

SENSIBILITES DES MILIEUX MARIN ET COTIER AUX EFFETS INDUITS PAR LA CONSTRUCTION D'UN OUVRAGE INDUSTRIEL DANS UN ENVIRONNEMENT PEU COMPLEXE .

*Adoté Blim BLIVI
Université de Lomé
Faculté des Lettres et Sciences Humaines
Département de géographie
Centre de Gestion Intégrée du Littoral et de l'Environnement
Lomé - Togo*

RÉSUMÉ

Les ressources énergétiques restent fondamentales pour tout choix industriel et économique en vue du développement. Il ne peut pas se faire sans pressions sur l'environnement, les faits et leurs relations écosystémiques zonales. Face à ces risques de bouleversement et de translation dans les processus individuels et collectifs avec des niveaux de vulnérabilités répondant aux sensibilités faibles, mitigées et fortes à très élevées, il importe de mettre en jeu des méthodes et d'établir une analyse des effets à partir des facteurs de stress. Les recherches entreprises, préalables à la construction du gazoduc, ont finalisé la définition et les caractérisations du secteur marin et côtier par une étude sur la situation existante puis a mis en exergue des résultats des effets probables.

Mots clés : Développement, écosystémique, zonale, vulnérabilité, sensibilité, caractérisation

ABSTRACT

The energizing resources remain fundamental to any industrial and economic choice in the process of the development. This cannot be made without affecting the environment, the facts and their zonal ecosystemic relations. Facing these risks of distress and transfer in the individual and collective processes with levels of vulnerabilities answering to weak sensitivities, mitigated and highly strong, it is necessary to use methods and to establish an analysis of effects from factors of stress. The studies done, before the construction of the gas pipeline, has ended the definition and the characteristics of coastal and marine sector by a survey on the existing situation and emphasised effect results.

Key words : Development, ecosystemic, zonal, vulnerability, sensitivity, characterisation

INTRODUCTION

Le projet gazoduc dans le golfe du Bénin (Afrique de l'Ouest), pour lequel nous avons assuré toute la coordination scientifique, est une résolution de développement et de garantie en exploitation énergétique pour une meilleure rentabilité constante du secteur industriel. Cet engagement s'accorde avec les préoccupations environnementales qui exigent selon les conventions, les lois nationales et textes juridiques régionaux une approche d'évaluation des risques que la mise en application pourrait engendrer. Le gaz naturel dans les terrains sédimentaires du delta du fleuve Niger au Nigeria, source d'énergie électrique, brûlé en partie mais en quantité très importante, sera transporté vers le site de Cotonou au Bénin, Lomé au Togo, Téma et Takoradi au Ghana. En "offshore", le gazoduc, système de haute pression avec des stations de compressions, de plusieurs kilomètres de longueurs, constitué d'un axe principal et des embranchements (fig.1), bouleversera les sites des ressources physiques et naturelles dans le délai que prendrait la construction et ses nuisances (ONUDI/MEPF, 1999 ; Blivi, 1999a).

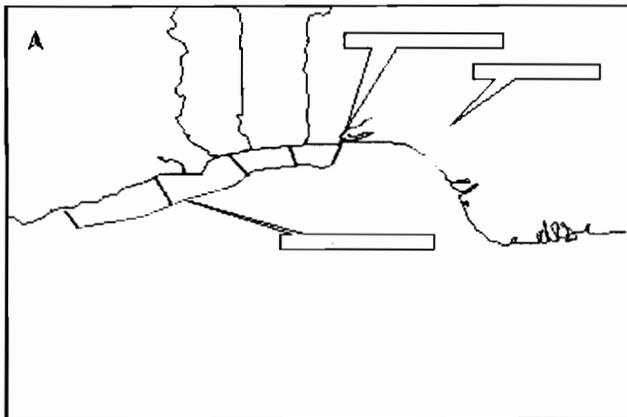


Figure 1 : Disposition des gazoducs existants au Nigeria et celui en projet en direction du Bénin, Togo et Ghana

1. La géométrie du gazoduc dans le golfe

La puissance du gazoduc se lit non seulement à travers les capacités de transport du gaz naturel, 190 millions de pieds cubiques par jour (Mpc/j), c'est-à-dire 5,3 millions de mètres cube par jour (Mmc/j) ; le coût de la mise en œuvre (environ 500 millions de dollars US) mais également à travers la géométrie de l'infrastructure de dimensions générales équivalentes à 689 km de longueurs (tabl.1). Les diamètres des tuyaux utilisables correspondant aux prévisions varient : 76,2

cm pour le segment onshore de Lagos, 50,8 cm en offshore, entre 20,3 et 45,7 cm pour les embranchements.

Tableau 1 : Segments du gazoduc avec leurs longueurs

Segments du gazoduc	Longueurs
Tronc principal onshore, Lagos	56 km
Tronc principal offshore, Lagos - Takoradi	567 km
Embranchements latéraux	49,4 km
Total offshore	616,4 km
Raccordements onshore	5,9 km
Lignes de liaison à Cotonou	10,3 km
Total général	688,6 km

Cet ensemble, transportant du gaz naturel comprimé, sera placé sur le fond marin, entre 30 et 70 m, dans une excavation de 8 m ou à même le fond sur des dalles rocheuses, notamment de beach-rock, lesté avec du béton, protégé par un système contre la corrosion, revêtu de ciment de 7,62 cm afin d'éviter les effets de flottaison ainsi que la force de tirant latéral due aux courants et vagues (ICF, 2003).

2. Situation de référence du paysage

Le géosystème du golfe du Bénin présente un paysage très homogène, à l'instar du climat, passant d'un état moins pluvieux, 900 mm, à l'ouest de Grand-Popo jusqu'au-delà d'Accra à un autre abondant en précipitation de volume minimum de 1200 mm à Cotonou et beaucoup plus dans le delta au Nigeria. Ces particularités zonales entretiennent une végétation d'importance écologique inégale en forêt et savane côtières entrecoupées d'embouchures à mangroves et autres espèces des principaux fleuves Niger, Mono et Volta.

De longs cordons très différenciés, internes (en sables jaunes) et externes (en sables roux) justifiant des actions hydrodynamiques successives essentiellement durant l'Holocène, marquent ce paysage avec des niveaux topographiques de 4 à 7 m, voire 10 m dans la partie orientale. La variation morphologique et sédimentaire se précise autrement en cordons intermédiaires de sables blancs lessivés, en quelques faisceaux entaillés par les axes de fort drainage dans le segment compris entre Cotonou et le delta, du fait de l'influence des niveaux d'eau lagunaire et des précipitations (Oyédé, 1991 ; Blivi, 1993a ; Anthony et al., 1998 ; Blivi et al., 2002).

Le beach-rock, formation sédimentaire sableuse consolidée par le carbonate de calcium (Blivi, 1985, 1993b, 1998) s'individualise par position altitudinale assez élevée sur la plage. Il figure tout au long de la côte du Togo en dalles affleurantes sur l'estran (fig.2),

superposées et effondrées ; au Bénin, dans la crique d'Akpakpa à Cotonou où l'érosion intense de la plage sous-marine l'a exhumé ; à Téma, sur la plate-forme d'abrasion marine, différemment consolidé et variablement constitué de vacuoles.

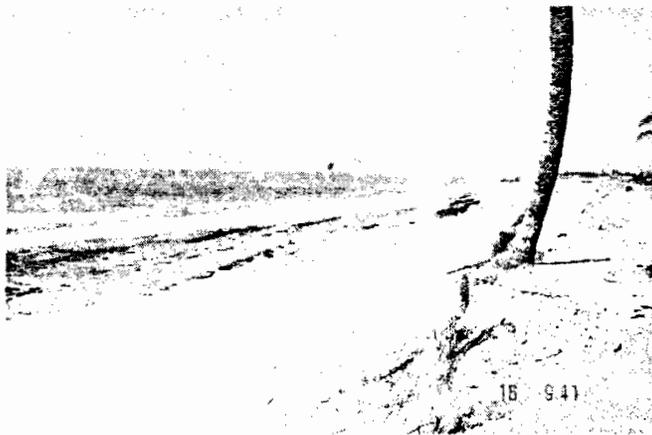


Figure 2 : Beach-rock, en dalles dans la continuité topographique de plage sur la côte du Togo au PK 18.

Les conditions océanographiques (marées, courants, houle, dérive littorale et vagues), largement étudiées avec des données harmonisées sur de longues périodes, indiquent une animation très synchrone sur toute la côte du golfe (Piton, 1996). Leur dynamique sur la côte to-golaise est favorisée par le plateau continental étroit, relativement plat et profond (Martin, 1977). Les vents du SSW et SW, parallèles à la côte, soufflent en toutes saisons avec une vitesse moyenne mensuelle de 2 à 4 m/s. La superficie du plateau continental est de l'ordre moyen de 1500 km² ; 23 km de largeur au moins à la limite de l'isobathe 100 m. Sous l'impulsion des vents de l'Atlantique Sud, les houles et vagues sont qualifiées d'énergie modérée à forte, entretenant un mouvement sédimentaire sur le proche plateau continental interne et la plage aérienne. Leur hauteur moyenne arrive à 1.25 m avec une période moyenne de 4 à 6 s.

3. Méthodologies d'analyse des facteurs

La compréhension transversale de la sensibilité indique que tout milieu ou corps affecté par un fait ou évènement étranger adopte des adaptations en fonction de la pression exercée. Ce cadre de principe oblige à disposer la même perception pour le gazoduc qui requiert des fonctionnalités de perturbation du contexte largement cohérent. Les méthodologies qui se sont imposées donnent des garanties pour une évaluation systématique, exhaustive de tous les effets positifs et négatifs associés à la construction.

Le jugement et l'analogie ont été les choix méthodologiques convenables du fait d'un ensemble d'expériences variées qui peuvent rendre très critique tout autre façon de mettre en exergue les niveaux d'impacts par rapport aux activités et à leur interaction dans les milieux. La méthode de l'analogie se concentre sur des situations qui se sont produites ; l'objectif est d'analyser la situation en la comparant avec une autre. Le jugement d'expert résume les données existantes pour une situation et donne une opinion formelle.

La démarche a commencé par une identification des impacts potentiels sur la base de la catégorisation des opérations du projet, puis il s'est avéré utile de juger de leur importance (relative à la zone concernée, la probabilité, la durée et l'ampleur de l'impact) pour identifier des classes afin de viser ceux qui demanderaient plus de veille, d'assistance et de soutenance. Il a été aussi important d'étayer les impacts ciblés de fort à très fort pour une évaluation quantitative et une caractérisation qualitative rigoureuse des impacts difficiles à quantifier. La combinaison des critères de base a justifié en définitive l'évaluation de la sensibilité dans chaque secteur.

L'échelle de critères à cinq niveaux a tenu compte d'un assemblage des faits essentiellement biologiques de l'environnement :

- critère d'impact très élevé ou de sensibilité très haute : les opérations du gazoduc affectant une quantité de population ou d'espèces biologiques suffisamment grande peuvent causer leur extinction dans un site donné ;
- critère d'impact élevé ou de sensibilité haute : les opérations affectent toute la population d'espèces, même les ressources génétiques, de reproduction totalement altérées, de manière à ce qu'un retour à la situation normale ne soit observé après plusieurs générations par incidence migratoire d'espèces venant de site non endommagé ;
- critère d'impact moyen ou de sensibilité modérée : une bonne partie de la population d'espèces sera affectée par les opérations incontrôlées ou accidentelles, affaiblissant le système de reproduction qui ne recouvrira son plein régime qu'après quelques générations ;
- critère d'impact mineur ou de sensibilité faible : l'effet induit n'est ressentie que par un groupe d'espèces précis, sur une très courte période et dans un site bien localisé : cet impact ne se répercute pas sur les autres groupes, ni sur l'ensemble de la population ;

- critère d'impact négligeable ou de sensibilité très faible : les opérations n'ont engendré que de légères perturbations sur une frange assez mince de la population, représentée par quelques espèces, dans un délai hebdomadaire ; situations semblables à celles provoquées par les variations de cycles ou d'évènements naturels.

4. Catégories d'activités et opérationnalité

L'envergure du gazoduc reste très physique avec des activités qui doivent potentiellement provoquer la situation normale de l'environnement. Au détriment de l'opérationnalité technique, il s'est dégagé quatre catégories d'activités : la préparation du site et construction, le démarrage, l'exploitation et maintenance, la mise hors service ou le déclassement. Ces facteurs de stress, particulièrement la phase de construction, auront des incidences, selon qu'on se situe sur terre ou en mer, sur une série de faits. Ces traces seront identifiées sur l'occupation du sol, les habitats et les ressources biologiques, les sols, les ressources en eau, le transport, les ressources humaines et culturelles, la socio-économie, la santé et la sécurité publique.

L'étude menée a précisé, en rapport avec les méthodologies adoptées, chaque niveau de description de probables effets qui se rangent dans trois classes d'impact environnemental : socio-économique, santé et sécurité (tabl.2). Cette étude menée met en évidence l'impact lié à la construction.

Tableau 2 : Classes d'impact environnemental, socio-économique, santé et sécurité

Classes d'Impact	Secteurs affectés
Environnemental	- Occupation et utilisation des terres - Habitats et ressources biologiques - Sols et topographie - Ressources en eau - Qualité de l'air
Socio-économique	- Transports et infrastructure - Ressources culturelles et sociales
Santé et sécurité	- Santé et sécurité publiques

5. Impacts probables identifiés dans les secteurs côtiers et marins

La situation de base obtenue à partir des travaux effectués, de la collecte documentaire, des levés d'échantillons géoréférencés, des traitements en laboratoire, des analyses et résultats, introduite aux modèles méthodologiques, révèle des impacts à chaque niveau (Canter, 1996).

5.1 Impacts liés à la préparation de terrain et à la construction

En zone de cordons à beach-rock où débouche l'embranchement, l'extension vers le terminal de traitement du gaz en source d'électricité, dans le cas précis du Togo, se fait sur 1000 m avec une emprise de sécurité de 25 m (12.5m de part et d'autre du tracé de passage, soit un champ de 2,5ha) et une station de régulation et de comptage qui occasionneront un creusement du terrain sableux de 1 m, une mise à nu du terrain par la destruction de la végétation herbeuse et un enlèvement des infrastructures. L'espace retenu comporte la plage de loisirs et de ponte des tortues, les planches de maraîchage et jachères associées, l'oléoduc et la route nationale n°2.

La préparation et la construction n'auront pas d'effet important sur l'occupation du sol et les activités qui s'y déroulent. Cependant, la route nationale n°2 sera tranchée pour la pose des tuyaux et remise en état. Le gazoduc passera sous l'oléoduc en place.

La plage sur laquelle débouchera le gazoduc est un des sites de nidification des tortues sur la côte togolaise. La présence physique des installations lors de la construction serait peut-être un handicap mais ne gênerait pas de façon permanente les tortues qui pourraient migrer à quelques mètres pour pondre toujours dans du sable. Ces installations passeraient à travers le beach-rock, habitat des algues marines côtières et des espèces animales qui alimentent les oiseaux migrateurs paléarctiques. Cet habitat, assez riche en ressources biologiques, serait donc endommagé en partie mais son état ne perturberait pas la diversité biologique et ne constituerait pas un blocage pour l'alimentation des oiseaux.

Pendant le creusement et la mise en place de la station de régulation et de comptage, la végétation serait délogée. Les mammifères, reptiles et amphibiens

migreraient dans les environs. La faune édaphique (arthropodes) et la microflore seraient détruites partiellement et perturbées. Mais, il est certain qu'elles seront reconstituées. La préparation et la construction pourraient momentanément rompre l'équilibre biologique : les microorganismes ne pourraient plus jouer convenablement leur rôle dans les processus de la fertilisation du sol et de la dégradation des substances toxiques telles que les pesticides, les herbicides et autres utilisées dans la zone. Les oiseaux éviteraient momentanément le secteur.

L'impact reste mineur, étant entendu que l'ouverture dans le paysage est bien circonscrite et que la dynamique naturelle entraînerait la reconstitution aussi bien de la végétation que de la faune édaphique et de la microflore.

La surface du cordon, entièrement sableux sur plusieurs mètres d'épaisseur, est assez nivelée. Ces travaux prévus auraient une incidence mécanique notamment les remaniements du substrat et changeraient modérément le profil topographique. La préparation entraînerait un déblaiement d'au moins 1000 m³ de sable. Les sols minéraux bruts d'apports marins et peu évolués ne subiraient qu'un remaniement et leur reconstitution est prévisible dans un court délai. Le compactage serait évident lors du passage des engins et bouleverserait l'organisation des microorganismes dans le sol. Ceux-ci seraient pollués par les huiles des moteurs de ces engins. Globalement, les risques seraient mineurs.

Pendant la préparation et surtout lors de la construction du gazoduc, les produits liquides de toute nature (carburants et autres), qui s'échapperont ou qui se déverseront, contamineraient la nappe phréatique localisée entre 2 et 3,5m, presque non polluée, sans échange avec les eaux marines, utilisée pour des besoins domestiques et de jardinage par la population du village de Gbétsogbé. Les effets seraient gênants si la nature du produit est toxique. Dans ce seul cas, le risque est grand.

5.2 Impacts liés aux travaux de construction en mer

La présence physique des barges et équipements de construction, des navires de relais, les déversements sur les fonds marins, les émissions, les déchets solides, les dégazages et déversements accidentels de produits

utilisés sont les sources des effets sur la pêche, la navigation, les mammifères et les ressources halieutiques.

Le tronc principal du gazoduc et les embranchements seront dans une excavation de 8 m dans les couches sablo-silteuses et à même le fond dans les zones où les indurations de beach-rock affleurent.

La végétation sous-marine pourrait être perturbée par les ancres, qui seront jetées dans des zones très limitées durant la construction du gazoduc. Ces plantes vont rapidement coloniser les zones endommagées après la construction. La faune benthique des fonds rocheux peut être localement et temporairement déstabilisée et se reformer au démarrage du gazoduc. Les déchets liquides pourraient affecter le plancton et les poissons.

Une pollution de l'eau pourrait survenir à cause de l'utilisation de liquides, produits chimiques et de produits dangereux durant la construction du gazoduc. Les habitats aquatiques pourraient être affectés. L'échappement de lubrifiants et d'eaux usées représenteront d'autres sources de rupture de la colonne d'eau et pourrait générer une turbidité locale et temporaire. Ces déchets se disperseront rapidement et se dilueront. Des libérations accidentelles de produits chimiques durant ces opérations pourraient polluer l'eau.

Durant l'installation du gazoduc, des émissions atmosphériques peuvent survenir en raison de la combustion de produits chimiques et de carburant pour générer l'énergie nécessaire aux navires. Ces émissions consistent en dioxyde de carbone, oxydes d'azote, oxydes de soufre et hydrocarbures improprement brûlés. Il n'y a pas d'impact notable pour l'environnement ou sur les zones côtières.

Les machines de construction généreront du bruit et des vibrations qui pourraient affecter la faune marine. En de telles circonstances, les organismes affectés seraient forcés de se déplacer temporairement et pourraient revenir à l'achèvement de la construction. Le bruit gêne les cétacés en modifiant leur respiration et leur mouvement lors des déplacements. Les cétacés identifiés dans les eaux du golfe du Bénin sont des dauphins et des baleines. Les fréquences auditives les plus sensibles des baleines dentées se situent entre 10KHz et 100KHz ; les sons en dessous de 1KHz sont dans la bande de fréquence la moins sensible. Les sons produits par des grands navires (0.05KHz à 0.9KHz) ne devraient donc pas coïncider avec l'ouïe la plus sensible de la plupart des espèces de cétacés.

Comme les effets des bruits et des vibrations ne seront que temporaires et relativement courts, ils ne seront pas significatifs.

La présence physique des navires de construction du gazoduc et des navires associés aux opérations de construction aura un impact négligeable sur les activités de pêche et la navigation dans la zone. A chaque emplacement d'exécution de travaux, une zone de sécurité sera établie afin d'éviter toute interaction entre le chantier, les navires de secours et les autres usagers de la mer. La zone du gazoduc est en pleine mer (18.5 km de la côte), protégée contre les activités de pêche et en dehors de toute route de navigation importante. Les possibilités que le site de construction dérange d'autres activités et génère des risques de collision sont faibles. Le branchement latéral du pipeline, 18.5km de long, croisera la route de navires marchands à mesure qu'ils s'approchent du port. Il s'agira de se conformer aux règles de navigation qui pourraient réduire considérablement le risque d'accident.

Le proche plateau continental est relativement riche en lieux de pêche du fait de la grande rentabilité des eaux froides, riches en nutriments lors des remontées de l'ouest. La pêche traditionnelle est principalement effectuée dans les eaux côtières et la majeure partie de la pêche industrielle est en pleine mer. La construction du gazoduc ne constituera pas un obstacle aux activités et ne causera aucun effet.

5.3 Discussions sur le niveau des impacts identifiés par jugement et expérience

Plusieurs directives et méthodologies d'évaluation d'impacts ont été développées et de nouvelles émergent. Canter (1996) précise qu'il n'y a pas de méthodologie universelle qui pourrait être appliquée à tous les types de projets en matière d'environnement. UNEP (1996) met aussi l'accent sur l'utilisation des outils provenant des méthodologies existantes en fonction des besoins spécifiques à la situation du projet. Ces sources d'information ainsi que l'expérience professionnelle nous fournissent un contexte sur lequel nous sommes appuyés pour appliquer la méthodologie suivante en matière d'évaluation des impacts. Cette méthodologie est basée sur deux critères, l'importance et la probabilité qui définissent la base de la matrice d'évaluation d'impacts.

5.3.1 Critère d'importance

Les impacts potentiels énumérés sont considérés dans un modèle d'analyse objective pour déterminer leur importance possible par rapport aux conditions de base avec implication d'autres critères. Le critère d'importance évalue les niveaux d'effets et donne la mesure de l'impact ; ce qui permet une identification systématique ainsi que une concentration sur les ressources les plus affectées par la construction du gazoduc. Ces critères liés à l'importance ont été appliqués à tous les impacts potentiels identifiés dans le processus de tri afin de déterminer s'ils sont Positifs, Négligeables, Mineurs, Modérés ou Majeurs.

Cette évaluation prend en compte les trois critères : le temporel, l'étendue régionale et l'ampleur de l'impact. Les composantes correspondant à chacun sont spécifiées notamment la durée, la fréquence et la réversibilité. D'autres facteurs complémentaires ont été pris en considération sur l'ensemble de l'évaluation : sensibilité du récepteur, influences indirectes ou secondaires et effets cumulés.

- Le facteur temporel

L'évaluation par rapport à ce facteur est une combinaison de la durée de l'impact, de la réversibilité de l'impact et de la fréquence de l'impact. La durée est définie comme étant le temps nécessaire estimé pour une population ou une ressource pour revenir à des conditions «initiales». La durée est calculée depuis le début de l'impact ; ce qui peut coïncider avec le démarrage de l'activité causant l'impact. La durée d'un impact peut être caractérisée comme suit :

- Majeur – Impact long terme : le retour à la normale ne se produit pas avant cinq ans ou est irréversible,
- Modéré – Impact moyen terme : le retour à la normale se produit entre six mois et cinq ans,
- Mineur – Impact court terme : le retour à la normale se produit en moins de six mois,
- Négligeable – L'impact ou le retour à la normale est très court ou immédiat.

- La fréquence est définie comme le nombre de fois qu'un impact est prévu d'arriver durant la durée du projet. La fréquence d'un impact peut être caractérisée comme suit :

- Majeur – Impact continu : l'impact survient continuellement durant le projet (évacuation continue d'eaux usées),
- Modéré – Impact intermittent : l'impact survient de manière intermittente durant le projet (purge et torchage),
- Mineur – Impact survenant rarement : l'impact survient un nombre très limité de fois (impacts liés à la construction),
- Négligeable – Impact survenant très rarement, moins de deux fois sur une année.

- L'étendue régionale ou zonale

La localisation d'un impact en terme de superficie affectée constitue l'étendue. Dans le cadre de la construction du gazoduc, l'impact est localisé dans un rayon de 500 m. L'étendue peut être quantifiée en unité de la superficie affectée (kilomètres carrés). L'étendue régionale d'un impact peut être caractérisée comme suit :

- Majeur – Impact sur l'environnement national, régional ou global (émissions à effet de serre),
- Modéré – Impact sur le voisinage général du site du projet ou de la zone d'étude,
- Mineur – Impact limité au voisinage immédiat de l'activité ou de l'occurrence dont résulte l'impact,
- Négligeable – Impact limité à une très petite partie de la zone d'activité.

- L'ampleur

Elle est partiellement quantifiable en terme de pourcentage de la ressource affectée et par la concentration relative aux points de réception. Le pourcentage est défini comme l'intensité quantitative de l'impact et peut être mesurée comme le pourcentage d'une ressource ou d'une population, au sein de la zone d'étude, qui a pu être affectée par un impact. L'importance d'un impact peut être caractérisée comme suit :

- Majeur – une grande quantité de la ressource ou de la population est affectée ; un effet facilement observable et mesurable,
- Modéré - une quantité modérée de la ressource ou de la population est affectée ; un effet généralement observable et mesurable,
- Mineur - une petite quantité de la ressource ou de la population est affectée ; une importance faible peut se situer dans les limites d'une variation normale des conditions d'origine,
- Négligeable – la quantité de ressource ou de population affectée est indiscernable ou incommensurablement faible.

Les facteurs additionnels concernent la sensibilité du récepteur, l'influence indirecte ou secondaire et les effets cumulatifs.

La sensibilité du récepteur se réfère à l'importance économique, sociale et/ou environnementale du récepteur, incluant la dépendance des personnes au récepteur comme moyen de subsistance ou d'activité économique et l'importance des impacts directs sur les personnes associés à la ressource. Le critère de sensibilité du récepteur se réfère aussi aux impacts potentiels aux régions écologiquement sensibles et aux impacts sur les espèces, incluant la mort d'espèces en voie de disparition, les effets de l'intrusion d'espèces envahissantes et les impacts environnementaux/écologiques similaires.

L'influence indirecte ou secondaire d'un impact principal est considérée comme un facteur additionnel lorsque l'on évalue le degré d'importance d'un impact potentiel. L'impact direct d'une activité est évalué en appliquant les trois critères primaires décrits ci-dessus. Les influences indirectes ou secondaires sont des effets raisonnablement prévisibles dont on a réussi à prévoir la «cause» mais qui ont lieu bien plus tard ou sont déplacés géographiquement, comme les influences sur des régions adjacentes ou en amont/aval. Par conséquent, la nature secondaire de l'impact est prise en compte lorsque l'on évalue les facteurs temporels, l'étendue régionale et l'ampleur de l'impact potentiel.

Les effets cumulatifs sont ceux qui résultent des conséquences d'une action lorsqu'elle s'additionne à d'autres actions passées et futures raisonnablement

prévisibles. Ces facteurs ne sont pas porteurs de valeurs spécifiques d'importance mais sont pris en compte dans une étude dont les éléments classés ne sont pas de nature à établir tous les repères d'influences externes ; d'où des facteurs pour expliquer cet ajustement.

5.3.2 Le critère de probabilité

Le niveau de l'impact est défini par son importance (ou conséquence) et sa probabilité d'occurrence. Ces critères de probabilité sont appliqués à tous les impacts négatifs potentiels pour déterminer s'ils peuvent être évités ou atténués ou sont inévitables. La probabilité d'occurrence de l'impact, et *non pas* l'occurrence de l'activité, fait l'objet d'évaluation ; un impact modéré qui a une forte probabilité d'occurrence serait plus grave qu'un impact majeur ayant une très faible probabilité d'occurrence.

Le niveau de probabilité très faible se définit comme l'occurrence de l'impact presque impossible ; la probabilité que l'impact se produise est moins de 1 ou 2% ; l'impact n'étant jamais survenu dans des circonstances similaires. Lorsque le niveau est faible,

l'impact est improbable, étant donné que les mesures de contrôle sont prises ; l'impact, entre 2 et 20%, s'est produit dans des conditions similaires par le passé, mais très rarement. Le niveau moyen de probabilité indique que l'impact (entre 20 et 70%) pourrait se produire de façon peu fréquente pendant l'exploitation ; la probabilité qu'il se produise pourrait augmenter. Un niveau fort, supérieur à 70%, marque que l'impact se manifeste de façon systématique.

5.3.3 Adéquation des méthodes et résultats obtenus

Prenant en compte le référentiel de données établi dans cette étude et les impacts potentiels répertoriés par rapport à la classification d'impact (environnemental, socio-économique, santé et sécurité), chaque classe est analysée en fonction des critères d'importance (temporelle, zonale, d'ampleur). Les résultats auxquels nous sommes parvenus, indiqués ci-dessous, concernent les impacts négatifs (négligeables, mineurs, modérés, majeurs) ; nous avons choisi de présenter les négligeables et les majeurs.

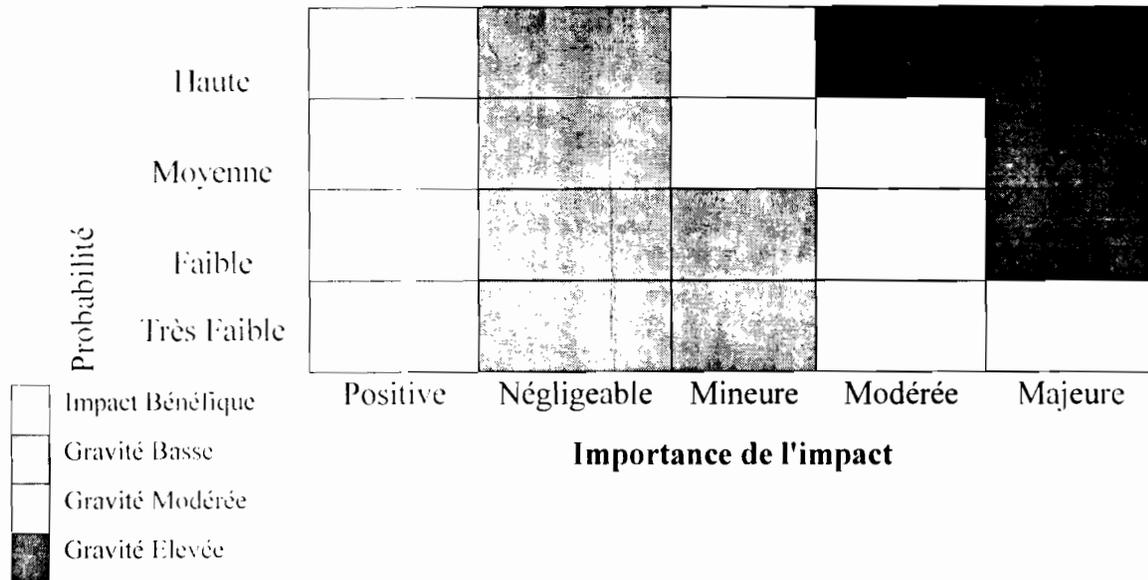
Impacts négatifs négligeables

Critères d'importance	Environnement physique	Environnement biologique	Environnement socio-économique	Santé et sécurité
Temporelle	Effet très temporaire. La durée de l'effet aura un caractère réversible naturel dans une période de temps très brève. La fréquence est très faible.	La durée de l'effet aura un caractère réversible dans une période très courte, environ une semaine. La fréquence est très faible.	Impact perceptible pendant moins d'une semaine. Les effets sont entièrement réversibles avec une fréquence très faible.	Pas d'effets perceptibles.
Zonale	L'impact au niveau du sol, de l'air et de l'eau est limité au droit de passage du gazoduc.	Quelques impacts sur les organismes mais qui ne différencient pas des perturbations naturelles.	Les changements n'affectent que le personnel travaillant sur le projet.	Pas d'effets perceptibles sur la santé dans aucune des zones.
Ampleur	Peu ou pas de changement dans l'environnement physique.	Peu ou pas de changement dans la biodiversité, les habitats, le fonctionnement des communautés.	Probabilité d'impact mesurable inexistante.	Aucun effet perceptible sur la santé d'aucun segment de la population.

Impacts négatifs majeurs

Critères d'importance	Environnement physique	Environnement biologique	Environnement socio-économique	Santé et sécurité
Temporelle	Effet de longue durée (supérieure à cinq ans) et il n'est pas réversible. La fréquence de l'impact peut être supérieure à dix fois par an.	Longue durée (plus de cinq ans). Les modifications se persisteront au-delà de la fin du projet et ne sont pas réversibles. La fréquence de l'impact peut être supérieure à dix fois par an.	Effet de longue durée, qui ne durera certainement plus de cinq ans ou qui n'est pas réversible. Pour les événements récurrents, la durée est supérieure à un mois, la fréquence est élevée (supérieure à huit fois par an) et les durées peuvent se chevaucher.	Les effets sont de longue durée (plus de cinq ans) ou permanents et ils ne sont pas réversibles. Pour les événements récurrents, la durée est supérieure à un mois, la fréquence est élevée (supérieure à huit fois par an) et les durées peuvent se chevaucher.
Zonale	Modifications étendues d'une gravité considérable dans les conditions atmosphériques, de surface ou souterraines. Les conséquences zonales de l'impact se font sentir au-delà des 500m depuis le droit de passage ou des limites de l'infrastructure.	Modifications étendues dans la qualité ou la disponibilité de l'habitat : ce qui devrait modifier l'abondance ou la répartition naturelle des espèces au-delà de la limite des 500m depuis le droit de passage ou les limites de l'infrastructure.	Etendu (peut-être au-delà des communautés étudiées).	L'impact touche non seulement le personnel travaillant sur le projet, mais également les populations environnantes (le public) au-delà des 500m depuis le droit de passage ou les limites de l'infrastructure : peut entraîner des effets à l'échelle régionale.
Ampleur	Modifications d'une gravité considérable dans les conditions atmosphériques, de surface ou souterraines. Modifications sensibles par rapport aux conditions de référence (écart de plus de 20 pour cent par rapport aux valeurs de référence lorsque celles-ci sont disponibles). Les concentrations aux points réceptifs sont supérieures aux normes nationales établies.	L'impact touchera les organismes au niveau ou au-delà de l'écosystème.	Modifications très marquées dans les conditions socio-économiques, les conditions de vie ou les structures sociales. Elles toucheront probablement la majorité des personnes dans les communautés concernées et causeront de grandes difficultés, une baisse du niveau de vie ou une paupérisation. Les impacts sont de loin supérieurs aux capacités dont les individus ou les communautés disposent pour les surmonter ou récupérer.	Les impacts touchent une grande partie, voire la majorité des populations concernées, à des degrés divers, avec des cas de maladies/blessures entraînant une incapacité définitive : impacts chroniques et irréversibles sur la santé pouvant réduire l'espérance de vie ou entraîner la mort immédiate.

Au regard de ces résultats, il a fallu exercer l'application de la matrice de gravité, construite en plaçant le classement de probabilité sur l'axe des (y) ordonnées et l'importance des impacts sur l'axe des (x) abscisses. La vision recherche un rang d'importance et de probabilité d'occurrence permettant une évaluation semi quantitative de la gravité de l'impact.



La matrice évalue comparativement les impacts et permet de systématiser, d'identifier les ressources les plus probablement à risque à la suite du projet du gazoduc proposé. Les impacts placés dans les cases rouges indiquent ceux qui ont la plus grande probabilité de survenir et ayant des conséquences sérieuses : ils deviennent des problèmes prioritaires pour des évaluations supplémentaires ou des actions d'organisation. Les modérés ont une priorité moyenne : les impacts de catégorie basse ont la priorité la plus faible. Les impacts identifiés par les cases blanches sont des impacts positifs ou bénéfiques.

L'exercice d'application a concerné tous les faits dans le tracé du gazoduc et dans la zone de la station de régulation et de comptage (4900 m²). Les croisements des critères issus de l'impact de la construction du gazoduc sur l'occupation du sol, les habitats et les ressources biologiques, les sols et les eaux, les ressources socio-économiques, la santé et la sécurité publique ont révélé un niveau de risque mineur du fait de l'abondance et de l'homogénéité des faits et que l'effet ne concerne qu'une zone très étroite.

Importance de l'impact	Temps	Mineur	Mineure	Risque Mineur
	Portée	Mineure		
	Ampleur	Moyenne		
Probabilité		Faible à Très Faible		

Pendant la mise en œuvre, le fonctionnement du gazoduc, les critères situent des niveaux de risques variés selon les faits concernés. S'agissant des habitats et des ressources naturelles, des sols et des eaux, le risque est modéré du fait de la pollution hydrique due aux eaux hydrostatiques qui seraient rejetées sur la plage, environ 824 m³ et pourraient provoquer un dommage assez moyen sur la faune pré littorale, la microflore et la faune édaphique. L'eau des tests hydrostatiques pourrait contenir des produits anti-corrosion et des déchets biologiques. Les impacts induits pourraient être significatifs si l'eau contient des additifs toxiques. En cas de déversement accidentel de cette eau polluée dans l'environnement côtier, le sol et la nappe phréatique très utilisée par la population de Gbétsogbé et les maraîchers seraient pollués et les microorganismes seraient principalement affectés.

Importance de l'impact	Temps	Modéré	Modérée	Risque Modéré
	Portée	Mineure		
	Ampleur	Modéré		
Probabilité		Moyenne		

Au terme de 25 à 30 ans d'exploitation, le gazoduc sera mis hors service et tenu en abandon. La station de régulation et de comptage restera le seul compartiment à démonter ou à mettre sous le contrôle de surveillance et d'entretien. Par rapport aux ressources énergétiques, la fin de ce projet diminuerait sensiblement la capacité des industries en énergie. Au regard du cadre socio-économique, l'interruption de fourniture du gaz ralentirait le développement économique et social. Les investissements étrangers dans l'économie pourraient subir un contre coup qui marquerait la croissance économique et empêcherait la création d'autres secteurs d'investissement. La baisse de la production des entreprises diminuerait les

opportunités de travail et affecterait le bien être de la population. Dans ces cas, les critères indiquent un niveau de risque important à très important.

Importance de l'impact	Temps	Majeur	Majeure	
	Portée	Majeure		
	Ampleur	Moyenne		
Probabilité		Moyenne		

En milieu marin, lors de la construction du gazoduc et des opérations de barges consistant au nivellement à cause de la rugosité des fonds, au creusement d'une tranchée dans les sédiments à une profondeur de 2 m, au dégagement des obstructions et épaves, à l'entaille dans les substrats gréseux (beach-rock), à l'installation et la stabilisation des poses, selon les faits, deux niveaux de risques se sont démarqués. Le risque est mineur avec l'utilisation des fonds puisque le site ne fait pas objet d'exploitation pétrolière, minière et de recherche ; avec le nivellement des fonds et l'excavation nécessaires pour l'installation des tuyaux sur les fonds ; avec la perturbation des eaux marines par la turbidité très localisée ; avec les bruits et les vibrations qui entraîneraient le déplacement temporaire des communautés vivantes locales, notamment les cétacés.

Importance de l'impact	Temps	Mineur	Mineure	
	Portée	Mineure		
	Ampleur	Mineure		
Probabilité		Faible		

Le risque est modéré dans les cas du creusement des fonds, de l'entaille des bancs rocheux et si possible du dégagement des obstructions qui auraient des incidences sur les habitats et la faune benthique ; des opérations de barge et d'ancrage endommageraient la faune benthique ; les déchets liquides affecteraient aussi bien les organismes planctoniques que les autres espèces dont les poissons. La pollution des eaux marines proviendrait de l'utilisation des produits liquides, chimiques toxiques pendant la construction du gazoduc. Ces eaux usées, rejetées, constitueraient une autre source de perturbation de la qualité de la colonne d'eau et pourraient provoquer temporairement et localement une contamination. Ces déchets liquides se disperseraient et se dilueraient rapidement. Ces séries d'impacts conduiraient au risque modéré.

Lors du fonctionnement et de la maintenance des infrastructures, le risque signalé est modéré lié à la santé et à la sécurité à cause du rejet des eaux hydrostatiques sur la plage ; ce qui contaminerait la ressource en eau douce utilisée pour les besoins domestiques et l'arrosage des cultures maraîchères provoquerait tout au moins un problème psychologique chez les usagers de la nappe phréatique et causerait quelques problèmes pathologiques directement ou indirectement liés aux containants.

Importance de l'impact	Temps	Mineur	Mineure	Risque Modéré
	Portée	Mineure		
	Ampleur	Mineure		
Probabilité		Moyenne		

Les seules situations où les risques sont majeurs concernent les ressources énergétiques. L'arrêt de fourniture du gaz poserait un déséquilibre dans le régime énergétique assuré depuis la mise en service du gazoduc. La retombée serait très ressentie au niveau des industries d'électricité et de nouveaux comportements énergétiques s'afficheraient sur les plans industriel, économique (dans les secteurs d'activités) et domestique.

Importance de l'impact	Temps	Majeur	Majeure	
	Portée	Majeure		
	Ampleur	Majeure		
Probabilité		Moyenne		

CONCLUSION

La démarche impose un profil de référence de base qui dégage la superposition des composantes avec notamment la maîtrise des passerelles justifiant le faisceau des unités étalées dans une chronologie simple, sans discordance majeur et la dynamique qui établit leur évolution. La morphodynamique côtière, distinguée par l'érosion et la sédimentation, la pollution marine et la densité des usages sur l'espace sont les problématiques importantes sur lesquelles des études ont été conduites définissant les effets et les mesures des impacts et situant les niveaux de risques et de vulnérabilité (Blivi, 1999b ; 2001).

Dans le cas de construction du gazoduc, les méthodes appliquées ont utilisé des critères bien coordonnés qui ont permis l'étalage des résultats significatifs pour la gouvernance environnementale pendant et après le fonctionnement de l'infrastructure. L'adéquation trouvée entre l'importance de l'impact et les probabilités d'occurrence résulte de l'homogénéité des faits circonscrits dans le secteur et surtout de l'étroitesse du champ de passage d'une superficie totale de 30 000 m².

L'impact du gazoduc dans le périmètre est relativement réduit. L'étendue des événements notamment les bruits et vibrations, la pollution hydrique souterraine, les dommages socio-économiques, le temps de perception et la portée très zonale, sur la base du jugement et de l'expérience facilitent les formalités de mise en confiance des partenaires au développement pour l'implantation de l'ouvrage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANTHONY, E.J., & BLIVI, A.B., 1998. *Morphosedimentary evolution of a delta-sourced, drift-aligned sand barrier-lagoon complex, western Bight of Benin*. Marine Geology 158, pp 161-176.
2. BLIVI, A., 1985. *Contribution à l'étude des formations littorales du Togo*. Mémoire de Maîtrise, Département de géographie, Université du Bénin, Lomé, 135p.
3. BLIVI, A., 1993a. *Géomorphologie et dynamique actuelle du littoral du Golfe du Bénin (Afrique de l'Ouest)*. Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne, Bordeaux, 458 p.
4. BLIVI, A.B., 1993b. *Morphology and Current Dynamics of the Coast of Togo (Morphologie et dynamique actuelle de la côte du Togo)*. Géo-Eco-Trop, 17 (1-4) 21-35.
5. BLIVI, A., 1998. "Quelques aspects du beach-rock dans le golfe du Bénin : le cas du Togo". *Rev. CAMES – Série B*, vol.00, pp43-56.
6. BLIVI, A. B., 1999a. "La capacité de l'espace côtier face à la croissance des usages : problèmes et stratégies". In *Annales de l'UB*, Série Lettres XIX, pp 135-154.

7. BLIVI, A. B., 1999b. "Impacts de l'érosion côtière sur l'économie d'un pays et éléments d'étude de vulnérabilité. Exemple du Togo dans le Golfe de Guinée". In *Travaux et Recherches Géographiques n°15*, pp51-66.
8. BLIVI, A.B., 2001. "Impact de l'érosion côtière et éléments d'étude de vulnérabilité : exemple du Togo (Golfe de Guinée)". *Revue de l'Université de Moncton*. vol. 32, n°1-2, pp. 289-308.
9. BLIVI, A. B., ANTHONY, E. J., & OYEDE, L. M., 2002. "Sand barrier development in the bight of Benin, West Africa". *Journal : Ocean and Coastal Management*, vol : 45 (2-3) pp 185-200.
10. CANTER, L. W., 1996. *Environmental Impact Assessment*. Publisher, 2^e édition. Irwin McGraw-Hill, USA.
11. ICF, 2003. WAGP Offshore and Onshore Environmental Baseline Survey Work Plan, Report, 47p.
12. MARTIN, L., 1977. "Morphologie, sédimentologie et paléogéographie au quaternaire récent du plateau continental ivoirien". Travaux et documents de l'ORSTOM, Paris, 265 p.
13. ONUDI/MEPF, 1999. "Profil environnemental du littoral du Togo". *Presses de l'Université du Bénin*, 80p.
14. OYEDE, L.M., 1991. *Dynamique sédimentaire actuelle et messages enregistrés dans les séquences quaternaires et néogènes du domaine margino-littoral du Bénin (Afrique de l'Ouest)*. Université de Bourgogne-Université Nationale du Bénin, 302 p. (Thèse de Doctorat-Géol.Marine)
15. PITON, B., 1986. *Caractéristiques hydroclimatiques des eaux côtières du Togo (Golfe de Guinée)*. Document scientifique ORSTOM Brest N° 42, 33 p.