf>

RÉPUBLIQUE D'HAÏTI – MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES NATURELLES ET DU DÉVELOPEMENT RURAL,

Synthèse nationale des résultats du Recensement Général de l'Agriculture (RGA). 2008-2009. Document disponible à l'adresse suivante : http://agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/Resultats_RGA_National_05-11-12.pdf

RÉPUBLIQUE D'HAÏTI – MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, Deuxième communication nationale sur les changements climatiques. 2013. Document disponible à l'adresse suivante : <http://unfccc.int/resource/docs/natc/htinc2.pdf>

RÉPUBLIQUE D'HAÏTI – MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, Plan d'Action National d'Adaptation (PANA). 2006. Document disponible à l'adresse suivante : <http://unfccc.int/resource/docs/napa/hti01f.pdf>

RÉPUBLIQUE D'HAÏTI – MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, Première communication nationale sur les changements climatiques. 2001. Document disponible à l'adresse suivante : <http://unfccc.int/resource/docs/natc/hainc1.pdf>

RÉPUBLIQUE D'HAÏTI – MINISTÈRE DE L'INTERIEUR, Plan national de gestion des risques et des désastres (PNGRD). 2001. Document disponible à l'adresse suivante : http://www.preventionweb.net/files/29734_plannationaldegestionrisquesetdesas.pdf

ROSENZWEIG C., IGLESIAS A., FISCHER G., LIU Y., BAETHGEN W., JONES J.W., Wheat yield functions for analysis of landuse change in China. 1999. Environmental Modeling and Assessment 4, 128–132.

SARACENO M., Analyse climatique en Haïti, 2014. 98 pages.

SÖNKE KREFT AND DAVID ECKSTEIN, Global Climate Risk Index 2014. GermanWatch. 2013. ISBN 978-3-943704-14-3. 28 pages.

WORLD BANK – AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT TEAM, Country Note on Climate Change Aspects in Agriculture – Haïti. 2009. WOLRD BANK. Document disponible à l'adresse suivante : http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/Climate_HaitiWeb.pdf

BASE DE DONNÉES

BASE DE DONNÉES DE LA BANQUE MONDIALE [en ligne].
Banque Mondiale. Mise à jour en 2015. Disponible à
l'adresse suivante : <http://donnees.banquemondiale.org/>

FAOSTAT [en ligne]. Organisation des Nations Unies pour
l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Mise à jour en 2015.
Disponible à l'adresse suivante : <http://faostat.fao.org/>

INSTITUT HAÏTIEN DE STATISTIQUE ET D'INFORMATIQUE (IHSI)
[en ligne]. République d'Haïti - Ministère de l'Économie et
des Finances. Mise à jour en 2015. Disponible à
l'adresse suivante : <http://www.ihsi.ht/>

WORLD ECONOMIC OUTLOOK DATABASES (WEO) [en ligne].
International Monetary Fund, Mise à jour en 2015. Disponible
à l'adresse suivante : [https://www.imf.org/external/pubs/ft/
weo/2015/01/weodata/index.aspx](https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/01/weodata/index.aspx)