

Prix mondial du pétrole et production halieutique au Maroc: Approche de couplage d'un MEGC et d'un Modèle Halieutique

A. KAMILI¹, M. R. DOUKKALI²

(Reçu le 09/12/2018; Accepté le 12/01/2019)

Résumé

Cet article a pour objectif d'examiner la vulnérabilité du secteur halieutique marocain face à l'augmentation du prix mondial du pétrole et les implications que cela pourrait avoir sur la production, la rentabilité des activités halieutiques et sur l'état des stocks exploités. L'approche proposée pour atteindre cet objectif, repose sur le couplage d'un modèle halieutique et un Modèle d'Équilibre Général Calculable (MEGC) avec une prise en compte de la durabilité des ressources halieutiques en utilisant le modèle biologique proposé par Schaefer. Le modèle obtenu montre que le secteur halieutique n'est pas assez sensible à la hausse du prix mondial du pétrole. Néanmoins, de fortes augmentations de ce prix auraient des conséquences positives sur la préservation des ressources halieutiques en forçant le système de production halieutique à baisser sa production tant au niveau des activités de pêche qu'au niveau des activités halio-industrielles. Cette situation risque de menacer la rentabilité des activités de pêche énergivores, en particulier les chalutiers, et affecterait négativement le pouvoir d'achat et la sécurité alimentaire. Toutefois, si le prix mondial du pétrole n'excède pas 25% du prix de référence, les navires les moins exigeants en carburant augmenteraient légèrement leurs captures, profitant de la baisse de l'offre des produits provenant d'autres flottes énergivores.

Mots-clés: Modèle bioéconomique, MEGC, pêche, prix pétrole, production.

World oil price and fish production in Morocco: Coupling approach of a CGEM and a fishing model

Abstract

This article aims to examine the vulnerability of the Moroccan fisheries sector to the increase in the world oil price and the implications that could have on production, profitability of the fishing activities and state of exploited stocks. The proposed approach to achieve this objective is based on the coupling of a fishery model and a Computable General Equilibrium Model (CGEM) with a consideration of the sustainability of fisheries resources using the biological model proposed by Schaefer. The obtained model shows that the fisheries sector is not sensitive enough to the rise in world oil price. Nevertheless, large increases in this price would have positive consequences for the preservation of fishery resources by forcing the fishery production system to reduce its production both in terms of fishing activities and at the level of halio-industrial activities. This situation may threaten the profitability of energy-intensive fishing activities, especially trawlers, and negatively affect purchasing power and food security. However, if world oil price does not exceed 25% of the reference price, the least fuel-intensive vessels would slightly increase their catches, taking advantage of the lower supply of products from other energy-intensive fleets.

Keywords: Bioeconomic model, CGEM, fishing, oil price, production.

INTRODUCTION

Le secteur de la pêche contribue de 2 % à 3 % du produit intérieur brut (PIB) et emploie environ 670000 personnes, dont 25 % des emplois directs. Ce secteur assure des sources de revenus pour environ 3 millions de personnes (DPM¹, 2014). En 2015, la production halieutique nationale a dépassé 1,35 millions de tonnes, soit 10,8 milliards de dirhams. Cette production est composée, principalement, de petits pélagiques à hauteur de 84 % en volume et 25,3% en valeur. Grâce à sa production halieutique, le Maroc est classé 17^{ème} dans le monde et premier sur le continent africain (FAO, 2016).

Face à une demande de produits halieutiques qui ne cesse de croître, notamment dans un contexte de mondialisation de plus en plus imposée, le secteur halieutique est parti-

culièrement dépendant du reste du monde et des autres secteurs de l'économie domestique (transport, énergie, etc.). En effet, ce secteur est étroitement lié au marché mondial tant pour ses intrants que pour ses produits. La majorité des intrants des activités de pêche est importée, en particulier le pétrole qui représente en moyenne 49% des consommations intermédiaires. Cette forte dépendance vis-à-vis du reste du monde place le secteur halieutique national dans une situation de vulnérabilité face à toute conjoncture probable du marché mondial du pétrole. Sachant que le Maroc est preneur de prix dans le contexte du marché mondial du pétrole, la hausse possible du prix mondial des produits pétroliers aurait probablement un impact négatif sur la rentabilité et la durabilité des activités de pêche nationales. Toutefois, compte tenu de l'importance du pétrole dans la structure des coûts de production de la majorité des secteurs économiques, une éventuelle augmentation du prix mondial du pétrole

¹ Département de la Pêche Maritime relevant du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts

¹ Institut National de la Recherche Halieutique (INRH), Agadir, Maroc

² Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

impliquerait vraisemblablement un impact général direct sur la rentabilité relative moyenne dans tous les secteurs. L'impact est donc plus ou moins important en passant d'un secteur économique à un autre ; certains étant gagnants, d'autres sont perdants.

L'objectif de ce travail est de mettre en œuvre une démarche scientifique capable d'évaluer et de capter le sens résultant de la variation de la rentabilité relative du secteur halieutique et de mesurer l'impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur le secteur halieutique et l'état des ressources exploitées. En mettant en avant l'objectif de durabilité de la ressource halieutique, atteindre cet objectif ne devrait être fait que dans le cadre d'une approche globale qui intègre à la fois une approche économique capable d'identifier les effets des politiques économiques et une approche biologique capable d'évaluer l'état des stocks exploités. En ce sens, le couplage d'un Modèle d'Équilibre Général Calculable (MEGC) avec un modèle biologique semble être l'une des approches les plus appropriées. Le modèle que nous convenons d'appeler par la suite un Modèle d'Équilibre Général Calculable pour le secteur Halieutique «MEGC-H²» est le résultat de ce couplage. Ce modèle, qui permettra de caractériser les relations techniques, biologiques et économiques intra et intersectorielles, est capable de quantifier les impacts potentiels pouvant résulter de différentes conjonctures économiques.

Les rares auteurs qui ont développé un MEGC incorporant les caractéristiques biologiques et écologiques du secteur halieutique (ex. Pan *et al.*, 2007 et Houston *et al.*, 1997 in Pan *et al.*, 2007), ont proposé un modèle dynamique optimisant les trajectoires des différentes variables mais sans prendre en compte la contrainte de durabilité des ressources, de plus en plus intégrée dans les stratégies de développement sectoriel (DPM, 2009). Aussi, cette variante de modèle nécessite une qualité exceptionnelle de données, laquelle condition est susceptible d'entraver son utilisation dans le contexte du Maroc. Les travaux fondés sur un MEGC, isolant le secteur halieutique du reste de l'économie marocaine, sont limités à de rares études du Haut-Commissariat au Plan (HCP) (2009), Diao *et al.*, (2008), Tsur *et al.*, (2004), Diao *et al.*, (2002) et Löfgren *et al.*, (1997). Toutefois, ces études n'ont traité le secteur halieutique que de manière agrégée par rapport au reste de l'économie. Hors, lors de l'évaluation des effets des politiques économiques dans un secteur donné, il est essentiel d'avoir une Matrice de Comptabilité Sociale (MCS) désagrégée au niveau des comptes correspondant au secteur de production concerné. Forcément, les impacts ne sont jamais uniformes et varient d'un secteur à l'autre et d'une branche d'activité à l'autre dans le même secteur.

Le reste de l'article est organisé en trois sections. La première est consacrée à l'analyse de l'intensité énergétique relative du secteur halieutique marocain. La seconde est dédiée à une présentation détaillée de l'approche méthodologique tout en présentant les données ayant servi à la calibration du modèle, et la dernière section présente les résultats et discussions des simulations réalisées dans le cadre du scénario de l'augmentation du prix mondial du pétrole.

INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE RELATIVE DU SECTEUR HALIEUTIQUE MAROCAIN

Au Maroc, la pêche maritime se caractérise par sa forte dépendance au carburant dont la consommation annuelle moyenne est fortement liée au type du bateau et aux engins de pêche utilisés. En effet, selon les comptes nationaux publiés par le HCP en 2012, la consommation intermédiaire des navires de pêche est principalement dominée par les dépenses de carburant à hauteur d'une moyenne de 49 % (Figure 1).

Le Tableau 1 donne une estimation de la consommation annuelle moyenne de carburant par type de flotte de pêche. D'après ce tableau, une embarcation artisanale (petite pêche) ne nécessite que 3,43 tonnes de carburant par an. Alors que pour les navires de pêche côtiers, la demande de carburant varie considérablement en fonction de l'engin de pêche utilisé. Les chalutiers côtiers sont les plus gourmands en énergie avec une consommation annuelle moyenne de 61 tonnes/bateau. Les palangriers et les senneurs côtiers, utilisant souvent des engins passifs, ne demandent que la moitié de cette quantité.

Les données présentées dans le Tableau 1 ne donnent que des estimations moyennes élaborées sur la base des enquêtes socio-économiques. En réalité, les valeurs varient grandement en fonction de la zone de pêche, de l'espèce ciblée, de l'engin utilisé, de la taille réelle des bateaux et de l'expérience des membres de l'équipage, etc.

Pour les navires de pêche hauturière, la consommation de carburant est beaucoup plus élevée compte tenu de la nature de leurs activités (chalutage et congélation à bord). Ceci explique le faible tonnage capturé par tonne consommée de carburant par cette flotte comparativement aux autres flottes de pêche (Tableau 1). Cependant, bien que la production par tonne de combustible utilisée soit faible pour les segments de pêche autres que les senneurs côtiers, les prix des espèces cibles sont souvent plus élevés, ce qui compense leur faible production.

Le Maroc importe presque tous ses besoins en produits pétroliers et dépend donc du marché mondial des hydrocarbures pétroliers. En conséquence, les bénéfices des activités de pêche nationales seraient directement impactées par les cours internationaux du pétrole. En effet, ces derniers ont toujours été caractérisés par une forte volatilité marquée par une tendance générale à la hausse. Le taux de croissance annuel moyen de ces prix est de 12% durant la période 1960-2017 (Figure 2).

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

La méthodologie suivie vise, sur la base d'un diagnostic général du secteur halieutique et tenant compte de ses particularités biologiques et écologiques, à mettre en œuvre une démarche scientifique qui a pour objectif la simulation et l'évaluation de l'impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur le secteur halieutique et l'état des ressources exploitées. Pour ce faire, le travail opte pour les techniques de modélisation en MEGC qui sont essentiellement des versions numériques du modèle d'équilibre général concurrentiel de Walras, utilisées principalement pour la simulation et l'élaboration de politiques économiques.

² H pour Halieutique

Le MEGC est choisi principalement pour ses forces qui le font distinguer des autres modèles macro-économiques: les prix sont endogènes, les effets de substitution sont pris en compte et les évaluations du bien être peuvent être facilement obtenues (Seung et Waters, 2006).

La mise en application du MEGC nécessite le développement d'une MCS désagrégée où seront enregistrés les flux de recettes et de dépenses de l'année de référence. Cette matrice doit être adaptée à la problématique de recherche et devrait répondre aux exigences de cohérence comptable du modèle.

Spécification mathématique du Modèle MEGC-H.

Le modèle proposé dans le cadre de cet article est un modèle statique fondé sur une approche mixte faisant appel à un MEGC (Dervis *et al.*, 1982 ; Shoven et Whalley, 1984 ; Suwa, 1991) et à un modèle biologique basé sur le «modèle global de Schaefer (1957)» (Brêthes et O'Boyle (éds.), 1990 ; Laurec et Le Guen, 1981 ; Cadima, 2002). Le couplage de ces deux sous-modèles est assuré moyennant une fonction simple qui permet de convertir les productions (en valeur) générées par le MEGC en captures (en volume) qui seront utilisées comme données de base pour

le modèle biologique. Le modèle obtenu (MEGC-H) permettra l'évaluation du système de production halieutique selon une vision macro-économique micro fondée ; et retrace les effets de différentes simulations sur la rentabilité des activités de pêche et l'état des ressources exploitées.

Sous-modèle d'équilibre général calculable (MEGC)

Le MEGC est présenté moyennant un ensemble d'équations mathématiques capables d'expliquer les mécanismes qui régissent la dynamique économique marocaine. Ce modèle reflète les flux et les opérations entre différents agents économiques et différents marchés. Il est structuré globalement autour des prix et taxes, productions et marchés des biens et services.

• Prix et taxes

Le modèle comporte différentes équations permettant de retracer l'évolution des prix de la production à la vente finale. Les prix d'activité incluent les taxes sur la production mais aussi toutes les taxes imputées lors du processus de production. Le prix d'un produit est donc une combinaison des prix des activités produisant ce même produit. L'interaction entre les prix de production

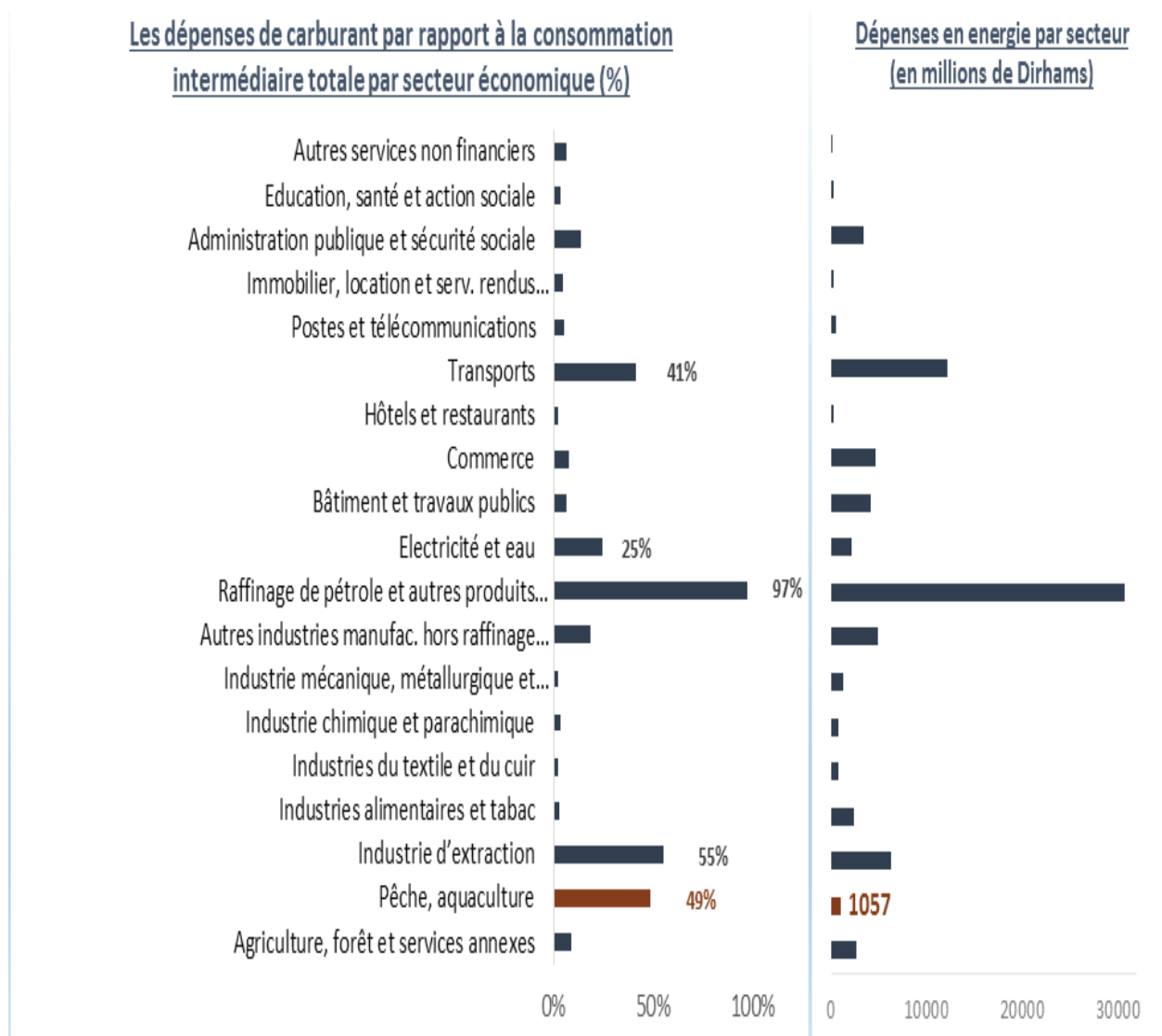


Figure 1: Dépenses énergétiques comparées à la consommation intermédiaire totale par secteur économique au Maroc (2010)

et d'exportation détermine le prix d'offre domestique. Les coûts de transaction domestiques sont supposés incorporés quelque part dans le processus de production à travers les transferts des autres secteurs de production, notamment ceux de transport et de commerce. En conséquence, le prix d'offre domestique est supposé égal au prix de la demande domestique. L'ajout des taxes sur la vente forment le prix composite domestique qui est une combinaison du prix de la demande domestique avec le prix à l'importation incluant les droits de douane.

• Production

Le modèle comporte aussi les équations décrivant le processus de production qui combine des fonctions de production à élasticité de substitution constante (CES) et à facteurs de production complémentaires (Leontief). Les facteurs de production, au nombre de deux: capital et travail, sont combinés à l'aide d'une fonction CES. Le producteur peut donc les substituer les uns aux autres afin de réaliser la combinaison optimale de facteurs en fonction de leurs prix relatifs.

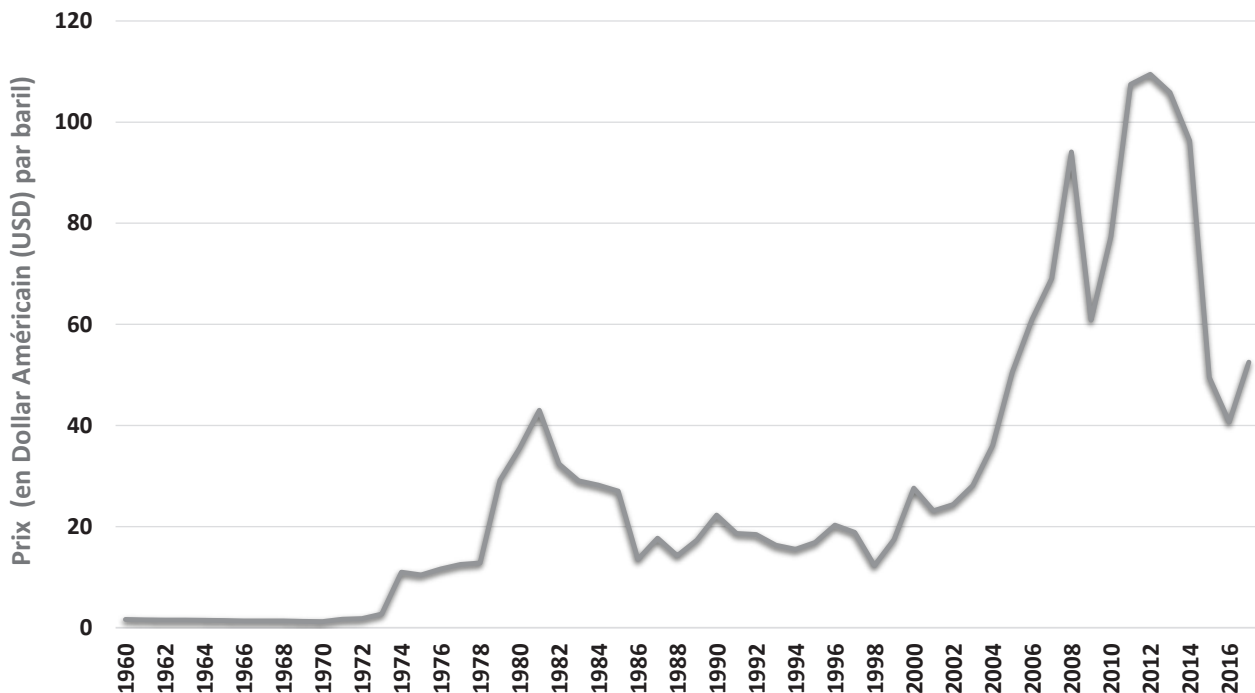
Les parts des intrants dans la production d'une activité sont supposés fixes ce qui justifie que les consommations intermédiaires sont données par une fonction Leontief. La combinaison entre valeur ajoutée et consommations intermédiaires est également exprimée par une fonction Leontief. Ce qui signifie que la valeur ajoutée et les consommations intermédiaires représentent chacune une part fixe de la production. Les paramètres des fonctions utilisées sont calibrés sur la base des données de la MCS.

• Marchés des biens et services

Les équations des marchés des biens et services retracent les flux des produits depuis la mise sur le marché jusqu'à la consommation finale. Les productions agrégées d'un bien donné en provenance de différentes activités sont combinés à l'aide d'une fonction à élasticité de substitution constante (CES). La demande de chaque activité en produits est déterminée moyennant la condition de maximisation de premier ordre.

Tableau 1: Indicateurs de consommation de carburant par principale activité de pêche

	Pêche artisanale	Pêche côtière			Pêche hauturière
		Chalutiers	Palangriers	Senneurs	
Consommation moyenne de carburant (en tonnes /bateau/an)	3,43	61,00	32,00	29,00	303,0
Capture de poisson par tonne consommée de carburant (en tonne)	2,78	2,84	1,63	70,00	0,57



Source de données : <https://www.statista.com/statistics/262858/change-in-opec-crude-oil-prices-since-1960/>

Figure 2: Prix annuel moyen du pétrole brut de l'OPEP¹ de 1960 à 2017 (en USD par baril)

¹ OPEP : Organisation des pays exportateurs de pétrole

La destination finale des produits supposés être hétérogènes, vers le marché domestique ou vers l'extérieur, est gouvernée par une fonction à élasticité de transformation constante (CET). La maximisation des profits en fonction des prix relatifs conduit donc les producteurs à allouer leur production entre le marché domestique et le marché de l'export.

La minimisation des coûts donnée par une fonction CES détermine la part des produits domestiques et importés dans le produit composite offert aux consommateurs nationaux. Ce produit composite peut servir comme consommation finale pour les ménages et l'État (consommation publique) ou peut être incorporé dans les consommations intermédiaires et l'acquisition de biens durables d'investissement.

Sous-modèle biologique

Le sous-modèle biologique est basé sur le modèle proposé par Schaefer (1954, 1957) (équation 1) qui prend en compte la dynamique des populations des ressources halieutiques exploitées selon une approche globale basée sur une fonction logistique de la production biologique.

$$dB_t/dt = R \times B_t \times (1 - B_t/K) - Q \times E \times B_t \quad (\text{équation 1})$$

E : Effort de pêche.

B_t : Abondance de la population en termes de biomasse à l'instant t.

R : Taux de croissance intrinsèque d'une espèce donnée, exprimé en unité de temps⁻¹.

K : Capacité biotique du milieu ou capacité de charge de l'écosystème (exprimée en biomasse).

Q : Coefficient de capturabilité.

Bien que cette catégorie de modèles soit rarement utilisée dans les pays développés, en particulier en Europe, où la gestion des pêches n'est souvent pas basée sur cette approche, ces modèles de gestion halieutique sont toujours d'un grand intérêt et sont largement utilisés dans les pays en développement. Au Maroc, les ressources exploitées sont souvent évaluées par l'Institut National de Recherche Halieutique (INRH) sur la base de cette catégorie de modèles.

Les équations mathématiques du sous-modèle biologique sont spécifiées à partir du cas particulier qui correspond à un état d'équilibre du stock et donc au cas qui assure la durabilité de la ressource. Cet état d'équilibre est obtenu en annulant l'équation de Schaefer :

$$dB_t/dt = 0 \quad (\text{équation 2})$$

A partir des équations 1 et 2, on obtient la biomasse équilibrée (B_e) exprimée en fonction de l'effort de pêche (E)³, telle que :

$$B_e(E) = K - [(Q \times K)/R] \cdot E \quad (\text{équation 3})$$

En situation d'équilibre, l'expression de la capturabilité par espèce est donnée comme suit⁴:

$$Q = [E \times B_e(E)] / Y_e(E) \quad (\text{équation 4})$$

La variable (Y_e) représente la capture totale équilibrée par

espèce, telle que: $Y_e = \sum_j \text{CAPTURE}_j$; avec CAPTURE_j désigne la capture totale en volume par activité (j). L'effort de pêche est exogène pendant que la capturabilité (Q) est supposée endogène pour servir de variable d'ajustement du sous-modèle biologique (Leonart *et al.*, 2005).

Méthode de couplage des deux sous-modèles

Le couplage des deux sous-modèles est assuré moyennant un paramètre de couplage (\varnothing_j) estimé sur la base des données de l'année de référence (2010) par activité de pêche (j). Ce paramètre supposé fixe permet de convertir, au moyen de l'équation 5, la production relative en valeur (QXAC_j) en production nominale en volume (CAPTURE_j). La variable (QXAC_j) représente l'offre intérieure de l'activité de pêche (j) au prix du producteur. Elle est supposée endogène et est générée à partir du sous-modèle économique du modèle MEGC-H.

$$QXAC_j = \varnothing_j \cdot \text{CAPTURE}_j \quad (\text{équation 5})$$

j: Représente les principales activités de pêche considérées dans le modèle {senneurs côtiers, chalutiers côtiers, pêche artisanale et palangriers côtiers, pêche hauturière}.

Conditions au bord imposées au modèle

L'exploitation des ressources halieutiques est soumise à certaines règles et contraintes liées aux modes de gestion et aux particularités de la ressource.

D'un côté, la biomasse équilibrée ne doit pas dépasser les limites naturelles autorisées par le milieu. Ces limites sont exigées dans le modèle par le paramètre de capacité de charge de l'écosystème (K). De plus, pour des raisons de gestion axées sur la durabilité de la ressource, les niveaux de biomasse ne doivent pas être inférieurs aux niveaux irréversibles. Compte tenu de ces raisons, la contrainte suivante a été imposée au modèle⁵:

$$10\% \cdot K \leq B_e \leq 95\% \cdot K$$

D'un autre côté, les captures ne devraient pas dépasser un niveau maximum de production. La condition imposée au modèle en ce qui concerne les captures totales tient compte du point de référence de la production maximale soutenable (MSY⁶), de sorte que la capture totale équilibrée ne devrait en aucun cas dépasser ce point de référence :

$$0 \leq Y_e \leq \text{MSY}$$

Règles de fermeture du modèle

Les règles de fermeture des marchés des facteurs, en accord avec l'optique néoclassique, supposent le plein emploi en imposant égalité entre demande et offre des facteurs de production (travail et capital). Les quantités globales offertes des facteurs sont fixées aux niveaux observés de plein emploi. Dans cette situation, comme le stock de capital est supposé fixe, les résultats déduits n'auront qu'une interprétation de « court terme ». C'est donc le prix moyen des facteurs qui varie pour équilibrer la demande et l'offre des facteurs. La quantité demandée en un facteur par une activité donnée est supposée mobile entre les différents secteurs.

³ L'indice (t) est omis dans les équations vue que le modèle élaboré est un modèle statique.

⁴ Par hypothèse la Capture Par Unité d'Effort (CPUE) est proportionnelle à l'abondance du stock: $CPUE = Y/E = Q \cdot B$

⁵ Le choix de ces limites est basé sur les travaux du groupe de travail COPACE (2013).

⁶ MSY : Conformément à l'appellation anglo-saxonne « Maximum Sustainable Yield ».

Le solde du compte courant du reste du monde implique l'égalité entre ses dépenses et ses revenus. Compte tenu de l'hypothèse de «petit pays», les prix internationaux d'exportation et d'importation des produits sont supposés fixes, tandis que les quantités importées et exportées demeurent endogènes. L'épargne étrangère est considérée comme étant exogène alors que le taux de change réel, servant comme variable d'ajustement, varie pour équilibrer le compte extérieur.

Le taux d'imposition directe est supposé fixe à son niveau observé durant l'année de référence (2010). Pour équilibrer le compte du gouvernement, l'épargne publique est considérée comme étant la variable d'ajustement. La propension marginale à épargner d'une institution domestique non gouvernementale est supposée fixe pour assurer l'équilibre du compte «épargne-investissement». Ce qui fait que l'investissement total est déterminé par l'épargne totale disponible dans l'économie.

Données du modèle

Pour tourner le modèle, une MCS, composée de 72 comptes, a été développée en tenant compte des spécificités du secteur halieutique Marocain. Les données utilisées proviennent de sources différentes :

- Comptes nationaux du HCP relative à l'année 2010, incluant le tableau des ressources et des emplois (TRE) et le tableau des comptes économiques intégrés (TCEI) ;
- Données de production halieutique nationale de l'Office National de Pêche (ONP) et du DPM pour l'année 2010 ;
- Données commerciales des importations et des exportations (Office de changes) ;
- Comptes d'exploitation (Kamili et Maynou, (2011) et données d'enquêtes socio-économiques réalisées par l'INRH durant la période 2010-2016).

Les secteurs retenus dans la MCS correspondent à ceux identifiés dans le TRE (Tableau 2). La désagrégation des activités halieutiques de pêche et d'halio-industrie a considéré deux secteurs : la pêche et aquaculture (B05) et les industries alimentaires et tabac (D01). Les comptes désagrégés pour ces deux secteurs sont présentés dans le Tableau 3.

Les données biologiques nécessaires au calibrage de la partie biologique du modèle sont basées sur les travaux du groupe de travail COPACE, 2013 (Tableau 4).

Les données non calibrées, en particulier les élasticités, sont estimées sur la base des valeurs tendanciennes moyennes observées dans des études empiriques similaires telles que celles de Thurlow (2004 et 2008) et Hertel *et al.*, (1997) in Annabi *et al.*, (2003).

Tableau 2: Liste des comptes des secteurs économiques considérés dans la MCS

Code	Les comptes des secteurs
A00	Agriculture, forêt et services annexes
B05	Pêche, aquaculture
C00	Industrie d'extraction
D01	Industries alimentaires et tabac
D02	Industries du textile et du cuir
D03	Industrie chimique et para-chimique
D04	Industrie mécanique, métallurgique et électrique
D05	Autres industries manufac. hors raffinage pétrole
D06	Raffinage de pétrole et autres produits d'énergie
E00	Électricité et eau
F45	Bâtiment et travaux publics
G00	Commerce
H55	Hôtels et restaurants
I01	Transports
I02	Postes et télécommunications
J00	Activités financières et assurances
K00	Immobilier, location et serv. rendus entreprises
SNM	Services Non Marchands
=L75	Administration publique et sécurité sociale
+MNO	Éducation, santé et action sociale
+OP0	Autres services non financiers

Tableau 3: Comptes du secteur de la pêche maritime désagrégés dans la MCS

	Code	Les comptes des activités de production	Code	Les comptes des produits
B05. Pêche, aquaculture	aB05	Autres activités de pêche et aquaculture	cB05	Autres produits de pêche et aquaculture
	asenne	Senneurs côtiers	cSardin	Sardine
	achalut	Chalutiers côtiers	cMaqrau	Maquereau
	aartis-palang	Pêche artisanale et palangriers côtiers	cPoulpe	Poulpe
	ahautur	Pêche hauturière	cSeiche	Seiche
			cCrevet	Crevettes
D01. Industrie alimentaire et tabac	aD01	Industrie alimentaire et tabac	cD01	Industrie alimentaire et tabac
	aconsrv	Industrie de conserve de poissons	cConsrv	Conserves de poisson
	acongel	Industrie de congélation du poisson	cCongel	Poisson congelé
	aSousProd	Industrie de sous-produits	cFarine	Farine de poisson
	afriviv	Frais ou vivants	cHuilep	Huile de poisson
			cFriviv	Poisson frais ou vivants

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Après calibration, la capacité du modèle à reproduire les données de la MCS telle qu'elle a été introduite pour l'année de référence est testée en l'absence de tout choc exogène. Le modèle MEGC-H est donc prêt pour toute simulation.

Rappelons que ce modèle prend en charge le maximum de production soutenable (MSY) en tant que point de référence limite en matière de possibilités de prélèvements sur la ressource. Le modèle MEGC-H projette de simuler le fonctionnement de l'économie et du secteur halieutique selon différents scénarios en étant capable d'isoler les impacts sur plusieurs grandeurs et en assurant la durabilité de la ressource.

Les simulations proposées ont visés l'augmentation, à différents pourcentages, du prix mondial du pétrole et ont permis d'explorer, à différents niveaux, les impacts générés par le modèle. Les résultats retenus concernent principalement les impacts sur les niveaux de production et de rentabilité des activités halieutiques et les conséquences que cela pourrait engendrer sur les prix, le commerce extérieur des produits halieutiques et l'état de la biomasse des espèces exploitées.

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur le prix à l'importation et les quantités du pétrole importé

Compte tenu du taux des droits de douane à l'importation et du taux de change, les résultats du modèle ont montré que l'augmentation du prix mondial du pétrole se traduit automatiquement par une augmentation des prix intérieurs du pétrole et une baisse des quantités importées de pétrole. A titre d'exemple, une augmentation de 20 % du prix mondial du pétrole se traduit par un accroissement des prix à l'importation de 21 % et une baisse des quantités importées d'environ 5 % (Figure 3). Ces résultats ont montré une faible sensibilité des quantités importées de pétrole malgré les fortes augmentations de ses propres prix à l'importation. Ceci est particulièrement évident étant donnée la forte dépendance de l'ensemble des secteurs de l'économie nationale à l'énergie fossile.

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur l'offre globale des produits halieutiques

Le modèle montre, à travers la Figure 4a, qu'une hausse modérée du prix du pétrole pousse la plupart des activités de pêche à augmenter leurs productions dans l'espoir de compenser le coût supplémentaire dû au prix mondial du pétrole. D'un autre côté, les pêcheurs tenteraient de réper-

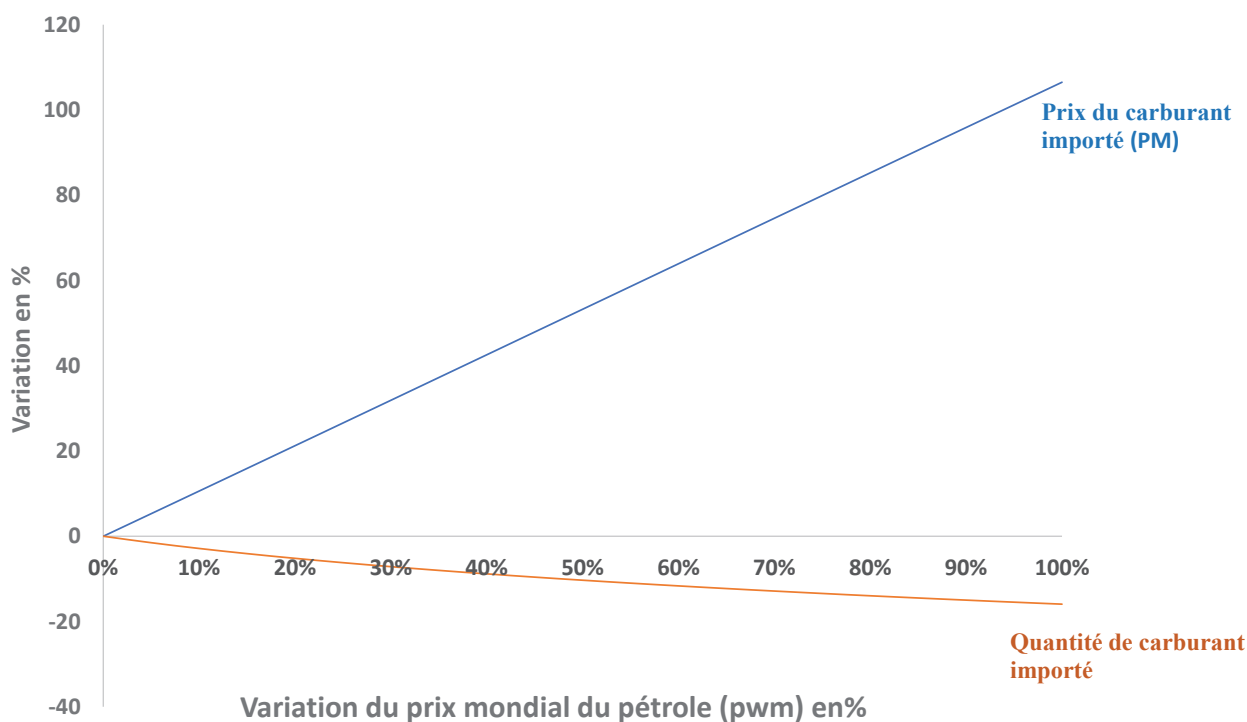


Figure 3: Impact de la hausse du prix mondial du pétrole sur le prix et la quantité du carburant importé

Tableau 4: Paramètres biologiques des espèces étudiées

Espèces	Taux d'accroissement intrinsèque (R)	Capacité de charge de l'écosystème (K) (en tonnes)
Sardine	0,97	4 647 613
Maquereau	0,56	1 036 256
Poulpe	1,52	91 066
Seiche	1,89	50 834
Crevette	0,71	71 986

cuter cette hausse du prix du pétrole en augmentant les prix au consommateur des produits de la pêche (Figure 7). Cette situation finira par une baisse de la demande des produits halieutiques. Par la suite, avec de forte augmentation du prix mondial du pétrole, les pêcheurs seront contraints de baisser leur activité de production. Les activités de pêche énergivores, à savoir celles des chalutiers côtiers et hauturiers, seront les plus affectées (Tableau 1). La production des principales espèces ciblées par ces activités de pêche (poulpe, crevettes et seiche) se trouveraient ainsi en diminution (Figure 4b). Cette situation inciterait les activités moins gourmandes en énergie (pêche artisanale et à la senne) à augmenter leurs niveaux de production, notamment en petits pélagiques tel que la sardine et le maquereau (Tableau 1). De plus, les activités appartenant au groupe des autres activités de pêche notamment celles moins dépendantes à l'énergie fossile, profiteraient également de cette situation et augmenteraient leurs productions.

Toutefois, la hausse de production des activités requérant moins d'énergie aura lieu tant que la hausse du niveau du prix mondial du pétrole ne dépasse pas, en moyenne, 25% du prix de l'année de référence. Au-delà de ce pourcentage, les bénéfices des activités de pêche seraient suffisamment affectés pour entraîner une baisse de la production pour toutes les flottilles. A titre d'exemple, une augmentation du prix mondial du pétrole de 25 % affecterait légèrement le niveau global de la production d'environ -0,1 % pour les senneurs côtiers et -3% pour les chalutiers côtiers mais stimulerait la production de la pêche artisanale et palangriers de 0,67 % (Figure 4a).

En termes de production par espèce (Figure 4b), la faible amélioration en pourcentage de la production des petits pélagiques est estimée considérable en termes de volume

étant donné l'importance des débarquements de ces espèces (805 870 tonnes de sardine et 137 526 tonnes de maquereau). En effet, pour une augmentation de 25% du prix mondial du pétrole correspond une hausse de 0,5% de la production de la sardine, ce qui correspond à environ 4000 tonnes. Si cette situation continue très longtemps avec des prix de pétrole ne dépassant pas 25% du prix de référence, cela pourrait générer une pression supplémentaire sur les stocks pélagiques et mettrait en péril ceux qui sont déjà en situation de pleine exploitation ou de surexploitation.

Les résultats de cette étude suggèrent que la hausse continue du prix mondial du pétrole entraînera inévitablement une baisse de la production halieutique. Certains auteurs tels que Capros (2016) et Boyd & Koshal (1992), ont abouti à un résultat similaire, en simulant l'impact des variations du prix de l'énergie sur différents secteurs autres que le secteur de la pêche.

En conséquence, de fortes augmentations du prix mondial du pétrole auraient un impact négatif sur la contribution du secteur à la sécurité alimentaire, découlant de la baisse de la disponibilité des produits de la pêche (Figure 4). Plus encore, l'impact sera plus grand en termes d'accessibilité économique et de pouvoir d'achat. Ainsi, les consommateurs disposant d'un faible pouvoir d'achat auraient la possibilité de substituer les produits de la pêche par des produits de substitution riches en protéines animales et possédant des prix relativement bas comme chez les volailles. Cette substitution aura lieu à moins que les prix des volailles ne soient également affectés par l'augmentation du prix du carburant, sachant que la production agricole agrégée, illustrée dans la Figure 4, a également tendance à baisser. En revanche, cette hausse des prix du carburant aurait un impact positif sur les ressources halieutiques

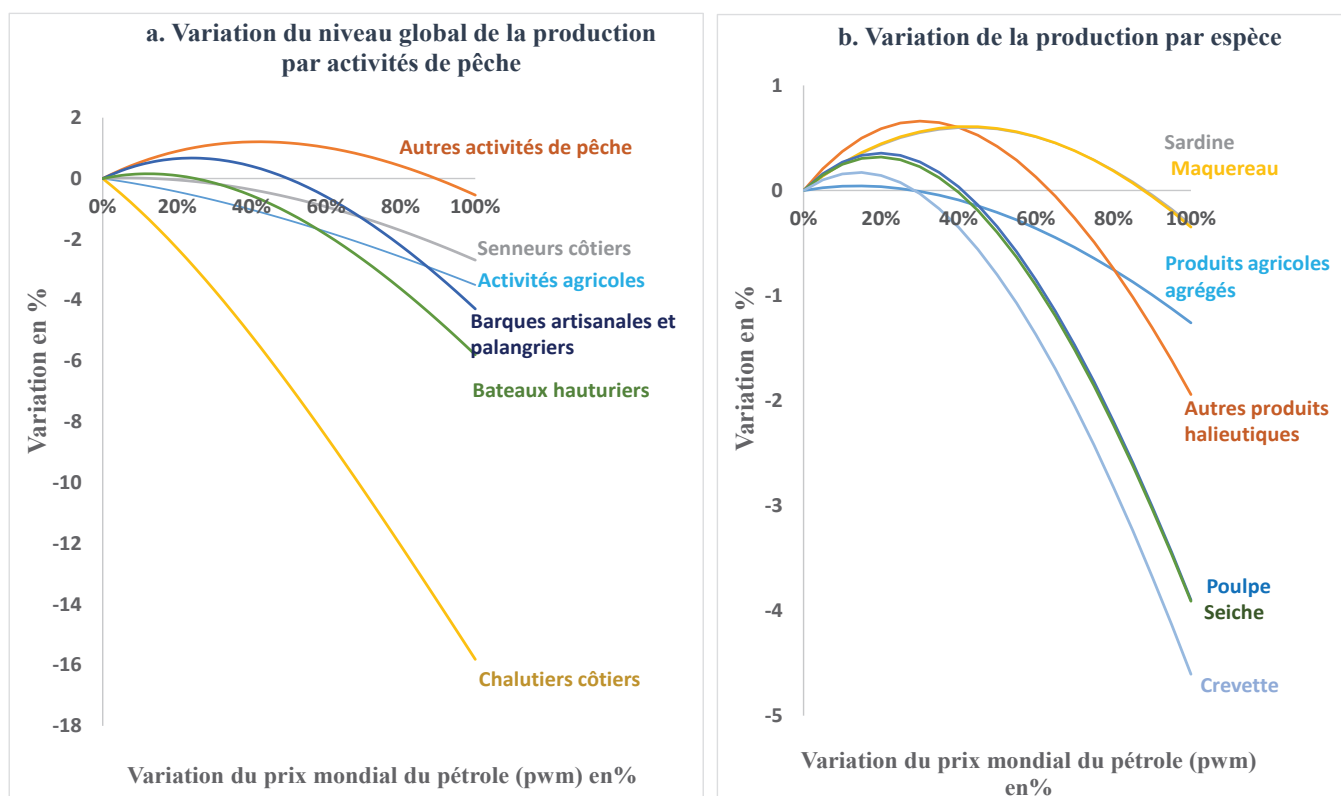


Figure 4: Impact de la hausse du prix mondial du pétrole sur la production halieutique (maillon pêche)

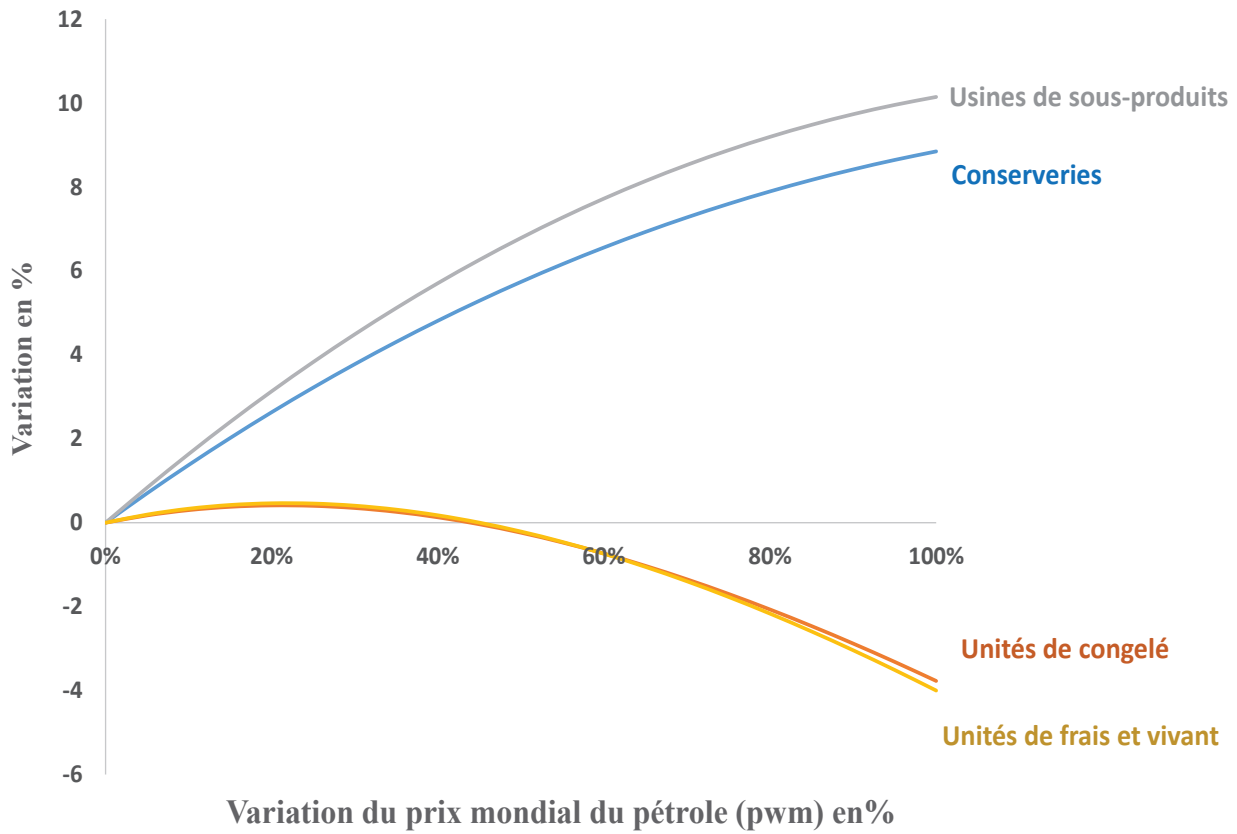


Figure 5: Impact de la hausse du prix mondial du pétrole sur le niveau global de la production des activités halio-industrielles

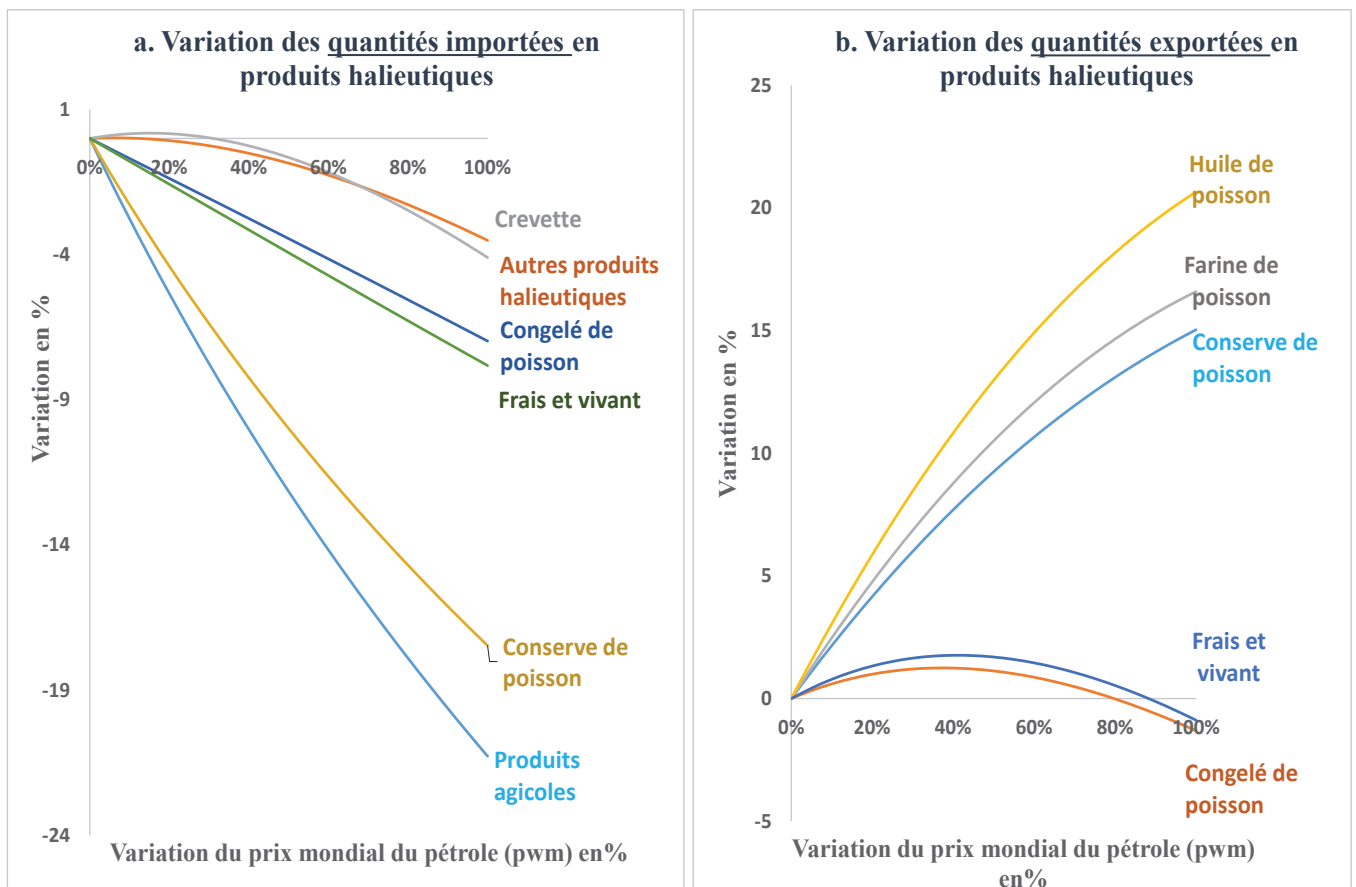


Figure 6: Impact de la hausse du prix mondial du pétrole sur le commerce extérieur des produits halieutiques

puisqu'elle entraînerait une baisse de leurs captures. Cela permettra d'assurer la durabilité des ressources, mais pourrait mettre en péril la pérennité des activités halieutiques, en particulier celles qui dépendent fortement des combustibles fossiles.

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur l'offre globale des produits halio-industriels

Les impacts générés par l'augmentation des prix du carburant au niveau du maillon des activités de pêche auraient automatiquement des conséquences sur les activités halio-industrielles. Parmi ces activités, celles qui ont montré une baisse des niveaux de production sont notamment l'industrie de conditionnement du poisson «frais ou vivant» et l'industrie de congélation (Figure 5). Par contre, la production de la conserve et des sous-produits (huile et farine de poisson) affiche une hausse en raison de l'amélioration de la production de la sardine et du maquereau (Figure 4b).

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur le commerce extérieur des produits halieutiques

Le commerce des produits halieutiques pourrait être particulièrement affecté par la hausse du prix mondial du pétrole. L'intensité de l'impact différerait toutefois d'un produit à un autre selon que le produit est sujet d'exportation ou d'importation.

De manière générale, une hausse du prix du pétrole affecte négativement les importations des produits halieutiques

(Figure 6a) qui, du reste, ne représentent qu'une faible part du marché marocain. Par contre, une hausse du prix du pétrole favoriserait les exportations des produits halieutiques domestiques, dont le reste du monde est fortement demandeur (Figure 6b).

Les produits exportés, fortement affectés par la hausse du prix mondial du pétrole, concernent les sous-produits (farine et huile de poisson) et les conserves de poisson. Ces exportations gardent des niveaux importants en raison du maintien de la production de la sardine et du maquereau (Figure 4) et de l'amélioration de la production des sous-produits et conserve de poisson (Figure 5). Par contre, la chute de la production du «frais ou vivant» et du poisson congelé se répercute négativement sur leurs niveaux d'exportation (Figure 6b).

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur les prix domestiques des produits halieutiques

Une augmentation significative du prix du carburant se traduirait par une augmentation des prix domestiques des produits de la pêche, en particulier du poulpe, sardine, crevettes et, dans une moindre mesure, le reste des produits de la pêche (Figure 7a).

Il convient de noter que même si les trajectoires de la production de la sardine et du maquereau sont presque superposées dans la Figure 4b, puisqu'ils ont la même structure des coûts de production et sont produits par les mêmes unités de pêche, leurs prix montrent deux comportements différents entraînant des trajectoires divergentes dans la Figure 7a. La destination finale de ces deux pro-

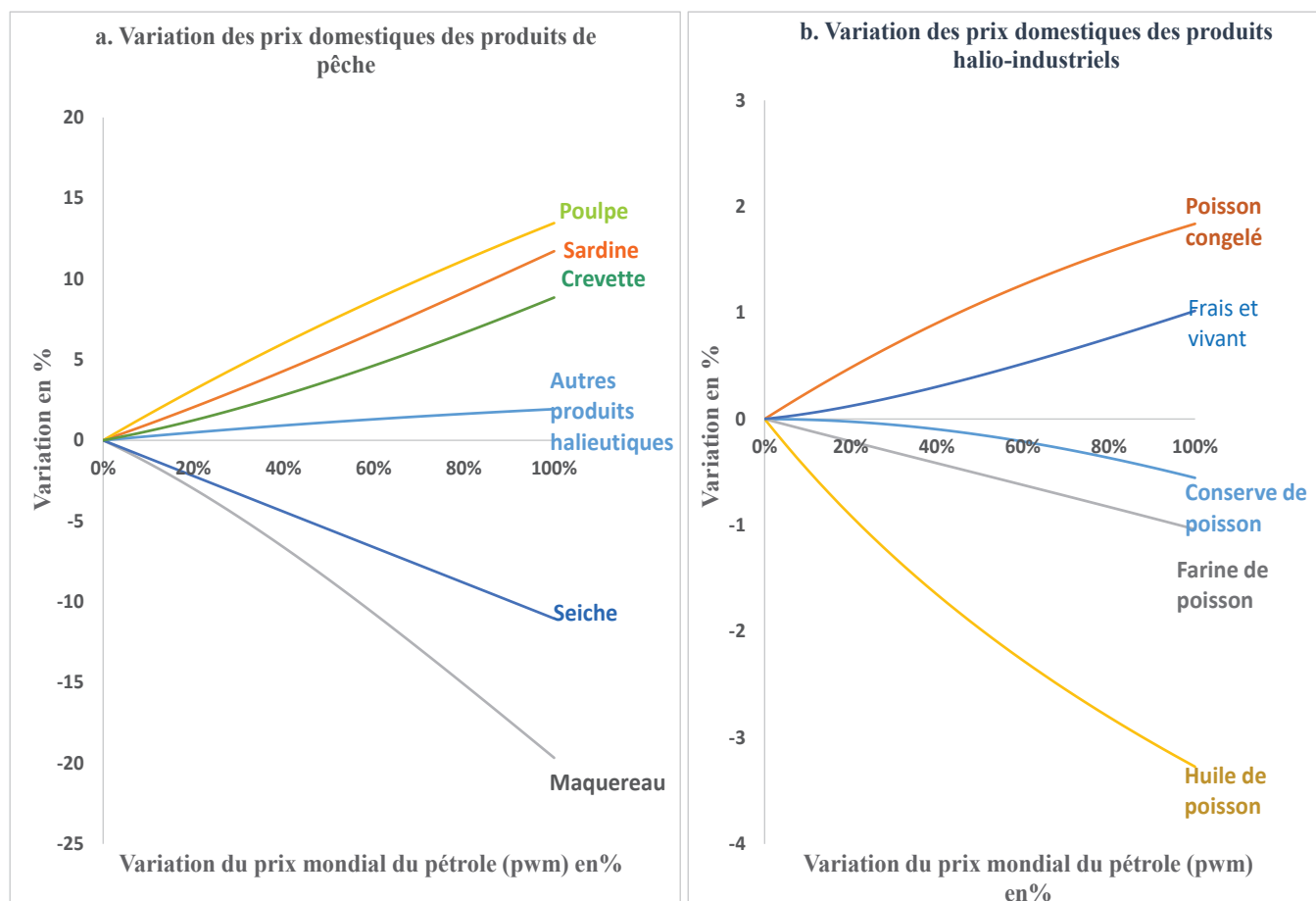


Figure 7: Impact de la hausse du prix mondial du pétrole sur les prix domestiques des produits halieutiques

duits pourrait expliquer cette divergence. En effet, la forte demande pour la sardine, due à la diversité de ses débouchés commerciaux (conserveries, marchés de frais, unités de congélation, industrie de sous-produits de poisson), expliquerait en particulier son prix croissant. Par contre, en raison de la hausse de la production (offre) du maquereau et de la demande inélastique limitée aux conserveries et, dans une moindre mesure aux sous-produits, les prix du maquereau auront tendance à baisser. Les sous-produits affichent à leurs tours des prix en chute dans la Figure 7b, ce qui justifie davantage la faible demande du maquereau et, implicitement, la baisse de son prix.

L'impact sur les niveaux de demande des ménages en produits halieutiques est faiblement négatif. Un accroissement du prix mondial du pétrole de 25% ne génère qu'une baisse moyenne de 1,9% de cette demande. Cette chute de la demande est le résultat évident de l'augmentation des prix domestiques des principaux produits demandés par les ménages, notamment la sardine (Figure 7a).

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur la rentabilité des activités halieutiques

Pour analyser l'impact sur la rentabilité des activités halieutiques, il est possible de se référer à l'analyse de l'impact sur la rémunération du capital. Dans ce sens, il est possible d'isoler la partie de la valeur ajoutée réservée à la rémunération du capital (π_a^{CAP} en se basant sur l'équation suivante :

$$\pi_a^{CAP} = [PVA_a \cdot QVA_a] - [\sum_{LAB \in F} WF_{LAB} \cdot WFDIST_{LABa} \cdot QF_{LABa}]$$

[Rémunération du capital (CAP) dans l'activité (a)] = [Valeur ajoutée globale, nette des impôts, des taxes et des subventions (-)] - [Valeur ajoutée réservée à la rémunération du travail (LAB)]

L'impact de l'augmentation du prix du pétrole sur la rémunération du capital est illustré à travers la Figure 8.

Comme montré par la Figure 8, l'impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur la rémunération du capital des activités de pêche est beaucoup plus marqué pour les activités qui montrent une chute de production en particulier celles fortement dépendantes du carburant (Figure 4).

Quant aux industries de traitement et de transformation, le modèle montre que les unités de «frais ou vivant» et les unités de «poisson congelé» subissent une baisse modérée de la rentabilité due à la chute de leur activité (Figure 5). Par contre, les usines de conserve et de sous-produits affichent une amélioration de leurs revenus profitant ainsi de l'augmentation de l'offre de la sardine et du maquereau résultante du déclin de l'offre des autres produits de pêche au niveau du marché (Figure 4). Évidemment, cela suppose la substituabilité entre les petits pélagiques et les autres produits de pêche.

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur la biomasse des espèces exploitées

Contrairement à ce qui se passe au niveau de la production des activités de pêche, une augmentation significative du prix mondial du pétrole ne peut avoir que des conséquences positives sur l'abondance des stocks exploités. En effet, la Figure 9 montre clairement que la biomasse des espèces considérées dans le modèle s'est nettement améliorée ; en particulier celles des espèces ciblées par les unités de pêche les plus exigeantes en carburant (chalutiers côtiers et chalutiers congélateurs), à savoir la crevette, la seiche et le poulpe. Le niveau d'amélioration de la biomasse de chacune des espèces étudiées est tributaire de leurs propres paramètres

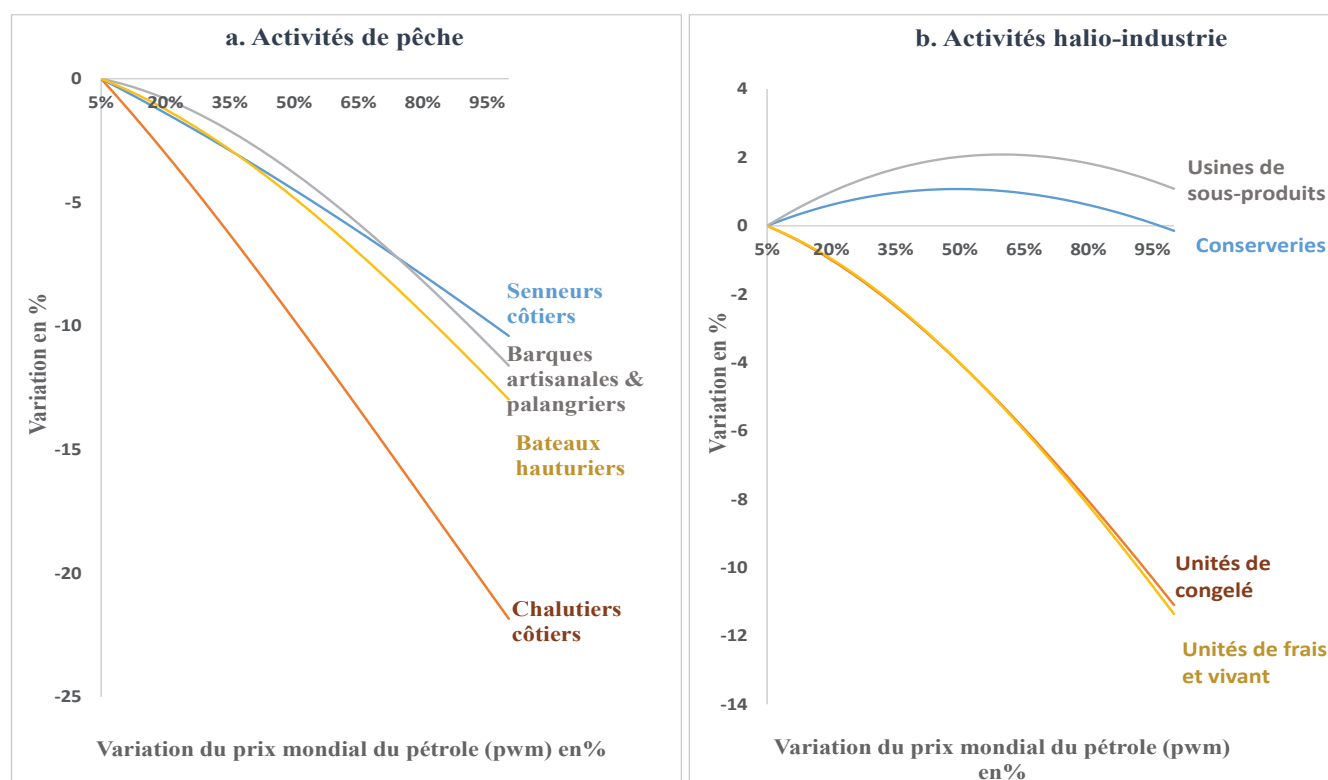


Figure 8: Impact de la hausse du prix mondial du pétrole sur la rémunération du capital des activités halieutiques

biologiques considérés dans le modèle, la biomasse initiale considérée et les conditions d'équilibre du marché.

A titre d'exemple, contrairement aux trajectoires superposées de la production de la sardine et du maquereau, représentées sur la Figure 4b, celles montrées par la Figure 9 sont plutôt divergentes. La différence des paramètres biologiques spécifiques à chacune de ces deux espèces et les considérations du marché expliquent en partie cette situation. En effet, bien que le taux d'accroissement intrinsèque de la sardine (0,97) permette une régénération plus accélérée de la biomasse comparativement à celle résultante du taux d'accroissement du maquereau (0,56), la biomasse de ce dernier se trouve plus améliorée par rapport à celle de la sardine. Les règles du marché qui favorisent la demande de la sardine par rapport à celle du maquereau pourraient expliquer ce résultat. En effet, la demande de la sardine est assez diversifiée pour engendrer une production suffisante et entraver l'amélioration de la biomasse (demande des ménages et des industriels de conserve, de sous-produits et de congélation). En revanche, seules les conserveries demandent la grande partie de la production du maquereau, ce qui expliquerait la baisse du prix de ce dernier (Figure 7a). La baisse de la demande de maquereau entraîne une baisse de sa production et soutient ainsi l'accroissement de sa biomasse à un taux supérieur à la seule prise en compte de l'effet attendu du taux d'accroissement intrinsèque.

Il convient de noter ici que les stratégies adoptées par les pêcheurs font en sorte que la demande du marché et, surtout, les prix ne sont pas toujours des facteurs déterminants dans la décision de sortir en mer pour pêcher. Par conséquent, toute la discussion repose sur l'hypothèse d'un marché où la loi de l'offre et la demande fonctionne pleinement.

Impact de l'augmentation du prix mondial du pétrole sur les variables macro-économiques

Sachant que l'augmentation du prix du pétrole affecte pratiquement tous les secteurs économiques, cela fait que l'impact est cumulatif sur l'ensemble de l'économie et les conséquences sur les variables macro-économiques sont de plus en plus remarquables. En fait, puisque l'impact affecte directement les quantités du carburant importées (Figure 3), l'effet sera forcément plus significatif au niveau macro-économique. Les résultats du modèle ont montré qu'une hausse de 20% du prix mondial du pétrole, pourrait provoquer une régression des ressources de l'État de 2,3% et une régression du PIB de 1,44%. Toutefois, la hausse du prix mondial du pétrole pourrait générer une légère amélioration de la valeur ajoutée du secteur halieutique. En effet, pour une hausse de 20% de ces prix, il y aurait une hausse de la valeur ajoutée du secteur halieutique d'environ 1,3%. Cette amélioration est surtout expliquée par l'augmentation de l'offre en petits pélagiques (Figure 4). Cependant, la hausse de la valeur ajoutée du secteur halieutique ne durera pas longtemps avec de forte augmentation du prix mondial du pétrole compte tenu de la baisse de la production halieutique prédite par le modèle.

De plus, l'augmentation du prix mondial du pétrole se traduirait, en l'absence de toutes mesures d'accompagnement, par une hausse des prix intérieurs à la production. En effet, pour une augmentation de 20% du prix mondial du pétrole, il y aurait une légère augmentation de l'indice des prix à la production de 0,05%, ce qui pourrait affecter négativement le pouvoir d'achat et réduire la demande intérieure. La rémunération des facteurs de production à l'échelle de toute l'économie est affectée négativement avec une baisse moyenne de 1,8%. Les revenus des ménages et des entreprises sont aussi reculés de 1,6% et

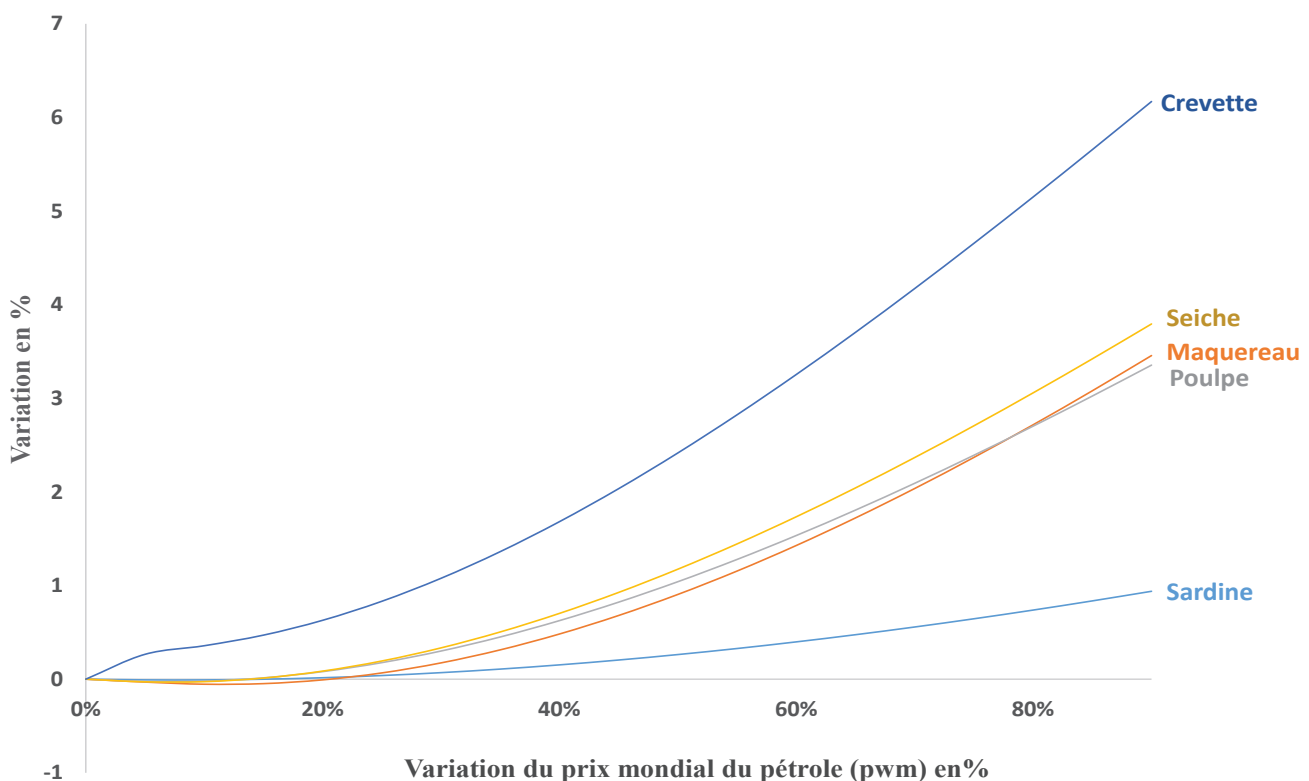


Figure 9: Impact de la hausse du prix mondial du pétrole sur la biomasse totale des espèces exploitées

2,2% respectivement. Cela pourrait entraîner une baisse des investissements et, par conséquent, une baisse de la croissance économique.

CONCLUSION

L'approche de modélisation en équilibre général calculable a permis d'obtenir des solutions numériques de différentes simulations de l'augmentation du prix mondial du pétrole. Cette approche a permis de retracer les effets sur les variables sectorielles (offre, prix, etc.), les variables macro-économique et la biomasse des ressources exploitées. Les résultats ont montré que le secteur halieutique est peu vulnérable face à de faibles augmentations du prix mondial du pétrole. La variation de la production est faible suite à de légères hausses du prix mondial du pétrole. Une hausse de ce prix de 25% n'affecterait le niveau global de production que d'environ -0,1% pour les senneurs côtiers, -3% pour les chalutiers côtiers et 0,67% pour le groupe des barques artisanales et palangriers. Cette situation pourrait être expliquée d'une part, par les revenus souvent positifs des activités de pêche qui offrent une marge de sécurité suffisante pour amortir les chocs du marché, et d'autre part, par le fait que le surcoût de production est souvent répercuté au détriment du consommateur final des produits de la pêche. D'autant plus que les niveaux de production halieutiques sont plus déterminés par les conditions climatiques que par les conditions du marché, contrairement aux autres secteurs d'activité.

De forte augmentation du prix mondial du pétrole, pourrait affecter négativement la production et conduit à la baisse de la disponibilité des produits de la pêche sur le marché. Ceci conduit à des prix domestiques plus élevés, affectant ainsi négativement le pouvoir d'achat et la sécurité alimentaire. D'un autre côté, cette situation pourrait favoriser la préservation des ressources halieutiques et garantir la durabilité des ressources pour les générations futures. Toutefois, cela pourrait compromettre la pérennité des activités de pêche, en particulier celles qui dépendent fortement des combustibles fossiles, à savoir les chalutiers côtiers et les chalutiers congélateurs.

Exceptionnellement, pour les petits pélagiques, les résultats ont montré qu'il pourrait y avoir une légère augmentation de la production tant que le prix du carburant ne dépasse pas 25% du prix initial. Cela pourrait s'expliquer tout d'abord par le fait que les bateaux artisanaux et les senneurs côtiers, ciblant les petits pélagiques, ne sont pas de gros consommateurs de carburant en comparaison avec les autres flottes de pêche. Deuxièmement, par le fait que ces activités tenteraient de tirer profit des conditions du marché, principalement en raison du déclin enregistré dans l'offre des produits de pêche provenant d'autres flottilles.

Compte tenu des résultats de ce travail et en vue d'assurer la durabilité du secteur halieutique, l'innovation dans de nouvelles technologies utilisant des sources d'énergie alternatives, et le développement des activités aquacoles, devraient être encouragés. À condition que le secteur soit accompagné de plans d'aménagements bien conçus, cela réduirait la dépendance du secteur de la pêche à l'égard du marché pétrolier international, assurerait la pérennité des activités de pêche, préserverait les investissements et

sécuriserait les emplois dans le secteur. Cela contribuerait implicitement à la sécurité alimentaire et à l'utilisation de technologies respectueuses de l'environnement (bateaux hybrides, énergies renouvelables, etc.).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Annabi N., Cockburn J., Decaluwé B. (2003). Formes fonctionnelles et paramétrisation dans les MCEG.
- Boyd R., Koshal R.K. (1992). Potential changes in world oil prices on the U.S.: A general equilibrium perspective. *Energy Convers. Mgmt*, 33(1): 931-941.
- Brêthes J.-C., O'Boyle R.N. (éds.), (1990). Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques. Projet CIEO-860060, Centre international d'exploitation des océans, Halifax (Nouvelle-Ecosse, Canada). 963p.
- Cadima E.L. (2002). Manuel d'évaluation des ressources halieutiques. FAO Document technique sur les pêches. No. 393. Rome, FAO. 2002. 160p.
- Capros P. (2016). Assessment of the macroeconomic and sectorial effects of higher electricity and gas prices in the EU: A General Equilibrium Modeling Approach. *Energy Strategy Reviews*, 9 (2016): 18-27. Elsevier.
- Dervis K.J., de Melo, Robinson S. (1982). General Equilibrium Models for Development Policy. A World Bank research publication. New York: Cambridge University Press.
- Diao X., Doukkali R., Yu B., (2008). Policy Options and Their Potential Effects on Moroccan Small Farmers and the Poor Facing Increased World Food Prices. A General Equilibrium Model Analysis. IFPRI Discussion Paper 00813.
- Diao X., Roe T., Doukkali R., (2002). Economy-wide benefits from establishing water user-right markets in a spatially heterogeneous agricultural economy. Discussion Paper 103. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington, D.C.
- DPM (2009). Stratégie de développement et de compétitivité du secteur halieutique. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.
- DPM (2014). Rapport d'activité 2014. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.
- DPM (2016). Mer en chiffre. Années 2009 à 2015. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.
- FAO (2016). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome. 224 pages.
- Groupe de travail COPACE (2013). Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Dakar, Sénégal, 21-25 mai 2012.
- HCP (2009). Simulation de l'impact de politiques économiques sur la pauvreté et les inégalités. Modèle d'équilibre générale calculable en Micro-simulation pour l'économie marocaine.

- HCP (2012). Comptes nationaux provisoires 2011 (Base 1998). Maroc.
- Kamili A., Maynou F. (2011). Bioéconomie et gestion de la pêche des petits pélagiques - cas de l'Atlantique centre marocain. Dans S. Garcia, M. Tandstad & A.M. Caramelo, *eds*. Science et aménagement des petits pélagiques. Symposium sur la science et le défi de l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques sur les stocks partagés en Afrique nord-occidentale, 11-14 mars 2008, Casablanca, Maroc, FAO Comptes rendus des pêches et de l'aquaculture, No. 18. Rome, FAO. 606 pp.
- Laurec A., Le Guen J.-C. (1981). Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1. Concepts et méthodes. Rapports Scientifiques et Techniques n° 45. Centre National pour l'Exploitation des Océans.
- Leonart J., Franquesa R., Maynou, F. (2005). Mediterranean Fisheries Simulation Tool: A bioeconomic model for Mediterranean fisheries, version MEFISTO 3.0. 32p.
- Löfgren, H., Doukkali, R., Serghini, H., Robinson S., (1997). Rural development in Morocco: alternative scenarios to the year 2000. Discussion Paper 17. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington, D.C.
- Office de change (2010). Données d'importation et d'exportation des produits halieutiques. <http://www.oc.gov.ma>.
- ONP (2011). Rapport de statistiques. Maroc.
- Pan H., Failler P., Floros C. (2007). A regional computable general equilibrium model for fisheries: results of the EU PECHDEV Project.
- Schaefer M.B. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.*, 1(2): 26-56.
- Schaefer M.B., (1957). A study of the dynamics of the fishery for Yellowfin Tuna. *In the Eastern Tropical Pacific Ocean. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.*, 2(6): 247-285.
- Seung C.K., Waters E.C. (2006). A Review of Regional Economic Models for Fisheries Management in the U.S. *Marine Resource Economics*, 21: 101-124.
- Shoven J.B., Whalley J. (1984). Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: an Introduction and Survey. *Journal of Economy Literature*, 22: 1007-1081.
- Suwa A. (1991). Les modèles d'équilibre général calculable. In : Économie & prévision. Numéro 97, 1991-1. *L'économie du développement*. pp. 69-76.
- Thurlow J. (2004). A Dynamic Computable General Equilibrium (CGE) Model for South Africa: Extending the Static IFPRI Model. Trade and Industrial Policy Strategies (TIPS), Working Paper 1-2004.
- Thurlow J. (2008). A Recursive Dynamic CGE Model and Microsimulation Poverty Module for South Africa. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Tsur, T., Roe, T., Doukkali, R., and Dinar A., (2004). Pricing Irrigation Water: Principles and Cases from Developing Countries. Washington, D.C.: Resources for the Future, 319 pp.